

C. Nemes /Überlingen am Bodensee: Evolution der Anästhesie in Deutschland nach 1846: Die ersten fünfzig Jahre bis zu Beginn von Lokal- und Regionalanästhesie, endotrachealer Intubation und Überdrucknarkose

Präambel

„Die atemberaubende Entwicklung, welche die Chirurgie von einem Handwerk zweifelhaften Rufs zur hochspezialisierten und modernen Technologie zurückgelegt hat, ist vor allem der Erfindung der Anästhesie zu verdanken. Doch wurde die Anästhesie überhaupt erfunden? War es nicht vielmehr so, daß man durch unverhoffte Glücksfälle, Schritt für Schritt, auf das Prinzip der vorübergehend herbeigeführten Schmerzfreiheit stieß, wie dies für so manche wichtige Entdeckung in der Medizin zutrifft?

Ein Hauch von Abenteuer umgibt die Entwicklung der Anästhesie. Im Gegensatz zur Chemotherapie, der anderen großen medizinischen Errungenschaft, die ihre Wurzeln im 19. Jahrhundert hat und theoretisch entwickelt wurde, erhielt die Anästhesie ausschließlich ihre Impulse von Praktikern auf den Gebieten der Pharmazie und Medizin. Sie fußt zudem lediglich auf empirischen Beweisen und stand, zumindest in ihren Anfängen, der Welt der Schaubuden und Sensationen näher als der akademischen Wissenschaft und Gelehrsamkeit.“

/ J. Drews 1989: Vorwort zur W. Hügin: Anaesthesie; Editiones <Roche> /

„Before October 16, 1846, surgical anaesthesia did not exist - within few months it became a world-wide procedure; and the full credit must be given to William Thomas Green Morton, who, on the date mentioned, demonstrated...the simplicity and safety of ether anaesthesia. On the priority question let me quote two paragraphs: He becomes the true discoverer who establishes the truth; and the sign of the truth is the general acceptance. In science the credit goes to the man who convinces the world, not to the man to whom the idea first occurs.“

/ Sir William Osler, zitiert Francis Darwin's: The Eugenics Review 1914 /

Evolution der modernen Anästhesie in Deutschland nach 1846: Die ersten fünfzig Jahre der Pionierzeit (bis zu Beginn von Lokal- und Regionalanästhesie, endotrachealer Intubation und Überdrucknarkose)

Inhalt:

Einleitung: ***Inkubationszeit der modernen Anästhesie*** (1800-1846)

- Societas et condicio humana in Deutschland: Naturwissenschaften und Medizin zwischen Aufklärung und Vormärz
- Medizinische Grundlagenforschung im 17-18. Jahrhundert
- Anästhesierungsmethoden in der frühen Neuzeit (16-19. Jahrhundert)

Verbreitung der Äthernarkose in Europa (1846-1847) und die ersten schmerzlosen Operationen in Deutschland

Frühe experimentelle Beiträge zur Äther- und Chloroformnarkose

Die ersten Narkosemonographien im deutschen Sprachraum

Die ersten Narkoseapparate und die goldene Periode der Instrumentenmacher

Erste Vermutungen und Kenntnisse über Narkosestadien

Suche nach dem idealen Inhalationsanästhetikum

-Die Ära der Chloroformisten

-Wiedereinführung des Lachgases (1862-1870)

-Äther gegen Chloroform: "Aether redivivus (1872-1890)

Freie Atemwege und Anfänge der endotrachealen Narkose

Erste Ansätze für eine Kombinationsnarkose: "Mischnarkose" und Beginn der intravenösen Pharmakotherapie

Beitrag der Physiologen und Pharmakologen

Experimente über das Wesen der Narkose: Die ersten Narkosetheorien

Die Kunst des Narkotisierens: Stand der Anästhesiepraxis in Deutschland um 1900

Abschließende Betrachtungen

Literatur

Anhang: 5 Tabellen und 4 Abbildungen

„Der Arzt muß die Geschichte seines Faches kennen, damit ihm die Fortschritte der Neuzeit nicht unermesslich erscheinen".

/Louis Stromeyer 1804-1876/

„Mit der Entwicklung und den Fortschritten der Anästhesiologie kann von den Pionieren und den Experimentatoren unseres Fachgebietes immer noch viel gelernt werden. Ihre Fähigkeiten zur Beobachtung und ihre Fertigkeiten sollten keinesfalls gering bewertet werden, nur weil ihre Methoden manchmal in die falsche Richtung führten

und

ihre Ausrüstung etwas primitiver war als unsere. Wichtig ist, daß wir ihre Kenntnis bewahren und weise nutzen, nicht nur zum Wohl unserer Patienten, sondern auch zum Vorteil von Studenten, Ärzten und Wissenschaftlern, die in unseren Fußstapfen nachfolgen".

/ A. Leech: Old Ideas, New Applications. British Journal of Anaesthesia 1998; 70: 113, in der Übersetzung von W. Dick/

Einleitung: Inkubationszeit der modernen Anästhesie (1800-1846)

Conditio humana in Deutschland: Naturwissenschaften und Medizin zwischen Aufklärung und Vormärz (s. a. Tab.1)

Erstaunlich rasch fand die neue Schmerzausschaltungsmethode durch Einatmung von Schwefelätherdämpfen 1846-1847 den Weg in die operative Praxis der Wund- und der Zahnärzte. Innerhalb von wenigen Monaten verbreitete sich die Inhalationsnarkose in Windeseile von Boston nach Europa, wo auf dem Kontinent angekommen, sie in 6 Wochen, bis Mitte Februar 1847 in allen größeren Kliniken des deutschen Sprachraums als „eine Entdeckung in der Chirurgie“ eingeführt und von der Tagespresse und dem Laienpublikum mit geradezu überschwänglichem Enthusiasmus begrüßt wurde (s. **Tab. 1**). Das Tempo, wie rasant 1847 die neuen Kenntnisse und Experimente sich verbreiteten, kann wahrlich als eine wissenschaftliche Revolution gelten. Als Beleg dafür, welche ein Faszinosum die schmerzlosen Operationen unter Inhalationsnarkose darstellten, genügt es, auf die Canstatt'schen Jahresberichten für das Jahr 1847 hinzuweisen; Ph. F. Klencke führt darin nicht weniger als 284 Artikel aus diesem Jahr an, welche sich ausschließlich mit Narkosefragen befassen (Drozda, 1880)! Frühere Versuche mit der Ätherrauschnarkose (Granier de Cassaignac's Migräne-therapie mit Äther 1830 in Toulouse, Ives of Newhaven's Experimente mit Chloroform im Jahre 1832 oder die von W. E. Clarke in Rochester und C. W. Long in Atlanta, 1842) sind viel später bekannt geworden (Buxton 1900, von Brunn 1953). W. T. G. Morton ist es aber gelungen, die Fachwelt über die Brauchbarkeit seiner *Aetherization* mit *Letheon* so zu überzeugen, daß fortan die Inhalationsnarkose bei chirurgischen Eingriffen nicht mehr wegzudenken war. Allerdings war es Ch. Th. Jackson, dessen Experimente mit dem Schwefeläther in den Jahren 1841 und 1842 durch die Lektüre Davy's angeregt wurden. (Seine und Morton's Urheberschaft ist daher von der Académie française mit den Monthyonpreis bedacht worden.) Mit den nur teilweise mißlungenen Lachgasdemonstrationen Horace Wells' (17. Januar 1845) und der ersten, öffentlichen, nicht ganz gelungenen Äthernarkose Morton's (16. Oktober 1846) im Bostoner *Aether-Dome* endete der jahrtausendalte Kampf um die Schmerzfreiheit. An diesem Tag ging die lange Nacht des Martyriums der Patienten, die Agonie des Leidens, erschütternd geschildert von der Englischen Romancier Fanny Burney an ihrer Brustablatio, zu Ende.

Auch wenn wir *Quantensprünge* in der Evolution des Wissens nicht annehmen wollen, so dürfen wir dennoch die Zeit der letzten 100 Jahre vor 1846 als die Epoche der Vorbereitung zur effizienten Schmerzbekämpfung bezeichnen und sie als *Inkubationsperiode* oder nach B. M. Duncum 1947 als *preparatory period* der modernen Anästhesie ansprechen. Um 1800 und kurz danach hörte nämlich der Schmerz auf ein bloßes diagnostisches und therapeutisches Hilfsmittel als *Wächter und Hüter des Lebens* oder ein philosophisch-religiöses Problem zu sein. In den Theorien der Schmerzentstehung und des Schmerzverständnisses fand schon gut 50 Jahre vor den ersten Äthernarkosen ein Paradigmenwechsel, eine *Säkularisierung* von Krankheit und Schmerz statt (Schwarz 1991), in dem man den Operationsschmerz nicht nur zu lindern, sondern zu eliminieren suchte. Allerdings blieb die Entwicklung der Naturwissenschaften und der Medizin in Deutschland nach 1800 für zwei bis drei Jahrzehnte "eigentümlich fixiert" durch die Naturphilosophie (Hegel und Schelling), die ein holistisches Naturbild pflegte und eine allen Organismen innewohnende *Lebenskraft* betonte. Ihre Sonderform, die romantische Medizin übernahm diese spekulativen Ansätze über Animismus, Irritabilität und Lebensgeister; ihr waren tierischer Magnetismus, Homöopathie und Konstitution der Kranken wesensgleiche Elemente der Heilung. Diese vitalistisch orientierte Heilkunde stand der mechanischen Deutung von Lebensprozessen, der Kausalität und dem Experiment so sehr fremd gegenüber, daß die philosophische Wissenschaft der Romantiker zum Hemmschuh der Entwicklung der klinischen Medizin in Deutschland wurde (Nipperdey,

1994). Deshalb war Deutschland um 1800 auf dem Gebiet der Naturwissenschaften ein zurückgebliebenes Land.

Nicht so in England und in Paris, wo die *Pneumatischen Schulen* von Beddoes, Davy und Lavoisier schon früh die Grundlagen für eine spätere empirische Inhalationspraxis zu Therapiezwecken erforscht hatten (Bergman 1998).

Gesellschaftlich-politische Wandlungen, noch entscheidender das Zeitalter der europäischen Kriege, die Zweite Industrielle Revolution, die Urbanisierung, die vielschichtigen Reform- und Revolutionsbewegungen vom Vormärz, das Verbot des Sklavenhandels und der Kinderarbeit, die Reform der Irrenpflege und städtischen *gesundheitspolizeylichen* Maßnahmen infolge wiederholter Choleraepidemien bereiteten den Empfang für diese radikal veränderte Auffassung über Schmerzgenese und -therapie zwischen 1800 und dem Vormärz vor (Schwarz 1991).

Unmittelbarer als diese gesellschaftlich-sozialen Umwälzungen war jedoch jener Forschungsgeist des 16.-18. Jahrhunderts an der Explosion des Wissens maßgeblich beteiligt, welcher schon in der frühen Neuzeit die göttlichen Heilkräfte, Spekulation und Empirie ablehnte und die Naturphänomene experimentell zu ergründen trachtete, sei es in der Botanik, Chemie, Kreislaufforschung (der Harveyisten), Pneumatischen Medizin (in Bristol und Birmingham) oder in der Elektrotherapie, die bereits nach 1750 eine erste Blütezeit erlebte.

(Die Leistungen und Entdeckungen der englischen pneumatischen Schulen können wir in diesem historischen Überblick lediglich streifen. Eine vorzügliche und erschöpfende Darstellung ihrer Forschungen und Publikationen, welche manches an späteren Innovationen der Narkosepraxis vorwegnahmen, findet sich in der vorzüglichen Monographie von N. A. Bergman, die 1998 erschienen ist.)

Den Durchbruch zur rationellen Wissenschaft schafften in Deutschland zunächst nicht die Mediziner, sondern Naturforscher, Mathematiker (K. Fr. Gauß), Physiker (Ritter, G. S. Ohm, Chladni, J. Fraunhofer), Chemiker (Justus v. Liebig) und allen voran die deutsche Physiologenschule um J. Müller (R. Virchow, F. G. J. Henle, H. Helmholtz, E. Du Bois-Reymond und C. F. W. Ludwig) sowie der letzte Universalgelehrte Alexander von Humboldt; sie alle entwickelten neben umfassender deskriptiver Naturforschung und einem letzten enzyklopädischen Versuch aller Naturphänomene die kausalanalytischen und physikalisch-chemischen Methoden und verbannten die Lehre des Vitalismus endgültig aus der theoretischen Medizin.

„Die Betrachtung der Lebensvorgänge an sich, die Physiologie, hat die Larvenhülle des Vitalismus abgestreift, und sich als angewandte Physik und Chemie entpuppt“, stellt Emil Du Bois-Reymond 1882 in einer Festrede *Über die wissenschaftlichen Zustände der Gegenwart* fest.

Nirgendwo in der Medizin war dieser Paradigmenwechsel, dieser Abschied vom alten Weltbild deutlicher und ergiebiger zu spüren als in der Grundlagenforschung und Praxis der Operationskunst und Schmerzbekämpfung.

Noch zu Beginn des 19. Jahrhunderts vertraten die Operateure die Lehrmeinung, dass die Wundschmerzen im Versorgungsgebiet der peripheren Nerven und nicht im zentralen Nervensystem entstünden. Den Gegenbeweis konnte Morton am 16. 10. 1846 liefern. Noch 1847 meinte C. Pfeufer immer noch, daß "der...in das Blut gelangte Aether ..seine lähmende Wirksamkeit zuerst in den reizbaren, d.h. in den peripherischen Nerven, weit später in dem torpideren Gehirne" zeige.

Daher waren zur Deutung der Vorgänge bei der Entstehung chronischer Schmerzzustände (Hodgkiss 2000), aber auch bei der Inhalationsanästhesie und zur Erkennung der Narkosestadien für eine gut steuerbare und sicherere Narkosetechnik jene Erkenntnisse der Neuroanatomie und Physiologen Grundvoraussetzung. Erst mußten die traditionellen, althergebrachten Vorstellungen über Schmerzgenese des 18. Jahrhunderts überwunden und experimentell widerlegt werden, bevor sich die Inhalationnarkose in der Praxis für schmerzlose Operationen akzeptiert wurde (Hodgkiss 2000).

Ganz unmittelbar zur Evolution der modernen Narkose trugen daher Anatome und Neurophysiologen (F.-X. Bichat 1801, L. Rolando 1809) bei, vor allem J. J. Le Gallois, der 1811 das Atemzentrum in der Medulla oblongata entdeckte und bereits über die Möglichkeiten eines künstlichen Kreislaufs räsonierte, sowie Ch. Bell mit seiner neuen Neuroanatomie (1811), Fr. Magendie, welcher 1821 die Funktionen der vorderen und hinteren Spinalwurzeln und -nerven, M.-J.-P. Flourens, der die motorische Aktivität des Cerebellum erkannte sowie L. Rolando, der 1825 die Area prä- und postcentralis differenzierte. 1826 veröffentlichte J. P. Müller seine Thesen über die *spezifische neuronale Energie* und über die Impulsleitung der sensorischen Nerven (Duncum 1947). In der Zeit um 1820 standen auch schon die ersten Galvanometer des J. S. Chr. Schweigger zur präzisen Messung von schwachen elektrischen Strömen zur Verfügung. 1833 werden von M. Hall auch die spinalen Reflexe, 1836 von R. Remak die myelinisierten und nicht myelinisierten Axons, dann im Jahre 1845 die sympathischen Nervenfasern beschrieben. Nur zwei Jahre später vermutet Remak Verbindungen zwischen den Nervenfasern und den Nervenzellen, 1840 J. G. F. Baillarger die Bahnen zwischen der grauen und der weißen Substanz. Nach 1842 wird B. Stilling die genaue Struktur des Rückenmarks in Serienschnitten und Farbpräparaten untersucht (Fulton und Wilson 1930).

Ohne diese Erforschungen der Schmerzbahnen im Rückenmark und Gehirn wären die Klassifizierung von Narkosestadien, die später zu entdeckenden Verfahren der Regionalanästhesie und der neuroaxialen Blockaden undenkbar (Hodgkiss 2000).

Letzlich erfindet C. Matteucci 1846 den Kymographen, mit dessen Hilfe Blutdruck und Muskeltonus fortlaufend registriert werden können. H. Helmholtz gelingt 1849 auch die Messung der Nervenleitungsgeschwindigkeit.

Zum Schluß sollte hier noch die Gründung bedeutender wissenschaftlicher Zentren und Gesellschaften sowie die Entstehung einer liberalen politischen Tagespresse, z.B. die vielgelesene und beachtete, unabhängige Augsburger Allgemeine Zeitung, erwähnt werden, welche als Medium für die Weitergabe des Wissens sorgte und um eine objektive, umfassende Darstellung bemüht war.

Freilich waren alle diese Studien und Organe für die Einführung der Inhalationsanästhesie nicht von unmittelbar praktischer Bedeutung. Wer die Wege der Wissenschaft kennt wird sich darüber nicht wundern. Andererseits es jedoch gerade diese epochemachenden Erfindungen und Entdeckungen von Naturforschern und Ärzten, welche nach 1850 in Deutschland den Weltruhm in der Medizin begründeten.

Angesichts einer so intensiven und Nationen verbindenden Grundlagenforschung auf dem Gebiet der experimentellen und theoretischen Medizin darf demnach behauptet werden, daß die Kunde über die Bostoner Ätherisierungsversuche bei chirurgischen Operationen Europa zwar überraschen mußte, sie es jedoch nicht unvorbereitet getroffen hatte.

Verbreitung der Äthernarkose in Europa in den Jahren 1846-1847 (s. auch Tab. 2)

Die Kunde von den ersten erfolgreichen Ätherisierungen in Boston (16-21.10.1846), England (22.12. 1846) und in Paris (12. 01.1847) erreichten Deutschland am 1. Januar 1847 und bald auch ganz Süddeutschland (10. 1. 1847). In Erlangen und Leipzig (24. 1.1847), München und Tübingen (25.1. 1847), in Würzburg (3. 2. 1847) und Bamberg (8. 2. 1847) , aber auch im Habsburger Reich in Wien (29.1. 1847), Temeschwar (5. 2. 1847) und Pest in Ungarn (9.-12. 2. 1847) fanden schon in den ersten zwei Monaten 1847 in fast allen universitären Kliniken die ersten öffentlichen schmerzlosen Operationen unter Äthernarkose statt. Die Ätheranästhesie, oft eher nur ein Ätherrausch, fand bald in ganz Europa eifrige Befürworter, so sehr, dass beim Rückblick die nationalen *Äthertage* als Wendepunkt und als ein Auftakt in der Evolution der Anästhesie erscheinen (**Tab. 1**). Doch der Rückblick trägt.

Zwar erwies sich die Entdeckung der Inhalationsanästhesie zunächst als ein grandioser Auftakt einer neuen Epoche, doch führte sie nicht gleich auch zu einer Revolution der Operationspraxis. Der Enthusiasmus der Tagespresse der ersten Jahre entsprach nicht ganz der Realität in den Operationssälen (s. abschließende Betrachtungen).

Aller Überraschungen und Begeisterung zum Trotz kann ein kurzer Gang durch die Vorgeschichte (**Tab.1 und Tab. 2**) überzeugen, daß Europa auf diese epochale Entdeckung, die im nachhinein als das schönste Geschenk an die Menschheit und der größte Beitrag Amerikas zur Medizin werden sollte, nicht unwesentliche Vorleistungen aufzuweisen hatte. Wenn auch General W. Hammond im amerikanischen Sezessionskrieg 1862 die Inhalationsnarkose, aseptische Wundbehandlung, Seuchenbekämpfung und institutionalisierte Unfallrettung mit für Amerika charakteristischer Überheblichkeit als „Ende des medizinischen Mittelalters“ anzusprechen wagte, so gab es schon vorher entscheidende Schritte in Europa, die durch wissenschaftlich gut durchdachte Experimente von Naturforschern und Ärzten die *heroische Medizin* vergangener Jahrhunderte nach 1800 in eine rationell fundierte, klinisch orientierte Heilkunde umwandelte. Diese Phase können wir als Inkubationsperiode der Inhalationsanästhesie bezeichnen (s. **Tab.1**).

Inkubationsperiode der modernen Inhalationsanästhesie vor 1846); s. a. Tab. 1

Alle bisher verwendete Anästhetika und Narkotika (Äther, Lachgas, Morphinum und Chloroform) wurden in der Neuzeit in Europa entdeckt (Paracelsus, V. Cordus, F. W. Sertürner, J. v. Liebig), erprobt und das Wissen darüber erst später durch Vertreter der englischen Pneumatischen Schule, vor allem durch J. Priestley und B. Franklin in die Neue Welt gebracht (Duncum 1947, Bergman 1998, Nemes 2001). Und dennoch wurde die Inhalationsnarkose, in einer Form, welche an sich schon zu Valerius Cordus' Zeiten möglich gewesen wäre, in Boston erfunden und klinisch erprobt, obwohl Erfahrungen mit therapeutischer Inhalation medizinischer Gase und deren schmerzstillender Wirkung auch in Europa hinlänglich bekannt waren (Duncum 1947, Rushman, Davies und Atkinson 1996, Nemes 2001).

Vielleicht erwiesen sich gerade diese systematischen experimentellen Arbeiten, die zahlreichen Selbstversuche in Europa, oft als Ersatz für fehlende Studien bei Tieren gedacht, als ein Hemmnis, als man an das tollkühne Unternehmen heranwagte, eine kaum erforschte und in die Volksbelustigung abgesunkene Methode wie die Inhalationen an freiwilligen Probanden im Zirkuszelt oder in den studentischen Parties der Lachgasséancen- und *ether frolics* vor 1844 waren, bei Operationen kurzerhand einzusetzen. Dabei wirkte freilich auch eine gewisse transatlantische Distanz der Alten Welt gegenüber der Neuen mit. Dieser nicht ganz unbegründete Skrupel und das damit verbundene Mißtrauen gegenüber einem *Yankee-Bluff* läßt sich in den ersten Monaten zweifellos auch bei den Protagonisten der Ätherisierung nachempfinden, standen doch die Wundärzte Amerikas (und Englands) damals noch „im Rufe von Abenteuerlichkeit und Verwegenheit“ (Fischer 1926). Noch allzu lebhaft erinnerte man sich daran, daß man jenseits des Kanals die Aorta zur Heilung von Aneurysmen zu unterbinden (A. Cooper 1817) und jenseits des Atlantik einen "wahren Kaiserschnitt zur Exstirpation von Uterusgeschwülsten" vorzunehmen nicht angestanden hatte (Clay und Heart 1843, zit. Fischer 1926). Nur Liston zeigte sich von der Ätherwirkung bei der Beinamputation tief beeindruckt; "this Yankee dodge beats mesmerism hollow"--soll er gesagt haben, was beweist, daß die Inhalationsnarkose wie bei Morton's erstem Fall am 20. September 1846, gegen den populären magnetischen Schlaf zunächst antreten mußte (Ghisoiu 1997).

In Deutschland hat sich der magnetische Schlaf für schmerzlose Operationen nie einbürgern können; daran haben einige Lobredner und Befürworter der Methode wie Justinus Kerner in Weinsberg und J. Ennemoser in München nichts ausrichten können. Ihre in der Augsburger Allgemeinen Zeitung abgedruckten, von J. Esdaile* aus Calcutta übernommenen fabelhaften

Berichte (1847, Beilage No.103, S. 821, Beilage 105, S. 836 und Beilage No. 95, S. 753) vermochten den Rad der Evolution in der Schmerzbekämpfung nicht mehr zurückzudrehen (Jenni 1847). Entsprechend leidenschaftlich waren auch die Klagen dieser Schwärmer der romantischen Medizin:

„Recht schmerzlich bedauere ich“, schrieb J. Kerner, daß meine phantastische Liebe zum Magnetismus nicht so weit hinreicht, der Narkose durch Magnetismus eine so allgemeine praktische Anwendung voraussagen zu können, wie sie bereits die Narkose durch Schwefeläther gewonnen hat“. J. Ennemoser, Anthropologe und praktischer Arzt in München fand es am 13. und 15. April 1847 für besser, „den Magnetismus dem Schwefeläther vorzuziehen, und nur wenn dies nicht gelänge, einen magnetischen Schlaf zu erzielen, solle man sich des Äthers bedienen“ (Walser 1957).

(* J. Esdaile 1846: Mesmerism in India, and its application in surgery and medicine. XXXI, 287p, Longman, Brown, Green and Longmans, London. Hierzu siehe auch einen anderen Bericht von J. Elliotson 1843: Numerous cases of surgical operations without pain in the mesmeric state. 56p, Lea & Blanchard, Philadelphia)

Verlockend wäre es zu behaupten, daß die theoretischen Grundlagen der Atemphysiologie und Gasgesetze sowie die Herstellung und Bevorratung einiger medizinischer Gase nach 1800 immerhin soweit bekannt waren, dass es nur noch eine Frage der Zeit sein konnte, wann die Inhalationsanästhetika in der Operationspraxis Europas eingesetzt werden. Dies geschah jedoch, obwohl die Zeit dafür reif war, um Jahrzehnte später und nicht in jenen Zentren, welche sich in der Grundlagenforschung auf diesem Gebiet besonders hervorgetan haben.

Diesem Paradox liegt wohl die einfache Herstellung, Bevorratung und Anwendung der Substanz des Schwefeläthers zugrunde. Erfindungen solcher Art wie die Applikation eines Ätherdampfes mit Hilfe einer einfachen Einatemvorrichtung können, Unternehmungsgeist Kühnheit und Geschäftssinn vorausgesetzt, ohne tiefe theoretische Fundierung und Kenntnisse über ganz andere Wege verwirklicht werden. Dies geschah in Boston und dann mit den ersten Äthertagen überall auf der ganzen Welt. Aus heutiger Sicht ohne genügende theoretische Vorarbeit, fast nirgendwo nach fundierten tierexperimentellen Forschungen und oft unter abenteuerlichen Bedingungen.

"Die klinische Praxis der Anästhesie wurde maßgeblich durch den Gesichtspunkt einer möglichst einfachen Anwendbarkeit bestimmt" (Schwarz 1991). Wie sehr dies für die Inhalation von Ätherdämpfen zutraf, bewies die paradoxe Entwicklung der Narkosetechnik um 1900, als man die bis dahin entwickelten Narkoseapparate der Instrumentenmacher (s.u.) durch die *offene Tropfenmethode* von O. Witzel (1901/02) für Äther, die bereits von P. Packard seit 1872 in Amerika bei kleineren Eingriffen verwendet worden war, sowie durch P. Sudecks *Ätherrausch* (1901/02) und die Chloräthylnarkose D. Kulenkampffs (1911) ersetzt hatte (v. Brunn 1940, Schulte am Esch, Goerig und Schaffner 1997).

Vergleichen wir die rasche und leicht reproduzierbare Technik der Ätherdampfinhalationen, die im Jahre der Einführung in Deutschland (1847) keinen einzigen Todesfall verursachte (Walser 1957) mit den althergebrachten, nur sporadisch angewandten, barbarisch anmutenden Anästhesierungsmethoden vergangener Jahrhunderte in der *heroischen* Medizin (**Tab.3**), so können wir leicht erkennen, welchen unermeßlichen Fortschritt Morton's Erfindung für die Operationspraxis bedeutete.

Viele Berichte, darunter ungefähr 17-18 Briefe, erreichten Ende 1846 Europa, in denen die ersten Erfahrungen mit der *Ätherisierung* in Boston - wie das Verfahren zunächst hieß -, geschildert wurde. Diese Wege sind bis heute nur teilweise geklärt und geben immer noch manches Rätsel den Historikern auf.

Zuerst traf schon am 13. November 1846 ein Brief von Ch. Th. Jackson (1805-1880) an Élie de Beaumont, Präsident der Königlichen Akademie der Wissenschaften in Paris ein, der aber aus nicht mehr nachvollziehbaren Gründen als *lettre cachet* bis 11. 2. 47 geheimgehalten wurde. Dies sollte bald Frankreich die Priorität gegenüber London kosten, wo das Postschiff *Acadia* erst am 15. 12. 46 mit dem Brief von Jacob Bigelow (Vater von H. J. Bigelow, der als Botaniker und Professor für Arzneimittellehre in Harvard wirkte) anlegte. Dieser Brief des Sohnes wurde am 18. November 1846 bereits in Boston publiziert. Noch rechtzeitig vor dem

Wintereinbruch, ehe wegen *mare clausum* bis April 1847 kein Schiff mehr herüberkommen konnte. Bigelow's Bericht enthielt zumindest einige Hinweise für Fr. Boott und J. Robinson in Liverpool, um am 19. Dezember Zahnextraktionen durchzuführen und die Sendung nach London an R. Liston weiterzuleiten. Am 21. Dezember amputierte Liston unter Ätherdampfinhalation ein gangränöses Bein völlig schmerzfrei. Dies war die erste Anästhesie in Europa. Noch am gleichen Tag erschien auch Bigelow's Artikel in *Lancet*, der binnen Tagen in Berlin gelesen und übersetzt, und am 1. Januar 1847 in der *Deutschen Allgemeinen Zeitung* abgedruckt wurde. Diese Veröffentlichung hat noch keinen Widerhall gefunden. Es vergingen noch 10 Tage bis der erste Kurzbericht von A. Martin mit der Postkutsche aus Paris eintraf und in der bekannteren *Augsburger Allgemeine Zeitung* gelesen wurde. Von da an reißen die Kommentare und die Begeisterung nicht ab, so daß den schmerzlosen Operationen bald mehr Aufmerksamkeit in den politischen Tageszeitungen zukommt als der Entdeckung des Planeten Neptun oder dem Schicksal des Freistaates Krakau.

Es gab aber auch andere Verbindungswege, um die Vermittlung der schmerzlosen Operationen nach Europa herüberzubringen. Edward Everett, 1946 Präsident der Harvard University, lernte schon früher- 1842/44 als Botschafter Amerikas in London-, 1842 Justus von Liebig kennen. Nach Schwarz's Vermutung (2001) dürfte v. Liebig Everett's Post noch Ende 1846 erhalten haben, wenn auch dieser Brief in seiner Korrespondenz bisher nicht gefunden wurde. Jedenfalls gab er den Brief mit Bigelow's Artikel *Surgical operations under the influence of ether* an die *Annalen der Pharmazie* weiter, noch vor dem 6. Februar 1847, in einer Zeit, als über die Ätherisierung nur noch die politischen Tageszeitungen berichteten (Schwarz 2001). Ausführlichere, wissenschaftlich fundierte oder experimentelle Untersuchungen in Fachzeitschriften sollten erst noch folgen. Man darf darüber hinaus vermuten, daß der Anonymus, der Bigelow's in *Lancet* (am 21. Dezember 1846) abdruckte und übersetzte Arbeit an die Leipziger *Deutsche Allgemeine Zeitung* gab und dort am 1. Januar 1847 bereits erscheinen ließ, ebenfalls v. Liebig war, wengleich dieser Briefwechsel bisher in seinem Nachlaß ebenfalls nicht auftauchte (Schwarz 2001).

