

Die Geschichte der Dräger-Narkoseapparate

Band I

Herausgeber: Drägerwerk AG
Geschäftsbereich Anästhesie
Originalmanuskript: Josef Haupt, 1970
1. überarbeitete Version 1996
Konzeption und Realisierung: Rosenbauer • Solbach, Hamburg
Art Direction: Fritz Meinig, Hamburg
Druck: Druckerei Renk, Hamburg

ISBN Nummer 3-926762-14-4

Die Geschichte der Dräger-Narkoseapparate

Inhalt

Vorwort	6
Die Vorgeschichte	8
Der Aufbruch ins 20. Jahrhundert	14
Eine Weltneuheit macht Geschichte	29
Die Inhalationsnarkose der 30er Jahre	35
Neubeginn	40
Die Geräte der 50er Jahre	53
Halothan in der Anästhesie	63
Narkoseapparate für Spezialzwecke	74
Chronologischer Überblick.....	94

Vorwort



Dr. Christian Dräger

Liebe Leserin, lieber Leser,

vor 150 Jahren fing alles an: Einem Patienten konnte erstmals unter Narkose ein Zahn gezogen werden. Dieser erste „Ätherrausch“ im Jahre 1846 war der Anfang der Narkosetechnik, die sich bis heute immer weiterentwickelte – bis zu unseren modernen Anästhesiearbeitsplätzen.

Seit über 100 Jahren ist der Name Dräger mit den Fortschritten dieser „medizinischen Disziplin“ fest verknüpft. Die Entwicklung der Dräger-Narkoseapparate war richtungweisend. Besonders der erfinderischen Eigeninitiative des Firmengründers Heinrich Dräger und seines Sohnes Bernhard, meines Großvaters, verdanken wir bahnbrechende technische Neuerungen. Sie haben den Grundstock für die weltweite Anerkennung unserer Narkoseapparate gelegt. Von in- und ausländischen Kliniken wissen wir, daß viele Dräger-Geräte über 30 Jahre im Einsatz waren; getreu unserem Leitmotiv „Technik für das Leben“. Auch heute verbindet die Medizin-Welt mit Dräger-Produkten kontinuierlichen technologischen Fortschritt und immer wieder innovative Problemlösungen für den Arzt und den Patienten. Dräger, das ist Zuverlässigkeit und Qualität. Uns erfüllt dies mit Stolz, aber gleichzeitig ist es auch Verpflichtung für die Zukunft.

Die vorliegende Chronik gibt einen umfassenden Überblick der Anästhesie-Entwicklungsgeschichte bei

Dräger. Beginnend mit der Erfindung des regulierbaren Flaschenverschlußventils im ausgehenden vorigen Jahrhundert, endet der erste Band Mitte der 60er Jahre; zu diesem Zeitpunkt wurde das Halothan als ein neues Narkotikum entdeckt. Ein zweiter Band wird die Jahre bis zu unseren neuesten Entwicklungen fortschreiben.

Zeitgeschichtliche Ereignisse, die den Dräger-Entwicklungen zur Seite gestellt sind, geben Hinweise auf den historischen Hintergrund, vor dem auch Dräger einen eigenen kleinen Teil Geschichte geschrieben hat. Sie zeigt, was Ingenieurskunst schon damals erreichte. Im firmeneigenen Archiv ist diese spannende Geschichte nachzulesen. Unser langjähriger Oberingenieur, Josef Haupt, tat dies sehr fachkundig und engagiert, so daß bereits in den 70er Jahren seine erste Broschüre über Dräger-Narkoseapparate erscheinen konnte. Seiner damaligen Pionierarbeit gebührt heute unser Dank, bildet sie doch eine detaillierte Grundlage für die jetzt überarbeitete Fassung.

Und nun viel Vergnügen beim Lesen in eben dieser Chronik!

Ihr



Dr. Christian Dräger

Die Vorgeschichte

Pars pro toto

Die Historie vieler namhafter deutscher Unternehmen mit internationalem Ansehen führt in das ausgehende 19. Jahrhundert zurück. So auch die Geschichte des Drägerwerkes – und mit ihr die Entwicklung der Narkoseapparate.

Kaum eine andere Errungenschaft jener Tage war und blieb so eng mit dem Namen Dräger verbunden wie die Sauerstoff-Flasche. Der Physiker Linde hatte zwar schon ein Verfahren entdeckt, Luft auf dem Wege der Verflüssigung in ihre Bestandteile O_2 und NO_2 zu zerlegen. Aber erst in den 80er Jahren des vorigen Jahrhunderts gelang es Technikern, Sauerstoff und andere Gase unter hohem Druck zu komprimieren und zu speichern. Die ersten nahtlosen Hochdruckbehälter aus handgeschmiedetem Stahl kamen auf den Markt. Die hier abgebildete Stahlflasche für reinen Sauerstoff, nach dem Linde-Verfahren gewonnen, dürfte einer der frühesten Behälter dieser Art sein. Ihr Revisionsstempel beziffert die Abfüllung auf 1885.

Es ist erstaunlich, wie weit die Technik damals bereits war: Die Flasche verfügte über ein Sauerstoff-Fassungsvermögen von über 1500 Litern bei einem entsprechenden Fülldruck von 150 bar. Dennoch konnte die Materialtechnik bis heute enorme Fortschritte verzeichnen, und, wie der Vergleich in der Tabelle zeigt, es gelang, bei gleichzeitiger Senkung des Eigengewichts Fülldruck und Fassungsvermögen zu erhöhen. Eine heutige O_2 -Flasche vergleichbarer Größe verfügt über ein Drittel mehr Sauerstoff, wiegt aber zwanzig Kilo weniger und lässt sich damit erheblich leichter hantieren.

	Flasche 1885	Flasche 1970
Rauminhalt	10,4 L	10 L
Außendurchmesser	140 mm	140 mm
Länge	1235 mm	1020 mm
Gewicht	36,4 kg	12 kg
Fülldruck	150 bar	200 bar
O ₂ -Vorrat	1560 Liter	2000 Liter
Gewicht je Liter gespeicherter O ₂	23 g/L	6 g/L

Die Fortschritte der Materialtechnik innerhalb von 85 Jahren

Die Möglichkeit, Gase zu separieren und in komprimierter Form zu speichern, war sicherlich ein wesentlicher Schritt auf dem Weg zur Nutzung des Sauerstoffs; die Druckgastechnik steckte damals noch



41.076

Die Sauerstoff-Flasche von 1885

*Zum ersten Mal wird
1901 der Nobelpreis,
benannt nach seinem
Stifter Alfred Nobel,
verliehen: Unter den
Preisträgern sind Conrad
Röntgen für Physik und
in der Medizin
Emil Adolph von Behring.*

in den Kinderschuhen. Erst durch die Pionierarbeit von Heinrich Dräger (1847 bis 1917), dem Gründer des Drägerwerkes, wurde der eingeschlagene Weg konsequent weitergegangen.

Über die Nutzung von Druckgasen

Um die Druckgastechnik auch entsprechend nutzen zu können, waren die frühen Sauerstoff-Flaschen mit den damals erhältlichen Druckmindererventilen ausgerüstet. Doch diese Technik erschien zu Recht als unzureichend. Es mangelte schlichtweg an brauchbaren Entnahmeapparaturen für den unter Druck gespeicherten Sauerstoff. Die Gefahr, die von diesen Druckbehältern für den Anwender ausging, war beträchtlich. Das erkannte Heinrich Dräger schnell während seiner Arbeiten mit den Druckmindererventilen, die von verschiedenen Herstellern angeboten wurden. Gemeinsam mit seinem Sohn Bernhard (1870 bis 1928) versuchte Heinrich Dräger in den 90er Jahren, neue, probatere Lösungen zu schaffen.

„... Im Anfang hatten wir das Druckmindererventil kritiklos als etwas Fertiges und Richtiges hingenommen. Wir sollten bitter enttäuscht werden. ... Mein Sohn und ich fingen an, über das Problem des Druckmindererventils nachzudenken. Das Resultat unserer Überlegung war eine vollständige Neukonstruktion. ...“
Das schrieb Heinrich Dräger später in seinen Lebenserinnerungen, weil er mit den damals verfügbaren Ventilen in puncto Gebrauchstüchtigkeit und sicherer, gefahrloser Entnahme äußerst schlechte Erfahrungen gemacht hatte.

Aus der erfinderischen Eigeninitiative von Vater und Sohn entstand zunächst ein sogenannter

Bierdruckautomat, welcher zur Anwendung von Kohlensäure, also als Zapfanlage, eingesetzt werden konnte. Kurz darauf gelangte diese Neukonstruktion als **Oxygenautomat** für Sauerstoff zum Durchbruch. Mit der Entwicklung des Oxygenautomaten und dem parallel entstandenen, neuartigen Flaschenverschlußventil war es nun möglich, einer Hochdruckflasche gefahrlos und genau regulierbar Sauerstoff zu entnehmen. Ein Meilenstein, nicht zuletzt für die Anästhesie, war gelegt.

Die Entwicklung des Injektors

Der Oxygenautomat mit dem sicheren, gut zu dosierenden Flaschenverschlußventil sollte sich bewähren. Allerdings mußten sich Heinrich und Bernhard Dräger noch einer weiteren Herausforderung stellen. Die von ihnen maßgeblich beeinflusste Autogentechnik verlangte nach einer Möglichkeit, Druckgase zu mischen. Als dritter Grundbaustein gelang ihnen die Entwicklung eines sauerstoffbetriebenen Injektors zur Mischung von Druckgasen. Zu dieser Zeit wurde auch die Medizintechnik auf die Errungenschaften aus dem Hause Dräger aufmerksam.

Es läßt sich heute nicht mehr sagen, ob der Arzt zum Techniker oder der Techniker zum Arzt mit der Idee eines Narkoseapparates kam. Geforscht wurde, wie wir heute sagen, interdisziplinär. Fest steht jedoch, daß Heinrich und Bernhard Dräger als erste in Deutschland einen Narkoseapparat für Sauerstoff und Chloroform bauten. Medizinisch wurden sie von dem mit ihnen befreundeten Arzt Dr. Otto Roth beraten. Er arbeitete damals als Chirurgie-Oberarzt im Allgemeinen Krankenhaus Lübeck. Das war im Jahre 1901.

Der Apparat, der aus dieser Gemeinschaftsarbeit entstand, konnte eigentlich nur als Studienobjekt und Vorläufer der Dräger-Apparate angesehen werden. Er ähnelte sehr stark den in England gebräuchlichen Sprudlergeräten, die heute noch als Chloroform- oder Äther-“bubblers“ bekannt sind.

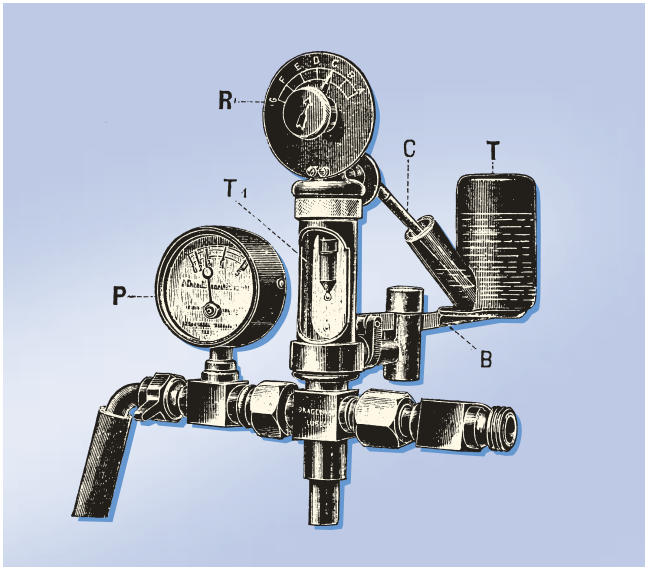
Das Reichspatent Nr. 154339

In der klinischen Erprobung durch Dr. Roth bestätigte sich sehr bald die vermutete Schwäche dieses Apparateprinzips. Das Narkotikum Chloroform konnte nur ungenau dosiert werden, weil es sich während seiner Verdunstung zu schnell abkühlte. Erneut war die erfinderische Gabe von Heinrich und Bernhard Dräger gefragt. In kürzester Zeit schufen sie mit dem von ihnen entwickelten Injektor eine völlig neue und „eigenartige“ Tropfapparatur für flüssige Narkotika, indem sie den Sauerstoff nicht mehr durch das Narkosegas leiteten, sondern sich die Saugwirkung des Druckgases Sauerstoff zunutze machten. Ihre **Tropfapparatur** wurde am 26. August 1902 als Deutsches Reichspatent mit der Nr. 154339 eingetragen.