(J. v. Liebig's Interesse konnte bald durch die Einführung des Chloroforms ab 14. November 1847 ohnehin für die Narkosefragen geweckt werden, zumal er diese Substanz als Erster, noch vor E. Souberian und S. Guthrie aus Äthylalkohol und Chlorgas als *Chlorkohlenstoff* gewann und seine Entdeckung schon 1830-1832 in den Poggendorff's Annalen veröffentlichte (Schwarz 2001). So ist es zu verstehen, daß von Liebig später den Lachgasdemonstrationen Nussbaums in München öfters beiwohnte (Goerig, pers. Mitt. 2001) und an seinem Lebensabend selber noch ein kleines Traktat über die Geschichte der Entdeckung des Chloroforms verfaßt hatte.)

Während H. E. Weickert und C. F. E. Obenaus für ihre erste erfolgreiche Ätherberauschung für eine Backenzahnextraktion am 24. Januar 1847 diese Leipziger Publikation als unmittelbare Quelle gebrauchen konnten (v. Hinzenstern und Schwarz 1996), erfuhr J. F. Heyfelder in Erlangen die Kunde über die schmerzlosen Operationen aus dem Januarheft der Pariser *Revue médico-chirurgicale* und der *Gazette médicale* am 21. Januar 1847 (Schwarz 1991); darin war J.-F. Malgaigne's Bericht über seine in Frankreich erstmals erfolgreichen 4 Äthernarkosen vom 12. Januar. Dies kann nur so erklärt werden, daß die bereits zwischen 10. und 17. Januar veröffentlichten Artikel der *Augsburger Allgemeine Zeitung* Heyfelders Aufmerksamkeit entgingen. Vermutlich lasen jedoch die Regierungsbeamte in Mittelfranken diese Publikationen, denn schon am 19. Januar wurde Heyfelder durch einen Ministerialerlaß aufgefordert, Versuche mit dem Schwefeläther anzustellen (Petermann 1997). (Ähnliche Akten konnten bisher in Oberbayern noch nicht gefunden werden.)

Ende Januar verbreitete sich dann die Nachricht über die Narkosen mit Schwefeläther rapide; in wenigen Tagen wurden schmerzlose Operationen in Inhalations-Vollnarkose, meist nur im Rauschstadium, in allen großen Städten im deutschsprachigen Raum, so in München (25.1), Wien (27-29.1) und auch anderswo in Europa (s. **Tab.3**, **Tab. 4**) durchgeführt.

In Selbstversuchen, z.B. an der Wiener Klinik von Franz Schuh (an L. Markusowszky) wie im Tierexperiment versuchte man nun fieberhaft die günstigsten Anwendungsformen (oral, nasal), die für die Analgesie erforderliche Inhalationsdauer, die Steuerung sowie den bald evident gewordenen phasenhaften Ablauf der Äthernarkosen zu klären. Zunächst wurde wie in Erlangen Äther auch zu Studienzwecken eingesetzt. Die Anzahl der operativen Eingriffe stieg zunächst sprunghaft an. Diese Entwicklung ist jedoch weniger durch das in der Tagespresse gelesenen geglückten Narkosen interessierte Publikum, durch den Druck der öffentlichen Meinung, als vielmehr dadurch zustande gekommen, daß die Vielzahl der ersten Operationen an mittellosen Patienten unentgeltlich durchgeführt wurden (Petermann, 1997). An armen Leuten, die bisher den Gang zum Spital vermieden und bei denen man nach einem Zwischenfall die Reputationseinbuße kaum befürchten mußte (s. **Tab.4**).

Da in den ersten drei Monaten des Jahres 1847 wissenschaftliche Berichte und Werke im deutschen Sprachraum noch nicht zur Verfügung standen, kam dem Einfluß der politischen Blätter eine später nie mehr vorstellbare Bedeutung zu. Allen voran die *Augsburger Allgemeine Zeitung*, die frei, liberal gesinnt war und deshalb sich über einen hohen Bekanntheitsgrad erfreute. So wurde diese Zeitung das Sprachorgan des Pariser Vereins Deutscher Ärzte, in der ein Mitglied der *Societas Medicorum Germanicorum Parisiensis*, Aloys Martin (1818-1891) zwischen 10. Januar und 19. März 1847 insgesamt 10 Zeitungsberichte veröffentlicht hatte (Goerig und Nemes 1997).

Die Vermittlerrolle Aloys Martins blieb für die Fachwelt in Deutschland vollkommen vergessen, bis spanische Anästhesisten (Franco, Cortes, Vidal und Rabanal) 1993 in der Madrider Königlichen Bibliothek einen historischen "Beitrag zur pharmakologischen Geschichte des Aethers" A. Martins im *Repertorium für die Pharmacie* aus dem Jahre 1847 gefunden hatten. Erst danach setzte eine intensive Suche nach weiteren Arbeiten Martins ein, vor allem in München, wo erst seine Inauguraldissertation *Pharmakologie und Pharmakodynamik des Aetherismus* (4. September 1847) sowie zahlreiche andere Abhandlungen über Chloroform (mit Binswanger, 1948) und Cholera gefunden wurden (Nemes 1994). Bei dieser Suche nach verschollenen Publikationen wurde überhaupt die ehemalige Existenz, Schicksal und Verbindung des Pariser Vereins Deutscher Ärzte zu Leopoldina in Halle zufällig entdeckt, dessen Tätigkeit damals, 1994, nicht einmal mehr dem Deutschen Historischen Institut in Paris bekannt war (Auskunft von Prof. Paravicini, März 1994). Nachdem aber diese bis dahin unbekannte Fazette deutscher Anästhesie mittlerweile hinlänglich erforscht und mehrmals ausführlich historisch gewürdigt wurde (Brandt 1996, Goerig, Nemes 1997, Goerig, Nemes, Straimer 1997), kann hier auf weitere Details verzichtet werden. Hingegen sind die Nachlässe und Korrespondenz des Pariser Ärztevereins in Halle seither meines Wissens noch nicht gesichtet worden.

Aus den Berichten des Deutschen Ärztevereins erfuhr die Fachwelt und das Laienpublikum von den Narkoseversuchen der Pariser Ärzte, für die "der Aether das Lösungswort,.. das Steckenpferd" wurde. Man las hier auch nach, wie die Mitglieder dieses Ärztekollegiums, dem die Bedeutung einer ausländischen Akademie zukam, schon am 15. Januar 1847 beschlossen hatten, sich fortan mit der Ätherfrage intensiv zu beschäftigen. Die französischen Experimente sind nämlich erst gelungen, nachdem Charrière und sein Meisterschüler Luer brauchbare, in den ersten Jahren auch in Deutschland oft verwendete funktionstüchtige Inhalationsapparate entwickelt hatten. Gerade die klinischen Demonstrationen und Forschungen des Pariser Ärztevereins und der jetzt geöffnete Brief von Jackson sowie weitere Berichte und Besuche, darunter auch von Horace Wells im Frühjahr 1847, überzeugten schließlich auch die Gegner der Schmerzausschaltung bei Operationen, in deren Gedächtnis die Mahnung A. L. M. Velpeau's noch gut in Erinnerung blieb: "Schmerzen bei Operationen zu vermeiden ist eine Schimäre, die man heute nicht mehr verfolgen darf"(Brandt et al. 1996). Hingegen konnten die überall angestellten Versuche mit dem Schwefeläther (**Tab. 4**) jeden überzeugen, daß der Schmerz nicht mehr der "unzertrennliche Gefährte der Operation" bleiben muß.

Nie wieder hat sich in der Medizingeschichte eine neue Methode so schnell, in Deutschland weniger als zwei Wochen, verbreitet und eingebürgert wie die Inhalationsanästhesie mit Schwefeläther und ab Dezember 1847 mit Chloroform (**Tab. 3 und Tab. 4**).

Bis zum Erscheinen der ersten Äthermonographien (März-April 1847) blieb die Augsburger Allgemeine Zeitung die wichtigste Informationsquelle für die Operateure, wenn auch gleichlautende Berichte bald auch in anderen Zeitungen (*Kölnische Zeitung* mit 35, die *Königlich Privilegierte Berlinische Zeitung* mit 20, die *Deutsche Allgemeine Zeitung* mit 10 sowie die *Leipziger Illustrierte Zeitung* mit 4 Pressemitteilungen und mehreren Karikaturen "über die Ausbeute des Schwefeläthers") erschienen sind (Nemes, 1994, Brandt und Fehr, 1996). Diese Zeitungsreferate befaßten sich ungewöhnlich ausführlich mit Detailfragen wie die Konstruktionsmerkmale der Inhalationsapparate, physiologische Versuche oder die ersten Ätheranwendungen in der Veterinärmedizin (18. Februar), in der Geburtshilfe (28. Februar) und bei den Geisteskrankheiten (10. März).

Bei so vielem Interesse der Laienwelt und Beschäftigung mit Ätherfragen durch Vorführungen für Ärzte und das Publikum mußte freilich recht bald auch ein krimineller Mißbrauch des Äthers befürchtet werden, so daß von den Regierungen wie die von Oberbayern schon 4 Wochen nach den ersten Äthernarkosen ab 28. Februar 1847 ministerielle Verordnungen erlassen wurden, in denen sie befahlen, daß die Schwefelätheranwendungen nur "unter Aufsicht und Leitung practischer Ärzte", nicht aber von Wundärzten vorgenommen werden dürfen. Nur die allgemeine Kenntnis über schmerzlose Operationen sowie der öffentliche Druck, das Verfahren mit Äther auch bei einfacheren Eingriffen einzusetzen dürfte König Ludwig I dazu veranlaßt haben, bereits am 7. April eine Liberalisierung des Narkotisierens durch einen neuen Erlaß des Innenministeriums anzuregen. In einer langen handschriftlichen Notiz befahl der König von Bayern, das Ätherisieren und ihre Anwendung *gegen die Schmerzen bey chirurgischen Operationen* Wundärzten und Badern nur nach Prüfung und Erteilen eines Lizenzscheins bei Zahnextraktionen ebenfalls zu genehmigen (Walser 1957, Petermann 1997).

Ähnliche Bestimmungen wurden auch in der Oberpfalz, Mittel- und Unterfranken, aber auch von der Herzoglich Sächsischen Landesregierung und am 22. Januar 1848 gegen das sechs Wochen vorher erprobte neue Mittel, das Chloroform, in den *Intelligenzblättern* bekannt gegeben, die den Verkauf und die Anwendung gesetzlich regelten:

·Im Interesse des Publikums, und um möglichen, andernwärts schon eingetretene Übeln und selbst lebensgefährlichen Folgen vorzubeugen, verordnen Wir, daß die Einathmung von Schwefelätherdämpfen, Behufs der Schmerzlinderung bei chirurgischen Operationen, nur unter der Leitung und Aufsicht eines praktischen Arztes von Chirurgen vorgenommen werden darf, und daß jede Contravention gegen diese Unsere Verordnung unnachsichtlich mit einer Strafe von fünf Gulden rheinisch geahndet werden wird" (Auszug aus dem Coburger Erlaß des Sächsischen Herzogs in der Zschr. des Norddeutschen Chirurgenvereins für Medicin, Chirurgie und Geburtshilfe 1, 1847:432-433; zit. M. Goerig, pers. Mitteilung 16.11.1995).

Frühe experimentelle Beiträge zur Äther- und Chloroformnarkose

Der Verbreitung der Schwefeläthernarkosen trugen die unmittelbar nach Bekanntwerden des Verfahrens überall, zum Teil auf behördlichen Auftrag, angelegten Versuche mit diesem Narkotikum. Zunächst als Selbstversuch von Klinikern, dann im Frühjahr 1847 auch im Tierexperiment. Diese Versuche begannen mit der ersten Veterinärnarkose an Hunden in Paris (R. Lucas, 14. Jan. 1847). Bedeutende Erfolge erzielten zuerst französische Physiologen, A. A. Velpeau, M. J. P. Flourens und sein Schüler D. Gruby in der Erforschung des Äthers Pharmakodynamik und Wirkungsweise im Gehirn; Experimente und klinische Demonstrationen, welche z.T. auf den Sitzungen des Pariser Deutschen Ärztevereins vorgetragen wurden. So konnten Flourens und Gruby schon Ende April des Jahres nachweisen, daß bei der Vertiefung der Äthernarkose das Rückenmark vor der Lähmung der Medulla oblongata ausgeschaltet wird; eine epochale Erkenntnis als Voraussetzung für das Hinauswagen über die Rauschphase und für das Erkennen des stadienhaften Verlaufs der Inhalationsanästhesie!

Diese Experimente zeigten den Januscharakter des neu entdeckten Anästhetikums von dem Flourens gewarnt hatte: «L'agent nouveau que vient d'acquérir le chirurgie est a la fois merveilleux et terrible».

Die Selbstversuche der Pariser Ärzte setzte der Ungar L. Markusowszky in der Wiener Chirurgischen Klinik fort, dessen mutige Demonstrationen zwischen 25. und 27. Januar endlich Franz Schuh, dann wenig später auch J. von Balassa (11. 2.) und F. Flór (12. 2. 1847) in Pest über die Brauchbarkeit der Äthernarkosen überzeugten.

In München führte Aloys Martin seine Tierexperimente nach der Rückkehr aus Paris fort; diese den Schwefeläther betreffenden Versuche - *Die Physiologie und Pharmakodynamik des Aetherismus*-, erschienen im Spätsommer 1847 in München, als eine der ersten deutschsprachigen Inauguraldissertationen über Anästhesiefragen überhaupt. In diesem vergessenen, nie mehr edierten Frühwerk finden sich manche interessante, die Pharmakodynamik des Ätherismus betreffende Aussagen, welche nachfolgend schon deshalb ausführlicher erwähnt werden sollten, weil sie beweisen, mit welchem Engagement und Ernst französische und deutsche Forscher 1847 versuchten, die Inhalationsanästhesie steuerbarer, reproduzierbarer und sicherer für ihre Patienten zu machen, in einer Zeit, als die Erfinder der Methode vor allem mit Fragen des Patentierens und der Priorität befaßt waren. (A. Martin verfaßte mit O. L. Binswanger auch eine Chloroformmonographie, die mit zahlreichen Tierexperimenten illustriert, in Leipzig 1848 gedruckt wurde.) In seiner ersten, seit 1847 nicht mehr gedruckten Monographie Martins werden einleitend andere, in den Londoner und Pariser Veterinärschulen angestellte physiologische Untersuchungen den deutschen Medizinern bekannt gegeben, darunter die schon oben erwähnten Tests von Flourens und Gruby, weiterhin die von Mandl (über den Einfluß des Äthers auf die peripheren Ganglien) und andere Versuche von F. A. Longet, V. Masson und Serres (über Hemmung der galvanischen Reizantwort von Muskeln durch lokale Ätherapplikation, damit die allererste Probe, die Leitfähigkeit von peripheren Nerven mit einem Anästhetikum auszuschalten!). Diese für die Lokalanästhesie so wichtigen Resultate veranlaßten auch Pickford in Heidelberg die Einwirkung des Äthers an freigelegten Nerven zu untersuchen, der aber diesen lähmenden Effekt nicht durch chemischen Einfluß, sondern durch lokale Kühlung zu erklären versuchte. Andere Ärzte wie Pappenheim hatten, ebenfalls noch in Paris, an freigelegtem Ischiadicus strukturelle Veränderungen nach Ätherbehandlung mikroskopisch untersucht und dabei beobachtet, daß die Leitfähigkeit der innersten Fasern zunächst erhalten blieb.

Diese Tierexperimente in Paris regten allerdings auch im gesamten deutschsprachigen Raum in Wien, Berlin, Erlangen, Tübingen, Heidelberg, Bern, Prag und Pest weitere Studien mit dem Inhalationsanästhetikum an. Hoftierarzt Seifert publizierte seine Versuche an Pferden, Rindern und Hunden bereits am 16. Februar 1847 an. R. Virchow und Fr. J. Berend untersuchten währenddessen die Schnelligkeit der Äthereinwirkung am Wärmehaushalt der Tiere und erfaßten damit die Änderungen von Herzfrequenz, Atem- und Herzbewegung, manche Parameter, die der Überwachung des Narkotisierten wesentliche Impulse gaben. E. Harless untersuchte die Zusammensetzung der Ausatemluft und deren Kohlensäuregehalt unter Ätherismus und unternahm damit eine Einschätzung der Stoffwechselverhältnisse in Narkose.

Diese Untersuchungen setzte A. Martin auch in München im Tierexperiment fort. Ihm verdanken wir die Erstbeschreibung der klinischen Symptomatik der Ätherasphyxie und der postoperativen Komplikationen. An der Pester Universität in Ungarn haben J. L. Arányi, von Rhédey und J. Rosenfeld mit Äther Experimente an im Winterschlaf befindlichen Murmeltieren angestellt und die Gerinnbarkeit des Blutes gemessen. Auch sind sie der Hypothese der Fettlöslichkeit, auf der die Ätherwirkung beruhen sollte, mit mikroskopischen Untersuchungen (von Fettkügelchen) nachgegangen. Gleiche chemische und mikroskopische Analysen des Blutes anästhesierter Patienten führte Gorup-Besanez auch in Erlangen und A.

Martin im Tierexperiment durch, wovon die Gorup-Besanezschens Resultate im Heyfelders Narkosebüchlein (*Die Versuche mit dem Schwefeläther*, 1847) erwähnt werden.

Neben diesen Einzelbeobachtungen von Effekten des Schwefeläthers haben deutsche Ärzte in Paris (H. Lebert und Mitarb., darunter A. Martin), bedeutende physiologische Versuche an ihren Mitgliedern durchgeführt und die Veränderungen von Puls, Respiration, Grad der Sensibilität und des Bewußtseins im zeitlichen Ablauf registriert. Solche Experimente führte auch Velpeau an der *Charité* an seinen Schülern und K. Pfeufer in Heidelberg durch, wobei sie die Analgesie- und Exzitationsphase besonders detailliert beobachteten und den Stimmritzenkrampf erstmals beschrieben. Ähnliche ärztliche Selbstbeobachtungen publizierte man in der *Berliner Zeitungshalle* am 7. Februar 1847, darunter auch die Ergebnisse von Selbstversuchen von Bergson. Der hessische Hofrath Pauli verglich den Einfluß von Geschlecht, Konstitution und Alter auf die Äthereinatmung (*Frankfurter Didascalie*, 3. März 1847). Hammerschmidt aus Wien erforschte an 100 Probanden die Wirkung des Schwefeläthers auf das Traum- und Seelenleben und stellte fest, daß das Gehör von allen Sinnesorganen als letztes schwindet und als erstes wiederkehrt und sei wohl für die Entstehung von Traumbildern während der Narkose verantwortlich.

Dabei müssen den Mitgliedern der Societas Medicorum Germanicorum Parisiensis diese frühen Erkenntnisse von Narkosestadien, in Martins Bericht immerhin schon ab März 1847 faßbar, bekannt gewesen sein. Ebenso auch die Zuordnung der *chirurgischen Periode* der Äthernarkose an die Ausschaltung der oberen Hirnstammgebiete! Im Tierexperiment weist man auch die flüchtige Phase der Hyperalgesie nach der Ätheranästhesie nach. Allerdings war es Jobert de Lamballe, der in Paris Anfang 1847 schon drei Stadien der Äthernarkose einzuteilen pflegte: Die Periode der Erregung, der Betäubung und des Stupors; letzteres als *la période chirurgicale* genannt (A. Martin 1847). Meines Wissens nach sind diese frühen pathophysiologischen, chemischen und klinischen Untersuchungen, die so vieles an späteren Ergebnissen und Innovationen in der Evolution der Anästhesie vorwegnahmen, nie mehr in einem ausführlichen historischen Rückblick gewürdigt worden. Dies sollte hier nachgeholt werden. Der Gesamtertrag des Jahres 1847 erweist sich aber auch schon deshalb als so bedeutend, weil gleich zum Jahresbeginn zwei Todesfälle unter oder nach der Äthernarkose in England bekannt werden, welche von der *Medical Times* (19. März 1847) und vom *Essex Standard* (27. Febr. 1847) veröffentlicht wurden. Ein ähnlicher fataler Todesfall meldet man aus Spanien (La Facultad, Februar 1847). In Deutschland, wo im ersten Jahr der Äther-Einatmungsversuche keine Todesfälle zu beklagen waren (Walser 1957), sind allerdings auch einige üble Narkosezwischenfälle beobachtet worden (*Kölner Zeitung* 17. März 1847, *Zschr. der k. k. Gesellsch. der Aerzte* in Wien, 1847, zit. A. Martin 1847), die man nicht dem Äther selbst, sondern der falschen Anwendung zuschrieb. Auch wurde in Zeitungsberichten auf die Entzündbarkeit und Explosivität des Äthers hingewiesen (*Frankfurter Didaskalia*, 16. Febr. 1847).

Gerade diese so früh evidenten Gefahren der Ätherinhalationen waren für die Suche nach anderen Ätherdarstellungen maßgebend. Dennoch vermochten das Äthyloxid v. Liebig's, der Naphta-Äther von Gmelin und Fechner, der Essig-, Salpeter- und Oxaläther der Chemiker die Kliniker nicht zu überzeugen. Allein der Chlor- oder Salzäther, damals *Aethylchlorür* genannt, blieb eine Weile Gegenstand der Untersuchungen von Heyfelder (1948) sowie E. von Bibra (mit E. Harless 1848), welche gleichzeitig mit Flourens, erst den Schwefeläther (v. Bibra 1847), dann Salzäther und auch das Chloroform an Katzen und Kaninchen untersucht haben. Ihre Beiträge zur Theorie und Praxis der Inhalationsnarkose können mit Fug und Recht als das Beste, das bisher über das Thema veröffentlicht worden war, eingestuft werden (v. Hintzenstern, Schwarz 2001). Diese mit großer Umsicht und Systematik aufgezeichneten Tierexperimente stellen eine Sternstunde in der Frühgeschichte der Anästhesie dar, zumal hier ein Physiologe (Harless, +1862) mit einem Chemiker (von Bibra, +1878) die Versuche fachübergreifend anging. Ihre Tätigkeit wurde in einem aktuellen Bericht (v. Hintzenstern und

Schwarz 2001) ausführlich gewürdigt, so daß ihre Ergebnisse bei aller Wichtigkeit lediglich kurz gestreift werden dürfen.

Zunächst schildern sie, der Gepflogenheit und Kühnheit der Naturforscher ihrer Zeit gemäß, die Einwirkungen des Äthers im Selbstversuch und teilen komplizierten Inhalationsapparaten eine Absage. Für die Tierversuche entwarfen sie einen Inhalationsapparat mit Blasenventil, mit dem sie auch die Menge exhalierter Kohlensäure bestimmen konnten. Als weiteren Stoffwechselfparameter, welcher neben CO₂ als *Leitfossil* für die Änderungen des Metabolismus unter Ätherinhalation diene, maßen sie die Harnstoffproduktion im Urin. Kreislaufwerte, Thoraxkapazität, Tonus der Kapillare sowie den Fett- und Wassergehalt des Blutes gaben sie als wichtigste Determinanten der Narkoseanflutung an. Um die Pharmakodynamik der einzelnen Nervenabschnitte festzustellen, wandten sie, wie die Ärzte in Paris, galvanische Reizung an freigelegten Nerven an, die als *Lebensprüfer* bei Scheintoten seit Anfang des 19. Jh. ohnehin in der klinischen Praxis in Gebrauch gewesen war. Harless und v. Bibra beobachteten, daß „die Tätigkeit des Sympathikus viel später aufgehoben war...als die des Rückenmarks“, so daß die Reizbarkeit der Muskelfaser auch ohne alle Mitwirkung der Nerven bestehen könne“ (sic!).

Aus diesen Experimenten zogen die Forscher die Schlußfolgerung, daß der Äther auf die Nervensubstanz stets rein lokal und im Gegensatz zum Opium ohne Mitwirkung der Circulation wirkte, fernerhin, daß trotz der initialen Exzitation die Ätherwirkung eine Nervenparalyse hervorrufen würde. Für die Behandlung von Narkosezwischenfällen empfahlen sie induzierte elektrische Ströme, einen Versuch, der freilich damals schon vor ihrer Zeit mehrmals angewandt worden war. In der Erklärung der Wirkungsweise von Inhalationsanästhetika im Großhirn und Rückenmark sind sie allerdings einer Täuschung erlegen, als sie in ihren Analysen feststellten, daß die Fettbestandteile des Hirns bei Ätherisierten eine beständige Verringerung erleiden und mit diesem Phänomen parallel in der Leber aber eine konstante Vermehrung derselben Substanz in etwa gleicher Menge nachgewiesen wurde.

Dennoch waren sie von der Falsifizierbarkeit ihrer Arbeitshypothese überzeugt und lehnten die damals modische *Fettlöslichkeitstheorie* als *einzig*e Erklärung für die Ausschaltung von Bewußtsein und anderen subtilen Nervenprozessen durch die Inhalationsanästhetika ab. Vielmehr deuteten sie dies als einen komplexeren physiko-chemischen Vorgang. Damit nahmen sie nicht nur die erst von H. Meyer 1899 und von E. Overton 1901 erneut aufgestellte *Lipidtheorie* der Narkose (s. u.), sondern auch alle späteren Lehren über Wirkungsmechanismus der Anästhetika vorweg. Hier ist allerdings nicht der Platz auf die Rezeptionsgeschichte ihrer Versuche einzugehen (siehe v. Hintzenstern und Schwarz 2001).

Die ersten Narkosemonographien im deutschen Sprachraum (s. Dinnick, O. P. 1988, Secher 1985, Franco et al. 1992, Internet 2000: Anesthesia Historic Files und Petermann 1997)

Die regen experimentellen Studien und klinischen Erfahrungen, welche man in ganz Europa in den ersten Monaten gesammelt hatte, fanden ihren Niederschlag in einer Vielzahl von frühen Narkosemonographien und -schriften. Wenn auch bisher nicht alle osteuropäischen, asiatischen und südamerikanischen Bibliographien durchgestöbert wurden, so beträgt allein der Ertrag der Jahre 1847/1848 in der westlichen Welt und Mitteleuropa 62 Narkosebüchlein, von denen nur 5 dem im November 1847 entdeckten Chloroform (Sir J. Y. Simpson) gewidmet sind. Alle andere behandeln die Ätherfrage. Alle diesen kleinen, oft nur einige oder maximal zweihundert Seiten umfassenden Monographien sind mit einem heute unvollständig rasanten Tempo verfaßt, ediert und gedruckt worden. Oft lagen nur einige Wochen zwischen den ersten Ätherversuchen und der Herausgabe des Buches (so bei Heyfelder / Erlangen und J. Rosenfeld/ Pest-Leipzig im Frühjahr 1847). Auch ist die verhältnismäßig große Anzahl der Drucke im deutschsprachigen Raum (22) auffallend, verglichen mit den Erstpublikationen

Amerikas (22), Frankreichs (12) oder Englands (8), vor allem wenn wir vergegenwärtigen, daß diese zwei von Revolutionen und Freiheitskampf gefüllten unruhigen Jahre auf dem Kontinent der Entstehung und Verbreitung wissenschaftlicher Werke nicht besonders förderlich sein durften. Auch wurden 1847 in Deutschland bereits 9 Inauguraldissertationen (L. Barschall, Th. Bromberger, J. Diesterweg, L. London, A. Martin, C. A. Meinel, W. Chr. Merck und W. Nolten, darunter je 3 aus Berlin und München) über die Ätherisierung eingereicht (Petermann 1997). Bedeutsamer war jedoch Adam Hammers Mannheimer Kurzbericht über *Die Anwendung des Schwefeläthers ..bei Geburten* (1847), wenn auch noch im gleichen Jahr mehrere Publikationen über die geburtshilfliche Rauschnarkose erscheinen werden (darunter von E. C. J. von Siebold aus Göttingen)* sowie das kleine, 48 Seiten umfassende Büchlein von J. Schlesinger, dessen Leipziger Ausgabe noch im gleichen Jahr (1847) J. Sarluis' holländischer Übersetzung in 's Gravenhage erschien. Dies war insofern ein Glücksfall, da diese erste übersetzte deutsche Narkosemonographie im Sommer 1849 auch in Japan ankam, wo sie auf Anordnung des Shoguns von Seikei Sugita, der auch das Deutsche und das Lateinische beherrschte, 1850 übersetzt wurde (*A ether Kyuho shisetsu: Eine Abhandlung über die Ätherinhalation*). Schlesingers Werk brachte somit die Kunde über Ätheranästhesie nach Japan. Allerdings wurden die ersten schmerzlosen Operationen erst nach 1855 durchgeführt (Matsuki 1997).

(* Die allererste Publikation über die Schmerzlinderung während der Geburt stammt von M. Garthshore aus Edinburgh, dessen Inauguraldissertation im Jahre 1764 sich mit dem Opium bei Entbindungen befaßt hatte.)

Bei Durchsicht der klassischen bis etwa 1900 erschienenen Buchtitel über Anästhesie (im Internet in 2000) fällt allerdings auf, daß die Anzahl von Publikationen nach 1850 mit Ausnahme des angelsächsischen Sprachgebietes in allen Ländern ganz erheblich nachzulassen schien. Vor allem fehlen bei uns bis zur Jahrhundertwende die historischen Arbeiten, während in Amerika und England, teilweise durch die lange unentschiedene Prioritätenfrage der Entdeckung der Ätheranästhesie angeregt, schon sehr früh (H. Wells 1847: *History of the application of Nitrous Oxide Gas, Ether..*) und dann in den ersten 50 Jahren allein in diesen zwei Staaten 24 die Evolution der Anästhesie betreffende historische Arbeiten verfaßt wurden.

Erst 1896 wird eine historische Würdigung des *Äther gegen den Schmerz* von C. Binz, Extraordinarius für Pharmakologie in Bonn erscheinen, die quellenmäßig auch die Entwicklung der Chloroformnarkose erfaßt. Die Tagungsergebnisse der *Zweiten Hyderabad-Kommission* (1899) werden von A. Koehler 1890 bekanntgegeben.