*Am 10. Dezember 1903
verleiht das Nobelkomitee
des norwegischen Parla-
ments Pierre und Marie
Curie den Nobelpreis für
Physik.*

Selbstverständlich übernahm Dr. Roth in seiner Klinik die weitere Erprobung und konnte schon im November desselben Jahres diesen wichtigen Fortschritt und seine Erfahrungen publizieren. In seiner Arbeit „Zur Sauerstoff-Chloroform-Narkose“ schrieb er im „Zentralblatt für Chirurgie“ Nr. 46:

„Um diese Fehlerquelle zu beseitigen, durfte der Sauerstoff nicht mehr durch das Chloroform geleitet werden. Nach längeren Versuchen ist es nun gelungen, das Chloroform durch die Saugwirkung des Sauerstoff-



Die Tropfapparatur des ersten Narkoseapparates:

T ist das Chloroformglas, welches das Chloroform stets auf gleichem Niveau hält. B ist ein federnder Hebel, der das Gefäß T stützt. T₁ ist das Tropfenschauglas, mit dem sich die Anzahl der Tropfen nachkontrollieren ließ. 25 Tropfen entsprachen dabei exakt 1/2 g Chloroform. R ist die Regulatorskala

28 02/5

stromes aus einem besonders konstruierten Gefäß tropfenweise sichtbar fallen zu lassen; es werden durch eine besondere Konstruktion stets gleich große Tropfen gebildet, so daß 50 Tropfen immer ein Gramm ausmachen. Ein drehbarer Hahn reguliert die Tropfenzahl und gestattet also je nach Bedarf kleine oder große Chloroformmengen in den unter dem Tropfapparate in bekanntem Verhältnisse fließenden Sauerstoffstrom hineinfallen und so zur Verdunstung kommen zu lassen; der an dem Hahn über einer Skala angebrachte Zeiger orientiert über die jeweilige Tropfenzahl – also auch Chloroformgabe in Grammen –, welche in der Minute zur Verdunstung kommt. So wird also eine wahre und exakte Tropfmethode gewährleistet, die keine Ungeduld des Operateurs zu stören vermag.“

Seit diesen Tagen ist der Name Dräger unmittelbar mit den Entwicklungen auf dem Gebiet der Anästhesietechnik verbunden.

1910 1912 1904 1908

Der Aufbruch ins 20. Jahrhundert

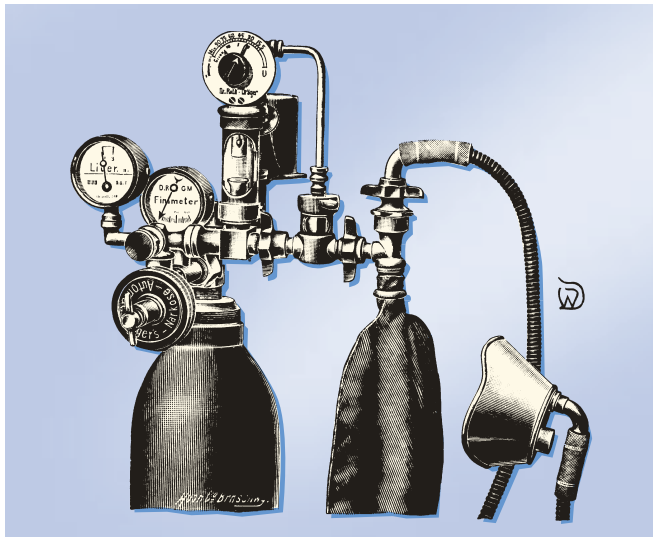
Vom Erstling zur Modellreife

Der **Handapparat 145 N** oder auch **Roth-Dräger** aus dem Jahre 1902 kann als Erstling in der langen Reihe der Dräger-Narkoseapparate angesehen werden. Seine wichtigsten Funktionsteile sind das Reduzierventil zur optimalen Gasentnahme und die Tropfapparat zur exakten Narkotikumdosierung. Beide Bauelemente sind uns über die Jahrzehnte erhalten geblieben. Es sind die Gesellenstücke eines Feinmechanikers aus der damaligen Dräger-Werkstatt. Unter Verwendung dieser wesentlichen Bauteile entstand die abgebildete Rekonstruktion.

Sein Funktionsprinzip

Der in der Stahlflasche mit 150 bar gespeicherte Sauerstoff wurde im Druckreduzierventil entspannt

Der Erstling in der Reihe der Dräger-Narkoseapparate aus dem Jahre 1902:
Handapparat 145 N



und dosiert. Das Gas betrieb gleichzeitig einen Injektor, der aus einer Vorratsflasche Chloroform ansaugte. Das Narkotikum ließ sich präzise nach Tropfenzahl je Minute regulieren und verdunstete im Sauerstoffstrom. Der Patient atmete das so entstehende, vom Narkotiseur vorbestimmte Narkosegemisch aus dem Atembeutel über Einatemventil, Schlauch und Maske ein. Die Ausatmung erfolgte über das separate Ausatemventil an der Maske ins Freie. Es war also, wie man heute sagt, ein halboffenes System (Nicht-Rückatemsystem), exakt gesteuert durch widerstandsarme Glimmerplättchen-Ventile.

Diese Erstkonstruktion erfuhr nach ihrem Bekanntwerden sehr bald eine Erweiterung. Auf Anregung und unter Mitwirkung von Prof. Georg Krönig aus Jena wurde nun noch eine zweite Tropfapparatur hinzugefügt. Sie diente für ein zweites Narkosemittel, nämlich den Äther. Durch diese Weiterentwicklung konnte Dräger schon 1903 drei Modelle auf den Markt bringen, die alle im wesentlichen baugleich waren und sich nur durch die Applikationsmöglichkeiten der Narkosemittel unterschieden:

- Sauerstoff-Chloroform,
- Sauerstoff-Äther,
- Sauerstoff-Chloroform-Äther.

Ein Jahr später präsentierte Dräger einen dieser Narkoseapparate auf der Weltausstellung in St. Louis, USA. Das vorgestellte Modell fand großes Interesse und galt als etwas durchschlagend Neues. Dräger erhielt die Silbermedaille für den „Oxygen-Chloroform-Apparatus“.

*Jahrelange Versuche
führen Mitte Dezember
des Jahres 1903 zum
ersten großen Erfolg für
die Brüder Wright:
Orville Wright kann 12
Sekunden mit seinem
Motorflugzeug in der
Luft bleiben und fliegt
70 Meter weit.*

Dieses Diplom wurde Heinrich Dräger auf der Ausstellung 1904 in St. Louis, USA, zusammen mit der Silbermedaille für den herausragenden „Dräger-Oxygen-Chloroform-Apparatus“ verliehen



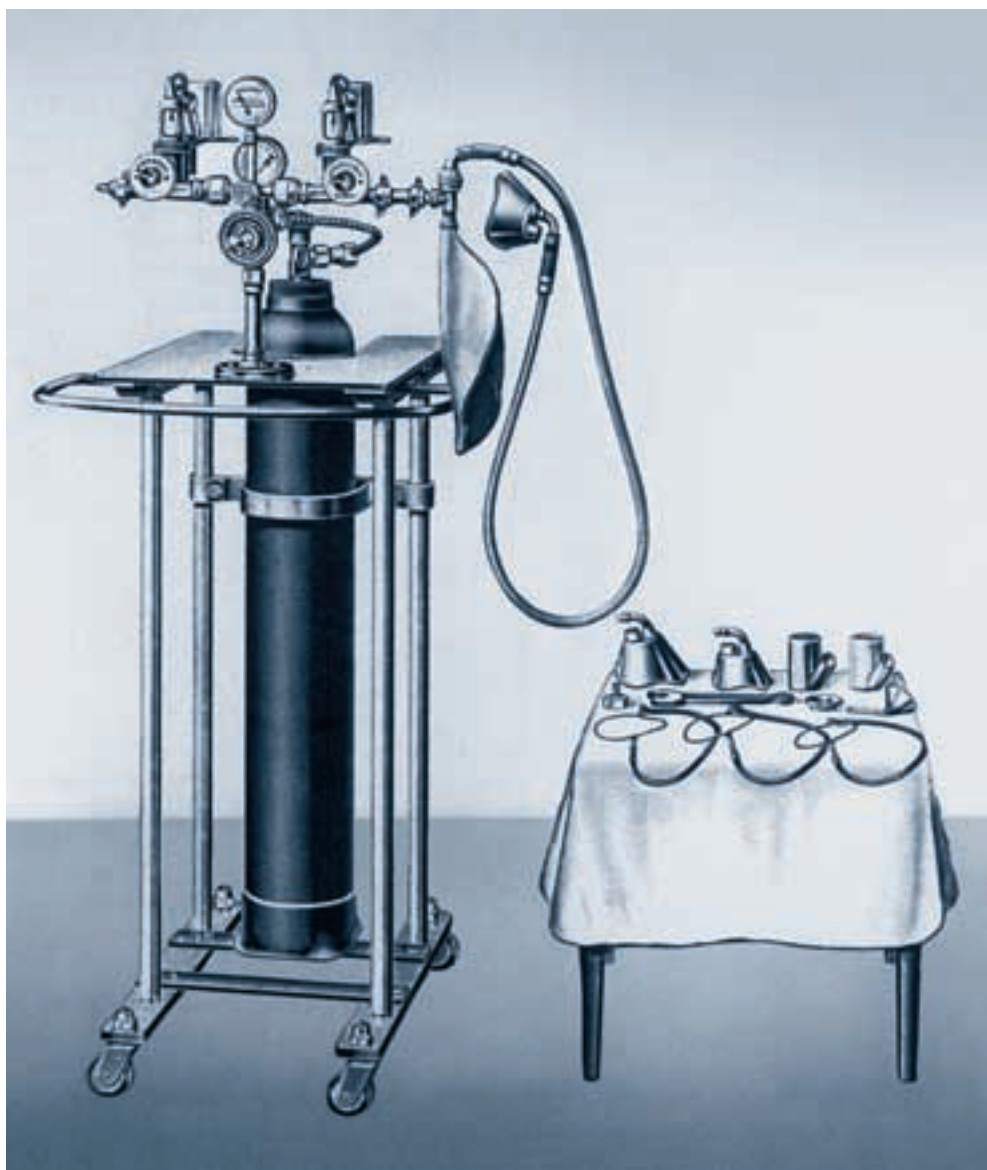
Von den Modellen zur Serienproduktion

Die Erfolge und die weltweite Anerkennung bestärkten Heinrich und Bernhard Dräger auf ihrem eingeschlagenen Weg und führten zu weiteren Neukonstruktionen und Modifikationen. Die Zielsetzung bestand vor allem in zwei Punkten: Zum einen sollte eine wirtschaftlichere Serienfertigung ermöglicht werden; zum anderen hatten die Erfahrungen gezeigt, daß bezüglich der Pflege im täglichen klinischen Gebrauch die Tropfvorrichtung verbesserungswürdig war.

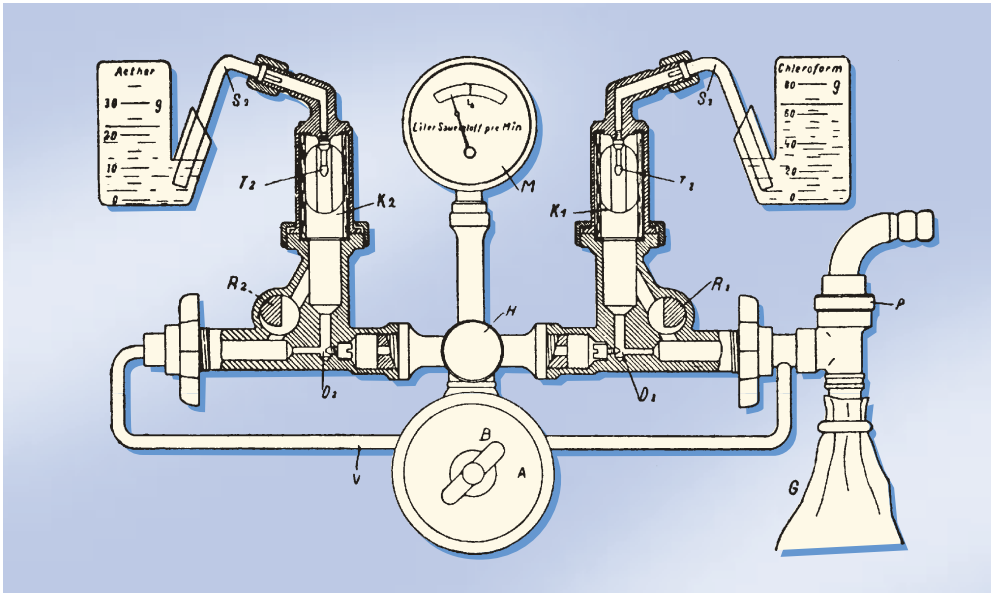
Als Ergebnis ihrer Arbeiten erschien im Jahre 1910 der **Roth-Dräger-Mischnarkoseapparat** auf dem Markt. Sein Funktionsprinzip war praktisch identisch mit dem seiner Vorgänger, aber das Ziel



Die Nummer zwei:
Der Doppelapparat 240 N aus
dem Jahre 1903



In Gemeinschaftsarbeit mit dem befreundeten Arzt Dr. Otto Roth entstand 1910 der Roth-Dräger-Misch-narkoseapparat

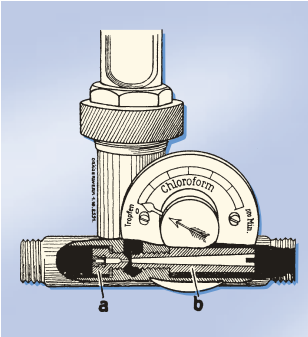


40 687

wurde erfüllt. Eine zeitgenössische Darstellung erklärt die Arbeitsweise dieses Apparates:

Die Abbildung „... ist ein schematischer Querschnitt der beiden Tropfteile. Der an der Stellschraube B des Reduzierventils A nach dem Manometer M eingestellte Niederdruck strömt nach dem Öffnen des Hahnes H zu den Injektoren D1 und D2. In den Schauglaskörpern K1 und K2 wird ein Vakuum erzeugt, und das durch die Steigrohre S1 und S2 angesaugte Narkotikum fällt von den Tropfkegeln V1 und V2 sichtbar und hörbar in den Sauerstoffstrahl der Injektoren. An den Hähnen R1 und R2 wird durch Veränderung des Vakuums in den Schauglaskörpern die Tropfenzahl pro Minute reguliert. Je weiter die Hähne geöffnet sind, umso größer ist die hindurchzirkulierende Gasmenge und umso niedriger ist das Vakuum, und umgekehrt. Die Chloroform-Sauerstoffdämpfe und die Äther-Sauerstoffdämpfe mischen sich im Atem- oder Sparbeutel G und gelangen durch das Einatemrückschlagventil im Sparapparat P in den zur Maske führenden Metallschlauch.“ Das Bild

Die technische Aufrißzeichnung des Roth-Dräger-Mischnarkoseapparates für Äther und Chloroform



40 6893

Eine bedeutende Entwicklung: Der Dräger-Injektor, eine präzise einstellbare Tropfvorrichtung

„... zeigt, wie der Injektor des beschriebenen Apparates in Wirklichkeit konstruiert ist. Die Druckdüse a und die Saugdüse b sind mittels Schraubenziehers herausnehmbar und können dadurch leicht gereinigt werden. ...“

Alle vorgestellten Apparate trugen zum großen Erfolg des Drägerwerkes bei. Bis 1912, also in den ersten zehn Jahren der Dräger Narkosetechnik, wurden über 1500 Stück in alle Welt verkauft.

Mehr Sicherheit in der Anästhesie

Die Entwicklung in der Medizin und die Anforderungen der Anästhesisten sowie der Chirurgen erforderten sehr bald eine weitere Überarbeitung des ursprünglichen Dräger-Narkoseapparates, der unter Mitwirkung des befreundeten Arztes Dr. Otto Roth 1902 entstanden war. Schon wenige Jahre nach seiner Verbreitung wurde er als Variante mit einer neuartigen Ergänzung zur pneumatischen künstlichen Beatmung ausgestattet, es entstand ein „Narkose-Wiederbelebungsapparat“, benannt nach seinen Entwicklern **Roth-Dräger-Krönig** (Abb. Seite 21 und Seite 27, zweiter Apparat von links).

Er verfügte unabhängig vom Narkoseteil über einen weiteren, ebenfalls sauerstoffbetriebenen Injektor. Mittels dieses Injektors und über einen von Hand bedienbaren Umschalthahn konnte in der dichtsitzen- den Beatmungsmaske abwechselnd Über- und Unterdruck erzeugt werden. Nun war es dem Anästhesisten möglich, bei Narkosezwischenfällen oder Atemstillstand des Patienten sofort die Narkose abzusetzen und die Lunge im Atemrhythmus mit sauerstoffreicher Luft zu füllen bzw. zu entleeren.

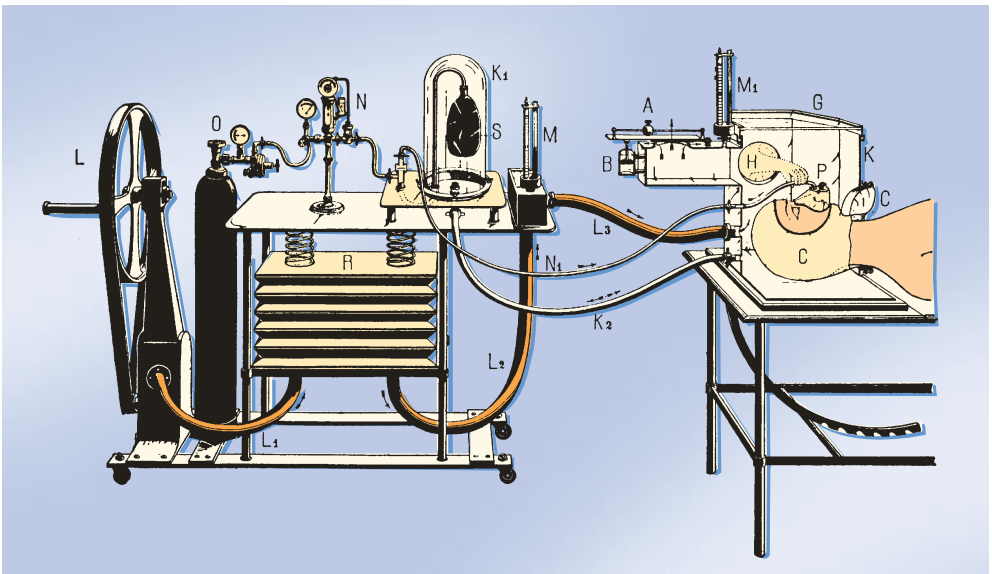


Aus dem Jahre 1911: Überdruck-Mischnarkoseapparat Roth-Dräger-Krönig, mit Überdruckvorrichtung nach Prof. Bruhns

Die Chirurgie am offenen Thorax

Die Bemühungen der Chirurgen, Operationen bei offenem Brustkorb durchzuführen, veranlaßten das Drägerwerk zur entsprechenden Weiterentwicklung des „Roth-Dräger“. Erste Versuche, den von der Chirurgie gewünschten Anforderungen zu entsprechen, reichen bis ins Jahr 1905 zurück. Das Problem der Operationen am offenen Thorax bestand darin, die Lunge bei Eröffnung des Thorax während Ein- und Ausatmung unter Überdruck, also gebläht halten zu müssen, um ein Kollabieren zu vermeiden. Die von Prof. Sauerbruch zu jener Zeit dafür erdachte und benutzte Kammer befriedigte nicht. Sie war zu aufwendig und im Operationsbetrieb umständlich zu handhaben.

Noch sehr aufwendig und schwer zu handhaben: der Überdruck-Operationsapparat Brauer-Dräger für die Chirurgie am offenen Thorax aus dem Jahre 1906

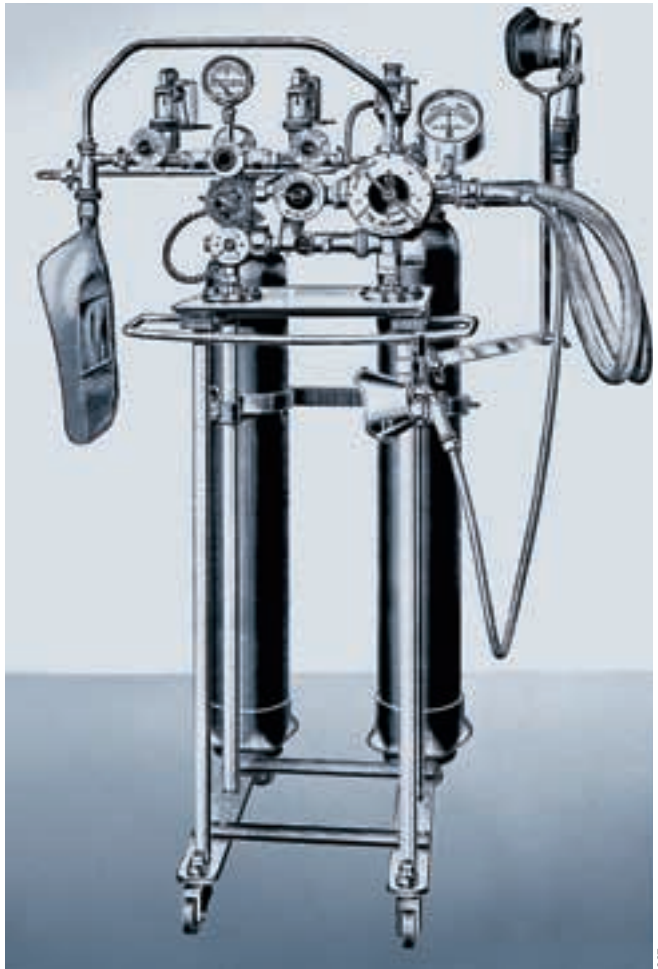


Im Drägerwerk versuchten die Konstrukteure, das Problem zu lösen. Ein Beispiel dieser Bemühungen stellt der „Überdruck-Operationsapparat Brauer-Dräger“ dar. Die zeitgenössische Skizze vermittelt einen Eindruck seines Aufbaus.