Das weitgehende Fehlen deutscher Narkosemonographien nach 1850 und 1890 von einigen Werken (von A. Eckstein 1869, Leipzig, F. W. Clemens 1872, Bern und F. Fueter 1888, Leipzig) abgesehen ist umso bemerkenswert, da sich der Schwerpunkt der klinischen Forschung gerade in diesen Jahrzehnten von Paris nach Deutschland verlagert hatte. (Jean Baptiste Rottensteins Hauptwerk *Traité danesthésie chirurgicale* erscheint 1888 in Paris und kann daher nicht als deutscher Beitrag zur Narkosepraxis gedeutet werden.)

Immerhin ist anzunehmen, daß die erste Darstellung der Geschichte der Entdeckung und Verbreitung der Äthernarkose in Europa, von Aloys Martin im Jahre 1847 etwa gleichzeitig mit Wells' historischer Übersicht verfaßt wurde. Auf die Beiträge deutscher Kliniker wird man erst nach Einführung der Lokal- und Regionalanästhesie (C. L. Schleich, H. Braun, G. Hirschel und D. Kulenkampff) und nach Bekanntwerden der Lipidtheorie der Narkose (H. Mayer, 1899, Ch. E. Overton, 1901) aufmerksam, deren Werke dann in allen Weltsprachen übersetzt werden, z. B. Schleichs *Schmerzlose Operationen* (1894) schon 1899 in englischer Sprache. Eine einzige Ausnahme stellt meines Wissens neben Schlesingers o.g. Monographie die *Anaesthetica* des Chefchirurgen O. Kappeler aus Münsterlingen dar, die bereits ein Jahr nach der deutschen Ausgabe in Neapel 1881 übersetzt wird (*I anestetici*)**

** Ähnlich erging es der Chloroformnarkose, welche über die Esmarchsche Maske in Chicago erst 1897 von L. H. Prince übernommen und der offenen Äthertropfnarkose von P. H. M. Sudeck, die ab 1907 von O. Witzel in England popularisiert wurde. Leider fehlen systematische Analysen und eine Bibliographie der deutschen

Publikationen zwischen 1850 und 1900 bisher weitgehend, so daß weitere Entdeckungen noch zu erwarten sind. Th. Billroths Alkohol-Äther-Chloroform-Mischung wurde nur als Veröffentlichung 1872 in der *Chir. Klinik*, H. Bergmanns *Dampfsterilisation* (1886) in einem *Sanitäts-Bericht* 1890 bekanntgegeben (B. M. Duncum 1947). Der beste Kenner der Evolution der Inhalationsanästhesie B. M. Duncum (1947) erklärt diese nachlassende Forschungs- und Publikationstätigkeit der deutschen Operateure bis 1890 mit einer „allgemeinen Apathie gegenüber Narkosefragen, weshalb die Administration (der Äther- oder Chloroformnarkose) Studenten oder jungen Assistenzärzten anvertraut wurde“, welche weder hierfür ausgebildet waren noch eine ausreichende praktische Anleitung erhielten. Um 1890 -1903 kann allerdings eine Belebung im deutschen anästhesiologischen Schrifttum beobachtet werden, als ob die Verfahren der Regionalanästhesie das Interesse an Narkosefragen erneut geweckt hätten. Diese Vermehrung der schriftstellerischen Produkte ist so auffällig und auch so sehr international wirksam, daß man gerade von einer literarischen Renaissance sprechen könnte (s. *Teil II*).

Die ersten Narkoseapparate und die goldene Periode der Instrumentenmacher

Solange ein zusammengefaltetes Handtuch für eine Chloroformnarkose *à la reine* oder ein mit Äther und Whisky gefüllter Derbyhut für das Bewerkstellen eines Rausches für blitzschnelle Eingriffe reichte, tauchten keine besonderen Konstruktionsprobleme für die Ätherdämpfhalationen auf. Anspruchsvollere nahmen in ihrer Not einige Glasgefäße wie einen Sikkator oder einen Destillationsapparat der Apotheken (wie Robinson oder Heyfelder) oder ließen solche über Nacht vom Glasbläser (wie Morton's Wulffsche Flasche in der Nacht vor dem 16. Oktober 1846) herstellen, die meist an eine orientalische Wasserpfeife (*huka* oder *nargileh*) erinnerndes *draw over*-System in Kugelform waren (einzelne Modelle s. bei Thomas, 1975 und im *Stoeckelschen Anästhesie-Museum* in Bonn).

Bald ging man aber von dieser, später von Oskar Witzel 1901/02 erneut erfundenen *offenen* Äthernarkose (*Tropfenmethode*) zur Verwendung eines *geschlossenen* Verfahrens über, wobei man bemüht war, möglichst kein Anästhetikum neben der Maske entweichen zu lassen. Diese *Erstickungsmethode*, nach Ibsen keine Narkose, sondern eine Mischung aus Hypoxie, Hyperkapnie und Intoxikation, mußte den zu Operierenden und dem *Pulsarius* als höchst unangenehm erscheinen. Dennoch bürgerten sich diese *Apparatenarkosen* mit Inhalatoren in zahlreichen Variationen (**Abb. 1.**) ein. Ärzte, chirurgische Instrumentenmacher, Mechaniker (Mechanikus) und Drechsler haben binnen weniger Monate eine bunte Vielfalt an Ätherapparaten entworfen, welche dem Scharfsinn des Erfinders Ehre machten und ihre Vortrefflichkeit in öffentlichen Blättern angepriesen wurde (Jenni 1847). Leider hatte dieser Erfindungsreichtum deutscher Instrumentenmacher bisher keine gebührende Beachtung in der historischen Fachliteratur gefunden. Eine vorzügliche bildliche Darstellung der in der zweiten Hälfte des 19. Jh. gebräuchlichen Modelle findet sich bei Müller (1898), Buxton (1900), bei Duncum (1847) und Thomas (1975), bei den letzteren auch mit detaillierter Beschreibung der Narkosemasken, u. a. von Lüer, Smee, Charrière, Juillard, Wanscher-Großmann, Clover und Ormsby. Eine imaginäre Funktionsanalyse der historischen Rückatemsysteme nach modernem Klassifizierungsprinzip wurde von Wawersik (1987), Baum und Nemes (DAK 1995) und erweitert mit der Übersicht von ventil- und flowgesteuerten Nichtrückatemsystemen von J. Baum (1998) vorgestellt, weshalb hier auf eine detailliertere Darstellung verzichtet werden kann.

Die Evolution der Anästhesie während der ersten fünfzig Jahre kann man am besten an der Entwicklung der Äther- und Chloroform-Inhalationsapparate und -masken verfolgen. In Anlehnung an H. Walser (1947) können die ersten Gerätschaften für Äthernarkose in 5 Gruppen eingeteilt werden (s. **Abb.1/a-b**: Frühe Äthermasken und Äther-Inhalationsapparate):

- *Blasenapparate nach Herapath*: Mit Hahn verschließbare, ventillose Systeme. Diese sind im wesentlichen Inhaliersäcke aus Schweinsblase (N. Kronser 1847, Porta, L. Lallemand

1864) oder aus Holzflasche (Reisig) bzw. ein Gummisack (Oskar Wanscher 1894) mit Mundstück und Nasenklemme

- *Glaskolben als drow over-* Systeme, ebenfalls ohne unidirektionale Ventile, beide wegen der Asphyxiegefahr nur für periodische Inhalation geeignet (J. T. G. Morton 1846, Ch. Th. Jackson 1861, J. Robinson 1847, J. F. Heyfelder 1847, J. F. Dieffenbach 1847 sowie E. Harless und von E. v. Bibra 1847 sowie J. Bergson 1847).

- *Inhaliermasken mit Luftabschluss*, äthergetränkter Kompresse oder einem Schwamm (J. F. B. Charrière 1847). Hierfür wurden später eine von F. von Esmarch 1879 modifizierte Chloroformmaske (s. **Abb. 2/b**) sowie die Maske von Gustave Julliard (1887) und F. L. Dumont, die Lederfilzmaske von J. W. Haward (vor 1880), die Metallmaske mit Glasfenster von Ritschel (1894), die Glasmaske von V. Vajna (1894) und der zweiteilige Narkosekorb mit Ätherbüchse und Dochten von J. Rosenfeld (1847) für die Äthernarkose verwendet. Diese *luftdichten* Masken mit Rückatmung erreichten eine sehr hohe Ätherkonzentration, gewährten daher eine sehr schnelle Einleitung in 2-3 Minuten, aber stets verbunden mit der Gefahr einer Asphyxie, welche von der Genfer Schule von G. Julliard, in Deutschland von O. Grossmann (1894) und C. Garré (1893) ignoriert, bewußt als *asphyxierende* Methode wurde.

- *Flaschen- oder Ventilapparate* als partielle Nicht-Rückatemsysteme, welche sich auch schon im kontinuierlichen Betrieb besser bewährten. Diese Narkoseinhalatoren hatten meist ein rundes Glasgefäß als Ätherreservoir, ein dickes, kurzes Leitungsrohr und ein Ventilteil unmittelbar vor dem Mundstück (N. I. Pirogow 1847, Wülfing Luers zweiter Ätherapparat; **Abb.1/a**, links unten, J. Th. Clover's Metallkessel mit den sog. *Pfeifen*; s. **Abb. 3** oder der A. Smees Ätherinhalator mit Warmwassermantel, sowie Fächerkasten zum Dämpfesammeln von Reichel, Luer, wie von J. Schlesinger 1847 angegeben; s. **Abb. 1/a** re. unten und **Abb. 1/b** links oben). Der vor allem in England nach 1877 ungemein populäre L. H. Ormsby's *Inhaler* kann mit Einschränkung in diese Gruppe eingeteilt werden (**Abb.1/b**). Von F. W. Hewitt modifiziert, enthielt dieser Blasen-Maskenapparat ein Lufteinlaßventil und einen Schwamm als Verdunster, dessen Einfrieren durch ein eingeschobenes Wasserreservoir verhindert wurde (Duncum 1947). Wanscher empfahl der *asphyxierenden* Methode gegenüber die *berauschende*, langsame Einleitung der Äthernarkose, nach welcher er allmählich, unter Zutritt von Luftzutritt die Anästhesie in 8-12 Minuten einleiten konnte.

J.Th. Clover (1825-1882) griff die *Blasebalg-Methode* von J. Snow, der mit Einspritzen einer definierten Menge Chloroform in den großen Luftsack (mit bekanntem Fassungsvermögen) eine exakte Vaporkonzentration erreichte, erneut auf. Clover trug den Luftsack mit dem Narkosedampfgemisch über der Schulter und ließ den Patienten über eine Gesichtsmaske daraus atmen (1867). Eine Rückatmung wurde mit Hilfe eines Ausatemventils vermieden (Wawersik 1987). Dies erlaubte ihm, das Lachgas-Äther-Gemisch quantitativ, allerdings ohne Frischgaszufuhr und damit unter der Gefahr der Asphyxie, anzuwenden. Dabei handelte es sich letztlich um ein geschlossenes Pendelsystem ohne CO₂-Absorber und Sauerstoffzufuhr, das damit niemals als Prototyp für sicherere Narkosegeräte im modernen Sinne werden durfte. (Clover entwarf allerdings später auch einen einfacheren und tragbaren Äther-Inhalationsapparat, der der Konstruktion der Maske von Louis Ombrédanne und des E. M. O.-Inhalators von Hans G. Epstein und Sir Robert Reynolds Macintosh als Muster diente; Wawersik 1987).

- Schließlich können noch die *Äther-Klystiergeräte* (von N. I. Pirogow 1847) und O. Wanscher's *Clyso pomp* (**Abb. 1/b**, links unten) zum Einblasen von Ätherdämpfen in das Rectum zu dieser Gruppe eingeordnet werden.

Übersichten wie die vortreffliche Monographie von B. M. Duncum (1947) und K. B. Thomas (1975) erwecken den Eindruck, daß die ersten fünfzig Jahre moderner Anästhesiegeschichte, worüber dieser historische Abriß berichten soll, viel reicher war an Narkoseapparaten als an Ideen über das Wesen der Narkose selbst (s. **Abb. 1/a-b, 2/ a-b** und **Abb. 3**).

Vor den gleichen Konstruktionsproblemen, welche erst nach 1900 endgültig durch die Serienproduktion von Narkoseapparaten für Überdruckbeatmung gelöst wurden, standen auch die Instrumentenmacher der Pionierzeit, die in ihren Werkstätten Inhalationsgeräte und Narkosemasken in alter Handwerktradition in begrenzter Anzahl anfertigten. Als wichtigste können Bevorratung des flüssigen Anästhetikums, Vaporleistung, Vergrößerung der Verdunstungsfläche, Strömungswiderstand des Zuleitungsschlauchs, Gasreservoir im Patientensystem, Vermeidung der Dampfkonzentration durch Abkühlung, genauere Messung des Narkotikumverbrauchs und exakte Dosierung der Anästhetika sowie Zulassung von Frischgasluft, Begrenzung der Rückatmung und Vermeidung der Asphyxie genannt werden. Die chemische Bindung des im Rückatemsystem befindlichen Kohlendioxid strebte schon 1851 John Snow mit Kalilauge, dann 1868 Alfred Coleman mit Kalziumhydroxid an. Lediglich wurde die Notwendigkeit der Sauerstoffzufuhr (Edmund Andrews 1868) noch nicht erkannt, obwohl ab 1856 von Theodor Schwann erfundene Minenrettungsapparate als mit Sauerstoffreservoirflasche, Reduzier- und Dosierventil und Kohlendioxidabsorber ausgerüstete Kreisrückatemsysteme zur Verfügung standen (Baum 1998).

Morton's erster Äther-Inhalator stellte eine gläserne Kugel mit zwei Hälsen dar, in der sich, auch dies ist eine Erinnerung an das Mittelalter, ein Meeresschwamm befand. Die nachteilige Wirkung der Rückatmung erkennend, versah H. J. Bigelow (1846) dieses erste Narkosesystem mit einem mundstücknahen Ventil. J. Snow *Ether Inhaler* (1847) hatte bereits einen großzügig dimensionierten Atemschlauch, ein Ein- und Ausatmeventil und eine mit Warmwassermantel umhüllte Verdunstungskammer in Spiralförmigkeit, die eine genaue Berechnung der Vaporkonzentration ermöglichte. Sein geschlossenes Narkosesystem verfügte 1851 auch schon über einen CO₂-Absorber, dessen Effizienz im Tierexperiment getestet wurde. (Schon 1727 wurde von Stephen Hales ein geschlossenes Rückatemsystem entworfen; dieses hatte jedoch auf die Evolution der ersten Narkoseapparate keinen unmittelbaren Einfluß.)

In Paris nahmen die Chirurgen erst eine enghalsige Florentiner Flasche, die wegen des hohen Stömungswiderstandes nicht funktionierte. Erfolgreich waren hingegen erst die Demonstrationen des Vereins Deutscher Ärzte in Paris, in welchen die von Luer und Charrière

entworfenen Inhalationsapparate zum Einsatz kamen (**Abb. 1**). Der vom Mechanikus Reichel in Leipzig gebaute Äther-Inhalationsapparat mit einem Mehrkammersystem orientierte sich auch an das Luer'sche Modell (**Abb.1**).

Um die Weiterentwicklung der Ventilapparate waren deutsche Chirurgen und Instrumentenmacher besonders bemüht. Bald entstand eine recht große konstruktive Vielfalt. Immerhin läßt sich ein Grundtypus erkennen, der sich an das Hoopersche (von Boott und Robinson im Dezember 1846 modifizierte) Modell anschloß (Walser 1947). So wurden in den ersten Jahren beinahe von jedem Operateur selbstentworfenen Apparate verwendet, die alle ganz einfache Konstruktionsmerkmale von Hooper aufwiesen. Sie bestanden meist aus einem Kolben, einer Flasche, einer Gaskugel oder aus einem der Gießkanne ähnlichen Standgefäß bzw. einem Kessel mit Zuführungsschlauch, Mundrohr und Expirationsventil. Andere wie E. Harless und E. v. Bibra, J. F. Dieffenbach oder J. Rosenfeld in Pest gebrauchten ventillose Systeme, teilweise mit Röhren, die durch oder über den Äthersee geführt wurden. Hoffmann, Smee, Bell, Heyfelder oder R. Ritter von Welz setzten im gleichen Jahr (1847; zit. Weißer, 1997) mundstücknahe Ausatemventile ein, die somit nur eine partielle Rückatmung zuließen. Zwar verringerten diese unidirektionalen Ventile den apparativen Totraum und die großlumigen Schlauchverbindungen den Atemwiderstand, doch führten alle diesen frühen Äther- und Chloroform-Inhalationsapparate in Ermangelung der freien Frischluftzufuhr unweigerlich nach wenigen Minuten zum hypoxischen Gasgemisch (Baum und Nemes 1995). Wenige Monate nach Einführung der Äthernarkose in Deutschland war der Bedarf an

solchen Narkoseapparaten so groß, daß schon am 14. April 1847 ein Inserat in der *Augsburger Allgemeine Zeitung* die serienmäßige Produktion ankündigte:

„Die von Hrn. v. Welz, praktischem Aerzte dahier, angegebenen Apparate zum Einathmen von Schwefeläther, bei denen in jedem Augenblick der Inhalation die Möglichkeit einer gradweisen Einathmung von Aether mit Luft gegeben ist, und welche die Einathmung der Aetherdämpfe sowohl durch den Mund als durch beide Nasenöffnungen gestatten, sind vorrätig zu haben in Würzburg bei Drehermeister Gerster, 2. District, Nro 388. Der Preis des ganzen leicht transportablen Apparates ist 2 Kronthaler. Auswertige Bestellungen werden mit Postverschluß oder portofreier Einsendung des Vertrages sogleich besorgt werden. Zeugnis: Der obengenannte Apparat, ihrem Zwecke vollkommen entsprechend und mit dem besten Erfolg im Julius-Hospital dahier angewendet wurden, bezeugt. Würzburg, 2. April 1847“

Dieses Äthergefäß des R. v. Welz war aus Blech und konnte wie später beim Apparat von J. Snow mittels warmen Wassers erwärmt werden (Weißer 1997). Das Narkosegerät des Mechanikers Reichel in Leipzig gestattete eine genauere Dosierung der Ätherdämpfe. Das blecherne Ätherreservoir war in kommunizierende, einzeln verschließbare Kammern eingeteilt und konnte ebenfalls mit einem Warmwassermantel vor Auskühlung bewahrt bleiben. Sein *Mehrkammer*-System nahm damit den fächerförmigen Spiralverdunster Snow's gewissermaßen vorweg. In Hamburg hatte G. Ulex, ein Apotheker einen an das Hooper-Boott-Robinsonsche Modell erinnernden gläsernen Ätherinhalator konstruiert. In Bamberg nahmen J. A. Rapp und C. M. Wierrer das Gerät des Nürnberger Mechanikus Heller, dann ließen sie den Apparat von Heyfelder mit Hilfe des Mechanikus Jordan in Fürth umbauen (Plötz, 1999). Ähnlichen, mit Inspirationsventil versehenen Ätherdampfinhalationsapparat baute auch der Mechanikus Günther in Zusammenarbeit von Dr. Weber in Erlangen (Jenni 1847).

Im Sommer 1847 empfahl J. J. Brünning in der *Berliner Voßschen Zeitung* einen ganz einfachen Apparat, eine durchlöchernte Platte und einen Schwamm. Die Platte mit dem vom Äther durchtränkten Schwamm wurde auf den Mund des Patienten gelegt. Auf diese Weise dürfte es, wie bei der *spongia somnifera* des Borgognoni, zu einer Inhalations- und Schlucknarkose gekommen sein. Stabsarzt Lange an der Berliner *Charité* verzichtete sogar auf die Metallplatte. Seine Patienten nahmen den Schwamm zwischen die Lippen, auf welchen Äther gegossen wurde (Walser 1947). Beide Verfahren dürfen als Urtyp der später wieder erfundenen *offenen* Äther-Tropfennarkose gedeutet werden. Vielfach waren freilich auch französische Narkoseapparate (von Luer und Charrière) in Deutschland in Gebrauch. Nur die rektale Ätherisierung konnte bei uns nicht Fuß fassen (Walser 1947); entsprechende Tierversuche von Kürner (Stuttgart) und Seifert (Wien) fanden keine Nachahmer.

Nach 14. November 1847 setzte Simson's Chloroform dem Schwefeläther ein vorläufiges Ende. Immerhin verlief das Jahr 1847 in Deutschland ohne üble Zwischenfälle mit fatalem Ausgang.

Bald zeigte sich aber auch das Janusgesicht des Chloroforms und auch die Notwendigkeit, exaktere, aufwendigere Apparate für die Inhalationsnarkose zu bauen.

Erste Vermutungen und Kenntnisse über Narkosestadien

Die Verbreitung von Nichtrückatemsystemen (s.o.) erlaubte es dem Narkotiseur über den Ätherrausch hinaus eine tiefe, auch für längere Eingriffe erforderliche Anästhesie ohne die Gefahren der Asphyxie herbeizuführen. Bald erkannte man, daß die ersten Ätherversuche lediglich nur das erste, nach damaliger Terminologie als *prä-narkotisches Analgesiestadium* einer mehrstufigen *Intoxikation* darstellten, wonach erst eine Exzitationsphase überwunden werden mußte, ehe die chirurgische Narkosetiefe erreicht wurde. (Die Wiederkehr eines postnarkotischen Analgesiestadium wurde allerdings später erkannt und noch um 1910 für Durchführung kleinerer operativer Eingriffe empfohlen.) Zur endgültigen Klassifizierung der vier Narkosestadien (Guedel 1920-1937) war es noch ein weiter Weg. Die frühen pharmako-

logischen Massenexperimente an Tieren ließen jedoch durch den stadienmäßigen Ablauf die Steuerbarkeit der Inhalationsanästhesie erkennen. Auch stifteten frühere toxikologische Versuche mit Äther (von M.-J.-B. Orfila 1818 und R. Buchheim 1846) manche Verwirrung, in welchen bei fortgesetzter Ätherinhalation apoplexieähnliche Zustände beobachtet wurden. Schon April 1847 erkannten P. J. M. Flourens und sein Schüler D. Gruby, Mitglied der Pariser Societas Germanicorum Medicorum, sowie Serres, Amussat und Mandl, daß dieser phasenhafte Verlauf der Inhalationsnarkose auf der absteigenden Lähmung des Gesamthirns beruht, wobei die Lähmung des Rückenmarks vor der Paralyse der Medulla oblongata eintritt (Martin 1847, Walser 1957). Doch widmete die französische *numerische Methode* allzu große Ausmerksamkeit den einzelnen Vergiftungszeichen, statt sie den gesetzesmäßigen Verlauf der Narkose hätte erkennen können. Dies blieb anderen Forschern, allen voran Martin (1847), Heyfelder (1847-1848), Harless und v. Bibra (1847) und vor allem J. Snow (1848) und später Otto Kappeler vorbehalten. Die zahlreichen Selbstversuche mit Äther waren lediglich für die Erforschung des Analgesiestadiums hilfreich.

Als Erster hatte A. Martin im Frühjahr 1847 in der *Augsburger Allgemeinen Zeitung* (1. 2. 1847), dann der Münchner Pharmakologe, L. A. Buchner (1847) ausführlicher in einem historischen Essay über die gerade gewonnenen Kenntnisse von Narkosestadien berichtet. In Paris unterschieden die Forscher bereits drei Wirkungsphasen des Ätherismus: *Phase der gesteigerten Sensibilität und Euphorie, der Abnahme der Schmerzempfindung mit Kreislaufdepression und das Stadium des Bewußtseinsverlusts mit aufgehobenem Tastsinn*. Diese Beobachtungen wurden von A. Martin und L. Binswanger (1848) in ihrer, seit dem nicht mehr gedruckten und wenig beachteten Leipziger Chloroform-Monographie korrigiert, in dem sie ein Stadium der erloschenen Schmerzempfindung, eine *Exaltationsphase* und das *Stadium des Collapsus* (das etwa dem Guedel'schen *Stadium tolerantiae* entspricht) unterschieden. Dabei dienten Schmerzempfindung, Tastsinn, Gesichtsausdruck, Herzschlag, Atemtätigkeit, Affektverhalten und Muskeltonus als klinische Zeichen der Anästhesie zur Feststellung der Narkosetiefe. Dieffenbach hatte noch keine Kenntnisse über den ganzen Narkoseverlauf gewinnen können. Daher erblickte er im Exzitationsstadium eine gefährvolle Komplikation (Walser 1957). Heyfelder analysierte die diversen Narkosezeichen (der Schmerzempfindung, der Atmung und des Pulsschlages) sowie die Nachwirkungen der Ätheranästhesie und kam zu einer Klassifizierung der Anästhesiestadien (*Zustände*), die etwa dem Guedel'schen Stadium I-III entspricht (Verminderung der Empfindung bei noch vorhandenem Bewußtsein, Exaltationsstadium und der Zustand der „vollkommenen Empfindungs- und Bewusstlosigkeit, nicht selten verbunden mit vollständigem Collapsus“ (v. Hintzenstern, Schwarz 1996). Rosenfeld im Pester St. Rochus-Spital beobachtete gleichzeitig (März 1847), daß die Betäubungstiefe mit der Dauer der Ätherinhalation im geraden Verhältnis steht und daß das Gehör später als andere Sinnesempfindungen erlischt. Schlesingers Ätherbüchlein (1847) hebt vor allem die Buntheit der Traumbilder hervor, ohne daraus den stufenweisen Ablauf der Inhalationsanästhesie zu erkennen. Harless und v. Bibra untersuchten die subjektive und objektive Symptomatik des Einschlafens und des Erwachens, interessierten sie sich jedoch, in Anlehnung an die bereits damals überholte naturphilosophische Schule, an den Veränderungen der Sensibilität und des Selbstbewußtseins sowie an den Zusammenhängen von Narkosedauer, Stoffwechselaktivität und peripherer Reflexerregbarkeit von Sympathikus und motorischen Ganglien. Daher waren ihre experimentellen Arbeiten für die Klassifizierung nicht so bedeutsam wie für die später zu entwickelnden Narkosetheorien. Praktischer erwiesen sich die Schemata des J. N. Nussbaum (der vor allem durch seine *Leitfaden zur antiseptischen Wundbehandlung* Weltruhm erlangen sollte). Nach Nussbaum verläuft die Äthernarkose in drei Stadien: Der Willkür, der Exzitation und der Toleranz. In Anlehnung an diese drei Stufen schlug A. E. Sansom seine Einteilung der Schlafphasen (Sopor, Stupor und Stadium der Muskelrelaxation und der schnarchenden Respiration, Stertor) vor.

John Snow (1848) war der Erste, der mit der von Lassaing empfohlenen Methode (*Comptes Rendus Acad. Sci., Paris* 8.3.1847, *Med. Gaz.* vol. XXXIX, p968) die im Blutserum gemessene Ätherkonzentration und die Ätherkonzentration in Ausatemluft mit den Stadien der Narkose in Korrelation stellte. Für ihn waren jedoch die Narkosestadien bei Chloroform besser faßbar. Snow unterschied fünf Narkosestadien (*stage*). Zuerst läßt sich eine Phase der Trunkenheit und Herabsetzung von Schmerzempfindungen beobachten, gefolgt vom Stadium eines Delirium ähnlichen partiellen Bewußtseinsverlusts, in dem Traumbilder und transitorische Exzitation auftreten. Für die dritte Phase sind fehlende Willkürmotorik, gesteigerter Muskeltonus und vollständige Bewußtlosigkeit kennzeichnend. Eine wohltuende Muskelerschlaffung mit vollständiger Analgesie tritt dann im vierten Stadium ein. Diese Narkosetiefe fand Snow bei Äther leichter zu erreichen als bei Chloroform. Bei weiterer Vertiefung der Anästhesie setzt ein Sterbeprozess der Asphyxie ein. Dieses Stadium hatte Snow wohl nur im Tierexperiment erlebt.

Letztlich fanden wir die Narkosestadien in der ersten deutschsprachigen Monographie über das Spezialgebiet der Anästhesiologie (Goerig 1995), in O. Kappeler's *Anaesthetica* (1880) wieder. Wie Snow, ging auch Kappeler, auf die Stadien der Chloroformnarkose ein und unterschied das Stadium des erhaltenen und erloschenen Bewußtseins (letzteres begleitet von Delir und Agitation) und das Stadium der Toleranz. Damit ist er nicht mehr über die Kenntnisse der vorangehenden Chirurgengeneration (Nussbaum und Sansom) hinausgegangen.

Immerhin akzeptierten die meisten Narkotiseure um 1880 vier Stadien der Chloroformnarkose; die Stadien der Aufregung, des Schlafes oder der Toleranz und der Paralyse (oder des Collaps) sowie das Stadium des Erwachens. Diese Einteilung blieb dann im wesentlichen bis 1920 unverändert bestehen.

Suche nach dem idealen Anästhetikum

Rückblickend aus dem Jahre 1898 faßte J. Müller die Vor- und Nachteile von Äther und Chloroform zusammen und kommt zu einem ausgleichenden Ergebnis. Bis dahin ereigneten sich viele üble Zwischenfälle mit beiden Inhalationsanästhetika, welche von den zwei Hyderabad-Kommissionen (1888/1889) und 1893 von E. Gurlt in einer multizentrischen Statistik ausgewertet wurden (s.u.). Diese Empfehlungen und Analysen führten letztlich zur Aufgabe der dichten Narkosemasken mit hoher Dampfkonzentration und Rückatmung zugunsten der Tropfenmethode, die sich um 1892-1893 einzubürgern begann (s.u.).

Einige pharmakokinetische Gründe ließen die stürmisch zunehmende Popularität des Chloroforms ab Ende 1847 erkennen. Kappeler's fortlaufende sphygmographische Registrierung während der Narkose, erstmals in der *Deutschen Chirurgie* (1880, S.167ff), dann in seiner großen Monographie *Anaesthetica* im gleichen Jahr veröffentlicht, ermöglichte das Kreislaufverhalten genauer zu vergleichen.

Gegen den Äther sprachen die schwächere analgetische Potenz, der damit verbundene höhere Verbrauch, das stärker ausgeprägte Exzitationsstadium, die starke Salivation, das häufigere Erbrechen, die intraoperative Ätherasphyxie, die Notwendigkeit aufwendigerer Apparate, die Explosivität und das langsamere Aufwachen sowie die postoperative *Ätherbronchitis* und *Ätherpneumonie*, die viele Patienten, vor allem Kinder dahinrafften und der späte *Äthertod*, der allerdings damals Gerichte und Publikum seltener als Folge der Narkose interpretierten. Beginnende Atemwegsobstruktionen versuchte man mit Drehung des Kopfes nach links (Methode von Landau), Vorwärtsziehen des Unterkiefers (nach Grossmann) bzw. mit Kopftieflage oder mit dem dreifachen Esmarch-Kappeler'schen Manöver zu beheben.

Auch andere Gefahren wie die *Äthernephritis* und *-diarrhoe*, postoperative Psychosen, Delirien oder die Todesfälle durch Ätherbrand und Explosion bei Verwendung des Galvanokauters wurden gerade von deutschen Chirurgen (Hankel und Silex) beobachtet.

Für das Chloroform sprachen die ruhigere und schnellere Narkoseeinleitung, die geringere Speichelbildung und Aspirationsgefahr, die fehlende Brennbarkeit und das Fehlen von Spät komplikationen, besonders bei der Tropfenmethode. Allerdings waren reflektorische Synkopen kurz nach Narkosebeginn häufiger; auch war die Wiederbelebung seltener erfolgreich.

Die evident vorteilhaften pharmakokinetischen Eigenschaften schienen um 1900 immer noch dafür zu sprechen, das Chloroform, auch im Feldlazarett, dem Äther bis zum Ende des Jahres 1908, vorzuziehen.

Die Ära der Chloroformisten

Die scharfen Angriffe der religiösen Eiferer hielten bis 1853 an, bis in ganz England bekannt wurde, daß Königin Viktoria den Prinzen Leopold schmerzlos unter Chloroform zur Welt gebracht hatte. Danach trat das Chloroform seinen Siegeszug an, der erst um 1908 zu Ende ging. Daran änderten auch die ersten Narkosetode nichts. Dem ungeheueren Erfolg des neuen Anästhetikums trugen nicht nur seine o.g. Vorzüge, wie leichte Einatembarkeit, schnellerer Wirkungseintritt nach einigen Atemzügen, sondern die von J. Y. Simpson (1860), J. Lister (1882), B. W. Richardson (1872) und L. Tait (1882) erfundene Tropfenmethode (Duncum 1947), welche man erst mit einer Skinnerschen (1862) oder Esmarchschen Maske (1879), dann ab 1890 über die Schimmelbusch-Maske appliziert hatte. (Zu dieser von O. Witzel ab 1893-94 popularisierten Tropfen-Methode für Chloroform und Äther gab es auch ähnliche Vorrichtungen, von Rosenberg und Strassmann angegeben (**Abb. 2/b**.) In England hielt man sich noch eine Weile an den *geschlossenen Rückatemmasken* (Ormsby-Inhaler, Allis's Inhaler) mit hohem Totraum und CO₂-Akkumulation fest. Amerika übernahm aber bald die von französischen (Labbé 1881, Boncour 1887, Peraire und Baudoin 1891) und deutschen Operateuren (Wehrung 1891, Frank 1891, Hohenemser 1892, Brand 1891, Zuckermandl 1891, Gisevius 1892, Senger 1893, Rydigier 1893, Witzel 1893, Hahn 1894) weiterentwickelte offene Chloroform-Tropfennarkose, wie sie auch von der Zweiten Hyderabad-Kommission gefordert worden war (offene Inhalationsnarkose, natürliche Atmung, langsames Abträufeln). (Für die Äthernarkose begann die Ära der offenen Tropfenmethode erst um 1901/02.)

In Deutschland wurden weder die *geschlossenen Narkosemasken* von Coleman (1862) und Sansom (1864), noch die später auch von der Hyderabad-Kommission empfohlene trichterförmige *Cone* vom Pasterboard sowie die exakteren Dosimeter (Snow 1848, Duroy's Anaesthesimeter 1857, *Dosimetric Chloroform Inhaler* von Weiss 1859 und J. T. Clover 1862) populär. Statt dessen setzte man die Liverpooler Skinner-Maske (1862), einen mit Mullgaze bezogenen, durchlässigen Gesichts-Metallrahmen ein, die bald Urtyp aller späteren Gesichtsmasken werden sollte (**Abb.2/b**). Diese leicht handliche Narkosemaske blieb in der Modifikation von Kirchoff und Esmarch (1879) die meist verwendete Methode bis 1882. Esmarch brachte seine birnenförmige Maske mit einer Chloroform-Tropfenflasche und einer Zungenzange in einem handlichen Taschenetui unter. Curt Schimmelbuschs Verdienst bestand lediglich darin die Skinner-Maske wahlweise mal mit Gaze (für Chloroform) oder mit Wachstuch (für Äther) bezogen, für beide Inhalationsanästhetika brauchbar zu machen. Auch gab er dem Rahmen eine Rinne als Rand zum Auffangen des flüssigen Narkotikums. Diese Maske behielt dann ihre Popularität bis in unsere Zeit hinein und wurde ganz ungewollt zum markantesten Attribut der Anästhesisten auf der ganzen Welt. Ähnliche an sich praktischere Vorrichtungen für die Tropfennarkose von Rosenberg, Strassmann (**Abb. 2/b**), Kocher, Murry, Yankauer und v. Bruns gerieten hingegen in Vergessenheit.

Noch 1895 empfahl Prof. Deser aus Bonn weiterhin die luftdichte, mit Wachstuch bezogene Julliard'sche Maske zu nehmen (*John Hopk. Hosp. Bull.* 1895; 6: 7). Erst die Tierexperimente von C. Hofmann in Köln zeigten eindeutig, daß sich unter Zuhilfenahme einer

Schimmelbusch-Narkosemaske auch mit der Äther-Tropfenmethode eine ausreichend tiefe Anästhesie bei Erwachsenen erreichen läßt (*Dtsch. Z. Chir.* 1902; 65:403-16). Schon im gleichen Jahr bestätigte O. Witzel Hofmanns Resultate in Bonn an größerem Krankengut (*Münch. Med. Wschr.* 1902; 49 ii: 1993-94).

Bald wurde erkannt, daß sich in diesen Narkosemasken mit der offenen Tropfenmethode keine ausreichend hohe Dampfkonzentration erreichen läßt, weshalb man ihren Totraum und damit den Grad der Rückatmung mit einem kaminartigen Aufsatz erhöhte. Offensichtlich beschleunigte die dadurch erzeugte Hyperkapnie den Wirkungseintritt der Narkose, schwor jedoch zugleich die Hypoxiegefahr erneut auf. Doch mußten noch zehn Jahre vergehen, ehe diese Metallmasken auf Vorschlag von Paul Sudeck in Hamburg-Eppendorf mit einem Expirationsventil ausgestattet waren (1912; zit Wawersik 1987).

Unzufrieden mit der offenen Methode der "draw over"-Systeme gingen F. E. Junker und O. Kappeler ganz andere Wege. Der Wiener Arzt Junker wirkte erst in England, ging aber 1870, während des Französisch-Preussischen Krieges über Bazeilles nach Saarbrücken, wo er noch immer ein Verfechter der Methylenarkose (CH_2Cl_2), seinen "blow-over" Inhalator für Chloroform zu verwenden begann. Der Junkersche Inhalator (**Abb.2/a**) hatte den großen Vorteil bei geringem Anästhetikumverbrauch die inspiratorischen Gaskonzentrationen von der Tiefe der Spontanatmung des Patienten weitgehend unabhängig zu variieren (F. E. Junker: *Med. Times*, London 1867; ii: 590). Die ungemeine Popularität dieses Narkoseapparates, dessen handlicher Gummiballon dem Ätherspray von B. W. Richardson oder dem Lister'sschen Karbolspray entlehnt wurde, zeigt sich daran, daß er vom Kontinent England erobert hatte und dort Rose ihn als *Regulierungs-Inhalationsapparat* in einer Londoner Manufaktur Krohne und Sesemann serienmäßig herstellen ließ (Dumont 1903, Duncum 1947).

Der Hauptvorteil dieses modifizierten Junkerschen Inhalationsapparates bestand darin, daß man die abgegebene Chloroformmenge durch ein vierstufiges Gummi-Handgebläse bei jeder Kompression genau variieren konnte. Damit war die bei jeder Inspiration dem Patienten zugeführte Dosis des Inhalationsanästhetikums der aktuellen Narkosetiefe entsprechend anzupassen. Andere wie Clover und Kappeler waren allerdings mit diesem Inhalator Junkers unzufrieden und schlugen Verbesserungen vor. Die Maske und der Handballon beanspruchten beide Hände des Narkotiseurs, so daß er den Puls nicht fühlen konnte, weshalb man in manchen deutschen Kliniken einen jungen Arzt als *Pulsarius* im Operationssaal beschäftigte. Bei dem Kappeler'schen Apparat tauchte keine der beiden Röhre in das flüssige Anästhetikum. Den Gehalt des Chloroformluftgemisches zeigten die zwei seitlichen Skalen (**Abb.2/a**) in Gramm Chloroform auf 100 ml Luft an. Auf diese Weise konnte die Chloroformdosis am graduierten Meßglas je nach Füllungszustand (mittlere Skala) durch den Verbrauch abgelesen werden. Auch dieser Inhalationsapparat wurde serienmäßig, aber nur in geringerer Stückzahl in der Konstanzer Optikerwerkstatt Falkenstein angefertigt (Dumont 1903).

Den aus Frauenfeld stammenden Schweizer Arzt Otto Kappeler, der damals noch Chefchirurg am Münsterlinger Spital am Bodensee war und erst später an seine Stelle in Konstanz wechselte, bat man als einzigen nichthabilitierten Billrothschüler zur Verfassung einer ersten großen deutschsprachigen Narkosemonographie für die Schriftenreihe *Deutsche Chirurgie (Anaesthetica)* 1880). Dieses Buch wurde nach einem Jahr auch in Neapel herausgegeben (*I Anestetici*). Ähnliche internationale Erfolge anderer Autoren (Carl Ludwig Schleich, Heinrich Braun, Georg Hirschel, Diedrich Kulenkampff) folgten erst später, jedoch Kappeler machte den Anfang. Über zwanzig Jahre vergehen, ehe ebenbürtige deutschsprachige Narkose-Lehrbücher erscheinen (F. Dumont 1903, Max v. Brunn 1913).

Kappeler beherzigte die Warnung der schottischen Schule, um Zwischenfällen bei Chloroformnarkose vorzubeugen: "Achte auf die Atmung, kümmere Dich nicht um den Puls!", aber auch die Mahnung der Londoner Narkotiseure: "Halte den Finger auf den Puls!" und setzte daher die von E. J. Marey 1878 erfundene Sphygmographie zur fortlaufenden

Registrierung der Pulskurve (in 1500 Fällen!) ein. Darüber hinaus konstruierte er einen graduierten Chloroformverdunster mit drei Skalen, der eine voraus bestimmbare Dampfkonzentration lieferte und die Messung des Anästhetikaverbrauchs gestattete (**Abb. 2/a**). Mit Hilfe des Gummidoppelgebläses auf der re. Seite wurde die Luft über das Narkotikum in der graduierten Meßküvette hindurchgeleitet und zur ventilgesteuerten Maske getrieben. (Kappeler's Apparat wurde allerdings erst 1890 patentiert.).

Kappeler's weitere anästhesiologischen Innovationen wie der Handgriff zum Freihalten der Atemwege und seine Narkosestatistik sind in einer vorzüglichen Arbeit von M. Goerig und J. Schulte am Esch 1995 gewürdigt worden.

In Amerika wurde diese "open drop" Äthernarkose erst auf einem Kongreß in Toronto 1906 durch S. G. Davis demonstriert, die mit großem Interesse aufgenommen wurde, kannte man doch bis dahin nur die offene Methode mit dem Allis-Inhaler. Erst dann begann auch H. Bellamy Gardner zwischen 1907 und 1910 die Äther-Tropfennarkose in England anzuwenden, verbunden mit der i.m. Atropin-Prämedikation (Duncum 1947). Dies läutete dann auch das Ende des Chloroforms ein, zumal schon seit 1890 ein neues Inhalationsanästhetikum der Aether bromatus, Äthylbromid Eingang in die Anästhesiepraxis gefunden hatte (Müller 1898).

Doch blieb der Siegeszug der Chloroformisten in der Narkosepraxis zwischen 1850 und 1870 zunächst ungebrochen, wenn auch das Chloroform-Komitee schon 1864 Hewitt's Idee der *mechanischen Mischungen (mechanical mixtures)*, d. h. eine *Mischnarkose* von Chloroform und Äther sich zu eigen machte. Dies darf als erster Versuch einer "sequentiellen" Kombinationsnarkose gelten.

Vermutlich leistete der geniale Erfinder und der erste Anästhesist von Beruf, J. Snow (1813-1858), der sich als "Analgesist" bezeichnete, der Verbreitung der Chloroformnarkosen den größten Vorschub. Snow berechnete schon im Februar/März 1847 die genauere Ätherkonzentration im Gasgemisch und strebte fortan im Londoner St. George Hospital auch für das neuere Anästhetikum eine exakte, im voraus bestimmbare Konzentration in seinem "draw over"-Inhalator (**Abb.2/b**, links oben) an, nach dem ihm klar geworden war, daß der der Herzlähmung vorausgehende Atemstillstand bei Chloroformtod durch eine krasse Überdosierung verursacht wird. Hingegen gelangen die ersten Chloroformierungen Heyfelders in Erlangen nicht, weil er dafür seinen Äther-Inhalationsapparat verwendet hatte.

Erst 1864 erblickte man im Chloroform ein Protoplasmagift, bis dahin sprach man bei den üblen Zwischenfällen eher von einer *Idiosynchrasi*. Die Fachwelt erlag damals dieser Hypothese genauso wie im frühen 20. Jahrhundert der vermeintlichen Existenz eines für Narkose-Todesfälle verantwortlichen von A. Paltauf 1889 erfundenen sog. *Status thymico-lymphaticus*, dessen Existenz erst von Macintosh und Bannister* angezweifelt wurde)

(* R. R. Macintosh, F. B. Bannister 1945: *Essentials of General Anaesthesia*. Blackwell, Oxford, p130-133)

Um die Klärung dieser unvorhersehbaren Überempfindlichkeit hatte der praktische Arzt N. Berend schon 1850 in Hannover die erste Chloroformkasuistik veröffentlicht und darin versucht, die dem Anästhetikum nicht sicher zuzuschreibenden Zwischenfälle durch sorgfältige Analyse von Narkose- und Sektionsberichten auseinanderzuhalten. In Deutschland haben aber auch A. Martin und L. Binswanger in 58 eigenen Tierversuchen und durch Auswertung von 90 gut dokumentierten Anästhesien aus ganz Europa die Pharmakodynamik des Chloroforms mit der des Äthers verglichen und dabei auch auf die vielseitige Anwendung dieser Substanzen bei chirurgischen Narkosen und in der Geburtshilfe hingewiesen. Dabei wurden als besondere Indikationen der Muttermündkrampf und die postpartale Psychose (die *Puerperalmanie*) angeführt.

Sehr intensiv befaßte sich O. Kappeler mit der Kunst des Chloroformierens in seiner klassischen Monographie *Anaesthetica* 1880 und 10 Jahre später in einem Artikel über die Chloroformierung mit messbaren Dampfgemischen. Neben allerlei Vorsichtsmaßnahmen beklagt er in Münsterlingen, noch ganz in Manier seiner Chirurgengeneration, daß

„das Institut eines ständigen ...Anästhesirers, wie es in England vielerorts besteht.. hat viel Bestechendes“, aber in Deutschland nur in großen Spitälern“ anzuwenden sei. Diesen Dienst „können auch jüngere Mediziner... versehen, braucht ja doch die richtige Haltung der Chloroformmaske, die sorgfältige Dosierung des Mittels, die Ueberwachung des Pulses, der Respiration, der Pupillen, der Gesichtsfarbe und des Gesamtverhaltens des zu Chloroformirenden ..keine speziellen medizinischen Kenntnisse, sondern mehr grosse Vorsicht und Sorgfalt“. Auch „muss der Operateur selbst einen Theil dieser Verantwortlichkeit übernehmen“. Allerdings fügt Kappeler hinzu, daß es gefährlich sei, „ohne Drittperson zu chloroformiren, ...weil beim Auftreten übler Zufälle die Assistenz für eine wirksame Anwendung der Rettungsmittel fehlt“.

Letztlich vermochten jedoch weder die offene Tropfenmethode, noch die Verwendung von Narkosemischungen (s.u.) bzw. die sequentiellen Mischnarkosen (s.o.) zu verhindern, daß sich die Operateure ab 1862 zunehmend für das Lachgas und ab 1864-1871 erneut auch für den Äther zu interessieren begannen. Bald nahmen diese ersten Inhalationsnarkotika neben dem Chloroform ihren festen Platz wieder in der Narkosepraxis ein, deren Dominanz bis in die letzten Jahrzehnte des vorigen Jahrhunderts anhielt.

Wiedereinführung des Lachgases (1862-1870)

Die intensive, systematische Beschäftigung mit medizinischen Gasen in den Kreisen der Englischen Pneumatischen Medizin (Lunar Society in Birmingham und die Pneumatic Institution in Bristol; Bergman 1998) änderte nichts daran, daß das Stickoxydulgas, wie der Äther, zwar in Europa entdeckt, aus Amerika zurückgebracht werden mußte. Merkwürdig genug, daß H. Wells' Lachgasanalgesie, immerhin von ihm mehrfach mit gutem Effekt in seiner Zahnarztpraxis eingesetzt, zwischen 1848 und 1862 niemanden in Europa zur Nachahmung oder Wiederaufnahme dieser Experimente anregte. So wiederholte sich die Geschichte der Entdeckung dieses Gases ein zweites Mal. Ein "nitrous showman", S. Colt las Davy's Mitteilungen über die analgetische Potenz des Stickoxyduls und wurde nicht müde, die Lachgasvorführungen in fast allen Staaten Amerikas bis 1857 fortzusetzen. Ebenso bot ein anderer fahrender Lehrer (Lecturer), G. Q. Colton, dessen Lachgasvorführung am 10. Dez. 1844 Horace Wells in Hartford besuchte, erst 1859 in den Südstaaten, in Mobile, dann in New England multimediale Shows an, in denen neben *Magical Pain Extractor* und *Medical Galvanism* auch Lachgasdemonstrationen angekündigt wurden (Wright 1999). Diese Demonstrationen leisteten der Wiedereinführung der Lachgasanalgesie einen solchen Voranschub, daß Colton 1863 mit zwei New Yorker Zahnärzten die *Colton Dental Association* gründen konnte. Dieses Unternehmen konnte sich noch 1897 rühmen 194.000 Lachgasanästhesien durchgeführt zu haben. Colton selbst kam nach Europa, er starb 1898 in Genf, und popularisierte seinen Stoff, den zunächst niemand als Anästhetikum anerkennen wollte. Colton durfte immerhin behaupten, mit seinem purifizierten Lachgas das sicherste aller bekannten Inhalationsanästhetika entdeckt zu haben, er führte selbst ca. 150.000 Anästhesien ohne einen einzigen Todesfall durch!

Ab 1862 stand auch ein Lachgasgenerator von A. W. Sprague aus Boston zu allgemeiner Verwendung und leichterem Transport (**Abb. 3**) zur Verfügung . Solche, oft im Stile der Gründerzeit mit Zierrat versehene Schlafgasapparate eroberten England ab 1864, dann 1867 auch Paris. Ein Jahr später führte W. Andrews in Chicago den Gebrauch von Lachgas mit Sauerstoff als *Schlafgas* in die Anästhesiepraxis ein. Ab 1869/1870 glückte auch die Lachgasverflüssigung, an deren Verfahren auch Th. Clover mitwirkte. Von da an wurden leicht transportable Lachgaszylinder von der Fa. Coxeter und Barth auf dem Markt angeboten (**Abb. 3**). Druckminderer mit Ventilen und Diaphragma erlaubten es, über einen sog. Hele'schen Regulator das Schlafgas unter kontrollierten Bedingungen dem Patienten zuzuführen, wobei die Entdeckung des Reduktionsventils eine natürliche Konsequenz der Verflüssigung war. Clover begann um 1874 Lachgas mit Chloroform bzw. mit Äther zur *sequentiellen* Mischinhalationsanästhesie einzusetzen (**Abb.3**) und das Gasgemisch Luft und Lachgas zu propagieren (Wawersik 1987).

Sein tragischer Irrtum lag allerdings darin, daß er die Gefahren des Sauerstoffmangels zeitlebens unterschätzt hatte mit dem Hinweis, "alle Lebewesen weisen eine partielle Rückatmung auf". E. Andrews' Vorschlag vom 1869 statt des reinen Lachgases eine Lachgas-Sauerstoff-Mischung anzuwenden blieb zunächst ohne Beachtung. Deshalb wagte auch F. W. Hewitt mit seiner Mischkammer eine fixe Gasmixtur von 90% Lachgas und 10% Sauerstoff zu Anästhesiezwecken einatmen zu lassen. Hewitt's Verdienst besteht auf der anderen Seite aber darin, eine mobilere Technik für die Lachgas-Sauerstoffnarkose konstruiert zu haben. Dennoch ebnete sein Apparat mit regulierbarer Gasmenge und variablem Gasgemisch den Weg zur Entwicklung der modernen Narkoseapparate mit Reduzierventilen, *trockenen* Gasuhren als Strömungsmessern, Kohlensäureabsorber und Kreissystem; (Wawersik 1987.) Auf dem Kontinent brachte man diesen englischen Lachgas-Mischnarkosen geringes Interesse entgegen. Die Erklärung liegt darin, daß in Frankreich und Deutschland der Krieg von 1870/1871 für eine Weile die Suche nach neuen Anästhesieverfahren unterbrach und in England zwischen 1878 und 1885 ein gewisser Stillstand in der immerhin 30jährigen Narkosepraxis eingetreten war. Erst Paul Berts Untersuchungen mit dem von Fontaine konstruierten fahrbaren "Narkosewagen", an sich eine Überdruckkammer auf Rädern, schienen die Akzeptanz der Lachgasanästhesie unter hyperbaren Bedingungen von 2 atm zunächst zu erhöhen, reichte doch schon eine 50%ige Lachgaskonzentration aus, um eine chirurgische Anästhesietiefe zu erreichen. Auf Dauer konnte sich jedoch auch eine von R. Dubois 1984 entworfene miniaturisierte *Anästhesiermaschine* der Bertschen Druckkammer nicht durchsetzen. Das gleiche Schicksal wurde dem von H. Th. Hillischer 1886 in Wien gebauten Lachgas-Sauerstoff-Apparat mit zwei Blasebalg-Gastanks und einem Mischhahn (**Abb. 3**) zuteil, der zwar 1890 im Deutschen Reich patentiert, aber wegen seiner Proportionen und umständlicher Unterbringung meines Wissens nirgendwo in den Operationssälen eingesetzt wurde.

Abschließend sehen wir, daß sich das Lachgas auch hundert Jahre nach seiner Entdeckung als Inhalationsanästhetikum noch nicht etabliert hatte. Sein praktischer Nutzen blieb bis 1912 gering, da man vor M. Bootsby's Erfindung den Gasfluß weder messen noch sichtbar machen konnte. Hingegen brachte das wiederverwendete Lachgas einige, für die Konstruktion späterer Narkoseapparate ganz entscheidende Vorteile mit sich. Seinem revolutionären Einfluß ist es zu verdanken, daß technische Probleme wie die Gasverflüssigung, die Reduktionsventile und die Herstellung präformierter Gasmischungen frühzeitig angegangen wurden. Auch warf die Existenz dieses Gases in einem Rückatemsystem die Gefahren des asphyktischen Gasgemisches und der Kohlensäureakkumulation erneut auf. Darum versuchte A. Coleman schon ab 1869 (!) in seinem *to and fro* "economising apparatus" (**Abb. 3**) die Kohlensäureabsorption zu lösen. Mit diesem Rückatemsystem schuf Coleman den Vorläufer aller heutigen Narkosesysteme.

(Eine umfassende Darstellung über die Entwicklung der Lachgasanästhesie ist in der sechsteiligen historischen Übersicht von W.D.A. Schmidt im Brit. J. Anaesth. 1965; 37: 790-798, 871-881, 1966; 38:58-72, 143-156, 551-568 und 950-963 zu finden.)

Äther gegen Chloroform ("Aether redivivus")

Bereits 1848 empfahl der Wiener Zahnarzt Joseph Weiger, Äther und Chloroform zu mischen und befürwortete weiterhin den Gebrauch des älteren Anästhetikums Äther (Zinganell 1987): „Was mich betrifft, sehe ich nicht ein, warum man ein so gefährliches Mittel, als es das Chloroform ist, in Anwendung bringt, da man doch ein so schätzbares, durchaus gefahrloses Mittel an dem Äther hat“

Diese Mahnung verhallte damals ohne Echo in den meisten Ländern Europas.

Während keine Innovationen in der Lachgasanästhesie aus Europa ausgingen, erfolgte die Wiedereinführung des Äthers zwischen 1872 und 1890 in erster Linie durch die offene *Tropfenmethode*, die im wesentlichen auf dem Kontinent entwickelt und verbreitet wurde

(s.o.). Wenn auch in den Nordstaaten Amerikas auch nach 1850 Äther als *offene* Methode, auf einen konisch geformten Badeschwamm geträufelt, weiterhin verabreicht wurde, kam es zur Wiederaufnahme der Äthernarkosen in Europa erst nach 1872 als B. J. Jeffries, ein Bostoner Augenarzt die Teilnehmer eines Londoner Kongresses mit der Vorführung der amerikanischen *towel cone* davon überzeugen konnte, daß der seit Ende 1848 unverdient in Vergessenheit geratene Schwefeläther letztlich doch das sicherere Inhalationsanästhetikum wäre. Seine Demonstrationen fielen auf fruchtbaren Boden, denn die erste Chloroformkommission schlug schon 1864 vor, den Äther, in der von ihr empfohlenen A.C.E.-Mischung aus Alkohol, Chloroform und Äther fortan dem Chloroform vorzuziehen. Diese A.-C. E.-Mischung wurde von Th. Nunnely bereits 1848 in Leeds nach Bekanntwerden der ersten Chloroformzwischenfälle erfunden. Allerdings teils aus der irrigen Annahme, wonach dem Äther die Rolle eines Chloroformantidots zukäme.

Ein Jahr nach Jeffries' Auftritt wurde der Äther in ganz England akzeptiert, wenn er auch erst nach Clovers Tod (1882) populärer wurde.

Auf dem Kontinent waren die Nachwehen und Anfeindungen zwischen Deutschem Reich und Frankreich noch deutlich zu spüren. Es vergingen noch weitere 20 Jahre bis die Grundsatzfrage der Anästhesie im 19. Jahrhunderts *Äther oder Chloroform* ernsthaft diskutiert wurde.

Zunächst ließen sich in der neutralen Schweiz der von den Chloroformtodesfällen enttäuschte G. Julliard in Genf, sowie F. L. Dumont und C. Roux in Lausanne vom *aether redivivus* beeinflussen. Ähnlich blieben sich die Chirurgen in Lyon und in Neapel ihrem *puren* und *rectifizierten* Äther treu. Die Gretchenfrage über das bessere Anästhetikum entschied Sedillot in Nancy mit dem geflügelten Wort "le chloroforme pur et bien employé ne tué jamais". Ausführlich berichtet O. Kappeler über seine Erfahrungen mit der Äthernarkose mit dem Cloverschen Apparat (**Abb.1/b**) und dabei geht er besonders auf die beobachteten Narkosestadien sowie die Differenzen zwischen Chloroform und Äther auf die Atmung und den Puls mit Hilfe sphygmographischer Aufzeichnungen ein. Kappeler bleibt aber ein Anhänger der Chloroformnarkose, das er damit begründete, daß unter Ätheranästhesie neben Brennbarkeit, Erstickungsgefühl und Salivation, zu schnellem Erwachen, postoperativem Äthergeruch und Rauschzustand häufiger Unregelmäßigkeiten der Atmung und des Pulses festzustellen sind und auch die Beurteilung der Narkosetiefe sich schwieriger gestalten würde. Deshalb, wohl als Mahnung stellt er die seit Wiedereinführung des Äthers in England und Amerika beschriebenen 13 Todesfälle tabellarisch zusammen (1880). Seine abschließende Beurteilung, die „Kunst des Aetherisirens“ sei noch größer als die des Chloroformierens, und daß der „Aether mehr Aufmerksamkeit und Sorgfalt“ bedürfe, entsprach der reservierten Haltung der deutschen Operateure noch weitere zehn Jahre.