Eine ganze Reihe Versuchsapparaturen wurde immer wieder klinisch getestet, bis schließlich im Jahre 1911 der Überdruck-Mischnarkoseapparat Roth-Dräger-Krönig marktreif war. Es war wiederum der bei Dräger schon zum Standardbaustein gewordene Injektor, der das Überdruckproblem löste. Er wurde unabhängig vom Narkoseteil über einen separaten Absperrhahn vom Reduzierventil mit Sauerstoff betrieben. Dabei saugte der Injektor eine relativ große, aber regelbare Frischluftmenge an, die über einen eigenen Schlauch und eine fest anliegende Maske der Lunge eingeblasen wurde. Die Höhe des Überdrucks war mit einem federbelasteten Ausatemventil auf der Maske regulierbar. Bei dieser ersten, praxisgerechten Problemlösung mußte für die Zeit der Überdruckphase die Zufuhr von Narkosegasgemisch unterbrochen werden. Darin bestand natürlich auch sein Handicap, das bei Dräger durchaus erkannt wurde und gemäß dem erfinderischen Anspruch nicht akzeptiert werden konnte. Weiteres Nachdenken sollte zum Erfolg führen.

Im Jahre 1912 konnte das Drägerwerk den Kombinations-Apparat für Mischnarkose, Überdrucknarkose und Wiederbelebung präsentieren. Dieser Apparat galt mit seinen wesentlichen Funktionsverbesserungen als eine sinnreiche Kombination der drei vorausgegangenen Roth-Dräger-Modelle. Er wurde als **Dräger-Kombi** weltbekannt und behielt seinen guten Ruf über 30 Jahre.

*Zehn Tage vor dem
Weihnachtsfest 1911 er-
reicht der Norweger
Roald Amundsen mit vier
Begleitern als erster den
Südpol. Sein Kontrahent
Robert Scott verliert den
„Wettlauf“ zum Pol und
wird zweiter Sieger am
12. Januar 1912.*



Der Dräger-Kombinations-Narkoseapparat von 1912, unter Ärzten kurz als „Dräger-Kombi“ bezeichnet, fand über 30 Jahre weltweit Anerkennung

Die damalige Kurzbeschreibung von seinem Konstrukteur Hans Schröder erläutert eindrucksvoll die Funktionsweise:

Das Bild „... zeigt den Kombinations-Apparat nach Roth-Dräger für gewöhnliche Narkose, für Überdrucknarkose und für künstliche Atmung. Auch hier ist ein Injektor vorgesehen, der bei Einstellung des großen Schalthahnes auf Überdruck durch einen Drehschieber Frischluft ansaugt. Im Schalthahn wird das Narkose-



Der Wahl- oder auch Schalthahn am selben Gerät

40 590

gas aus dem bekannten Tropfapparat zugeleitet, und das fertige Narkosegemisch strömt unter Überdruck durch den Schlauch zur Maske. Ein zweiter Schlauch leitet die Ausatemgase durch das Überdruck-Regulier-ventil ins Freie. Das Manometer zeigt den Überdruck in cm Wassersäule an. Die leichten Aluminiumschläuche sind 25 mm weit. Für die luftdichte Befestigung der Maske dient ein Kopfring mit Gurten. Hieran ist wesentlich, daß der Kopfring zwei Ausleger für den Nackengurt hat, die es verhindern, daß der Gurt einen Druck auf die Halsschlagadern ausübt.

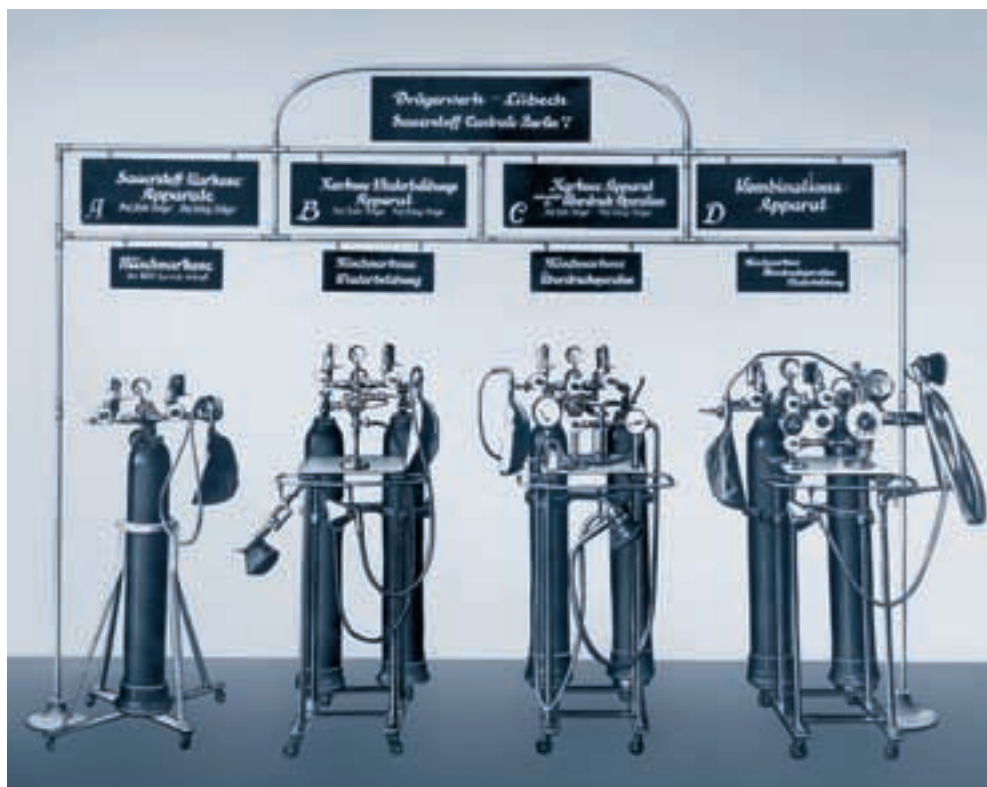
Ist aus irgendeinem Grunde künstliche Atmung nötig, so stellt man den Tropfapparat selbstverständlich ab und den Schalthahn auf die Inschrift Pulmotor-



Die dichte Narkosemaske mit Kopfring und Nackengurten des „Dräger-Kombi“

Wiederbelebung. Dann bewegt man den im Schlitz geführten Zeiger des Schalthahnes vom Anschlag Einatmung zum Anschlag Ausatmung und zurück im Rhythmus der natürlichen Atmung, also 15- bis 16 mal in der Minute. Hierbei kommt dann abwechselnd die Saugwirkung und die Druckwirkung des Injektors in Tätigkeit. Bei der Einatmung füllt er die Lunge unter einem Enddruck von etwa 20 cm Wassersäule mit sauerstoffreicher Frischluft, und bei der Ausatmung saugt er die Lunge mit gleicher Kraft leer. Er leistet also eine Arbeit, die manuell nicht durchführbar ist.

Für gewöhnliche Narkose wird der engere Metallschlauch mit der einfachen Maske benutzt. Der Schalthahn wird auf die Inschrift Misch-Narkose



gestellt. Die verschiedenen Bohrungen im Schalthahn leiten die Gase bei jeder gewünschten Arbeitsart des Apparates und der entsprechenden Zeigerstellung richtig. Es würde zu weit führen, die Konstruktion näher zu beschreiben. Es soll nur erwähnt werden, daß derartige Schaltorgane, die durch einen Handgriff eine Umstellung des Anwendungsverfahrens ermöglichen, in der Narkosepraxis sehr beliebt sind.“

Das wohldurchdachte Programm der Dräger-Narkoseapparate von 1913, die serienreif weltweit ausgeliefert wurden

Zuverlässigkeit und weltweite Anerkennung

Vor dem ersten Weltkrieg verfügte das Drägerwerk mit vier Narkoseapparat-Modellen schon über ein recht umfangreiches und wohldurchdachtes Programm, wie die Fotografie einer Dräger-Ausstellung anlässlich des Chirurgen-Kongresses 1913 in der Berliner Charité dokumentiert (siehe Seite 27). Mit diesen vier Apparaten war die erste Entwicklungsphase der Dräger Narkosetechnologie abgeschlossen. Nach dem damaligen Stand der Technik waren sie ausgereift, und viele von ihnen haben in Operationssälen des In- und Auslandes bis in die Jahre nach 1940 ihren Dienst getan. „Zweifellos ein Resultat ungewöhnlicher Zuverlässigkeit und Stabilität im Betrieb“, wie Prof. Jürgen Waversik noch 1980 konstatierte.

Vor allem der Verkauf des Universal-Narkoseapparates „Dräger-Kombi“ erstreckte sich über die ganze Welt. Die Dräger-Vertretung in Japan gab vor einigen Jahren bekannt, daß im Jahre 1912 ein Dräger-Kombi geliefert wurde, der heute im Kyushu Imperial University Hospital als wertvolles Museumsstück gezeigt wird.

Am 20. August 1920

werden zum ersten Mal

Rundfunknachrichten

ausgestrahlt; der Sender:

Station 8 MK in Detroit.

Eine Weltneuheit macht Geschichte

Vom Chloroform zum Lachgas

Seit 1860, zunächst im angloamerikanischen Raum, setzten mehr und mehr Mediziner ein neues Narkosemittel ein: das Lachgas, Stickoxydul oder kurz N_2O . Lachgas bot gegenüber dem bis dato verwendeten Chloroform in seiner Wirkweise manche Vorteile. Lachgas war aber auf der anderen Seite, bedingt durch den Herstellungsprozeß, ein relativ teures Narkosemittel. Als auch in Deutschland das Lachgas bekannt wurde, suchten Mediziner und Medizintechniker nach Möglichkeiten einer optimalen Applikation, nicht zuletzt vor dem Hintergrund, den Gasverbrauch zu minimieren.

Erfahrungen, die das Drägerwerk schon in den frühen Jahren des Jahrhunderts gewonnen hatte, konnten neu genutzt werden. Bereits 1903 hatte Dräger ein Prinzip entwickelt, welches als „geschlossener Atemkreislauf“ funktionierte und eine Rückatmung ermöglichte. Seit jenen Tagen waren Dräger-Atemschutzgeräte in aller Welt bekannt. Vor allem die amerikanischen Bergleute setzten diese Masken ein und gaben ihnen den Spitznamen „draegermen“. Ihnen half er, bei ihrer beschwerlichen Untertagearbeit – durch das Prinzip der Rückatmung – ausgeatmeten Sauerstoff wieder zu nutzen, sparte somit an dem lebensnotwendigen Gas.

Die anfänglichen Versuche des Drägerwerks, solch einen „geschlossenen Atemkreislauf“, wie man damals noch sagte, heute sprechen wir vom Atemkreissystem, auch für Narkoseapparate einzusetzen, mußten scheitern. Der Grund dafür lag nicht darin, daß der Gedanke falsch war, sondern darin, daß sich das damals verwendete Chloroform als Narkosegas

nicht für ein Atem-Kreissystem eignete. In das Kreissystem war ein sogenannter CO_2 -Absorber zwischengeschaltet, doch im Atemkalk zersetzte sich das Narkotikum Chloroform. Deshalb ließ sich dieses Prinzip nicht für Narkosezwecke einsetzen. Bereits 1906 aber hatte dieses Atem-Kreissystem Anerkennung gefunden und war in einem Artikel von Prof. Franz Kuhn in dem Fachblatt „Deutsche Zeitschrift für Chirurgie“ veröffentlicht worden.

Das weltweit erste Kreissystem

Fast 20 Jahre später, 1924, besannen sich die Ingenieure des Drägerwerkes auf die früher gesammelten Erfahrungen und entdeckten für das „moderne“ Narkosemittel Narcylen das Atem-Kreissystem neu. Das hochgereinigte Acetylen spielte in den 20er Jahren eine gewisse Rolle als erstklassiges, schnell und schonend wirkendes Narkosegas. In Zusammenarbeit mit Ärzten der Universitätsklinik Würzburg entstand 1925 der Dräger-Narcylen-Narkoseapparat nach dem Prinzip von Gauß und Wieland.