Deutschland schien also, wie Kappelers Einstellung zeigt, zunächst von dieser Abkehr vom Chloroform kaum beeinflusst. Andererseits fiel 1890 den englischen Besuchern des X. Internationalen Medizinkongresses in Berlin auf, welch enormen Aufschwung die deutsche Chirurgie, vor allem die Asepsis durch E. v. Bergmann und seine Schule seit 1882 erlebt hatte (Duncum 1947). Zu diesen sterilen Operationssälen stand das Festhalten an Chloroform zum krassen Widerspruch, dessen Rückständigkeit erst auf diesem Kongreß von H. C. Wood (aus Philadelphia) klar angesprochen wurde. Sein Plädoyer für den Äther dürften Ernst Julius Gurlt veranlasst haben, den üblen Zwischen- und Todesfällen nach beiden Inhalationsanästhetika akribisch nachzugehen. Seine *Sammelforschung über die chirurgische Anästhesierung*, im Jahre 1890 von der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie beschlossen, wurde bis 1897 in sechs Berichten vorgelegt. Dies geschah kurz vor Beginn der ersten schriftlichen Aufzeichnungen des Narkoseverlaufs (E. A. Codman, Massachusetts General Hospital, 30. 11. 1894; Keys 1968). Diese *Qualitätskontrolle vor 100 Jahren* (Röse und Scharff 1993) konnte anhand der Auswertung von 50.000 Narkosen nachweisen, daß während die Chloroform-Letalität 1:4275 betrug, 1892/93 unter 6213 Ätheranästhesien kein einziger

letal Zwischenfall zu beklagen war. Diese Differenz in der Mortalität blieb um die Jahrhundertwende bestehen: 1: 2075 nach Chloroformierung, 1:5112 nach Äthernarkose und 1: 3370 unter Verwendung der Billroth-Mischung (E. J. Gurlt 1897; nach Zinganel 1987). Hierzu wurden erneut 6551 Äther- und 20250 Chloroformnarkosen ausgewertet. Man mußte zugeben, daß Todesfälle offensichtlich, wenn auch signifikant seltener, unter Ätheranwendung ebenfalls vorkommen. (Weitere Daten anderer Autoren über fatale Chloroformzwischenfälle siehe auch **Tab. 5**)

Bis 1890 wurden allerdings auch andere inhalierbare Ätherpräparate und Kohlenwasserstoffverbindungen wie das Aethylbromür, Aethylnitrat, Aethylenchlorid, Amylwasserstoff, Chloramyl, Amylen erprobt, vermochte jedoch keines von ihnen das Zwillingsspaar Äther und Chloroform aus der Narkosepraxis zu verdrängen. 1882 entdeckt auch August von Freund die anästhesierende Wirkung des Cyclopropans (R. v. Brunn 1953). Gurlts brach die Lanze für den Äther, wie früher dies Garré, Julliard, Roux und Trendelenburg getan haben. Andere wie J. v. Radecki-Mikulicz, ein später Verfechter der Antisepsis, sind zwar in ihren statistischen Auswertungen zu völlig anderen Ergebnissen gekommen (Müller 1898), die meisten deutschen Chirurgen haben jedoch nach 1904 zur Äthernarkose zurückgefunden, zumal die früheren Varianten, die Billrothsche Mischung (Chloroform, Äther und Äthylalkohol) und C. L. Schleichs warme Ätherdämpfe, mit denen man die postoperativen Pneumonien vorzubeugen hoffte, ohnehin in Gebrauch waren. Doch dauerte es noch weitere 15 Jahre, bis das Chloroform um 1908 endgültig aus der Narkosepraxis verbannt wurde.

Die Bedeutung dieser Periode zwischen 1864 und 1900 liegt weniger darin, daß man sich zur Ursubstanz Äther zurückwand, sondern vielmehr, im Bestreben, bessere, steuerbare und sicherere Anästhesiemethoden zu finden, dass einerseits die *offene* Äther-Tropfennarkose die gefährlichere Praxis der dichten Atemmasken ablöste, andererseits die Freihaltung der Atemwege und Vorbeugung von Aspiration und Hypoxie als Schicksalsfragen der Anästhesie endlich erkannt wurden.

Dieser Weg sollte nun beschritten werden. Seine Entwicklung, der lange Kampf um freie Atemwege führte dann zur Erfindung von Überdrucknarkosen und Konstruktion von Narkoseapparaten mit Rückatmung, Gasflußmessung und Kohlensäureabsorption.

Freie Atemwege und Anfänge der endotrachealen Narkose

Es ist wenig bekannt, daß die elementare Bedeutung der Atemtätigkeit schon im 17. und 18. Jahrhundert erkannt wurde. Nach Vesalius' Wiederbelebungsversuchen mit transtrachealer Luftinsufflation über einem Schilfrohr*, führte auch Robert Hook 1667 erfolgreiche Insufflationsexperimente an thorakotomierten Hunden durch (Thomas 1975).

(*dargestellt in dem Initial "Q" des letzten Kapitels seiner "De Fabrica"; Keys 1968, S. 91)

Für die Wiederherstellung von Atmung und Kreislauf können 487 Originalarbeiten über die Notfallmedizin bis in das Jahr 1854 ein beredtes Zeugnis ablegen. Die Technik der Tracheotomie wurde verfeinert (J. C. F. Scherff 1787). Ohne Übertreibung kann festgestellt werden, daß Europa um 1800 über in Tierexperimenten erarbeitete Reanimationsmethoden und Rettungsvorschriften (in Dresden ab 1792) verfügte. „Nothkasten" mit Blasebalg zur Luftinsufflation sind schon um 1787 seriell hergestellt worden und um 1800 waren sie in den meisten Leichenhallen zur Wiederbelebung von Scheintoten anzutreffen.

Schon im Patent des Großherzogs Karl August von Sachsen-Weimar-Eisenach wird das Einblasen der Luft mit einer Röhre oder mittels eines Blasebalgs und die Brustkompression an der Herzgrube vorgeschrieben (Schadewaldt 1980).

Auch gab es zu J. Hunter's Zeiten (vor 1793) an den Safartubus erinnernde Mundstücke, doppelte, transoral oder binasal applizierbare Blasebalg-Insufflatoren mit Ventilsteuerung zur Trennung der Inspirations- und Expirationsluft (Gorcy aus Neu-Breisach 1790) und 1788 schon eine feststehende Elektrodenanordnung für Elektroschockbehandlung mit der Volta'schen Batterie von Ch. Kite (Brandt 1987). Das Sellicksche Verfahren wurde von A. Johnson schon 1773 beschrieben und angewandt. Sein Büchlein über Rettungsmittel scheinbarer Todesfälle erschien 1788 in Hamburg, bevor Curry seine silbernen Orotrachealtuben erfunden (1792) und veröffentlicht hätte (1815)*

(* James Curry: Observations on Apparent Death from Drowning, Hanging, Suffocation by Noxious Vapours. E. Cox & Son, London, 1815; zit. Brandt 1987)

J. Berut begann 1819 in Wien mit seinen Vorlesungen über *Rettungsmittel beim Scheintode*. Auch das kritische Zeitintervall für eine erfolgreiche Reanimation hatte Sir B. C. Brodie 1811 erkannt und mit zwei Minuten angegeben. Leroy d'Etoilles erkannte um 1828 das Prinzip der manuellen Beatmungsmethode, die Kompression und das *Sich-Erweitern-Lassen* des Brustkorbes. Bald gab es auch "Glottiskope" (B. G. Babington 1829), mit deren Hilfe bei gutem Licht und niedergedrückter Zunge mit einem Rundspiegel die *rima glottidis* beobachtet werden konnte (Duncum 1947).

Leider wurden die Rettungsvorschriften ab 1828/1830 wegen angeblicher Gefährlichkeit der orotrachealen Luftinsufflation erneut geändert. M. F. X. Bichat's Warnung vor den Komplikationen des Luftenblasens, entfacht ab 1801, dann auch die Mahnung des Experimentalphysiologen J. J. César Legallois vor der Überdruckinsufflation mit ihren Gefahren durch Spannungspneumothorax, der sog. *Lungenapoplexie* (1812), führte bald zur Einführung höchst unsinniger indirekter Beatmungsverfahren (Schadewaldt 1980). Dies und die durch das ganze 19. Jahrhundert hindurch andauernde Scheintoddebatte erwiesen sich nicht nur als eine wissenschaftsgeschichtliche Regression; vielmehr wirkten sie hinderlich für die Evolution der Narkose und Behandlung der Anästhesiezwischenfälle (Nemes 1997/b). In Ermangelung geeigneter Respiratoren und Atemhilfen war man jedoch vor 1900 auch nicht in der Lage das ansonsten sichere Todeszeichen Atemstillstand zu egalisieren oder für Anästhesiezwecke herbeizuführen wie dies die Praxis des nächsten Jahrhunderts werden sollte. Somit waren alle Narkotiseure nolens volens während der Steuerung und Aufrechterhaltung der Inhalationsanästhesie auf das Erhalten der Spontanatmung angewiesen. Der Wiedereinführung der peroralen Intubationstechnik ging zunächst die Erfindung der indirekten Laryngoskopie durch den spanischen Gesanglehrer Manuel Garcia 1854 und des Kehlkopfspiegels (L. Türck 1857, J. N. Czermak 1858-60) voraus. Diese Autolaryngoskope ähnelten noch nicht den späteren Laryngoskopen des Alfred Kirsteins (1895), bedeuteten jedoch trotz ihres umständlichen Aufbaus einen großen Fortschritt für die Laryngologie ohne die Schwerfälligkeit des teleskopartigen Autoskop von Adler oder B. G. Babington (1829). Die enorm hohe Anzahl von Illustrationen über die Laryngoskopie und Intubation - W. Stanley sammelte 350 von ihnen - , zeigt deutlich, wie langsam die technische Perfektion der indirekten Kehlkopfspiegelung vorankam.

(Hier sei erwähnt, daß Metallspateln zur Sichtbarmachung der Stimmbänder schon 1743 von Leveret, dann 1807 von Ph. Bozzini, einem praktischen Arzt in Frankfurt a. M. erfunden wurden. Bozzini schuf auch einen röhrenförmigen Lichtleiter. Damit begann die Endoskopie im modernen Sinne*.)

(* Weitere Modelle vor der Einführung des starren Gastroskops von Johann von Mikulicz-Radecki (1881) und des Zystoskops von Nitze (1889) siehe bei Reuter, Matthias A: Geschichte der Endoskopie. Stuttgart/Zürich, Karl Kramer Verlag 1998, 4 Bände und R. Ottenjahn, K. Elster: Atlas of Diseases of the Upper Gastrointestinal Tracts. Philadelphia, Smith Kline International Co., 1981; pp15-37: Expanding the Power of the Senses: Bozzini's Lampe (1807), Endoskope von John Fisher (1827), Antonin J Désormeaux (1865) und von John Aylwin Bevan (1868)).

Das Fehlen einer elektrischen Beleuchtung bremste die weitere Entwicklung, bis 1895 Alfred Kirsteins Methode der direkten Autoskopie der Luftwege**, d.h. ohne Spiegel oder dergl. die Besichtigung des Kehlkopfes ermöglichte, die ihm mit Hilfe des von v. Mikulicz (1881)*** erfundenen Ösophagoskops und einer elektrischen Lampe gelungen war.

(** A. Kirstein: Die Autoskopie des Kehlkopfes und der Luftröhre. Besichtigung ohne Spiegel. Berlin 1895;

*** Johann von Mikulicz-Radecki: Über Gastroskopie und Ösophagoskopie, Wien 1881)).

Wenn auch die Ära der direkten Laryngoskopie mit Kirsteins Autoskop beginnt, so sind endoskopische Untersuchungen ohne die Erfindung des erhitzten Platindrahtes (M. Nitze und J. Leiter, 1876 in Wien) oder der Kohlefadenlampe von Th. A. Edison (1879) undenkbar.

Geeignete Tuben für die Katheterisierung der Trachea oder wie sie bei Franz Kuhn erst noch heißen wird, für die *perorale Tubage*, mit Abdichtung der Luftröhre und damit mit sicherem Aspirationsschutz während der Narkose, mußten jedoch noch erst erfunden werden. Diesem Problem der oralen Intubation wick Friedrich Trendelenburg (1844-1924), v. Langenbecks Assistent in Berlin aus, indem er 1869 eine *Trichter-Chloroformnarkose* über eine Tracheotomie und unter Aspirationsschutz durch Austamponieren der Luftröhre durchführte (**Abb.4/b**)*

(* F. Trendelenburg 1871: Beiträge zu den Operationen an den Luftwegen. 2. Tamponade der Trachea. *Arch. klin. Chir.* 12:121-133)

Nicht die Tracheotomie, sondern das Einbringen einer Tamponkanüle ab 1885 mit der von Eugen Hahn in Berlin entwickelten *Preßschwammkanüle* war dabei das Wesentliche, denn damit ließen sich Eingriffe am Kopf und Oropharynx ohne die bis dahin übliche intermittierende Inhalationsanästhesie und Aspirationsgefahr bewerkstelligen.

Diese Tamponkanülen verbreiteten sich ab 1871 rasch in ganz Deutschland, nicht jedoch in England, wo sie erst von D. W. Buxton (1900) und F. W. Hewitt (1901) für die Laryngektomie empfohlen wurden. Dies überrascht insofern, weil gerade in diesen Jahren F. E. Junker noch in England war, wo der Trendelenburgsche Chloroformtrichter von den Instrumentenmachern Krohne und Stresemann bereits serienmäßig hergestellt wurde. Einige Änderungen wie die Ergänzung mit seitlichen Löchern am Trichterrand für Frischluft- oder Sauerstoffeinlaß (G. Killian) oder die Kombination des Trichters mit einer Skinnerschen Maske (F. W. Hewitt) bzw. mit einem Junkerschen Gerät waren nicht so bedeutsam wie die Modifikation von Rudolf Matas, in dem er dem O'Dwyer-Intubationsapparat (**Abb. 4/a**) einen Trendelenburgschen Trichter als Verdunster für die orale Endotrachealanästhesie hinzufügte. Die große Anzahl von Trachealkanülen zwischen 1869 und 1900 läßt darauf schließen, daß die Zeit für eine Abkehr von der Tracheotomie zugunsten der peroralen Tubage noch nicht reif war.

Die offene von Schutzreflexen überwachte Kreuzung von Atem- und Speiseweg im Rachen und die damit verbundenen evolutionsbedingten Unzulänglichkeiten stellten im Falle einer Vollnarkose schon immer die größte Gefahr für Patienten und eine enorme Herausforderung für den Anästhesisten dar. Wollte man diese Schwachstelle ohne operativen Eingriff ausschalten, so mußten geeignete, biegsame und weiche Tuben für die Katheterisierung der Trachea gefunden werden. Denn die früheren Metallröhren (J. Curry 1792-1815, F. Chaussier 1807, J. Leroy 1827 und A. J. H. Depaul 1845) waren für eine dauerhafte Intubation des Kehlkopfes denkbar ungeeignet. Auch war die atraumatische und direkte Exploration des Larynx bis Chevalier Jackson's *Insufflations-Laryngoskop* und I. W. Magill's Arbeiten über die Endotrachealnarkose (1921-1932) noch nicht möglich (Thomas 1975), weshalb die neueren *metallflexiblen* Intubationsröhren von der Bauart und Insertionstechnik her noch keine endotracheale Intubation im heutigen Sinne erlaubten, sondern vielmehr einen Katheterismus der Atemwege (J. Weinlechner, 1871) darstellten. Dies bewerkstelligte man entweder durch eine digital geführte Dehnung mit Hartgummibougie (L. Schrötter, 1876) oder eine *Kehlkopftamponade* (W. Macewen 1878), welche sich gelegentlich nicht allzu sehr von der

angeblich von Hippokrates II (460-370 v. Chr.) geübten *intraparyngealen Intubation* (Mills 1878) unterschieden.

Fünfzig Jahre vergingen bis P. Desault das Glottisödem mit einem nasotracheal eingeführten Magenschlauch überwand (1830). Ähnliche Versuche von M. E. Bochut, den diphtherischen Krupp mit Silberkatheter zu behandeln, wurden von der Französischen Akademie abgelehnt. Dennoch bedeuteten die ersten vier peroralen Intubationen mit biegsamen Metalltuben vom William Macewen in Glasgow (1878) und deren Veröffentlichung (im *British Medical Journal* 1880; ii: 122-24 und 163-65) zunächst keine große Sensation für die Zeitgenossen (Duncum 1947), obwohl "der Tubus alle Erwartungen erfüllte". Diese Tatsache war gewiß auch durch den Umstand zu erklären, daß Macewen selbst seine Innovation später nie mehr erwähnte und propagierte.

Mit diesem Verfahren, verfeinert, modifiziert und in die Narkosepraxis 20 Jahre später von Franz Kuhn in Kassel etabliert (1900-1911; Goerig 1997) war endlich auch eine Langzeitintubation zulässig, weil der Patient damit schlafen und darüber abhusten konnte. Allerdings fehlte es noch an standardisiertem Instrumentarium mit einem Tubus-Set; dies wurde in den Jahren 1885-87 von Joseph O'Dwyer (+1898) in Cleveland entwickelt (**Abb.4/a**)*.

* O'Dwyer J., 1887: Fifty cases of croup in private practice treated by intubation of the larynx, with a description of the method and dangers incident thereto. *Med. Rec. (N. Y.)* 32:557-561

Seine kurzen, vernickelten, englumigen Bronzetuben erlaubten lediglich eine intralaryngeale Einlage und mußten mit einem Masonschen Mundsperrer ähnlichem *Intubator* plaziert und einer speziellen Kehlkopfzange als *Extubator* entfernt werden. Damit wiederholten sich allerdings nach 1880 die gleichen fatalen Zwischenfälle von Tracheal- und Kehlkopfstenosen wie zu Beginn des 19. Jahrhunderts. Bei der Suche nach geeigneteren Tubusmaterialien erreichte der Laryngologe L. Schrötter aus Wien, der aus München stammende und in der Dr.v. Haunerschen Kinderspital, später in Graz tätige Th. Escherich* sowie der Pädiater E. Hagenbach-Burckhardt** aus Basel, daß diese Metalltuben zunehmend durch Hartgummiröhre ersetzt wurden (1873-1900).

(* Th. Escherich 1891: Ueber die Indicationen der Intubation bei Diphtherie des Larynx. *Wien. klin. Wschr.* 4: Nr.7, 12 Februar. ** E. Hagenbach-Burckhardt 1900: Ueber Decubitus und Stenosen nach Intubation. *Correspondenz Blatt für Schweizer Aerzte* 30: Nr.17, 1. Sept.; zit. Brandt, 1987)

Dennoch konnten sich diese Gummituben in der Narkosepraxis noch nicht durchsetzen, obwohl Victor Eisenmenger (+1932) zur gleichen Zeit in Wien den Urtyp aller Magillschen Tuben aus Gummi mit einem Ausgleichsballon vorgestellt hatte*.

(V. Eisenmenger, 1893: Zur Tamponade des Larynx nach Prof. Maydl. *Wien. med. Wschr.* 43:199-201)

Damit stand um 1895 der Endotrachealnarkose nichts mehr im Wege, zumal 1895 Alfred Kirstein (1863-1922) mit der *Autoskopie* das Problem der direkten Kehlkopfspiegelung auch gelöst hatte (*Berl. klin. Wschr.* 1895; 32: 476-78). . Nicht zufällig wenden sich die Operateure nach 1896 der Thoraxchirurgie zu, in der Intubation, Aspirationsschutz, künstliche Beatmung und das Pneumothorax-Problem gelöst werden mußten*

(* I. Krönlein, 1884: Über Lungenchirurgie. *Berl. Klin. Wschr.* Nr.9:21, L. Rehn, 1896: Über penetrierende Herzwunden und Herznaht. *Arch. Klin. Chir.* 55: 315)

O'Dwyer's Methode verwendete K. Maydl in Prag zusammen mit dem Trendelenburgschen Trichter; so konnte er ohne Tracheotomie, aber bei gutem Aspirationsschutz Eingriffe in der Mund- und Nasenhöhle durchführen (Wien. med. Wschr. 1893; 43:57-59, 102-106; Keys, 1968). E. L. Doyen in Paris (1896) und R. Matas in New Orleans (1899) werden diese Metalltuben für ihre Pionierarbeiten bei intrathorakalen Eingriffen anwenden.

Warum bei so zahlreichen Anstrengungen in deutschsprachigen Ländern, welche in der Pionierleistung des Kasseler Franz Kuhn und seiner *endotrachealen Tubage* als *pulmonale Narkose* nach 1900 gipfelten, die endotracheale Technik erst 50 Jahre später 1948 in

Göttingen und 1951 in Marburg in die Anästhesiepraxis eingeführt wurde, wird der nächste Abriß unserer historischen Rückschau beleuchten.

Bis dahin gab es, weit in das 20. Jahrhundert hinein Verfahren, die schon um die Jahrhundertwende antiquiert erscheinen mußten. Und so konnte es geschehen, daß wieder einmal in Europa erfundene Anästhesiemethoden wie die Intubation und Überdrucknarkose zunächst in der Neuen Welt als schon vom R. Hook 1667 erfundene Insufflationstechnik (Truehead in Texas 1869, Fell in Buffalo 1893, F. W. Parham 1898 und Matas 1900) weiterentwickelt wurden und daß zwei jüdisch-deutschstämmige Physiologen, Samuel J. Meltzer (1851-1920, in Rußland geboren und in Preußen aufgewachsen) und dessen Schwiegersohn John Auer (1875-1948) mit ihren Experimenten über die apnoische Oxygenierung und den Pneumothorax die theoretischen Grundlagen der Insufflationsnarkose im Tierexperiment im New Yorker Rockefeller Institut ausgearbeitet hatten (J. exp. Med. 1909; II:622-25)*

(* S. J. Meltzer, J. Auer 1909: Kontinuierliche Respiration ohne respiratorische Bewegungen. *Zentralbl. Phys.* 210-213)

Diese Insufflationsmethode setzte C. A. Elsberg (1910), dessen aus Iserlohn stammender Vater in New York die American Laryngological Association gegründet hatte (Pagel 1901), 1909 bei Operationen ein und machte sie in Deutschland bekannt. Meltzers und Auers Forschungsergebnisse brachte auch Ernst Jeger (+ 1915 in Rußland) von New York mit und setzte als Gefäßchirurg in Berlin und Breslau fort. Diesem genialen Operateur wurde nur ein kurzes Leben vergönnt. Kaum 27jährig veröffentlichte er eine später vielbeachtete und zum Klassiker gewordene Monographie über *Die Chirurgie der Blutgefäesse und des Herzens* (Klippe 1997). Als aber Jeger eine *Modifikation des Meltzer-Auerschen Insufflationsnarkose* 1914 (in der *Dtsch. Med. Wschr.* am 29. Jan.) veröffentlichte und darin die Verwendung von Endotrachealtuben mit aufblasbarem Ballon vorstellte waren auch Franz Kuhns Arbeiten (1900-1911) weitgehend abgeschlossen und bekannt, wenn auch umstritten. Ein neuer, fruchtloser Streit war ab 1904 zwischen Ludolf Brauer (Überdrucknarkose) und Ferdinand Sauerbruch, dem Protagonist des Druckdifferenzverfahrens in Unterdruckkammer, über Jahrzehnte hinweg entbrannt*, welcher der Fortentwicklung der deutschen Anästhesie sehr abträglich war und die Etablierung der Fachgesellschaft um weitere 50 Jahre verhindern sollte. Hierzu trug auch die ablehnende Haltung Sauerbruchs der *Insufflations-Endotrachealnarkose* gegenüber bei, der er zeitlebens treu bleiben sollte (Goerig 1997). Ebenso schadete seine Absage der künstlichen Beatmung während der Narkose (H. Stoeckel 1998). Erst A. Lezius (ein Sauerbruchs Schüler) wird 1949 bei Eingriffen an der Speiseröhre und anderen intrathorakalen Eingriffen mit Hilfe der Lübecker Drägerwerke auf diese Insufflationsmethode zurückkommen (Zindler 1987).

* L. Brauer 1904: Die Ausschaltung der Pneumothoraxfolgen mit Hilfe des Ueberdruckverfahrens. *Mitt. Grenzgeb. Med. Chir.* 13: 483-500; F. Sauerbruch 1904: Zur Pathologie des offenen Pneumothorax und die Grundlage meines Verfahrens zu seiner Ausschaltung. *Mitteil. Grenzgeb. Med. Chir.* 13: 399-482

Erste Ansätze für eine Kombinationsnarkose: Beginn der intravenösen Pharmakotherapie

Die Anfänge der i.v. Pharmakotherapie reichen bis 1656 zurück, als Sir Chr. Wren bei der Verabreichung des intravenösen Opiums einen starken *narkotick* Effekt beobachtete (Keys 1968). Dann folgten die heterologen Bluttransfusionen (J.-B. Denis und R. Lower 1666-67), die ersten Versuche einer i.v. Luestherapie (J. Schmiedt 1666) und J. S. Elsholtzs *Clysmatica nova* sowie die *Chirurgia infusoria* in Kiel (J. D. Major 1667) und Leipzig (M. Ettmüller 1668; zit. Keys 1968). Auch Theriak wurde in Gefäße injiziert (M.G. Purmann 1670). Das Erscheinen G. W. Wedels *Opiologia* in Jena (1674) markiert in dieser frühen Opiat- und Infusionstherapie einen vorläufigen Höhepunkt der neuzeitlichen Pharmakotherapie (Nemes 2001). Andere Themen wie die Elektrotherapie und die Pneumatische Medizin (Bergman

1998, Duncum 1947, Keys 1968) sowie die experimentellen Studien über Giftpflanzen und Pharmaka von Solanaceaeextrakten, Schierling und Cicuta (W. Courten 1678, J. J. Harder 1687), intravenösem Opium bei Tetanus (P.-F. Percy und J. J. Laurent 1804), Campher als Analeptikum (Chr. G. Ortel 1804) und mit intravenösem Curare (F. Magendie 1811) bekommen nach 1800 einen größeren Stellenwert in der physiologischen Grundlagenforschung und Toxikologie (Orfila 1818). A. v. Haller und J. A. Th. Sproegel prüfen schon 1752 die Reizbarkeit von Nerven und Muskeln mit Hilfe intravasal verabreichter Medikamente (Nemes 2001). Umso erstaunlicher ist es, daß zunächst weder diese frühen Injektionstherapien noch die erfolgreichen homologen Transfusionen am Menschen (J. Blundell 1818) bzw. die Infusionsbehandlung der Cholera (Th. Latta, J. Mackintosh und J. F. Dieffenbach 1831-33) irgendeinen Einfluß auf die Entwicklung der Anästhesieverfahren ausübten. Genauso wenig fand Sertürners Morphin* (1806-1817) Anwendung in der Schmerztherapie, obwohl dieses Alkaloid von F. Magendie als neues Anodynicum gepriesen (1820) oder das Atropin, das von Grieger und Hesse schon 1833 in Reinform dargestellt, aber erst ab 1858 für die Mischnarkose (s.u.) empfohlen wurde.

(* F. W. Sertürner: *Journal der Pharmacie für Aerzte und Apotheker*, Leipzig, 1806, Bd. 14: 47, *Annalen der Physik* 1817; Bd. 25: 56-89)

Rückblickend finden sich allerdings Hinweise für eine *Prämedikation* am Vorabend mit Opium (G. W. Wedel 1682), ein damals wohl geübteres Verfahren wie die Stellungnahme des Gegners Fallopius und auch Wedels mahrende Anmerkungen vor der Überdosierung zeigen. W. Cheselden empfiehlt daher das Opium (nach Lithotomie und nach seinem Verfahren der *hypogastrischen* Laparotomie) eher für die postoperative Schmerzlinderung (1731). Um 1820 verabreichte der Militärchirurg J. Hennen, Verfasser einer großen Kriegschirurgie ein Glas Wein statt Opium. Noch 1847 werden die Engländer dem Äther Brandy beimischen. Auch Th. Clover bediente sich noch dieser Prämedikationsform mit einem Teelöffel Brandy vor einer Chloroformnarkose.

Bis 1846 kam die medikamentöse Operationsvorbereitung ganz aus der Mode (Duncum 1947). Subkutanes Morphin wird erstmals erst 1863 von Sir J. B. Paget im St. Bartholomew Hospital präoperativ vor Amputationen verabreicht. F. v. Pitha gab dafür atropinhaltige Einläufe mit 20 Gran Belladonna-Extrakt (1861), aber erst in der postoperativen Phase, weil er damit einen mehrstündigen soporösen Zustand nach Chloroformanästhesie erreichen konnte. (Seit 1853 standen schon Spritzen von C. G. Pravaz (Lyon)* zur Verfügung, 1855 empfahl A. Wood lokale Opiatinjektionen, wie auch vor ihm versuchten La Fargue (1836) und F. Rynd (1845) Morphin durch Stichinzision in das Gewebe um den *locus dolens* zu plazieren (Hügin 1989).

*(C. G. Pravaz: *Compt. Rend. Acad. Sci.*, Paris, 1853; 36:88)

Wood's perineurale Injektionen, zunächst mit Hilfe von Akupunktur, dann über Hohlnadeln, kamen dann rasch in Mode und bürgerten sich für die s.c. Morphinprämedikation ein (Duncum 1947). In Deutschland beginnt J. N. v. Nussbaum in München mit der Morphintherapie, um damit wie v. Pitha, die postnarkotische Schlafphase nach Chloroformieren zu verlängern. Seine Praxis gründete sich auf eine zufällige Beobachtung nach Exstirpation eines Malignoms. Nussbaums Thesen finden bei der Ärztegesellschaft von Versailles Zustimmung. Allein Claude Bernard kommt aufgrund von Tierexperimenten zur Schlußfolgerung, daß es wohl zweckmäßiger wäre, das Morphin *vor* der Inhalationsanästhesie zu verabreichen, ganz i. S. einer heute üblichen Prämedikation. (Claude Bernard's Ergebnisse aus den Jahren 1869-70 werden allerdings erst in seinen *Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie*, Paris, 1875, p234 veröffentlicht.) Von Bernard wird diese Kombination als *Mischnarkose* bezeichnet; er hält sie auch für eine geeignete Methode in der Geburtshilfe. Während sich in England diese Kombinationsnarkose eine Weile noch nicht durchsetzen kann, wird sie bald in Frankreich (L. Labbé, E. Guyon 1872) äußerst populär. Guibert von Saint-Brieuc unterscheidet hierbei zwei Narkosephasen: Der Analgesie (mit

Morphium) und der Anästhesie (mit Chloroform). Man schätzt diese Mischnarkose sehr, da das Opiat die Einleitungszeit des Chloroforms merklich verkürzt.

O. Kappeler erwähnt 1880 die *Morphiumchloroformnarkose* von v. Pitha und v. Nussbaum ebenso lobend. Das der per Rectum applizierte Belladonnaextrakt oder das in der Toleranzphase injizierte Morphin verlängert die Aufwachphase der Chloroformnarkose um einige Stunden. Über ähnlich günstige Erfahrungen berichtet auch Uterhart. Nach Mollow verringert das Morphin die Gefahren der Narkose durch Herabsetzung der Irritabilität der Respirationsschleimhaut, der Reflexe des Atemorgans und der *Reizung der excitomotorischen Herzganglien*. Insgesamt nahmen Mollow wie auch Kappeler an, daß bei dieser Narkosekombination eine Lähmung von Kreislauf- und Atemzentren durch die niedrigere Dosis Chloroform nicht mehr zu befürchten sei. Auch dieser Erfahrung wurde widersprochen. Verabreichte man das Opiat unmittelbar vor Beginn des Chloroformierens, so nahmen asphyktische Zwischenfälle zu (Demarquay, Rigaud und Sarazin in Strassburg). Deutsche Kliniker wie K. Thiersch (in Leipzig), F. König und K. Hueter (in Rostock) haben Morphin prä- oder intraoperativ mit guten Ergebnissen verabreicht, welche dann auch von Kappeler in elf gut dokumentierten Fällen bestätigt wurden. Kappeler fügt jedoch hinzu, daß nach der Morphin-Chloroformnarkose Erbrechen häufiger vorkommt.

Mit O. Liebreich (1869), der 1873 Platin-Iridium-Kanülen für die Pravaz-Spritze vorschlug, nahm die intravenöse Anästhesie bald eine tragische Wende. Das Chloralhydrat, bereits 1832 von Justus v. Liebig entdeckt, wurde von Liebreich 1869 als wasserlösliches Hypnotikum empfohlen und angenommen, daß diese Substanz im Körper ins Chloroform umgebaut würde. Darum schlug er aufgrund zahlreicher Tierexperimente vor, das Chloralhydrat s.c. zu injizieren (*Compt. Rend. Acad. Sci.*, Paris, 1869; 69: 486). Seine ersten Humanversuche endeten zwar nicht tödlich, gingen aber mit einer sehr langen und tiefen Schlafphase einher. Indessen hatte J. Personne Liebreichs Postulat über die in vivo Chloroformentstehung teilweise widerlegt (1869). Dennoch benutzte man das Chloralhydrat bis 1874 auf dem Kontinent als Sedativum und Schlafmittel in der Behandlung von Neuralgie, Delirium tremens, Eklampsie und Tetanus mit einigem Erfolg. In England fand aber B. W. Richardson schon 1869 heraus, daß die partielle Freisetzung von Chloroform ohne praktische Bedeutung sei, desweiteren, daß die langanhaltende Schlafperiode nur für eine kurze Analgesie ausreicht und daß das Chloralhydrat als Hypnotikum oder Anästhetikum dem Opium oder Chloroform keineswegs überlegen sein könne, zumal tödliche Zwischenfälle schon bei leichter Überdosis eintreten (B.W. Richardson: *Brit. med. J.* 1869; ii: 243; zit. Duncum 1947). Da das Chloralhydrat auch eine markante Hypothermie erzeugt, könne man es immerhin, so die Meinung von Richardson, bei erhöhter Temperatur und schmerzhaften Muskelspasmen anwenden. Ab 1870 befaßten sich die Mitglieder der Société de Chirurgie in Paris mit der Substanz, die eine Weile als Substrat und Rivale für das Morphin bei der Bernardschen Mischnarkose angesehen wurde. Erfahrungen hatten sie nur durch einige Kasuistiken gesammelt und waren allesamt durch den extrem langen postnarkotischen Sopor irritiert. Letztlich konnte dieses Gremium nicht bestätigen, daß Forné's Thesen über die Vorteile der Chloralhydrat-Chloroform-Mischnarkose zuträfen. (Später wird von Sir R. Macintosh und F. B. Bannister das Konzept der Basisnarkose noch einmal vertreten werden.)

1872 setzte Pierre-Cyprien Oré (1828-1889) in Bordeaux Chloralhydrat zur intravenösen Narkose ein, fand aber bald schon keine Nachahmer mehr, da diese Art Anästhesie mit einer untragbar hohen Mortalität einherging (Hügin, 1989).

Zukunftweisend für spätere Prämedikationsschemata war die Empfehlung von B. Bell (1858), Belladonna und Opium zusammen zu verabreichen, von deren Kombination er eine Erweiterung des therapeutischen Spektrums und eine gegenseitige Antagonisierung der unerwünschten Nebenwirkungen erhofft hatte. Toxikologische Experimente schienen diese Annahme zunächst zu bestätigen und ein nicht geringer als Albrecht von Graefe (+1870), dessen Berliner Augenklinik in der Gründerzeit schon Weltruhm erlangte, empfahl fortan die

s.c. Morphininjektion um der Atropin-induzierten Mydriasis entgegenzuwirken (Duncum 1947). Dieser Atropin-Morphium-Antagonismus diente dann lange als Musterbeispiel für physiologische Forschungen der vegetativen Innervation des Herzens (J. Harley 1868). W. Munro, E. A. Schäfer und T. R. Fraser setzten in ihren Tierexperimenten das Atropin zur Vorbeugung der kardiainhibitorischen Reflexe unter Chloroformnarkose ein (1880), für ein Verfahren, das auch in Frankreich von Physiologen wie M. Aubert, J. A. D. Dastre (1883) sowie von G. Julliard eifrig propagiert, nicht aber von der Hyderabad Chloroform-Commission akzeptiert wurde. Lediglich die s.c. Morphingabe vor Chloroformnarkose hat man für sinnvoll erachtet.

So sehr auch diese Mischnarkosen, mit oder ohne Belladonnaextrakte von den Experimentalphysiologen und Pharmakologen gepriesen wurden, waren die meisten Operateure in Frankreich und in England um 1890 noch immer nicht bereit, sie anzuwenden. O. Kappeler erprobte die Morphin-Äther-Kombination in 25 Fällen, wohl unter dem Einfluß von G. Julliard, erlebte aber eher eine Verstärkung der Exzitationsphase und des Laryngospasmus (Kappeler 1880: *Anaesthetica*, S. 210). Für dieses Paradoxon fanden später Macintosh und Bannister eine prägnante Erklärung*.

(* R. R. Macintosh, F. B. Bannister 1945: *Essentials of General Anaesthesia*. Blackwell, Oxford, p167-168

Alle Versuche, diese durchaus sinnvolle Interaktion zwischen Belladonna und Opiaten vor und während der Anästhesie dienstbar zu machen, scheiterten zunächst, bis 1900 Eduard Schneiderlin im badischen Emmendingen statt Atropin Scopolamin (und Morphin) zur Analgosedierung und Anxiolyse empfohlen hatte, um „den Act des Narcotisierens...mit den qualvollen Sensationen..“ für die Patienten angenehmer zu gestalten. Dieser *Dämmer Schlaf*

fand als *neue Narkose* einige Nachahmer unter Chirurgen (B. Korff) und Frauenärzten (C. J. Gauss, R. v. Steinbüchel), auch in der Kombination mit Äther (Hartog 1903), welche durch Dosisreduktion trotz ungereinigter Hyoscyaminpräparate bessere Resultate erzielten. Schneiderlins Methode wurde auch im Ausland populär und blieb, obwohl G. Crile's Anoci-Association (1910) und J. S. Lundy's "balanced anesthesia" (1926) dieselbe Ziele verfolgten, bis in die fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts in Gebrauch (Goerig 1997).

Beitrag der Physiologen und Pharmakologen:

Neben Untersuchungen der Societas Germanicorum Medicorum Parisiensis über Ätherfragen verdanken wir die meisten grundlegenden Kenntnisse über Pharmakodynamik und Toxizität von Anästhetika sowie über das Wesen der Narkose (s.u.) vor allem den französischen Physiologen A.-A.-L.-M. Velpeau*, François Magendie**sowie Claude Bernard***, einem Schüler Magendie's. Bernard's experimentelle Studien, die sich vielfach mit Anästhesiefragen befassen, können in einer englischen Neuauflage von Greene und Henderson aus dem Jahre 1957 nachgelesen werden.

(A. -A.- L.-M. Velpeau 1847: Sur les effets de l'éther. *Compt. Rend. Acad. Sci*, Paris 24: 129-134; ** F. Magendie 1847: Remarques de M. Magendie à l'occasion de cette communication. *Compt. Rend. Acad. Sci*. Paris 24: 134-138; *** C. Bernard 1875: Leçons sur les anesthésiques et sur l'asphyxie. J.B. Baillièere et Fils, Paris)

Man kann mit Fug und Recht sagen, daß ohne Bernard's Experimente die klinische Anästhesie noch lange auf ihre wissenschaftliche Fundierung hätte warten müssen (Keys 1968). Andere französische Physiologen wie J.-P. Flourens (Entdecker des Atemzentrums, s.o.) lenkten die Aufmerksamkeit auf die toxische Wirkung des Chloroforms, dessen Thesen aber erst durch die zwei Hyderabad-Kommissionen bestätigt wurden (Hyderabad Chloroform Commission 1890: *Lancet* 1:149-159, 421-429, 486-510 und 1369-1393).

Die nach 1860 gehäuft aufgetretenen Todesfälle in Chloroformnarkose machten eine intensive Forschung nach den Ursachen von Atem- und Herzstillstand, aber auch nach der Suche von Analeptika und Kreislaufmitteln erforderlich, zumal das Verabreichen des Äthers per Rektum, die Anwendung neuer Inhalationsanästhetika und des intravenös applizierten Chloralhydrats (s.o.) enttäuschende Resultate lieferten. Immerhin konnte sich die nun seit 100 Jahren enthusiastisch empfohlene Elektromedizin in der Abwendung übler Narkosezwischenfälle als Alternative anbieten, wurde doch schon 1829 von W. Krimer eine (noch erfolglose) direkte Myokardstimulation als Wiederbelebungsmaßnahme bei Gasvergiftung angewandt*.

(* W. Krimer 1829: *J. Chir. und Augenheilk.* 13: 520)

Allerdings war die Zeit für die Elektrotherapie bei Notfällen noch nicht reif. Man schreckte vor der externen Beeinflussung des Herzrhythmus auch im Experiment zurück. Eine Passage in Carl Vogts *Physiologische Briefe* (Gießen 1861, S.30) soll dies verdeutlichen:

„Das Herz ist eine mit Ventilen versehene Druckpumpe, die nach bestimmten physikalischen Gesetzen eingerichtet ist und diesen gemäß arbeitet. Und so wäre es denn der Physiologie gelungen, das Herz, das so unruhig bewegte in der Menschenbrust, zu zähmen, ihm Fesseln anzulegen und Gesetze aufbürden. Es wäre uns gegangen, wie dem Peter in Hauffs Märchen vom Tannenhäuser, dem man das lebendige Herz aus der Brust riß und ein steinernes einsetzte, das zwar auch pochte und das Blut umtrieb; das aber keinen Antheil nahm an seinen Leiden und Freuden, das in Liebe und Haß gleichmäßig fortschlug, wie das Ticktack einer Uhr“.

Etienne Jules Marey (1830-1904), Entdecker der graphischen Methode der Kreislaufforschung war von der Möglichkeit der Darstellung von Herzaktionen und Pulswellen hingegen so entzückt, daß er als ein neuer Vertreter der mechanistischen Lehre (*La machine animale* 1873) mit sphygmographischen Studien ab 1860 eine exakte Registrierung der kardiovaskulären Dynamik erarbeitete. In Deutschland war wiederum O. Kappeler der erste, der diese Methode zur Analyse der Kreislaufwirkungen des Chloroforms im Tierexperiment vor 1880 einsetzte (O. Kappeler 1880: *Anaesthetica*, S. 60), nur einige Jahre vor dem ersten menschlichen Elektrokardiogramm (A. D. Waller 1887) und der Blutdruckmessung (Scipione Riva-Rocci 1891).

Wenn auch Friedrich Schiller und A. v. Humboldt sich in ihren Jenaer Kamingsgesprächen schon 1807 der Rolle der Nervenendigungen und -fluidum in der neuromuskulären Impulsübertragung auf spekulative Weise nahe kamen, gelang die Klärung des Angriffsorts und des Wirkungsmechanismus von Curare erst 1856 Claude Bernard, dessen Werk *Analyse physiologique des propriétés des systèmes musculaire et nerveux au moyen du curare* (Compt. Rend. Acad. Sci, Paris 3. Nov. 1856) im Todesjahr Humboldts erschien. Diese Mitteilung löste allerdings gleich einen Prioritätenstreit mit R. A. Kölliker (1817-1905) aus, der im gleichen Jahr 1856 seine Würzburger Experimente mit dem Curare auch in den Comptes Rend. Sci. (Paris) am 27. Oktober und zuvor in Virchows Archiv (1856; 10:3-77) veröffentlicht hatte (Döring 1990). Doch hatte Bernard schon 1844 mit T. J. Peleuze in Paris mit dem Curare einige Versuche angestellt und diese 1850 publiziert (Compt. Rend. Sci Paris, 1850; 31:533).

Ab 1859 wird das Curare als ultima ratio Therapie auch an Tetanus- und Lyssakranken erprobt*.

(* L. Vella 1859: *Compt. Rend. Acad. Science*, vol. 49: 330; W. Busch 1867: *Niederrhein. Gesellschaft für Natur- und Heilkunde*; F. A. Hoffmann 1879: *Berl. klin. Wschr.*, S. 637; Offenberg 1879: *Geheilte Hunds Wut* und F. Penzoldt 1882: *Berl. klin. Wschr.*, S. 33; zit. Meyer und Gottlieb 1922)

Kölliker stellte fest, daß das Curare (*Urari*) nicht auf die sensiblen Nerven wirkt und praktisch keinen Einfluß auf die Nervenstämme, oder in den Liquorraum injiziert am Rückenmark ausübt. (Die erste deutsche Inauguraldissertation über dieses Pfeilgift ist schon 1817 in Tübingen von J. Ph. Emmer verfaßt worden: *De veneno americano*. Diese Arbeit war Kölliker bekannt.) Auch wies Kölliker nach, daß der Tod durch Curare bei Säugetieren infolge der Atemlähmung eintritt. Diese Erkenntnis war allerdings nicht neu; schon 1811 fand

Sir Benjamin Brodie heraus, daß die mit Curare gelähmten Tiere durch künstliche Beatmung gerettet werden können.

Nach Köllikers Curarestudien reißen die Bemühungen nicht mehr ab die Struktur der neuromuskulären Verbindungsstellen zu enträtseln, für deren Nachweis sich das Curare als Idealsubstanz herausstellte. Schon 1860 nahm der Leipziger Physiologe Otto Funke die Existenz einer solchen Bindungsstelle der motorischen Nervenfasern an, „welcher in den Verlauf der Fasern dicht vor ihren letzten Enden...eingeschoben ist“. Fast gleichzeitig arbeitete auch der Göttinger Anatom W. Krause *Ueber die Endigung der Muskelnerven* (1863). Durch Krause (1863) und Ch. Rouget (Montpellier, 1862) wird die Feinstruktur der von Krause als *motorische Endplatte* bezeichneten Verbindungsstellen erstmals bildlich dargestellt.

(*W. Krause 1863: Ueber die Endigung der Muskelnerven. Zschr. f. Rationelle Med. XVIII. Band:135-59)

In ihren Fußstapfen folgten A. v. Bezdol ab 1860 in Jena und 1886 W. Kühne* in Heidelberg. Bezdol wies nach, dass das Gift die Erregbarkeit der motorischen Nerven durch das Curare eher erhöht und sah die funktionelle Verknüpfung zwischen Muskeln und Nerv als Angriffsort der Substanz an. Dabei kam ihm ein *Sauerwaldscher Multiplikator* als Elektrostimulator zur Hilfe, mit dem *die negative Schwankung des Nervenstroms* gemessen wurde!

(* W. Kühne 1886: Über die Wirkung des Pfeilgiftes auf die Nervenstämmchen. Festschrift des nat.med. Vereins)

Die Curareforschung warf die Frage nach der zentralen Lähmung unter Narkose erneut auf. Für das Weiterkommen sollte daher die chemische Analyse der diversen Curarearten erfolgen ohne die keine toxikologischen oder klinischen Experimente denkbar waren. Schon J. B. Boussingault, F.D. Roulin (1828) und Heintz (1847) versuchten das wirksame Prinzip des Curare durch Extraktion darzustellen (Döring 1990), dies gelang jedoch erst Rudolf Boehm (1844-1926), der in Fortsetzung seiner Alkaloidenforschung über Veratrin, Acotinon und Digitalis 1895 erstmals annähernd reine Verbindungen aus den Tubocurare gewonnenen Stoffen isolieren konnte und sie als Curin und Tubocurarin bezeichnete. Boehms Studien über Nervengifte übten auf die Pharmakologie um die Jahrhundertwende einen enormen Einfluß aus. Er griff Sobornheims Idee über die zelluläre Speicherung dieser giftigen Alkaloide auf, der Nachweis dieses Vorganges glückte jedoch erst seinem Schüler Walther Straub. Boehm stellte aber damit das Postulat über die *receptive substance of the cells*, über diese Bindungsstellen noch vor J. N. Langley (1907) auf (Stille 1994):

„So gibt es Hinweise dafür, dass die Mehrzahl der Substanzen bei denen man gewöhnlich annimmt, sie wirkten auf die Nervenendigungen (wie z.B. Nikotin, Curare, Atropin, Pilocarpin und Strychnin), die *rezeptiven Substanzen der Zelle* angreifen“.

Bis 1898 befaßte sich Boehm neben diesen quaternären Alkaloiden auch mit dem Calebassen- und Topfcurare, deren wirksame Bestandteile Curarin und Protocurarin als hochwirksame Muskelrelaxantien erst im frühen 20. Jahrhundert auch in der Narkosepraxis eingesetzt wurden (A. Läden 1910), ehe die Herstellung des d-Tubocurarin H. King 1935 gelungen ist*.

(* H. King 1935: Curare Alkaloids. Part I. Tubocurarine. *J. chem. Soc.* Part II: 1381-1289)

Es bleibt Boehms Verdienst, für die Zusammenarbeit der experimentellen Institute mit den klinischen Fächern energisch eingetreten zu haben. Vermutlich sind auch die ersten Therapieversuche den Wundstarrkrampf mit Curare zu lindern (A. Läden 1906) auf sein Anraten erfolgt. Ab 1891 stand das Curarepräparat TabloidTM von Burroughs Wellcome & Co zur subkutanen Anwendung bereits im Handel zur Verfügung. Schließlich fand J. Pal 1900 an relaxierten und künstlich beatmeten Tieren in Physostigmin auch ein Gegengift der Curarealkaloide (Pal 1901).

Diese fruchtbare Periode der Alkaloidenchemie, die weitgehend eine Leistung deutscher Anatomen, Physiologen und Pharmakologen war, fand ihre Vollendung in Wirken und Werken von Louis Lewin (1850-1929), der sich jahrzehntelang mit den Pfeilgiften aller Art befasst hatte. Seine großen Monographien (*Die Gifte in der Weltgeschichte, Gifte und Vergiftungen* und die *Phantastica: Die betäubenden und erregenden Genussmittel*) erschienen allerdings erst zwischen 1920 und 1927 und blieben daher auf die frühere Curarforschung in Deutschland ohne Einfluß. Kurz vor der Jahrhundertwende brachte er jedoch die Summe seiner Forschungen über *Die Pfeilgifte* (Berlin 1894) und das *Lehrbuch der Toxikologie* noch 1897 heraus. Er befasste sich aber schon während der Studienzeit mit der chronischen Morphinvergiftung und fand in A. v. Humboldts Aufzeichnungen einige Hinweise auf Tierversuche mit Opium, die Humboldt noch selber durchgeführt hatte. Lewins Interesse galt ab 1883 dem von Sigmund Freud postulierten Antagonismus zwischen Morphin und Cocain. Freuds Thesen über die Cocaintherapie des Morphinismus hatte Lewin schon früh als einen gefährlichen Irrtum eingeschätzt und auf die Folgen der kombinierten Sucht von Opiaten, Cocain, Äther, Chloroform und Chloralhydrat hingewiesen. In den zwanziger Jahren arbeitete er dann mit dem Heidelberger Psychiater Kurt Behringer über optische Cocain-Antipode ohne Suchtpotential zusammen. Diese hatte jedoch auch Richard Willstätter nicht finden können. Lewin trug ganz wesentlich dazu bei, dass die erste Konferenz über Narkotika in Shanghai und die erste Haager Konvention über Opiumkontrolle zustande gekommen sind (Holmstedt 1992).

In der Cocainforschung haben neben Lewin auch deutsche Physiologen Pionierarbeit geleistet. Franz Wöhler (+1882), seinem Schüler Albert Niemann (1834-1861) und nach Niemanns Tod Lossen gelang es 1860, aus den Blättern der peruvianischen Erythroxyton Coca das wasserlösliche Alkaloid Cocain in Reinform darzustellen (Nolte 1996), dessen chemische Struktur der des Atropin nahe steht. Wöhler machte im Selbstversuch die gleichen Erfahrungen wie die koka-kauenden Eingeborenen in Peru:

„Es schmeckt bitterlich und übt auf die Zungennerven eine eigenartige Wirkung aus, so dass die Berührungsstelle vorübergehend wie betäubt, fast gefühllos wird (F. Wöhler 1860: *Annalen der Chemie und Pharmazie* Bd. 114: 216)

Ähnlich lokalanästhetische Effekte haben auch de Marle (1862), K. Ritter v. Schroff (1862), Karl Ritter v. Scherzer (1865) aus Österreich* und der Militärarzt Moreno y Mays in Peru (1868) beobachtet.

(* Der Naturforscher v. Scherzer hatte in den Jahren 1857-1859 auf der österreichischen „Novara“ an einer Weltumsegelung teilgenommen und größere Mengen Kokablätter nach Europa mitgebracht; H. Nolte 1996).

Im Selbstversuch stellte Vasil v. Anrep die anästhesierende Wirkung gegen Nadelstiche nach subkutaner Cocaininjektion fest (v. Anrep 1880: *Pflügers Arch.* 21: 38). Von hier war es nur noch ein kleiner Schritt bis zur Mitteilung des Wiener Augenarztes Carl Koller (1857-1944), dessen sensationeller Bericht über die *Cocainanästhesie des Auges* auf dem Heidelberger Tagung der Ophthalmologischen Gesellschaft vom Triester Augenarzt und Numismatiker Josef Brettauer (1835-1905), Sammler der größten europäischen Münzkollektion, vorgelesen wurde. Brettauer war Vorstandsmitglied und Koller hatte wohl keine finanziellen Mittel, um selbst nach Heidelberg zu fahren. Kollers Entdeckung erfolgte eher zufällig, als er zum Unempfindlichmachen der Cornea nach vergeblichen Versuchen mit Morphin, Chloral und Bromiden auf Anraten von S. Freud Cocain einsetzte (Hügin 1989). Vorausgegangen waren vergebliche Versuche Freuds die Phantomschmerzen eines Arztkollegen anstatt mit Morphin mit Cocaininfiltrationen zu behandeln. Freilich waren Koller die frühen Experimente mit diesem Lokalanästhetikum des V. v. Anrep und dem Pariser Laryngologen P. Ch. H. Fauvel (+1895), der vorher mit Cocain den Kehlkopf anästhesierte, bekannt. Kollers Mitteilungen (1884) und Brettauers klinische Demonstrationen überzeugten das Auditorium. Und wie die Ätheranästhesie Morton's verbreitete sich auch diese Nachricht über die

Entdeckung der Lokalanästhesie in Windeseile über ganz Europa und Amerika. Die göttliche Pflanze der Inkas eroberte die Neue Welt wieder und machte Koller unsterblich (Hügin 1989).

Koller wurde berühmt, erhielt den Kosenamen „Coca-Koller“, eine feste Anstellung und ein Salär, mit dem

er hätte glücklich werden können. „Doch ein schlimmer Zwischenfall mit einem Chirurgen, der ihn als unverschämten Juden beschimpfte und eine temperamentvolle Reaktion Kollers zerschlugen die Hoffnung. Koller ging nach Utrecht, beschäftigte sich nur noch mit der Optik des Auges und wanderte schließlich 1888 nach New York aus“ (Hügin 1989). In Europa wurde er wohl vergessen: Pagel erwähnt ihn 1900 in seinem Biographischen Lexikon nicht mehr. Spätere Literaturrecherchen förderten seine Korrespondenz mit M. G. Seelig (Keys 1968) und Erik Nordersson zutage (G.Liljestrand 1965: *Sudhoffs Archiv f. Gesch. d. Med. und d. Naturwissenschaft* 49: 1) und ließen erkennen, daß Kollers Interesse an seinem Cocain bis zu seinem Tode erhalten blieb (Hügin 1989).

Mit dem Cocain haben die Pharmakologen ein Alkaloid gefunden, das nur die sensorischen Nerven zu lähmen vermag (Alms: Dubois Archiv 1886), während das Curare seine Wirkung ausschließlich an den motorischen Nervenendigungen entfaltet. Diese Selektivität erwies sich nicht nur für die Physiologen und Neuropharmakologen als ein Glücksfall. Dieses Alkaloid-Zwillingspaar mit peripherem Angriffsort an Nerven zeigte auch der Anästhesiepraxis zwei alternative Wege: Einerseits die Option die Analgesie von der Narkose zu trennen und andererseits durch künstliche Beatmung und Relaxierung der Chirurgie atraumatische Technik und das Eindringen in die Körperhöhlen zu ermöglichen.

Die frühen Versuche mit Cocain und Curare führten in wenigen Jahren eine große Revolution bei den operativen Eingriffen herbei. In wenigen Jahren wuchs der Inhalationsnarkose die Regionalanästhesie als ebenbürtiger Rivale heran, mit der ein uralter Traum der leidenden Menschen in Erfüllung ging, während das Curare als Muskelrelaxans mit Egalisierung der Apnoe, eines früheren sicheren Todeszeichens, das therapeutische Arsenal der Anästhesisten bereicherte (Harold R. Griffith und G. Enid Johnson 1942: *Anesthesiology* 3:418-420). Dies ist aber schon eine andere Geschichte, deren weitere Entwicklungsstufen im nächsten historischen Kapitel erzählt werden.

Experimente über das Wesen der Narkose: Die ersten Narkosetheorien vor 1900 (nach Drozda 1880, Eulenburg 1898, Müller 1908, Dumont 1903, Duncum 1947, Keys 1968)

Wir sahen, dass Morton's Ätherdemonstrationen die bis dahin gültige, traditionelle Lehre von der lokalen Schmerzgenese im Operationsgebiet widerlegt hatten. M.-J.-P. Flourens und Fr.-A. Longet zogen schon 1847 aus dem Verlauf und der Symptomatik der Äthernarkose die Schlussfolgerung, dass die Inhalationsanästhetika selektiv, hauptsächlich auf das zentrale Nervensystem wirken (Dumont 1903). Andererseits war die Lipophilie der Inhalationsanästhetika den Chemikern um 1847 hinlänglich bekannt, so daß man zunächst weitgehend an *der Fettlöslichkeitstheorie* festhielt (v. Bibra und Harless 1847; s.o.) und den neuronalen Fettabbau und die Leberverfettung mit der anästhesiebedingten Fettmobilisierung zu erklären versuchte.

Gleichzeitig wirkten jedoch noch ältere Vorstellungen über die *Trägheit des Gehirns* und die *Affektion der Nerven durch die Blutmasse* sowie über die *Hirnanämie* (K. Binz 1877), Blutleere der Piagefäße (P. Schultz, 1866, G. Albertotti und A. Mosso 1878, J. V. Drozda 1880), Entwässerung des Protoplasmas (R. Dubois 1885-88) oder eine Verlangsamung der Stoffwechselprozesse (S. Arloing 1880) mit konsekutivem Temperaturabfall und Wärmeverlust (C. Dumeril, Demarquay, Scheinesson 1868, Drozda 1880) als Ursachen und Folgeerscheinungen der Narkose eine Weile mit.

Arloing maß um 1880 die pulmonale Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureabgabe unter der Narkose und kam zum Ergebnis, daß der Quotient CO_2/O_2 mit der Stoffwechselaktivität sehr gut korreliert. G. Dieulafoy und M. Krishaber vertraten aufgrund ihrer Studien (in der *Gazettedes Hôpitaux* 1869; 55: 214) eine andere Hypothese, wonach die in das arterielle Blut gelangten Äther- und Chloroformdämpfe erst die Neuronen und Ganglien der peripheren

sensiblen Nerven anästhesierten. Das zentrale Nervensystem wäre nur durch Fortpflanzung dieser Nervenblockade ausgeschaltet (sog. *zentripetale Anästhesietheorie* von Lemaire und Moreau). Die direkte Applikation des Chloroforms auf die freigelegte Hirnrinde (Fauré 1858) oder die Chloroforminjektionen in die Carotiden schienen, weil beide keine Narkose hervorriefen, diesen zentripetalen Mechanismus zu bestätigen, bis J. Bernstein in Halle in seinen *Untersuchungen über den Erregungsvorgang im Nerven- und Muskelsystem* (Heidelberg 1871) experimentell den Nachweis lieferte, daß „zur Hervorrufung einer kompletten Anaesthesia und Lähmung der motorischen Bahnen die Einwirkung der Anaesthetica auf die Nervencentra unbedingt notwendig sei“ (Drozda 1880). Scheinesson glaubte hingegen be –weisen zu können, daß weder die vasomotorischen Nerven noch die Innervation der glatten Muskelfasern durch Anästhetika beeinträchtigt werden.

Die Bedeutung der Verteilungskoeffizienten, also das Verhältnis zwischen Fett- und Wasserlöslichkeit wurde erst 1893 von Charles Richet erkannt (Compt. Rend. Soc. Biol. Paris 22. Juli 1893). Damit wurde die fünfzig Jahre alte Fettlöslichkeitstheorie wieder in die Diskussion gebracht. Pohl hat mit dieser Arbeitshypothese übereinstimmend eine hohe Affinität der an Cholesterin reichen Erythrozyten gegenüber Chloroform nachgewiesen, während Frantz in seiner Inauguraldissertation (Würzburg 1895) und Archangelsky (1901) denselben Befund für Äther und Chloralhydrat erbracht haben.

H. H. Meyer* und E. Overton** verglichen um 1900 diese Teilungskoeffizienten für eine große Anzahl indifferenten Verbindungen mit narkotischer Potenz und erkannten dabei, dies war ihr Verdienst, die Gesetzmäßigkeit, daß die zur Narkose ausreichende Molekularkonzentration mit dem wachsenden Teilungskoeffizienten abnimmt und die Wirkungsstärke mit der relativen Fettlöslichkeit ansteigt (Meyer und Gottlieb 1922).

(* H. H. Meyer 1899: Zur Theorie der Alkoholnarkose. *Arch. f. exp. Path. und Pharm.* Bd. 42; ** E. Overton 1901: Studien über die Narkose. Gustav Fischer Verlag, Jena)

Vor der Jahrhundertwende erkannten die Chemiker auch die Bedeutung der Fettsäurenreihe und der Methylierung bzw. der Halogenierung der Methanreihe für die Synthese neuer Inhalationsanästhetika. Ihrer strengen Dosis-Wirkung-Beziehung standen die Alkaloide der Solanaceae und des Opiums gegenüber, bei denen zuweilen erstaunlich kleine Mengen eine volle Wirkung entfalteten (A. Eulenburg 1898). Diese Paradoxie führte später zur Erkennung von spezifischen Bindungsstellen, der Rezeptoren auf der Zellmembran.