Mit dem Narcylen-Narkoseapparat folgten die Ingenieure beim Drägerwerk den Anforderungen der Zeit. Der Apparat arbeitete wie das Modell „A“ und verfügte über das gleiche Atem-Kreissystem. Trotz seiner hervorragenden narkotischen Eigenschaften ließ man das Narcylen wieder fallen. Das Gas ist in sehr hohem Maße brennbar und explosionsfreudig. Deshalb ließ es sich für medizinische Applikationen nur bedingt einsetzen und konnte sich schließlich in der Anästhesie nicht durchsetzen.

In Zusammenarbeit mit Dr. Paul Sudeck und Dr. Helmut Schmidt von der Universitätsklinik Ham-



Das Modell „A“, der erste
 Kreissystem-Narkoseapparat
 der Welt von 1926

burg-Eppendorf entstand ein völlig neuartiger Narkoseapparat für Sauerstoff, Lachgas und Äther nach dem gleichen Prinzip. Äther diente dabei vornehmlich zur beliebigen Vertiefung der relativ flachen Lachgasnarkose.

Das neue Atem-Kreissystem fand seinen Einzug in die Narkosetechnik. Im angloamerikanischen Sprachraum wurden ebenfalls Rückatemsysteme mit Kohlendioxidabsorber zum Einsatz in der Anästhesie

1924 rollt der 10millionste Ford, die „tin lizzy“,

in Detroit vom Fließband; ihr damaliger Preis:

knapp 300 Dollar.

entwickelt: 1924 stellte Ralph M. Waters ein „Pendelsystem“, 1930 Brian C. Sword und R. v. Foregger ein „Kreissystem“ vor.

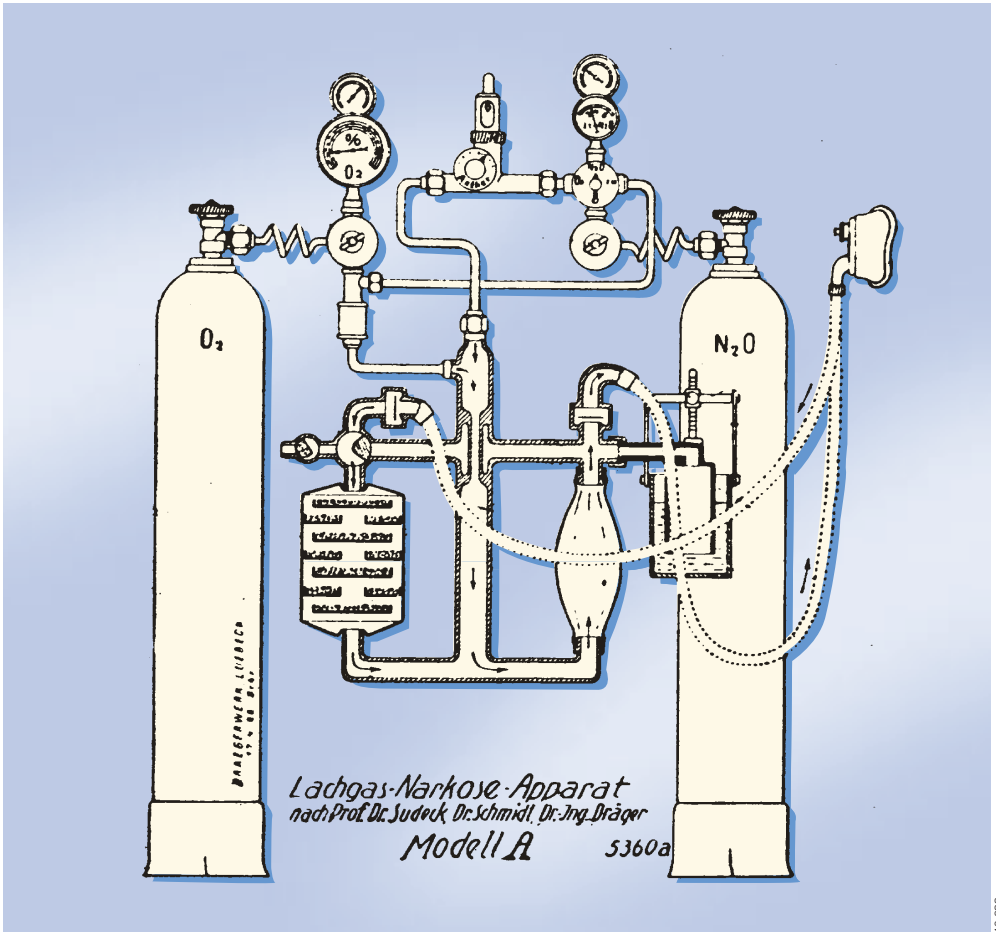
Die Gegenüberstellung beider Systeme auf Seite 51 verdeutlicht die jeweilige Arbeitsweise.

Das Modell „A“

Die Vorteile von Lachgas sowie die überragenden Eigenschaften des neuen Kreissystems veranlaßten Dräger, den weltweit ersten Narkoseapparat in Serie mit Kreissystem zu bauen; das **Modell „A“** entstand.

Das zeitgenössische Funktionsschema (gegenüberliegende Seite) verdeutlicht, daß dieses Atem-Kreissystem als wegweisend für alle weiteren Entwicklungsschritte betrachtet werden kann. Denn es wies schon sämtliche Merkmale auf, die bis heute für Narkoseapparate selbstverständlich geblieben sind. Das sind im einzelnen:

- Getrennte Schläuche für Einatmung und Ausatmung.
- Großflächige, federlose, widerstandsarme Glimmerplättchen-Ventile.
- Schon als Einmal-Patrone den Kohlensäure-Absorber, der ganz oder teilweise ausgeschaltet werden konnte.
- Atembeutel, der die Möglichkeit bot, manuell zu beatmen.
- Auf Wunsch waren bereits Entlüftungsventile oder Überdruck-Begrenzungsventile lieferbar.



Die Dosierung von Lachgas und Sauerstoff konnte in bewährter Weise nach dem alten Staudruckprinzip geregelt werden. Damit hatte der Anästhesist die Möglichkeit, ganz präzise die gewünschte bzw. benötigte Lachgasmenge nach Litern pro Minute in Relation zum Sauerstoff, in Prozenten gemessen, einzustellen. Der Zusatz von Äther erfolgte wie bei dem altbekannten „Roth-Dräger“-Mischnarkoseapparat von 1910 nach dem probaten Vakuum-Verfahren.

Die vereinfachte Darstellung des Funktionsschemas von Modell „A“



Futuristisch anmutend: der Dräger-Narcylen-Narkoseapparat nach Gauß und Wieland von 1925

Es spricht für den hohen technischen Standard und seine Langlebigkeit, daß ein Exemplar des Apparates Modell „A“ noch 1947, also 22 Jahre nach seiner Entstehung, in der Universitätsklinik Rostock täglich benutzt wurde.

Die Inhalationsnarkose der 30er Jahre

Die Warmäther-Narkose

Mit der Entwicklung des Modells „A“ war in der Technik der Narkoseapparate ein weltweit anerkannter Standard erreicht worden, der im wesentlichen in den dreißiger Jahren keiner Überarbeitung mehr bedurfte. Dennoch gehörte und gehört es zum Anspruch des Drägerwerkes, sich immer wieder neuen Aufgaben zu stellen. So entstand 1934 neben den Versuchen mit Narcylen als Narkosegas ein anderer Außenseiter in der Reihe der Narkoseapparate. Angeregt wurde die Entwicklungsarbeit durch eine Idee von Dr. Max Tiegel, Chirurg am St.-Petrus-Krankenhaus in Trier. Sein Ziel war es, Äther nicht mehr flüssig über den Injektor, wie im Roth-Dräger-Mischnarkoseapparat, sondern als verdampftes Gas zu applizieren. Der **Dr. Tiegel-Dräger-Narkoseapparat** für überhitzten Ätherdampf kam auf den Markt.

Das Funktionsprinzip

Äther wurde in einstellbarer Menge auf eine elektrisch beheizbare Silberplatte getropft. Ein Thermostat hielt die Silberplatte konstant auf 60°C, der Temperatur, bei der Äther im gasförmigen Aggregatzustand die feinste molekulare Verteilung aufweist, wie Dr. Tiegel in Versuchen herausgefunden hatte. Der entstehende Ätherdampf vermischte sich mit vom Patienten angesaugter Außenluft, also wie bei dem Draw-over-System. Die Ausatmung erfolgte durch einen separaten zweiten Schlauch. Ein Wasserrückschlagventil ermöglichte auf einfache Weise, den Ein- vom Ausatemrhythmus des Patienten zu trennen. Als Pioniertat läßt sich ein weiteres Detail der Konstruktion bezeichnen: Erstmals wurde ein Aktivkohlefilter in den Ausatemschlauch instal-



Aus dem Jahre 1934: der
Dr. Tiegel-Dräger-Narkose-
apparat für überhitzten
Ätherdampf

liert, welcher den in der Ausatemluft noch reichlich enthaltenen Äther restlos absorbierte. Ein entscheidender Fortschritt, um gesundheitliche Risiken für Chirurgen, Anästhesieärzte und Assistenten auszu-

schließen. Dräger dachte und handelte somit schon in den 30er Jahren „umweltbewußt“ im Bereich der Anästhesie.

Der Konstrukteur beschrieb diesen Außenseiter 1934 folgendermaßen:

„Dr. Tiegel, Trier, hat weitgehende klinische Versuche mit Ätherdämpfen gemacht, die bei hohen Wärmegraden erzeugt und im gleichen Augenblick mit Luft gemischt wurden, die also die äußerst feine molekulare Verteilung des Entstehungszustandes beibehielten. Er hat ermittelt, daß die beste Narkosewirkung mit auffallend günstigen Begleiterscheinungen, das bedeutet keine Exitation und kein postnarkotisches Erbrechen, dann eintritt, wenn die Äthertropfen bei 60 Grad vergast werden.“

Trotz dieser positiven Eigenschaften des Dr. Tiegel-Dräger-Narkoseapparats für überhitzten Ätherdampf blieb er in der Anästhesie ein Außenseiter, der sich nicht wirklich durchsetzen konnte.

Die Optimierung des probaten Standards

Vierundzwanzig Jahre nach seiner Erstkonstruktion wurde 1935 der Mischnarkoseapparat Roth-Dräger-Krönig (siehe Seite 20) modernisiert. Als wesentliche Verbesserung erhielt er eine neue Überdruckvorrichtung, natürlich wieder injektorbetrieben. Sie verfügte allerdings über einen federbelasteten Atembeutel und war so geschaltet, daß das Narkosegas bei Bedarf unter Überdruck zugeführt wurde. Während der Operation am offenen Brustkorb mußte der Anästhesist die Narkosegaszuführung nun nicht mehr abschalten. Ein weiterer Vorteil des neuen Überdruck-

Im Mai 1934 erscheint in den USA erstmals ein

Comic-Buch an Kiosken.

Der Beginn einer Ära.



Der Überdruck-Mischnarkose-
apparat „Typ MÜ“ aus dem
Hause Dräger von 1935

Mischnarkoseapparates „Typ MÜ“ bestand darin, daß die Druckschwankungen zwischen Ein- und Ausatemphase durch diese neue Konstruktion wesentlich geringer als vorher waren.

Der entwicklungstechnische Stillstand

Unter dem wachsenden totalitären Faschismus in Deutschland und mit Ausbruch des zweiten Weltkriegs 1939 konnte im Drägerwerk nicht mehr an der Weiterentwicklung der Inhalationsnarkose gearbeitet werden. Diese Zeit wurde, entwicklungstechnisch betrachtet, zu einer langen Zwangspause.

Standardgeräte waren und blieben bis Ende des zweiten Weltkriegs die ausgereiften Roth-Dräger-Narkoseapparate. Fortschrittliche Kliniken benutzten Lachgas im Modell „A“, und Außenseiter bevorzugten den „Tiegel“.