Die Kunst des Narkotisierens: Stand der Anästhesiepraxis in Deutschland um 1900

Die ununterbrochene Anstrengung, die Symptomatik und den stadienhaften Verlauf der Vollnarkose exakter zu beschreiben, eine Qualitätskontrolle durch Narkosestatistiken zu etablieren, die Narkosepraxis von riskanten Methoden durch internationale Narkosekommissionen zu befreien, die ersten Ansätze fortlaufender, apparativer Patientenüberwachung (Kappeler's sphygmographische Methode 1880) einzuführen, sowie Fachgesellschaften zu gründen und die Facharztausbildung voranzutreiben, waren zweifelsohne wichtige gesundheitspolitische Ziele des ausgehenden 19. Jahrhunderts, welche damals in Deutschland in ihrer Gesamtheit unerfüllbar bleiben mußten. Mit dem Beruf des Narkosespezialisten setzte hingegen in England eine Separationsbewegung von den operativen Grundfächern mit J. Snow vor 1858 und J. Th. Clover schon ab 1862 ein. Um 1890 gab es zahlreiche Spezialärzte, welche die *Apparatennarkose* mit professionellem Geschick durchführten. Mit D. W. Buxton's Textbuch *Anaesthetics: Their Uses and Administration* (1888) und F. W. Hewitt's *Anaesthetics and Their Administration* (1893), wurde ein bisher unbekannter hoher Standard in der Anästhesiepraxis eingefordert. Wohltuend ist in Buxton's Buch zu lesen welchen Bekanntheitsgrad Kappeler's Mischnarkosen

damals in England bereits erreicht hatten. Es war nicht mehr zu übersehen, daß die Narkosepraxis ihre Pionierphase hinter sich gebracht hatte und daß jetzt eine Epoche kommen sollte, in der nicht mehr die enorme Vielfalt der Konstruktionen (**Tab. 1-3**), sondern neue Anästhesiekonzepte (s.o.) vorherrschen werden. In dieser Umbruchsstimmung wurde das 50jährige Jubiläum der ersten Äthernarkose auf der ganzen Welt begangen.

In Deutschland wurden im letzten Jahrzehnt des 19. Jahrhunderts die Grundlagen der Lokal-, Regional- und neuroaxialen Blockaden gelegt, welche bald als echte Alternativen zur Überdrucknarkose die Alltagspraxis weltweit erobern sollten. Nur wollte das neue Spezialgebiet *Narkologie*, *Narkosiologie* oder *Anaesthetologie*, um die altertümlichen Ausdrücke von W. B. Müller (1908) zu gebrauchen, nicht vom Stapel gehen. In den meisten Kliniken gab es noch keine Narkosespezialisten, nur junge Narkotiseure und die *Pulsarii*. An die Existenzberechtigung der Anästhesie als selbstständiges Fach glaubten damals auch die Pioniere der Narkoseforschung nicht. Auch Heinrich Braun (1862-1934) wird noch 1921 auf dem 45. Kongreß der Deutschen Gesellschaft für Chirurgie zu den *Grenzen der örtlichen Betäubung* denselben Standpunkt vertreten, wenn auch aus der Sicht der Operateure aus nichtuniversitärem Bereich und mit einem Blick in die ferne Zukunft:

„Ich halte eine weitergehende Einschränkung der Narkose schon deshalb nicht für erwünscht, weil sie vorläufig nicht entbehrlich ist. Die Ärzte müssen deshalb nicht nur in den Universitätskliniken, sondern in allen Krankenhäusern lernen, gut zu narkotisieren“

Verunsichert von den recht widersprüchlichen Resultaten der englischen Narkosekommissionen regte die Deutsche Gesellschaft für Chirurgie 1890 ebenfalls eine *Sammelforschung über die chirurgische Anaesthesierung* an, in der etwa 50.000 Narkosen an 54 europäischen Kliniken analysiert werden sollten. Die Ergebnisse hatte der Berliner Chirurg Ernst Julius Gurlt (1825-1899) auf dem 22. Chirurgenkongreß 1893 vorgestellt. (Gurlts Ruf begründete sein leider unvollendetes dreibändiges Riesenwerk *Geschichte der Chirurgie*, dessen letzten Band 1898 erschienen ist.) Zuvor hatte auch schon A. Menzel 1877 einen Vorschlag "zur Statistik der Narkose" gemacht, seine Anregung blieb jedoch ohne Echo. Gurlt, der den Fehler von zu kleinen Zahlen befürchtete, aber die Daten aus dem zahnärztlichen Bereich dennoch ausklammerte, stellte fest, daß die bereinigte Letalität bei 161.800 Narkosen mit 52 Todesfällen 1: 3097 beträgt (Röse und Scharff 1993; s. a. **Tab. 5**). Die Tatsache, daß in den Jahren 1892/93 unter 6213 Äthernarkosen kein einziger Todesfall zu beklagen war, bewies die evidente Gefährlichkeit des Chloroforms mit einer nicht zu überbietenden Deutlichkeit. Roux aus Genf brachte die Ernüchterung der Chloroformisten offen zum Ausdruck:

„Ich bin Aetherfreund geworden. Meine Studien- und Assistentenzeit habe ich unter Chloroform erlebt...bis ich bei Julliard die Vortheile der Aethernarcose kennen lernte. Seit dieser Zeit habe ich erst ohne Angst operiren können.. Die Gemüthsruhe, mit welcher (ich) bei der Aethernarcose operiren kann, im Vergleich mit der permanenter Besorgnis bei der Chloroformnarcose, ist der Art, dass ich überzeugt bin, die meisten Chirurgen Deutschlands werden in 10 Jahren Aether gebrauchen, wenn nicht bis dahin ein neues Narcoticum gefunden wird, das besser ist, als beide.“

Dieses neue Narcoticum ist zwar nicht gefunden worden, aber neue Methoden, die die Anästhesiepraxis auch in Deutschland sicherer machten. Gemeint sind die Regionalanästhesie, die Intubation und die Überdrucknarkose. C. L. Schleich, Erfinder und Protagonist der Infiltrationsanästhesie (1892/94) faßte die *Kunst des Anaesthesierens* in diesen Jahren zusammen. Diese, seiner Monographie *Schmerzlose Operationen** (1894) entnommene Bewertung klingt wie eine Absage an die bisher gebräuchlichen Anästhesiemethoden mit Inhalationsnarkotika:

„Nun sehe man aber einmal der Einleitung einer Narkose aufmerksam zu. Die Maske bedeckt Nase und Mund des Patienten, er athmet einen irritierenden, Husten und Speichelfluss auslösenden Stoff ein..., er will frische Luft holen, sich aufrichten, um Aufschub bitten; 3-4 Hände drücken den Kopf gewaltsam nieder; er bekommt Angst, der Athem will ausbleiben, das Herz jagt, die Pulse klopfen, die Gedanken verwirren sich... die Furcht zu sterben, drängt sich gewaltsam auf“.

(* C. L. Schleichs *Besonnte Vergangenheit. Lebenserinnerungen 1859-1919* wurde bald nach Veröffentlichung 1920 ein Bestseller, dessen Publikumserfolg bis zu Hans Killians autobiographische Schriften von keinem anderen populärem Werk aus der Feder eines Arztes in Deutschland übertroffen wurde.)

Von ähnlichen Erlebnissen beunruhigt, fragte sich F. W. Hewitt (1857-1916) auch, "warum die Todesfälle durch Anästhetika nicht allmählich abnehmen". Er sah die Ursachen vor allem in der ungeklärten Kompetenz und im niedrigen Ausbildungsstandard der Narkotiseure. Damit drückte er die Befürchtung und Überzeugung vieler englischer Ärzte aus, wonach nicht die Suche nach besseren Anästhetika, sondern nach besseren Anästhesisten das Grunddilemma der Zeit sei, oder wie es J. F. W. Silk auf die einfache Formel brachte: "The first step should be an educational one".

Auf diesen Schritt mußten die deutschen Mediziner bis 1952 (*Facharzt für Narkose und Anaesthesie*) bzw. bis 1953 (*Gründung der Deutschen Gesellschaft für Anaesthesie*) warten.

Abschließende Betrachtungen

Es ist ein allgemein verbreiteter Glaube, dass die Entdeckung der Inhalationsanästhesie nach dem 16. Oktober 1846 die Entwicklung des chirurgischen Handwerks ungemein beflügelte. Man wusste doch, daß sich bis 1846 die Operateure, von wenigen Ausnahmen abgesehen auf Eingriffe an Extremitäten und an der Körperoberfläche beschränkten. Ihre höchst einfache, mitunter barbarische oder ganz unterlassene Analgesierungspraktiken (**Tab.1**) waren für elektive, nicht absolut indizierte Eingriffe, besonders in den Körperhöhlen zu riskant und zu abschreckend.

In der Tat waren große operative Eingriffe vor 1846 sehr selten. Die Jahrbücher des Massachusetts General Hospital (MGH) weisen zwischen 1821 und 1846 lediglich 333 Operationen aus, also weniger als eine im Monat (Sullivan 1996)!

Demnach dürfte man annehmen, daß die Inhalationsnarkose - damals eher nur ein Ätherrausch-, der Indikation und Anzahl der operativen Eingriffe nach 1846 einen ungemeinen Vorschub leistete. Auf die bald entfaltete literarische Aktivität der *Ätherära* trifft diese Feststellung ohne Einschränkung zu.

N. M. Greene (4) ist dieser immer wieder aufgestellten und reizenden These nachgegangen und hat akribisch die Operationskataloge in 6 nordamerikanischen, aber auch die der Royal Infirmary of Edinburgh und des Guy's Spital von London, durchstöbert. Was er in den Operationsbüchern zwischen 1846 und 1896 fand, kommt einer kleinen Sensation gleich. Über Jahrzehnte nach Morton's Entdeckung machte das Spektrum der operativen Eingriffe noch keine wesentlichen Fortschritte. Zunächst sollten andere die postoperative Morbidität und den Operationserfolg genauso entscheidende Probleme wie die Asepsis, die Antisepsis, die Wundbehandlung und Infektionskontrolle, sowie auch die Erforschung der pathophysiologischen und pathologischen Grundlagen der Operationskunst und die Etablierung der Chirurgie als medizinische Wissenschaft - am Ende des 18. Jahrhunderts immerhin in Umrissen erkennbar -, geklärt werden (von Brunn 1940).

Hier soll daran erinnert werden, daß um 1847 der Hospitalbrand bei operativen Eingriffen noch zu 33-50% für die postoperative Mortalität verantwortlich war. J.-Fr. Malgaigne berichtete, daß er in 5 Jahren von 560 Operierten 300 verloren habe. Noch 1852/53 gab Pirogoff, der Vater der russischen Chirurgie an, daß auf 400 größere Eingriffe 159 Todesfälle zu verzeichnen waren. E. Küntscher verlor 1868 nach 6 Amputationen des Oberarms immer noch 5 Patienten, meist an Pyämie (v. Brunn 1940).

Unter diesen weiterhin ungelösten Problemen der chirurgischen Infektion können Stand und Ergebnisse der operativen Medizin, 10 Jahre nach Einführung der Inhalationsnarkosen, an einem Beispiel auf makabre Weise illustriert werden: Der Göttinger Chirurg W. Baum, Billroths Lehrer führte den Steinschnitt – so steht es in Waldeyers Lebenserinnerungen

(1920) -, 1859 immer noch ohne Betäubung aus. Er gab lediglich seinen Kranken eine Bleikugel in den Mund, um daran ihren Schmerz zu verbeißen (v. Brunn 1940)!

1847, im *annus mirabilis* lernte Europa allerdings nicht nur die Inhalationsanästhesie, sondern auch die Asepsis durch I. Ph. Semmelweis kennen. Das Prinzip der Desinfektion, der Asepsis mit Chlorwasser wurde von Oliver W. Holmes in Boston schon 1843 und von I. Ph. Semmelweis in Wien 1844 erkannt. Besondere Umstände wollten es, dass diese Asepsis zunächst nicht angenommen und über 20 Jahre durch die Antiseptik mit Hilfe des Karbolsprays (J. Lister 1867) in der klinischen Praxis verdrängt wurde. Das einzig sichere und atoxische Infektionsverhütungsverfahren der Asepsis besiegte die Listersche Methode erst, als Ernst v. Bergmann 1877 als Konsultantchirurg des russischen Heeres gegen die Türkei den Karbolspray ablehnte und 1886 in seiner Berliner Klinik zusammen mit C. Schimmelbusch die Dampfsterilisation einführte. (Die Ergebnisse wurden allerdings erst im Jahre 1891 publiziert.) Diese Keimtötungsmethode erwies sich für die Fortentwicklung der Chirurgie genauso bedeutsam wie die Erfindung der schmerzlosen Operationen in Inhalationsnarkose. Darum konnte Greene (4) feststellen, dass sich die Operateure erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts in die Körperhöhlen wagten. Ähnlich ist die Evolution der Inhalationsnarkose bis dahin in vielfacher Hinsicht stecken geblieben und kaum über Konstruktionsfragen geeigneter Narkoseapparate, Applikationsformen und dem Suchen nach besserem Inhalationsanästhetikum, dieser *blauen Blume* der Narkotiseure, hinausgekommen.

Dies sollte sich erst in der Epoche der *fin de siècle* ändern, als man sich vermehrt den Dosierungsfragen (*dosimetric movement*) widmete, mit dem Bestreben nach exakterer Steuerung (Paul Bert, A. D. Waller, R. Dubois, Alcock und A. G. Levy) u.a. mit dem Apparat der *chloroform balance* von Fox aus New York und mit meßbarem Verbrauch des Inhalationsanästhetikums (F. A. Junker 1867, O. Kappeler 1880/90). Zwischen 1867 und 1900 wurde auch die Wichtigkeit der freien Atemwege erkannt (F. Trendelenburg, W. Macewen, J. O'Dwyer und V. Eisenmenger). Nach 1884 begann auch eine neue Ära der regionalen Anästhesieverfahren (C. Koller 1884, J. L. Corning 1885, M. Oberst 1888, C. L. Schleich 1892/94, W. S. Halsted 1895 und A. Bier 1898), die recht bald, besonders nach der Synthese des Procains (A. Einhorn 1899) eine echte Alternative zur Allgemeinanästhesie werden sollte (Hügin, 1989).

Diesem Zeitraum, welcher ungefähr um 1880-1890 beginnt, soll der nächste Abriß unserer historischen Betrachtung der deutschen Fazette der Anästhesiegeschichte gewidmet sein. Dieser zweiten Periode der deutschen Anästhesiegeschichte gebührt das Verdienst, der Operationskunst zu einem bis dahin ungeahnten Entwicklungsaufschwung zu verhelfen, ihr völlig neue Wege in die Körperhöhlen zu ermöglichen. Oder wie der große Förderer unseres Berufes der Chirurg K. H. Bauer die Fortschritte der ersten hundert Jahre Anästhesiepraxis würdigte: „Die Morgengabe der jungen Anästhesie an die alte Alma mater chirurgiae“ sei „die Humanisierung jeder Operation“.

Mit den Erfindungen und Entdeckungen der modernen Anästhesie und den Forschungen der Physiologen im 19. Jahrhundert (s.o.) endete das Zeitalter der *chirurgischen Kondottieri*; die Chirurgie als Operationskunst und Handwerk begann zugleich ihre Grundlagen in der Pathologie zu schaffen. Der enorme Aufschwung, den die deutsche Chirurgie um 1900 genommen und den Weltruhm der deutschen Kliniken begründet hatte, verdankt ihre Erfolge in besonderem Maße den neuen Verfahren der Lokal-, Regional- und neuroaxialen Betäubungsverfahren, deren wichtigste Impulse von Deutschland ausgingen, sowie der Verbreitung der Endotrachealtechnik (Fr. Trendelenburg 1869, F. Kuhn 1900/1911), Unterdruckkammer mit Druckdifferenzverfahren (F. Sauerbruch 1904) und Überdrucknarkose mit Narkoseapparaten (G. W. Petersen, F. Kuhn und L. Brauer 1904, sowie M. Tiegel 1908/10), deren Grundlagen und Konstruktion ebenfalls in Deutschland entwickelt worden sind (Zindler 1987, Goerig 1997).

Gleichzeitig ging auch die Pionierphase der Instrumentenmacher zu Ende und mit ihr auch jene erste Epoche deutscher Anästhesiegeschichte, welche sich über 50 Jahre noch ziemlich unbekümmert der Verfahren mit erhaltener Spontanatmung bediente und sich über die Freihaltung der Atemwege und die Anästhetika-induzierte Atemdepression noch keine großen Gedanken machte. Die Operateure und Narkotiseure der 50-jährigen Pionierphase widmeten sich ganz anderen Fragen wie der Äther-Chloroform-Debatte und verloren viel zu viel Zeit für Detailfragen von Konstruktionsmerkmalen für Inhalationsapparate, ohne die physiologischen Grundlagen der Allgemeinanästhesie im Rahmen einer breit angelegten Grundlagenforschung der operativen Fächer selbst zu klären versuchen. Gleichwohl wurden jedoch auf fast allen Gebieten, wenn auch von manchen Irrtümern und Holzwegen begleitet, Innovationen erfunden, Theorien über Narkosestadien und -mechanismen ersonnen und eine Vielzahl wichtiger tierexperimenteller Studien über Narkosefragen als Beitrag von Anatomen, Physiologen und Pharmakologen veröffentlicht, deren Ergebnisse dann in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts in die klinische Praxis Eingang finden sollten.

Die um die Jahrhundertwende herrschende Umbruchstimmung in der Technik und Medizintechnik, mit der eine fundamentale Wende in der Evolution der Anästhesie vollzogen wurde, förderte Bleibendes und Rückständiges mit einer ungewöhnlichen Schärfe zutage. Wenn uns a posteriori die ersten 50 Jahre der modernen Anästhesie als eine vergebliche Suche nach besseren Anästhetika erscheint, in der man sich mehr um die Apparate als um die Grundlagenforschung kümmerte, so kam nach 1900 wieder eine Epoche, in der ein neuer Wettstreit über die geeignetere Form der Apparatenarkose den Weg zur Einbürgerung sicherer Anästhesieverfahren über ein halbes Jahrhundert in Deutschland versperren sollte. Nach dem Niedergang einer patriarchalisch-gemütlichen, in der Rückschau verklärten Welt des *fin de siècle* und den Vorwehen des Ersten Weltkrieges änderten sich nicht nur Zeitgeist und Lebensideale, sondern auch die *condicio et societas humana* für eine neue Epoche, welche die alte Kultur einem rasanten Zivilisationsprozeß unterwarf, dessen Vertreter nicht mehr so enthusiastisch beseelt vom Fortschrittsglauben des Jahrhunderts des Positivismus waren. Die geistige Lage war wie in "Don Giovanni" von Lorenzo di Ponte: „Das Alte stirbt und das Neue kann nicht geboren werden. Dieses Interregnum ruft eine Vielzahl krankhafter Symptome hervor".

Es war Max Planck (1858-1947), der beiden hier behandelten Epochen angehörte und der für diese von erbitterten Kämpfen um Geltung in der Wissenschaft so erfüllte Zeit eine noch prägnantere Formulierung gefunden hat: „Die Wahrheit triumphiert nie, ihre Gegner sterben nur aus". Dieser Gegnerschaft ist es zu verdanken, daß die *Deutsche Arbeitsgemeinschaft für Anaesthesiologie* erst 1952, neunundfünfzig Jahre nach der Etablierung der Londoner "Society of Anaesthetists" offiziell im nahen Ausland, in Salzburg gegründet werden durfte.

Literatur:

Adreus E (1868) Oxygen mixture, a new anaesthetic combination. Chicago Med Exam 9: 656

Anonymous (1847) Recherches et expériences sur l'inhalation de l'éther sulfurique. Communiqués par la Société des Médecins Allemands à Paris. Gazette Médicale de Paris 6:101-104

Atkinson RS, Rushman GB, Davies NJH (1993): Lee's Synopsis of Anaesthesia. 11th ed., Butterworth/Heinemann, Oxford

Baum J, Nemes C (1995) Funktionsanalyse historischer Rückatem-Absorptionssysteme. Deutscher Anästhesie-Kongreß 1995 (Abstract)

Baum J (1998) Die Inhalationsnarkose mit niedrigem Frischgasfluß. G Thieme, Stuttgart, S.13-26 (Rückatemsysteme--Entwicklung eines technischen Konzepts)

- Berend N (1850) Zur Chloroform-Casuistik. Hahnsche Buchhandlung, Hannover
- Bergman Norman A (1998) The Genesis of Surgical Anesthesia. Wood Library-Museum of Anesthesiology, Park Ridge, Illinois
- Bernard Cl (1856) Analyse physiologique des propriétés des systèmes musculaire et nerveux au moyen du curare. *Compt Rend Acad Sci Paris* 43: 825-829
- v Bezold A (1860) Untersuchungen über die Einwirkung des amerikanischen Pfeilgiftes (Curare) auf das Nervensystem. *Arch. F. Anatomie und Physiologie*, Leipzig, Jg 1860, S. 387-408
- v Bibra E, Harless E (1847) Die Wirkung des Schwefeläthers in chemischer und physiologischer Beziehung. Verlag C. Heyder, Erlangen
- Bigelow HJ (1846) Insensibility during Surgical Operations Produced by Inhalation. *Boston Medical and Surgical J* 35: 309-317
- Boehm R (1895) Das südamerikanische Pfeilgift Curare in chemischer und pharmakologischer Beziehung. I. Teil: Das Tubo-Curare. II. Teil: Das Calebassencurare. Das Topfcurare. Über einige Curarerinden. *Abhandlungen der Königl Sächs Ges d Wiss Bd. XXII*, 1895, S. 201-238 und Bd. XXIV, 1898, S.1-52 S Hirzel, Leipzig
- Brandt L (1987): Die Intubationsnarkose--historische Entwicklung und aktuelle Probleme. In: W F Henschel, Hrsg: *Anästhesiologie--klinisches Fach auf drei Säulen*. W Zuckschwerdt Verlag, München, S. 85-101
- Brandt L, Fehr G (1996) Eine Entdeckung in der Chirurgie. Die ersten Monate der modernen Anästhesie im Spiegel der deutschsprachigen Tagespresse. Wissenschaftliche Verlagsabteilung Abbott GmbH, Wiesbaden
- Brandt L Hrsg (1997) *Illustrierte Geschichte der Anästhesie*. Wissenschaftl. Verlagsges., Stuttgart
- v Brunn W (1940): Geschichtliche Einführung in die Chirurgie. In: M Kirschner, O Nordmann, Hrsg.: *Allgemeine Chirurgie*, 1. Teil. Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien, S. 1-32
- v Brunn R (1953) Die Anästhesie. *Ciba-Zeitschrift* 5: S.1986-1998
- Buchner LA, sen. (1847) Beitrag zur pharmakologischen Geschichte des Aethers. *Buchners Repertorium für die Pharmacie*. JL Schrag, Nürnberg, S. 40-60
- Buxton DW (1900) *Anaesthetics, their Uses and Administration*. HK Lewis, London
- Czempin A (1897) Die Technik der Chloroformnarkose für Ärzte und Studierende. Verlag O Enslin, Berlin
- Dinnick OP (1988) Early textbooks of anaesthesia. *Anaesthesia* 43: 807-808
- Döring HJ (1990) Curare als Instrument physiologischer, pharmakologischer und klinischer Erforschung der neuromuskulären Übertragung. Gesellschaft für Erfahrungstransfer in der Biomechanik e. V., Buchenbach
- Drozda JV (1880) Studien über das Wesen der Narkose. *Dtsch Archiv für Klin Medizin* 27: 339-386
- Dumont FL (1903) *Handbuch der Anaesthesia*. Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien, S. 1-5
- Duncum BM (1947) *The Development of Inhalation Anaesthesia*. Royal Soc. Med. Press, London (Neudruck 1988 bei gleichem Verlag veröffentlicht)
- Greene NM (1979) Anesthesia and the development of surgery (1846-1896). *Anest Analg* 58: 5-12
- Eiblmayer H (1997) The Historical Development of Anaesthesia during the Times of the Austro-Hungarian Monarchy until the Decade after the First World War. *Proceedings of the 4th International Symposium on the History of Anaesthesia*. DrägerDruck GmbH & Co., Lübeck, p 267-277

Editorial (1896) William Thomas Green Morton und die Entdeckung der Anästhesie. (Abdruck aus dem "Record Book" des Massachusetts General Hospital vom 25. September 1846*, damals vom the Bostoner Practitioner Vol. LVII, Nr. IV bereits veröffentlicht). Wiedergegeben in der Schweiz Med Wschr (Correspondenz-Blatt für Schweizer Aerzte) 26: 653- 655)

(* An diesem Tag hatte J. C. Warren mit dem Zahnarzt W. T. G. Morton die Vereinbarung getroffen, den Unterkiefertumor des Malers Gilbert Abbot 3 Wochen später, am 16. Oktober 1846, in seiner Klinik in Inhalationsnarkose zu entfernen.)

Elsberg CA (1910) Zur Narkose beim Menschen mittelst der kontinuierlichen intratrachealen Insufflation von Meltzer. Berl Klin Wschr 47:957-958

Eulenburg A (1898) Real-Encyclopädie der gesammten Heilkund. Medizinisch-chirurgisches Handwörterbuch für praktische Ärzte. Urban & Schwarzenberg, Wien und Leipzig, Bd. 16: S. 424-462 (Stichwort: Narcose)

Fischer I (1926) Reminiszenzen an die ersten Aethernarkosen. Wien Klin Wschr 39: 52

Flourens MJP (1847) Note touchant l'action de l'éther sur les centres nerveux. Compt Rend Acad Sci Paris 24: 340-344

Franco A, Cortés J, Vidal MI, Alvarez J (1992) Early textbooks of anaesthesia. Anaesthesia 47: 280-281

Franco A, Cortés J, Vidal MI, Rabanal S (1993) Erste Abhandlung über Ätheranästhesie in Deutschland aus dem Jahre 1847. Anaesthesist 42: 51

Frankel WK (1946) The introduction of anesthesia in Germany. J. Hist. Med. 1:527-550

Fulton JF, Wilson LG (1930) Selected Readings in the History of Physiology. Charles C Thomas. Publisher, Springfield/Illinois

Funke O (1859) Beiträge zur Kenntnis der Wirkung des Urari und einiger anderer Gifte. Berichte über die Verhandlungen der kgl. S. Gesellsch. D. Wissensch.. Leipzig, Bd.11: 1-29

Ghisoiu S (1998) From Boston Massachusetts to Timisoara, 5 February 1847--the first surgical use of anaesthetic ether in Romania. Proceedings of the 4th International Symposium on the History of Anaesthesia. Verlag DrägerDruck GmbH and Co, Lübeck, pp649-654

Goerig M, Schulte am Esch J (1993) Arthur Läden. Ein Wegbereiter moderner Anästhesieverfahren. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 29: 315-325

Goerig M, Schulte am Esch J (1995) Otto Kappeler - ein Wegbereiter der deutschsprachigen Anästhesie. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 30: 426-435

Goerig M. : Archiv und Sammlung von Michael Goerig, Hamburg-Eppendorf

Goerig M., 1997: Die tracheale Intubation. In: L Brandt Hrsg.: Illustrierte Geschichte der Anästhesie. Wissenschaftl Verlagsges, Stuttgart, S 165-169

Goerig M, Nemes C (1997) Aloys Martin und der Verein deutscher Aerzte in Paris. In: Petermann H, Schwarz W, Klinik für Anästhesiologie Erlangen (Hrsg): Ausstellungskatalog zur 150. Wiederkehr der ersten klinischen Aethernarkose in Erlangen am 24. 01. 1847, S 57-72

Goerig M, Nemes C, Straimer A (1997): The role of the "Societas Medicorum Germanicorum Parisiensis" for the Spread of Anaesthesia in Europe. Proceedings of the 4th International Symposium on the History of Anaesthesia. DrägerDruck GmbH & Co, Lübeck, pp235-246

Greene HC, Henderson LJ (1957) An Introduction to the Study of Experimental Medicine by Claude Bernard. Dover Publ, Inc, New York

Guedel AE (1920) Third stage ether anesthesia: a sub-classification regarding the significance of the position and movements of the eyeball. Nat Anesth Res Soc Bull Nr.1920

Guedel AE (1937) Inhalation anesthesia: a fundamental guide. Macmillan Co, New York

Hartog C (1903) Die Aethernarkose in Verbindung mit Morphinium-Skopolamininjektionen. Münch Med Wschr 46:2003-2005

Heyfelder JF (1847) Die Versuche mit dem Schwefeläther und die daraus gewonnenen Resultate in der chirurgischen Klinik zu Erlangen. Verlag von C Heyder, Erlangen

- Heyfelder J F (1848) Die Versuche mit dem Schwefeläther, Salzäther und Chloroform und die daraus gewonnenen Resultate in der chirurgischen Klinik zu Erlangen. Verlag C Heyder, Erlangen
- v Hintzenstern U, Schwarz W (1996) Früher Erlanger Beiträge zur Theorie und Praxis der Äther- und Chloroformnarkose. Teil 1: Heyfelders klinische Versuche mit Äther und Chloroform. *Anaesthesist* 45: 131-139
- v Hintzenstern U, Petermann H, Schwarz W (2001) Frühe Erlanger Beiträge zur Theorie und Praxis der Äther- und Chloroformnarkose. Teil 2: Die tierexperimentellen Untersuchungen von Ernst von Bibra und Emil Harless. *Anaesthesist* 50: 869-880
- v Hintzenstern U (2001) Development of Narcosis Theories in German speaking Countries in the 19th Century: From Bibra/Harless to Meyer Overton. 5th International Symposium on the History of Anaesthesia. 19-23. 9. 2001, Santiago de Compostela. (Proceedings bei Amsterdam/Elsevier 2002, pp609-612)
- Hirsch M (1926) Reminiscenzen an die ersten Aethernarkosen. *Wien. Klin.Wschr.* 39: 134
- Hodgkiss A (2000) From lesion to metaphor: Chronic Pain in British, French and German Medical Writings 1800-1914. Edition Rodopi B. V., Amsterdam/ Atlanta
- Holmstedt B (1992) Rauschgiftforschung seit Lewin. In: Louis Lewin (1850-1929): *LebenWerk – Wirkung*. Symposium am 17.10. 1992 in Hellersdorf. Hellersdorfer Heimathefte Nr. 3. Hrsg: Hellersdorfer Heimatverein, Berlin-Hellersdorf, S. 19-22
- Hügin W (1989) *Anaesthesia. Entdeckung, Fortschritt, Durchbrüche*. Editiones <Roche>, Basel
- Internet (2000) Anesthesia History Files. <http://www.anes.uab.edu/aneshist/aneshist.htm>
- Jenni JJ (1847) *Erfahrungen über die Wirkungen der eingeathmeten Schwefelätherdämpfe*. Verlag Fr Schulthess, Zürich
- Kappeler O (1880) *Anaesthetika*. Verlag F Enke, Stuttgart
- Kapeller O (1890) Ueber die Methoden der Chloroformierung insbesondere über die Chloroformierung mit messbaren Chloroformgemischen. *Arch Klein Chir* 40: 844-868
- Keys ThE (1968) *Die Geschichte der chirurgischen Anästhesie*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg und New York
- Kirstein A (1895) Autoskopie des Larynx und der Trachea. *Berl Klin Wschr* 32:476-200
- Klippe HJ (1997) Ernst Jeger – a Nearly Forgotten Pioneer in Cardio-Vascular Surgery and Thoracic Anaesthesia. *Proceedings of the 4th International Symposium on the History of Anaesthesia*, ed J Schulte am Esch, M Goerig. DrägerDruck, Lübeck, p727-731
- Koelbing HM (1982) *Operationsschmerz--Anästhesie--Anästhesiologie*. Ausgabe der SGAR, S. 7-28
- Koller C (1884) Vorläufige Mitteilung über locale Anästhesierung am Auge, Bericht 16. Versammlung der Ophthalmologischen Gesellschaft, Heidelberg, 1884. Veröffentlicht im: *Klin Mbl Augenheilk* 1884, 22: 60-63 (Beilageheft)
- Kölliker A (1856) Note sur l'action du curare sur le système nerveux. *Compt Rend Acad Sci Paris* 43: 791-792
- Kölliker A (1856) Physiologische Untersuchungen über die Wirkung einiger Gifte. *Arch f path Anat Physiol* Bd X: Heft 1. 2., S 3-76
- Krause W (1863) Ueber die Endigung der Muskelnerven. *Zschr f Rationelle Med* XVIII. Bd: 137-151
- Kuhn F (1911) *Die perorale Intubation. Ein Leitfaden zur Erlernung und Ausführung der Methode mit reicher Kasuistik*. Karger V, Berlin
- Läwen A, Sievers R (1910) Zur praktischen Anwendung der instrumentellen künstlichen Respiration am Menschen. *Münch Med Wschr* 49: 2221-2225
- Macewen W (1880) Clinical observations on the introduction of tracheal tubes by the mouth instead of performing tracheotomy or laryngectomy. *Brit med J* 2: 122-124, 163-165

- Martin A (1847) Über die durch Schwefelaether bewirkte Narkose als Mittel, chirurgische Operationen schmerzlos zu machen. Teil 1, Beilage Nr. 21, Augsburger Allgemeine Zeitung, S 163-164
- Martin A (1847) Geschichte der Entdeckung und Ausbreitung des Aetherismus. Repertorium für die Pharmacie 96: 351-387
- Martin A (1847) Zur Physiologie und Pharmakodynamik des Aetherismus. Inaugural-Dissertation. Verlag Franz, München
- Martin A, Binswanger L (1848) Das Chloroform in seinen Wirkungen auf Menschen und Tiere. Leipzig
- Matás R (1900) Intralaryngeal insufflation for the relief of acute surgical pneumothorax. JAMA 34: 1468-1472
- Matsuki A (1997) Introduction of Ether Anesthesia in Japan. Proceedings of the Fourth International Symposium on the History of Anaesthesia. Eds: J Schulte am Esch, M Goerig, Verlag DrägerDruck, Lübeck (1998), pp655-657
- Meltzer SJ, Auer J (1909) Continuous respiration without respiratory movements. J exp Med 11: 622-625
- Meyer HH, Gottlieb R (1922) Die experimentelle Pharmakologie als Grundlage der Arzneibehandlung. Urban & Schwarzenberg, Berlin und Wien
- Müller J (1898) Anästhetika. Verlag von Mitscher & Röstel, Berlin
- Müller WB (1908) Narkologie. Ein Handbuch der Wissenschaft über allgemeine und lokale Schmerzbetäubung. 1. Bd: Narkosiologie, 2. Bd: Anaesthetologie. Verlag von R Trenkel, Berlin, S 94-143
- Nathan E (1847) Ueber Aether-Rausch (Phrenopathia aetherea). Perthes-Besser & Mauke, Hamburg
- Nemes C (1994) Aloys Martin, Wegbereiter der chirurgischen Anästhesie in Deutschland. Anaesthesist 43:330-331
- Nemes C (1994) Aloys Martins Berichte an die "Augsburger Allgemeine Zeitung" 1847. Anaesthesist [Suppl 1] 43: 577
- Nemes C (1997/a) Die Entstehung der modernen Anästhesie. In Brandt, L Hrsg.: Illustrierte Geschichte der Anästhesie. Wissenschaftl Verlagsges, Stuttgart, S 58-120
- Nemes C (1997/b) Scheintod--ein Problem der Notfallmedizin um 1800. DAK, 18. 4. 1997 (Abstracts)
- Nemes C (2001) Kulturgeschichte der Anästhesie. Beiträge zur Vor- und Frühgeschichte der Anästhesie vor 1846. Maschinengeschriebenes Manuskript
- Nipperdey T (1994) Deutsche Geschichte 1800 bis 1866. 3 Bde., C H Beck, München
- Nolte H (1996) Die Geschichte der Regionalanästhesie. In: L Brandt, Hrsg: Illustrierte Geschichte der Anästhesie. Wissenschaftl Verlagsges Stuttgart, S. 221-248
- Oré PC (1874) De l'anesthésie produite chez l'homme par les injections de chloral dans les veines. Compt Rend Acad Sci(Paris) 78:515, 651
- O'Dwyer J (1887) Fifty cases of croup in private practice treated by intubation of the larynx, with a description of the method and dangers incidents thereto. Med Rec (N Y) 32: 557-61
- Orfila MP (1818) Allgemeine Toxikologie oder Giftkunde. C F Amelang, Berlin, I-II. Teil
- Secher O (1985) Early textbooks on anaesthesia. Anaesthesia 40:385-386
- Pagel JL (1901) Biographisches Lexikon hervorragender Ärzte des neunzehnten Jahrhunderts. Urban & Schwarzenberg, Berlin, Wien (Neudruck: Karger Verlag, Basel, München 1989)
- Pal J (1901) Physostigmin ein Gegengift des Curare. Centralbl f Physiol Leipzig und Wien, Bd XIV: 255-258
- Petermann H (1997) Die Einführung der Äthernarkose und die Obrigkeit in Bayern. Erlanger Bausteine zur Fränkischen Heimatforschung, Bd 45: 189-200
- Petermann H (1997) Die ersten Aetheranwendungen in Erlangen und Bayern. In: Klinik für Anästhesiologie (Hrsg.). Ausstellungskatalog zur 150. Wiederkehr der ersten klinischen

Aethernarkose in Erlangen am 24. 1. 1847

Petermann H (1997) German Publications on Ether and Chloroform Anaesthesia in 1847. In: Schulte am Esch J, Goerig M, eds.: The 4th International Symposium on the History of Anaesthesia. Proceedings. DrägerDruck GmbH & Co., Lübeck, pp 251-258

Petermann H (1997) Using Things Right out of Home--Apparatus for Inhaling Ether and Chloroform in 1847. In: J Schulte am Esch, M Goerig, eds.: Proceedings of the 4th International Symposium on the History of Anaesthesia. DrägerDruck GmbH & Co., Lübeck, pp683-687

Pfeufer C (1847) Ueber den Schwefeläther. Zeitschrift für Rationelle Medizin 6: 78-86

Plötz J (1999) Die Kunde von der Äthernarkose in der Lokalpresse des Jahres 1847 am Beispiel von Bamberg. Anaesthesist 48: 444-448

Rosenfeld J (1847) Die Schwefeläther-Dämpfe und ihre Wirksamkeit vorzüglich in Bezug auf operative Eingriffe. Verlag G Heckenast, Pest

Röse W, Scharff W (1993) Qualitätskontrolle vor 100 Jahren. Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther 28: 254-257

Rouget Ch (1862) Mémoire sur la terminaison des nerfs moteurs. J de la Physiol Paris, Vol 15: 574-595

Ruprecht J (1989) The knowledge spreads through Europe. In: R S Atkinson, Th B Boulton eds.: The History of Anaesthesia. Royal Society of Medicine/ Parthenon Publ. Co., London, New York, p 82-86

Rushman GB, Davies NHJ, Atkinson RS (1996) A Short History of Anaesthesia. The first 150 years. Butterworth/Heinemann, Oxford

Schadewaldt H (1980) : Von Galens "Narkosis" zur modernen "Balanced anaesthesia". In: Hellmut Weese-Gedächtnisvorlesung. In: K H Weis, G. Cunitz, Hrsg: 25 Jahre DGAI. Jahrestagung in Würzburg 12-14. Oktober 1978. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg/New York, S. XXXI-XXXVIII

Schlesinger J (1847) Die Einathmung des Schwefel-Aethers in ihren Wirkungen auf Menschen und Thiere. Verlag W Gerhard, Leipzig

Schulte am Esch J, Goerig M, Schaffner E (1997) The History of Anaesthesia. Catalogue of the Exposition at the Museum für Kunst und Gewerbe, Hamburg, 23 April-4 May 1997

Schulte am Esch J, Goerig M Hrsg (1998) Proceedings of the 4th International Symposium on the History of Anaesthesia. Verlag DrägerDruck GmbH and Co, Lübeck

Schwarz W (1987) 140 Jahre--Erste Äthernarkose in Deutschland. Anaesthesist 36: 23-25

Schwarz W (1991) Die Entwicklung der Anästhesie des deutschen Sprachraums im 19. Jahrhundert. Ther Umschau 48: 360-364

Schwarz W, v Hintzenstern U (1997): How introduction influenced the indication for surgery at Erlanger University. In: J Schulte am Esch, M Goerig eds: Proceedings of the 4th International Symposium on the History of Anaesthesia. DrägerDruck GmbH & Co. Lübeck, p 823-825

Schwarz W (2001) Justus von Liebig (1803-1873): A Chemist's Contributions to Anaesthesia. 5th International Symposium on the History of Anaesthesia. 19-23. 9. 2001, Santiago de Compostela (Proceedings bei Elsevier Verlag/Amsterdam 2002, pp323-328)

Sertürner FW (1817) Ueber das Morphinum, eine neue salzfähige Grundlage, und die Mekonsäure, als Hauptbestandtheile des Opiums. Annale der Physik, Hrsg L W Gilbert Bd 55: 56-90

Snow J (1848) On Narcotism by the Inhalation of Vapours. Wilson and Ogilvy, London. Facsimile edition with an introductory essay by R H Ellis, 1991. Royal Society of Medicine Services Ltd, London

Stille G (1994) Der Weg der Arznei. Von der Materia Medica zur Pharmakologie. G Braun Fachverlage, Karlsruhe

- Stoeckel H (1998): pers. Mitteilung über das Verbot der künstlichen Beatmung durch Sauerbruch
- Stoeckel H (2001) The New Anesthesia-Museum in Bonn. Vortrag auf dem 5th International Symposium on the History of Anaesthesia. 19-23. 9. 2001, Santiago de Compostela.
- Sullivan JT (1996) Surgery before anesthesia. Newsletter of the American Society of Anesthesiologists 60:8-10
- Thomas KB (1975) The Development of Anaesthetic Apparatus. Blackwell Scientific Publ, Oxford, London, Edinburgh, Melbourne
- Tiegel M (1909): Überdrucknarkose. Beitr Klein Chir 64:356-386
- Trendelenburg F (1871) Beiträge zu den Operationen an den Luftwegen. 2. Tamponade der Trachea. Arch klin Chir 12: 121-133
- Walser H (1957) Zur Einführung der Äthernarkose im deutschen Sprachgebiet im Jahre 1847. Inaugural-Dissertation Zürich. H R Sauerländer & Co, Aarau
- Wawersik J (1987) Entwicklung der Narkosegeräte. In: K Zinganell, Hrsg: Anaesthesie - historisch gesehen. Springer V, Berlin-Heidelberg-New York, S 21-29
- Weiger J (1850) Ueber Aether und Chloroform zur Erzielung schmerzloser Operationen. Verlag C Gerold & Sohn, Wien
- Weißer Ch (1997) Robert Ritter von Welz and the First Experiences with Ether Anaesthesia in Würzburg. In: J Schulte am Esch, M Goerig eds.: Proceedings of the 4th International Symposium on the History of Anaesthesia. DrägerDruck GbmH & Co, Lübeck, p 259-263
- Wolff H (1992) Zum 200. Geburtstag von Johann Friedrich Dieffenbach. Zbl Chir 11: 238-243
- Wright AJ (1999) Gardner Quincy Colton's 1848 visit to Mobile, Alabama. The History of Anaesthesia Society Proceedings. Meeting to the Bicentenary of Davy's Researches into Nitrous Oxide. Bristol, 13-15 May, p31-47
- Zindler M (1987) Geschichte der Thorax- und Kardioanästhesie. In: K Zinganell, Hrsg: Anaesthesie - historisch gesehen. Springer V, Berlin, Heidelberg, New York, S.54-70
- Zinganell K (1987) Geschichte der Inhalationsnarkose. In: K Zinganell Hrsg.: Anaesthesie -historisch gesehen. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, S 4-20

Tab. 1 Inkubationsperiode der modernen Inhalationsanästhesie vor 1846
(nach Atkinson, Rushmer, Davies 1993, Bigelow 1846, Bergman 1997, Duncum 1947,

Frankel 1946, Goerig 1997, Keys 1968, Schadewaldt 1980, Schulte am Esch, Goerig 1997 und Sertürner 1817; modif. und ergänzt)

<i>Jahr / Epoche</i>	<i>Entdeckungen / Erfindungen</i>	<i>Autoren</i>
1628-1740	Entdeckung des großen Kreislaufs und Beginn der intravenösen Infusionstherapie	W. Harvey 1628, Sir Chr. Wren 1656, J. S. Elsholtz 1667, M. Etmüller 1668
1656 1670-1800	<i>narkotick</i> Effekt des iv. Opiums beobachtet Experimente mit i.v. Theriak und Opium (bei Tetanus)	Sir Chr. Wren 1656 M. G. Purmann 1670, G. W. Wedel 1674, P.-F. Percy, J.J. Laurent 1800
<i>18. Jahrhundert: Elektro- und Gastherapie und die toxikologische Ära der Pharmakotherapie</i>		
1772-1845	Widerlegung der Phlogistontheorie. Atmung und Verbrennung sind identische Prozesse (1777). Entdeckung des Sauerstoffs (1772) Lunatic Society/Birmingham <i>Pneumatische Medizin</i> in Birmingham und Bristol	A. J. Lavoisier C. W. Scheele J. Priestley, E. Darwin, J. Watt Th. Beddoes, H. Davy, S. B. Birch,
Nach 1750	Beginn der Elektrotherapie	
1788 1800	Leydener Flasche zur Elektroschockbehandlung des Herzens (Reanimationsset) Stickoxidul wirkt analgetisch <i>Gasmaschine</i> zur Bevorratung des Stickoxiduls	Ch. Kite (1788) Sir H. Davy (1800-1833) J. Watt (1795), Sir H. Davy (1800).
1754-1792 1784 1793-1795 1798 1806-1817	Endolaryng. Luftinsufflation bei Asphyxie, Thoraxkompression und Luftinsufflation zur Reanimation, Blasebalg für O ₂ -Insufflation im Nicht-Rückatemsystem Silberne Kehlkopfkatheter zur Intubation Erste Monographie über Anästhesie erscheint Opium u. Schwefeläther dämpfen die Reizbarkeit Ätherinhalationen bei Phthisis Sauerstoffinhalation bei Asphyxie empfohlen Isolierung von Opiumalkaloiden: Morphinum (1806-1817) Codein (1832) Papaverin (1848)	P. Pugh (1754) J.C. F. Scherff (1787) Gorcy in Neu-Breisach (1790) R. Hamilton J. Curry (1792-1815) J. Moore: <i>A Method of Preventing or diminishing Pain in several Operations</i> J. Wood (1793) und R. Pearson (1795) T. Cavallo (1798) F. W. Sertürner (1806-1817) Robiquet L. Merck
1800-1844	<i>Ätherulk und Lachgasséancen studentischer Kreise</i>	W. Allen, M. Henry, S. Colt, G. Q. Colton

1. Hälfte d. 19. Jahrhunderts 1808-1815	Erste Experimente mit dem Pfeilgift "Curare"	A. von Humboldt Ch. Waterton, Sir B. Brodie, Sir R. H. Schomburg
1824-1828	“suspended animation” durch CO ₂ -Inhalation für schmerzlose Eingriffe empfohlen	H. H. Hickman
1818	Entdeckung der narkotischen Wirkung der Ätherdämpfe	M. Faraday
1829	Opium, Hyoscyamus und Belladonnaextrakten zur therapeutischen Inhalation empfohlen	J. Murray
1829	Direkte Elektrostimulation des Herzens	W. Krimer
1830	Herstellung des Chloroforms	J. v. Liebig, S. Guthrie, E. Souberian
<i>Um 1800: Beginn der wissenschaftlich begründeten klinischen Medizin</i>		
1787-1840	Entdeckung der Gasgesetze	C. Charles 1787, W. Henry 1803, A. Avogadro 1811, Th. Graham 1831, J.L. M. Poiseuille 1840
1801-1849	Erste Blütezeit der Neuroanatomie und –physiologie (s.o.)	F.-X. Bichat 1801, L. Rolando 1809, J.J. Legallois 1811, Ch. Bell 1811, 1833, Fr. Magendie 1821, J.-P. Flourens 1821, B. Stilling 1842 und H. H. Helmholtz 1849
1816-1832	Neubeginn der Infusionstherapie/ Darstellung des Chloralhydrats	F. Magendie 1816 J. v. Liebig 1832
1831-1835	Isolierung des Chloroforms	J. v. Liebig, E. Souberian und S. Guthrie und J. B. Dumas
1831-1833	Kochsalzinfusion erfolgreich bei Cholerakranken	Th. Latta, J. Mackintosh 1831 J.F. Dieffenbach 1833
Januar- 30. März 1842	Erste Äthernarkosen bei zwei operativen Eingriffen	W. E. Clarke (Rochester) C. W. Long (Atlanta)
17. Januar 1845	Erste öffentliche Lachgasanästhesie mißlingt	H. Wells /Boston
16. Oktober 1846	Erste erfolgreiche klinische Ätheranästhesie	W. T. G. Morton/Boston

Tab. 2 Anästhesierungsmethoden in der frühen Neuzeit vor 1846

(nach Buxton 1900, v. Brunn 1940, Bergman 1998, Brandt 1997, Keys 1968, Schadewaldt 1980, Hügin 1989 und Nemes 2001)*

16-18. Jahrhundert:	„Heroische“ Medizin mit physikalischen oder barbarischen Analgesierungsmethoden:
---------------------	--

•Kälteanästhesie durch Eispackungen	M.A. Severino (1632), Th. Bartholinus (1661), J. Hunter (1775), D. Larrey (1807, 1812), J. Arnott (1848)
•Durchtrennung peripherer Nerven der Region	W. F. Hildanus (+1634) und J. Lisfranc (+1847)
•Druck- oder Umschnürringnarkose durch Nervenkompression und Tourniquet	A. Paré (1575), Schumann (1676), L. Heister (1719), J.-L. Petit (1739), J. Moore (1784), Ploucquet (1786), J. Chr. A. Theden (1776-1782) und P.-J. Desault (vor 1795)
•Künstliche Synkope durch Aderlaß (Exsanguinationsanästhesie)	J. S. Dorsey (1813-1823), A. Cooper (1822), W. Gibson (1825), J. Wardrop (1819, 1833), J. Arnott (1833). In der Geburtshilfe: B. Rush (1795-1803), W. Deewes (1819-1824) und P. Miller (1804)
•Hypnose (mesmerischer Schlaf zur Anästhesie)	W. Ward (1842), J. Braid (1843): <i>neurohypnotic trance</i> , J. Elliotson, P. Broca, J. Cloquet und J. Esdaile (1846)
•Schlafschwammnarkose mit mittelalterlichen Ingre-dienzen des U. Borgognoni	Dauriol (1847): 5 <i>Schlafschwammnarkosen</i> für operative Eingriffe
•Lokalanalgesie ¹ um einen locus dolens mit s. c. und perineuraler Morphininjektion	B.-E. La Fargue (1836) ² , F. Taylor und Washington (1839), F. Rynd (1845) ³ , A. Wood (Edinburgh 1843) und C. Pravaz (1853) ⁴

¹ Das leicht erreichbare Betäubungsmittel Alkohol wurde in der Antike sehr geschätzt, jedoch in der Neuzeit nur sporadisch, vor allem bei den Naturvölkern Afrikas oder bei Kaiserschnitten angewandt und schon W. Fabricius Hildanus 1603 als „Anästhetikum“ abgelehnt (Koelbing 1982).

² In: R. Bartholomew (1873) *A Manual of Hypodermic Medication*. Lippincott, Philadelphia

³ F. Rynd (1845) Neuralgia, introduction of fluid to the nerve. *Dublin Med. Press* 13:167

⁴ C. Pravaz (1853) Sur un nouveau moyen d'opérer la coagulation du sang dans les artères applicable à la guérison des aneurismes. *Compt. Rend. Acad. Sci. (Paris)* 36:88

Tab. 3: Verbreitung der Äthernarkose in Europa 1846-1847 (nach Frankel 1946, Brandt 1996, Eiblmayer 1997, Ghisoiu 1998, Keys 1968, Koelbing 1982, Petermann 1997, Plötz 1999, Schulte am Esch, Goerig 1997, Rupprecht 1989, Schwarz 1991 und Walser 1957) *:

1846	Paris	13. Nov.	Jackson's Brief an Èlie de Beaumont
	Dumfries (Schottland)	19. Dez.	William Scott (+1887)
	London	19. Dez.	Francis Boott (+1863), J. Robinson (+1861)
	London	21. Dez.	R. Liston (+1847)
	Paris	22. Dez.	A. Jobert de Lamballe (+1867)
1847	Berlin/Leipzig	1. Jan.	Bigelow's Bericht in der <i>Deutsche Allg. Zeitung</i>
	Augsburg	10. Jan	A. Martins erster Bericht aus Paris in der <i>Augsburger Allg. Zeitung</i> über "schmerzlose Operationen" in Äthernarkose
	Paris	12. Jan.	J.-Fr. Malgaigne (+1865), P. F. Blandin
	Edinburgh	17. Jan	J. Miller (mit dem Inhalator von R. Liston)
	Paris	17. Jan.	Französische Akademie nennt Ch. Th. Jackson als Entdecker der Äthernarkose

	Paris	21. Jan.	J. F. E. Charrière (+1876)
	Bern	23. Jan.	Hermann A. Demme (+1867)
	Erlangen	24. Jan.	J. F. Heyfelder (+1869)
	Leipzig	24. Jan.	H. E. Weickert und C. F. E. Obenaus
	München	25. Jan.	F. Chr. v. Rothmund (+1891)
	Tübingen	Ende Jan.	V. v. Bruns
	Riga	5. Jan.?	B. F. Baerens
	Temeschwar	5. Febr.	M. Musil* und J. Siehs (*Großvater von R. M. Musil)
	Wien	28 Jan.	Fr. Schuh (+1865)
	Wien	29. Jan.	J. v. Watman u. J. Weigert (Kieferresektion!)
	Paris	1. Febr.	J. G. T. Masissoneuve (+1865), P. Roux (+1854), A.-A.-L. Velpeau (+1867), Fr. Magendie (+1855), Ritter v. Welz (+1878)
	Würzburg	6. Febr.	J. Halla (+1887), F. Pitha ? (+1875)
	Prag	6. Febr.	J. Halla (+1887), F. Pitha ? (+1875)
	Berlin	6. Febr.	H. W. Berend (+1873)
	Stockholm	6. Febr.	E. G. Palmgren (+1855)
	Krakau (Freistaat)	6. Febr.	L. Bierkowski (+1860)
	Moskau	7. Febr.	F. Inozemcev (+1860)
	Bamberg	8. Febr.	J. A. Rapp (+1880) u. C. M. Wierrer (+1887)
	Berlin	10. Febr.	J. F. Dieffenbach (+1847)
	Pest (Ungarn)	11. Febr.	J. v. Balassa (+1868) und F. Flór (+1871)
	Göteborg	11. Febr.	C. Dickson (+1902)
	St.Petersburg	14. Febr.	N. I. Pirogoff (+1881)
	Madrid	14. Febr.	Diego de Argumosa y Obregón (+1865)
	Warschau	15. Febr.	L. Koehler (+1871)
	Venedig	17. Febr.	Ospedale San Sevilio
	Berlin	18. Febr.	J. F. Dieffenbach
	Copenhagen	20. Febr.	Søren Eskildsen Larsen (+1890)
	Ljubljana	24. Febr.	L. Nathan ?
	The Hague	5. März	A. T. C. Schoevers (?)
	Helsingfors	8. März	L. Th. Törnroth (+1864)
	Zadar	13. März	I. Bettini (?)
	Lissabon	12. April	B. A. Gomes (?)
	Würzburg	14. April	Serienmäßige Produktion eines Inhalators **

(* Der Schreibtelegraph von Samuel Morse (1791-1872) wurde bereits 1837 eingeführt, das erste transatlantische Kabel hingegen erst 1858 gelegt.

** Für Ätherdämpfe in der Gersterschen Dreherwerkstatt am 14. April 1847 im Juliusspital erfolgreich getestet.)

Tab. 4: Erste schmerzlose Operationen unter Ätherinhalation 1847 in Deutschland (nach J. Schlesinger 1847, v.Hintzenstern, Schwarz 1996):

Art des chirurgischen Erkrankung und Art des operativen Eingriffs	Operateur(e)	Städte
Onkotomie, Hasenscharte, Lippentumore, Parotis, Humeruskopf, Tränenfistel	Heyfelder	Erlangen
Zahnextraktionen	Weickert, Obenaus Heyfelder Stern Hering	Leipzig Erlangen Kassel Heilbronn

Hydrocele	Langenbeck v Bruns Dieffenbach	Bremerwerde Tübingen Berlin
Lipom	Hering	Heilbronn
Mammaablatio	Schleger	Schweidnitz
Tenotomie	Berend	Berlin
Exstirpation eines Medullasarkoms	Meyer	Karlsruhe
Aneurysma poplitea	Lederle	Staufen
Augengeschwulst	Hammer	Mannheim
Unterschenkelamputation	Schäfer	Münsterberg

Tab. 5: Mortalität nach Chloroform- und Äthernarkose (nach J. Müller, 1898):

Häufigkeit des Chloroformtodes:

- nach Gurlt 1891 6: 22 656
- 1892 31: 72 593
- 1893 9: 38 480
- 1894 33: 33 083
- 1895 31: 31 803
- nach Borotraegers Aufstellung (1892) kommt ein Todesfall nach Rendle, Andrews, Comte und Coles auf 2 666 bis 2 873 und bei Morgan und Richardson auf 3 000 bzw. 3 196 Chloroformierungen
- im Krankengut von Kappeler : 1: 5 000
- Auf insgesamt 198 615 Narkosen kamen 110 Todesfälle, d.h. 1: 2909
- von Billroth: 1: 12 500
- von Squibb: 1: 5 882

Nach Forgue-Réclus (*Traité chir.*, 1892, zit. Müller 1898) hatten 8 englische Spitäler in 4 Jahren 6: 7 599 tödliche Anästhesiezwischenfälle, während sie vorher 16 Jahre lang bei 17 000 Narkosen keinen Todesfall hatten. Genausowenige Todesfälle hatten B v. Beck (Freiburg) bei 5 000, F. König (Rostock) bei 7 000, J. N. v. Nussbaum (München) bei 15 000, H. A. v. Bardeleben (Greifswald) bei 30 000 und noch 1864 N. I. Pirogow bei 10 000 Chloroformnarkosen zu beklagen. Mit welchem Vorbehalt diese statistischen Analysen jedoch zu bewerten sind zeigen auch die Sanitätsberichte aus den Jahren 1860-1870) mit einer auffallend niedrigen Sterbeziffer in den Lazaretten:

- im Krimkrieg (1853-56) 2: 20 000
- im norditalienischen Krieg (1859) 4: 10 000
- im nordamerikanischen Sezessionskrieg (1860-1865) 7: 80 000 und
- im Deutsch-Französischen Krieg (1870/71) 1: 12 000 nach v. Nussbaum(1884)

Abbildungen: im Archiv des Verfassers:

Abb. 1/a: Frühe Äther-Inhalationsapparate, Teil 1 (nach Heyfelder 1847, S. 101-102, Müller 1998, S. 104-106 und Schlesinger 1847, S. 47)

Abb. 1/b: Frühe Äther-Inhalationsapparate, Teil 2 (nach Müller 1898, S. 106-111)

Abb. 2/a: Chloroformmasken und Chloroform-Inhalationsapparate, Teil 1 (nach Müller 1898, S. 73, 76-79 und Dumont 1903, S. 73)

Abb. 2/b: Chloroformmasken und Chloroform-Inhalationsapparate, Teil 2 (nach Snow 1848, S. 30 und Müller 1898, S. 74-75, 107 und 125)

Abb. 3: Apparate für Lachgasnarkose vor 1900 (nach Müller 1898, S. 143, Dumont 1903, S. 137, Duncum 1947, S. 275, 288, 299, 482 und Keys 1968, S. 35)

Abb. 4/a: Endolaryngeales Intubationsset von Joseph P. O'Dwyer, 1885 und George E. Fell, 1887 (erstmalig veröffentlicht im *Brit. med. J.* 1894; ii: 1478 und in *den Trans. int. Congr. Med.*, 1887; I:237; nach Keys 1968, S. 93)

Abb. 4/b: Friedrich Trendelenburgs Trichter für transtracheale Chloroformnarkose nach Tamponade der Luftröhre (veröffentlicht im Arch. klin. Chir. 1871; 12: 121-133; nach Hügin 1989, S. 47)

sowie:

Äther-Inhalationsapparat nach Heyfelder und von Luer in der Modifikation des Mechanikus Reichel / Leipzig, 1847