In München stirbt 92jährig der Erfinder und Ingenieur Carl von Linde. 1895 erfand er ein Verfahren zur Herstellung flüssiger Luft, 1902 von flüssigem Sauerstoff.

1948

Neubeginn

1952

1946

1945

Zurück zum Weltniveau

Nach Ende des zweiten Weltkrieges konnte die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Inhalationsnarkose in Deutschland wieder aufgenommen werden. Gegenüber früheren Jahren war inzwischen das Lachgas in ausreichender Menge und damit günstig zu bekommen. Die Farbwerke Höchst hatten während der Kriegszeit für flugmotorentechnische Zwecke verbesserte Verfahren zur Herstellung von Lachgas eingeführt. Mit einem Beschaf-

Ein Jahr nach Kriegsende:
Das Modell „D“ im Operations-
einsatz des Städtischen
Krankenhauses Ost in
Lübeck unter Leitung von
Professor Lezius



fungsengpaß brauchte man also in der sonst sehr schwierigen Wiederaufbauphase nicht zu rechnen. Bei den angloamerikanischen Anästhesisten hatte sich Lachgas mittlerweile sogar den Platz eines Standard-Narkosegases erobert. Man mußte sehr bald konstatieren, daß parallel natürlich auch die Narkoseapparate-Technik im angloamerikanischen Raum Fortschritte gemacht hatte. Diesen Entwicklungsvorsprung aufzuholen, war im Drägerwerk das Gebot der Stunde.

In Japan sind ab

1946 erstmals in der

Geschichte auch

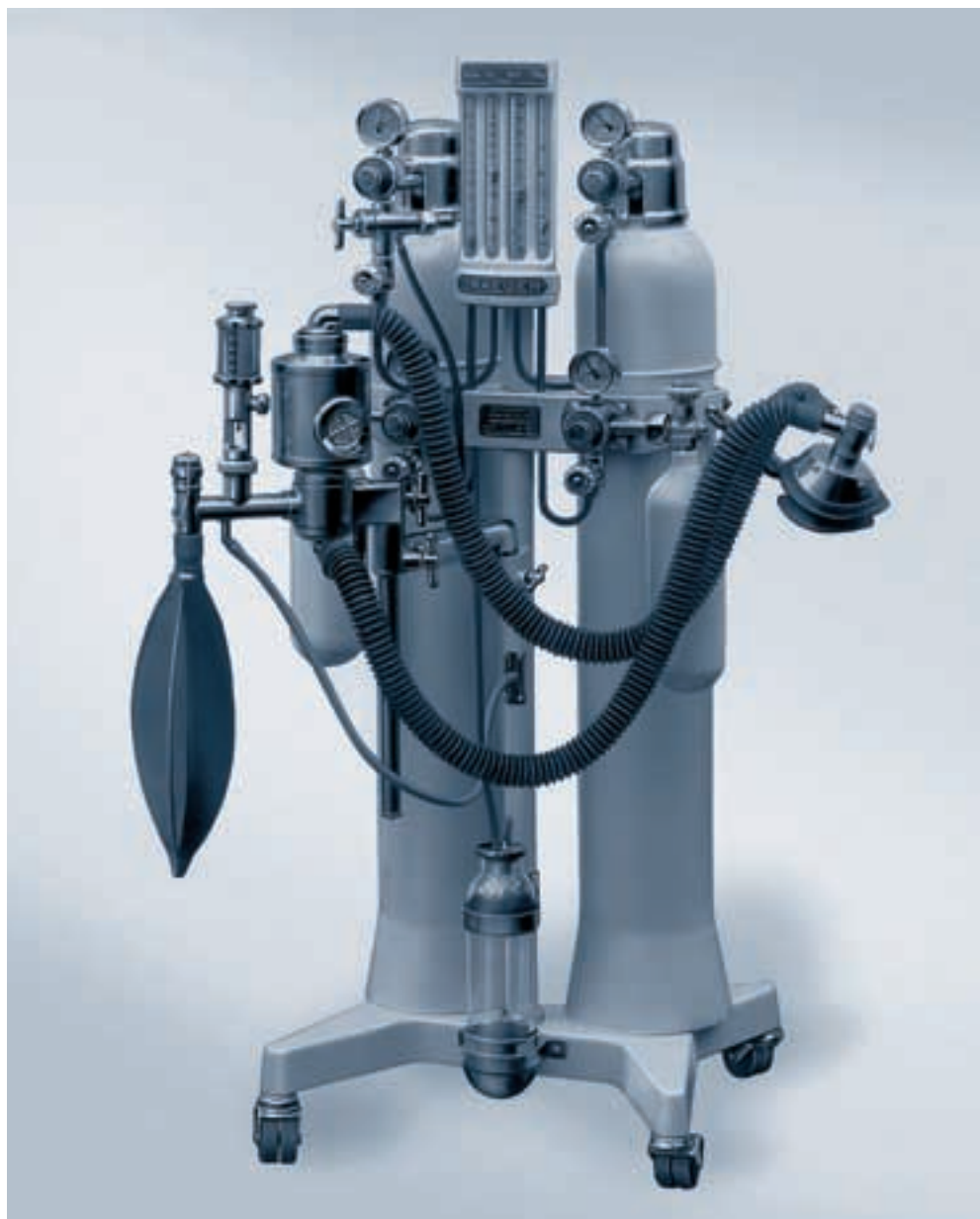
Frauen wahlberechtigt.

Schon ein Jahr nach Kriegsende entstand 1946 der Sauerstoff-Lachgas-Narkoseapparat **Modell „D“**. Der damaligen Notzeit entsprechend war das Modell „D“ als einfacher Apparat konzipiert, der über ein halboffenes System verfügte. Das Neue war die Unterbringung der meisten Funktionsarmaturen innerhalb eines pultförmigen Kastens mit Schalttafel, woraus sich später die geschlossenen Schrankarmaturen entwickeln sollten.

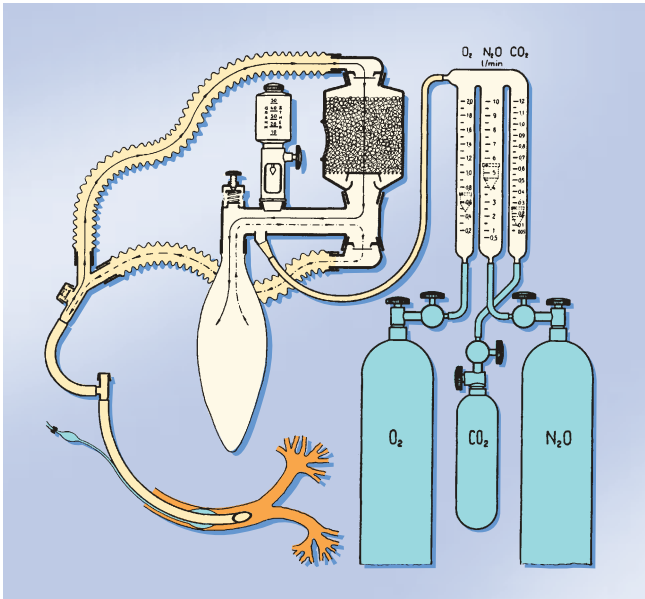
Wie sich bald zeigte, war der Sauerstoff-Lachgas-Narkoseapparat in seiner einfachen Konstruktion ideal für den durch den Krieg verursachten Nachholbedarf in der deutschen Allgemeinchirurgie.

Die Kreislauf-Narkoseapparate

Die Chirurgie der ausgehenden vierziger Jahre konnte sich allerdings nicht mit dem Modell „D“ begnügen. Denn für die immer bedeutender werdende Thorax-Chirurgie war dieser Narkoseapparat nur begrenzt einsetzbar. Anknüpfend an das altbewährte Modell „A“, entwickelte das Drägerwerk deshalb 1948 den Kreislauf-Narkoseapparat **Modell „F“**. Er basierte auf dem Einsatz von Sauerstoff, Lachgas und Äther.



Der Dräger-Kreislauf-Narkoseapparat Modell „F“ von 1948



Das Funktionsschema vom Modell „F“ mit Kreislaufteil. Als Weltneuheit erhielt das Gerät eine motor- und strom-unabhängige Bronchus-absaugeinrichtung

40 692

Bei diesem Apparat erfolgte die Kontrolle der Gasdosierung erstmalig nicht indirekt mittels Staudruckmessung, sondern direkt in Durchflußströmungsmessern, den sogenannten Rotametern. Das Modell „F“ verfügte darüber hinaus noch über eine Reihe weiterer Verbesserungen. So bestand z.B. die Möglichkeit, Cyclopropan und Kohlendioxyd als Zusatzgase anzuschließen. Das Kreissystem, damals noch Kreislauf genannt, ließ sich vollständig ohne Werkzeuge zur Reinigung auseinandernehmen und war heißdampfsterilisierbar. Den CO_2 -Absorber hatten die Dräger-Ingenieure als Nachfüllbehälter ausgebildet. Bei Erschöpfung des Atemkalkes konnte der Behälter in Sekunden erneuert werden – und das auch wäh-

Einstein entwickelt eine mathematische Erklärung für das Wirken der Planeten und des Universums:

Seine Gravitationstheorie versetzt Ende Dezember 1949 weltweit Wissenschaftler in Staunen.

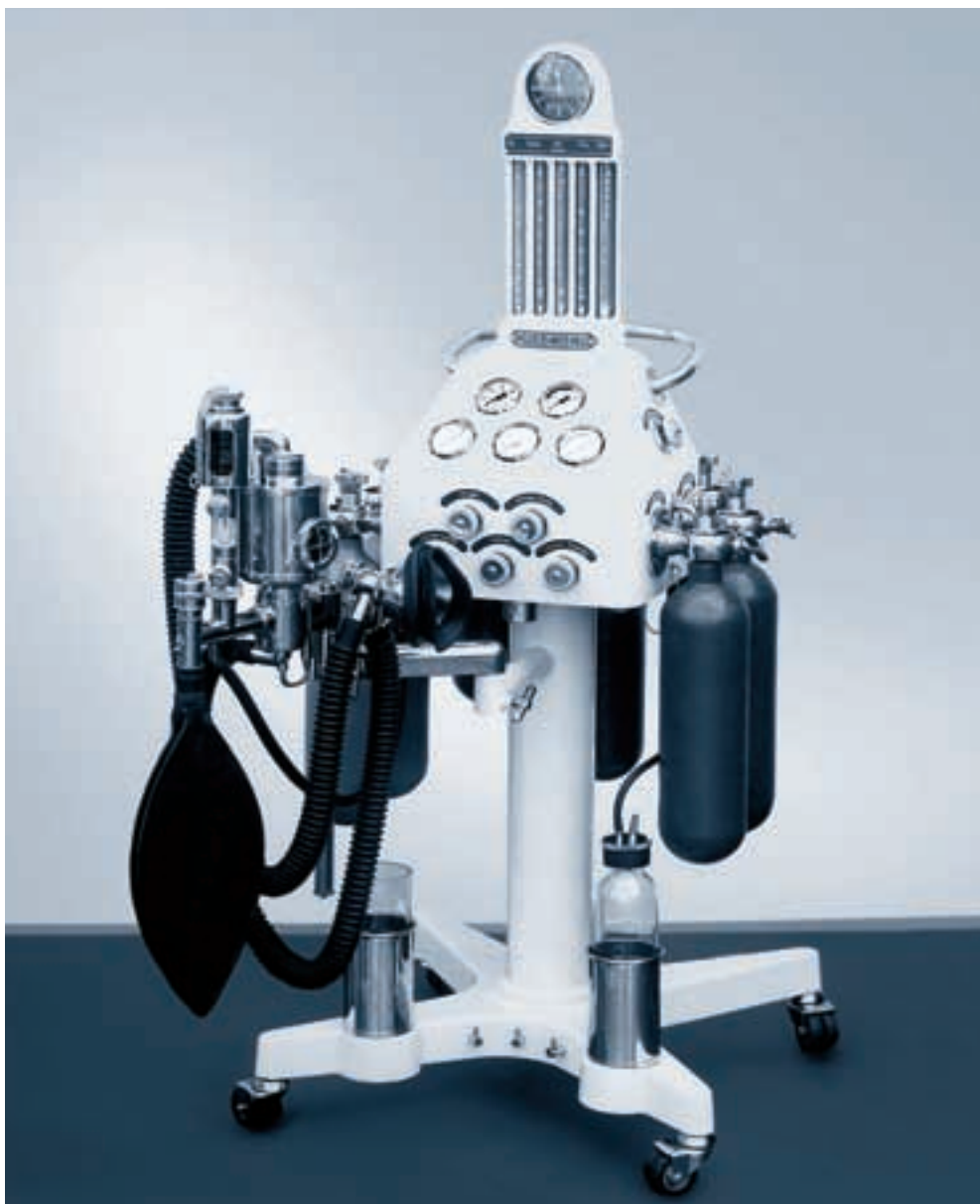
rend der Narkose. Um Atemkalk zu sparen, konnten zwei Absorber hintereinandergeschaltet werden. Zugleich hatte der Anästhesist die Möglichkeit, den Absorber während der Narkose – ebenfalls in Sekunden – aus dem System herauszunehmen, um die Ausatemkohlendioxid für die Atemanregung nutzbar zu machen.

Weltweit erstmalig erhielt jedoch mit dem Modell „F“ ein Narkoseapparat eine motor- und stromunabhängige Bronchusabsaugereinrichtung. Sie funktionierte nach dem Prinzip – denn wie konnte es bei Dräger anders sein – des alten, sauerstoffbetriebenen Injektors. Dieser wurde nun als Ejektor benutzt und erzielte im Absaugekatheter eine Saugkraft bis zu – 0,6 bar. Das Unterdruckprinzip wurde im Laufe der nächsten Jahre noch weiter, bis auf -0,9 bar, verbessert. Damit verfügte das Modell „F“ bereits über eine Saugkraft, die von den üblichen motorgetriebenen OP-Absaugern nicht erreicht wurde.

Das Modell „F“ war der Zeit entsprechend ganz auf den deutschen Bedarf abgestimmt. Im Ausland, besonders in den von den USA belieferten Märkten, verlangte man am Narkoseapparat mehr Gase. Sie waren, um den Apparat handlicher zu machen, nur in kleinen Flaschen gespeichert.

Offen für internationale Märkte

Dem Trend zu mehreren Gasanschlüssen und kleineren, leichteren Druckflaschen wurde vom Drägerwerk, nicht zuletzt um auf den ausländischen Märkten wieder mitreden zu können, entsprochen. Mit der Konstruktion des Modells „G“ erfolgte die Antwort des Drägerwerkes auf den internationalen Bedarf.



„Moderne Zeiten“: Dräger-
Kreislauf-Narkoseapparat
Modell „G“ von 1950

Der kompakte Apparat, der 1950 auf den Markt kam, bot die Möglichkeit, zwei bis fünf Gase anzuschließen: obligatorisch Sauerstoff und Lachgas in je zwei Flaschen, zusätzlich wahlweise Cyclopropan, Helium und Kohlendioxid. Die verwendeten Ein- und Zweiliter-Stahlflaschen wurden über die der amerikanischen Norm entsprechenden Bügelanschlüsse an das Gerät geklemmt. In Deutschland waren diese Anschlüsse nicht zugelassen, weil sie sich untereinander glichen und damit die Gefahr der Verwechslung bestand. Dadurch bedingte Zwischenfälle kamen auch relativ oft vor, bis in den späteren 50er Jahren ein „pin-index-system“ geschaffen wurde, das Verwechslungen ausschloß.

Während in Deutschland an der Realisierung des Schwarzweiß-Fernsehens gearbeitet wird, laufen in den USA ab 1951 die ersten Farbsendungen über den Äther.

Die Vielzahl der möglichen Gasarten bedingte zugleich auch umfangreichere Rohrleitungen mit Rückschlagventilen. Mit der gesamten Meß- und Apparatechnik hatten die Entwickler diese Bauteile in einem glatten, pultförmigen Armaturenkasten untergebracht. Eine Uhr auf dem Rotameterblock erleichterte dem Narkotiseur die Zeitkontrolle. Das Kreissystem wurde vom früheren Modell „F“ übernommen. Zwar wurde dieses System im Ausland zuerst aufgrund seiner ungewohnten Konzeption skeptisch aufgenommen, setzte sich aber bald wegen seiner soliden und zweckgerechten Konstruktion durch. Das bewog das Drägerwerk, an diesem Grundkonzept festzuhalten – und zwar bis in die 80er Jahre hinein.

Mehr Komfort in der Modell-Palette

Die Überlegungen, die bereits beim Modell „D“ zur Einführung einer Schalttafel geführt hatten und im Modell „G“ mit dem Armaturenkasten fortgeführt

waren, gewannen mehr und mehr an Bedeutung im chirurgischen Alltag. Für Funktionalität, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit seiner Narkoseapparate war Dräger bekannt, nun wurden aber auch ergonomische und anästhesie-praktische Gesichtspunkte bei der Konzeption erwartet. Schlicht, der Ruf nach mehr Komfort am Narkosearbeitsplatz führte 1952 zum Kreislauf-Narkoseapparat **Romulus**.

In der Funktion nicht abweichend, unterschied er sich dennoch im Aufbau von seinem Vorgänger, dem Modell „G“. Unter dem eigentlichen Armaturenkasten befand sich ein Schrank, der mit mehreren Schubladen und einer Schreib- bzw. Ablageplatte für den Anästhesisten ausgestattet war. Eine Zwei- und eine Zehn-Liter Sauerstoff- und eine Zwei-Liter-Lachgasflasche stellten die notwendige Gasversorgung sicher, außerdem konnten wahlweise C_3H_6 und CO_2 in kleinen Flaschen angeschlossen werden. Aus der Uhr auf dem Meßröhrenblock wurde die „Dräger-Narkoseuhr“. Sie war von ihrem Konstrukteur Dr. Weyand mit Speziaskalen und Stoppzeiger zur Puls- und Atemfrequenzmessung ausgerüstet.

Der Blutdruckmesser fand seinen festen Platz neben dem Rotameterblock; links davon stand der frischgefüllte Wechselabsorber in Bereitschaft. Kurz gesagt: Mit Romulus war schon rein äußerlich ein praxisgerechter und für seine Zeit hoch integrierter Narkoseapparat auf den Markt gekommen.

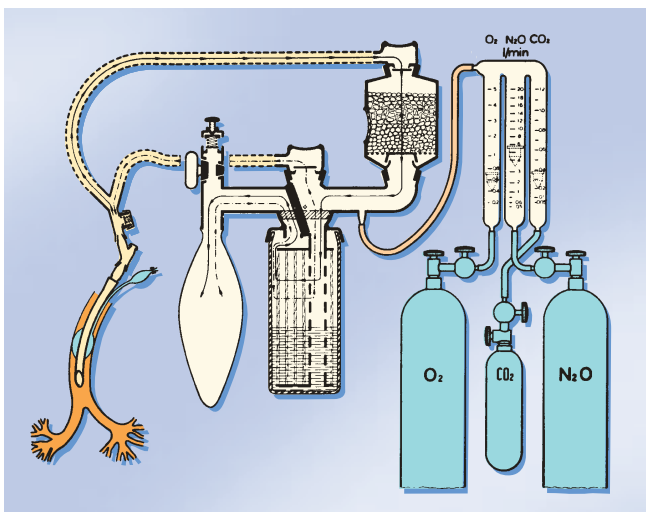
Aber auch sein „Innenleben“ war modifiziert worden. Das Kreissystem (Kreislaufteil I) konnte eine Reihe von Verbesserungen aufweisen:

Der Dräger-Kreislauf-Narkoseapparat Romulus von 1952 war vornehmlich für den heimischen Markt konzipiert worden. Für das Exportgeschäft entwickelte man seinen Zwilling Bruder Remus, baulich gleich, doch für kleinere Gasflaschen ausgelegt



- Das Überdruckventil wurde in seinem Druckbereich auf +30 mbar erweitert und in seiner Einstellmöglichkeit verfeinert.
- Ein- und Ausatemventil wurden so gelegt, daß sie ohne Schließfeder arbeiteten, also mit geringerem Atemwiderstand.
- Die Äthertropfvorrichtung wurde ersetzt durch einen Verdunster, der eine noch bessere Dosierung ermöglichte.
- Zur leichteren Erlernbarkeit der Handbeatmung konnte statt des Atembeutels ein Beatmungsbalg mit einem einfachen Volumenbegrenzer angeschlossen werden.

Speziell für den langsam sich öffnenden Exportmarkt hatte das Drägerwerk den Narkoseapparat Remus konzipiert, der „Zwillingsbruder“ von Romulus. Er



Das Funktionsschema vom Kreislaufteil I

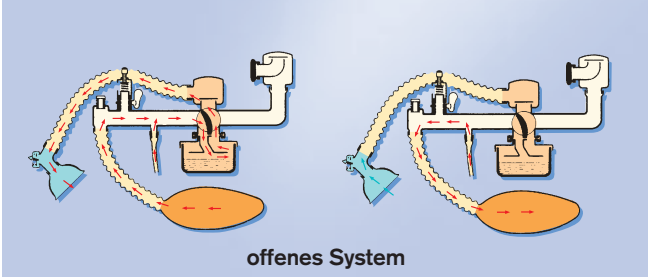
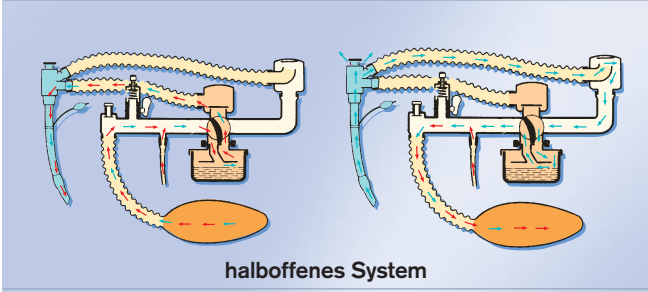
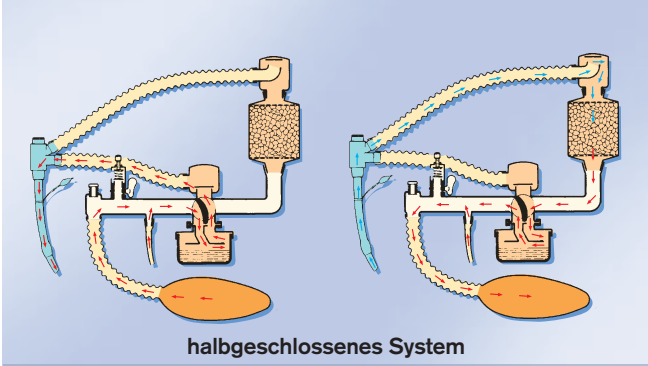
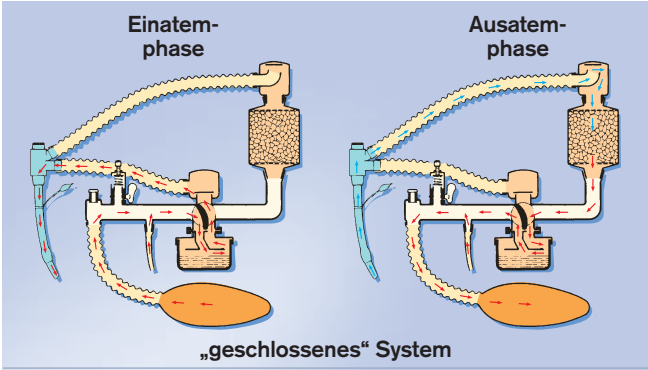
Am 6. Februar 1952 wird Elisabeth II., 25jährig, als neue Königin auf dem britischen Thron proklamiert.

unterschied sich allein durch die Größe der anschließbaren Flaschen und war mit kleineren Druckbehältern (zweimal Sauerstoff und Lachgas, C_3H_6 oder He) ausgerüstet.

Als sich Anfang der 50er Jahre, der Wirtschaftswunderära, auch die deutsche Anästhesie langsam emanzipierte, war Dräger immer wieder aufgefordert, den individuellen Wünschen seiner Kunden im In- und Ausland nachzukommen.

Wo technisch machbar und wirtschaftlich sinnvoll, konnten viele neue Lösungen im Aufbau und in der Ausrüstung der Narkoseapparate gefunden werden. So entstand nach Romulus und Remus, die als Schrankapparate nicht gerade günstig waren, sehr bald die Gerätegruppe **Agrippa 1, 2 und 3**. Sie war im Prinzip ein vereinfachter und damit preisgünstiger Nachfolger des Modells „F“ aus dem Jahre 1948. Die Agrippa-Modelle unterschieden sich untereinander lediglich durch die Anzahl der Anschlußmöglichkeiten:

- Agrippa 1 (ursprüngl. Modell „M“):
für Sauerstoff-Äther
- Agrippa 2 (ursprüngl. Modell „N“):
für Sauerstoff-Lachgas-Äther
- Agrippa 3:
für Sauerstoff-Lachgas-Cyclopropan-Äther



Funktionsschema
Kreislauf Ia

Die Agrippa-Reihe des
Drägerwerkes von 1952,
ein Nachfolger des
Modells „F“



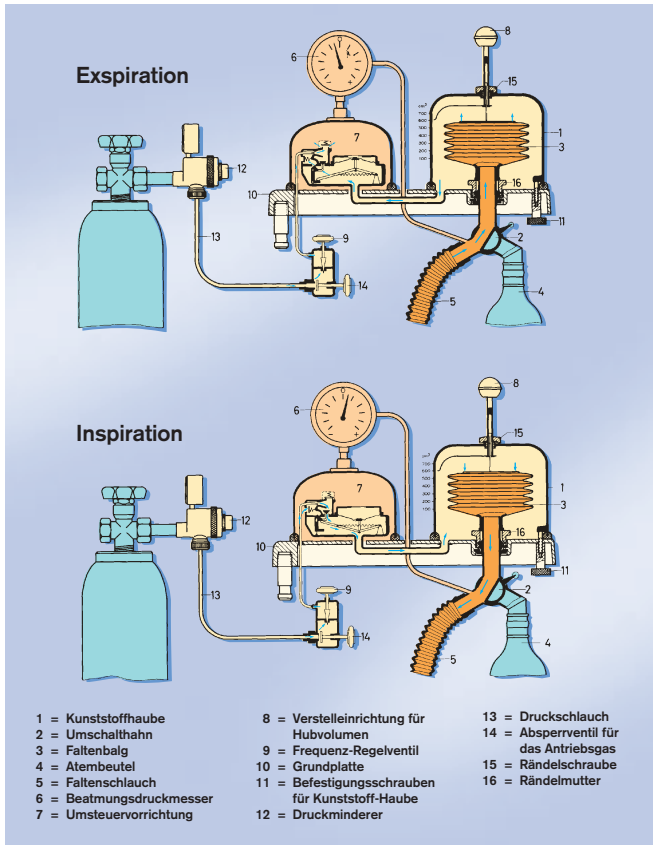
Die Geräte der 50er Jahre

Der Pulmomat

Im Jahre 1952 entstand der Dräger-**Pulmomat**. Dieser neuartige Beatmungsapparat arbeitete automatisch und wurde mit Drucksauerstoff betrieben. Er konnte als Zusatzgerät zu allen Dräger-Narkoseapparaten mit Kreissystem angeschlossen werden. Seine Funktion wird in einem zeitgenössischen Prospekt ausführlich beschrieben:

„Automatische Methode mit dem ‚Pulmomat‘

Mit dem ‚Pulmomat‘ können Patienten auch bei mehrstündigen Operationen vollautomatisch und gleichmäßig beatmet werden; dieses bedeutet eine wesentliche Entlastung für den Arzt, der sonst den Patienten durch manuelle Methoden ventilerte. Eine genau einstellbare Gasmenge (zwischen 100 und 700 cm) wird in die Lunge des Patienten gedrückt (Inspiration) und anschließend mit geringem Unterdruck abgesaugt (Expiration). Die Unterstützung der Expiration durch negativen Druck ist bei eröffnetem Thorax besonders wichtig, da dann die elastischen Kräfte, die die Spontanausatmung bewirken, verringert sind. Außerdem wird der Blutkreislauf durch gute Füllung des rechten Herzens während der negativen Phase geöffnet. Der Sog bis -10 cm WS hilft, die Ausatemwiderstände – besonders bei der Endotrachealnarkose – zu überwinden, wodurch weniger Restluft in der Lunge verbleibt. Der ‚Pulmomat‘ ist mit einem Druckmesser versehen, mit dem eine Kontrolle der in der Lunge entstehenden Beatmungsdrücke und der Beatmungs-Mittellage möglich ist. So können die Druckwerte auch genau kontrolliert werden, wenn der Patient mit dem Atembeutel des ‚Pulmomat‘ beatmet wird (in der Übergangsphase vor dem Eintreten der Atemlähmung oder beim Wiedereinsetzen der Eigenatmung).“



Der Dräger-Pulmomat in einer Funktionsskizze von 1952

Der nach dem alten Pulmotor-Prinzip arbeitende Apparat setzte sich schnell durch. Besonders während langer Narkosen, in deren Verlauf Muskelrelaxantien appliziert wurden, war er eine sehr große Entlastungshilfe für den Anästhesisten. Deshalb gehörte der Pulmomat bald zur Standardausrüstung der Dräger-Narkoseapparate und wurde – mit geringfügigen Verbesserungen, z.B. Vergrößerung des Atemhubvolumens auf 1000 ml – bis in die 70er Jahre gebaut und verkauft.

Atemsysteme nach Wunsch und Bedarf

Als Zusatzausrüstung für die in erster Linie ausländischen Anhänger des „To and fro“-Systems bot Dräger

sein „Pendelsystem“ mit verschiedenen Absorbergrößen für Erwachsene, Kinder oder sogar auch für Kleinstkinder und Neugeborene an. Das Pendelsystem war in Verbindung mit jedem Dräger-Narkoseapparat ab Modell „F“ einsetzbar.

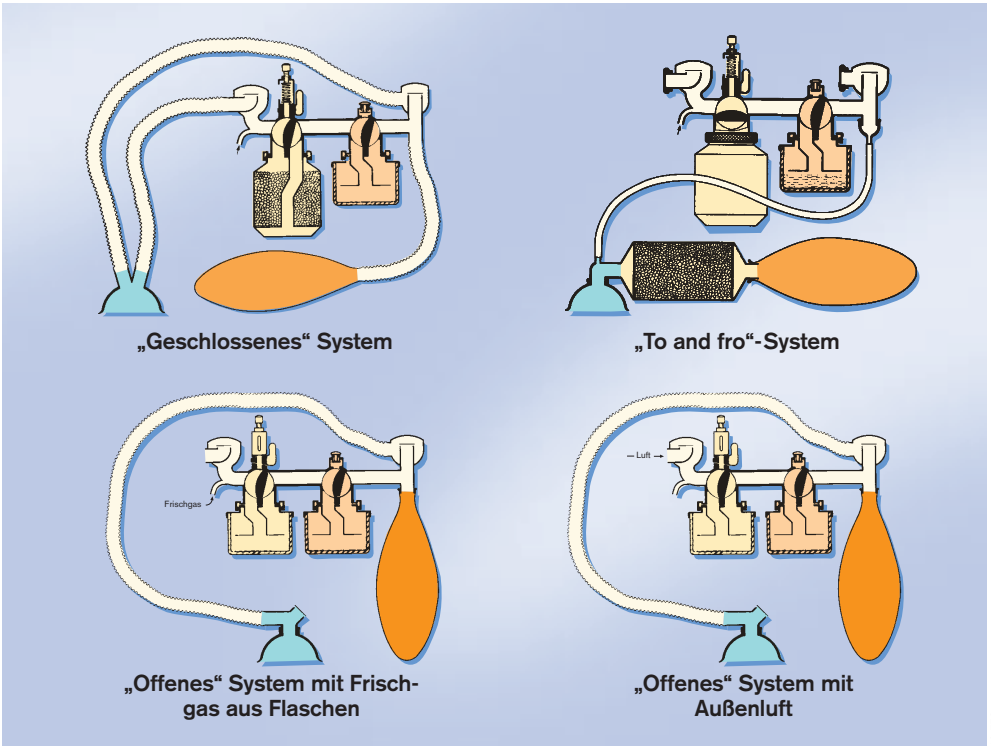
Für das „halboffene System“ standen – ebenfalls zu allen Dräger-Apparaten passend – verschiedene Zusatzausrüstungen zur Verfügung, von denen hier lediglich drei als Beispiel erwähnt sein sollen:

- Das „Magill-System“, nach damaligem angelsächsischen Bedarf ohne Ventile, also mit wahlweiser, grob variabler Teilrückatmung.
- Das „Dräger-halboffene System“, exakt gesteuert mit Ein- und Ausatemventil, also ohne Rückatmung, jedoch mit Handbeatmungsmöglichkeit.
- Ein speziell für Kinder und Neugeborene erdachtes „ventillos System nach Kuhn“ (Anästhesist in Offenbach) mit Handbeatmungsmöglichkeit.

Ein neues Kreissystem

Die Modellreihe **Fabius**, die Mitte der 50er Jahre entstand, war ursprünglich für den militärischen Sanitätsdienst als tragbares Narkosegerät konzipiert (siehe auch unter „Narkoseapparate für Spezialzwecke“, Seite 74). Für den ambulant tätigen Anästhesisten wurde der Fabius als Koffer-Narkosegerät angeboten. In der Klinikversion mit Fahrgestell verfügte Fabius ab 1956 über die Möglichkeit, mit verschiedenen Gasflaschen ausgerüstet zu werden.

Sein wesentlicher Unterschied aber gegenüber den anderen Dräger-Apparaten lag im Kreissystem. Dieser „Kreislaufteil II“ hatte einen Absorber, der



Der Kreislaufteil II und seine Funktion in unterschiedlichen Systemen

durch einen konischen Drehschieber während der Narkose ganz oder teilweise ausgeschaltet werden konnte. Das bedeutete: eine dosierbare, also Teilrückatmung war möglich. Die Konstrukteure hatten dieses Kreissystem so ausgerichtet, daß es sich mit einfachen Mitteln umstellen ließ und damit als halbgeschlossenes oder halboffenes System mit Frischgas bzw. nach dem „Draw-over“-Prinzip mit Außenluft arbeitete.

Der Narkosespiromat

In der Thorax-Chirurgie erkannte man die Vorteile, die sich für Chirurg, aber auch Patient bei der Stilllegung der Atemmuskulatur während der Narkose ergaben. Deshalb mußten sich die Anästhesisten mehr und mehr mit der assistierenden und kontrollierten Beatmung beschäftigen.



Der Dräger-Narkoseapparat Fabius, ursprünglich als tragbares Gerät konzipiert, von 1956

Erfahrung wurde während der weltweiten Polio-Epidemien Ende der 40er und Anfang der 50er Jahre gesammelt. In dieser Zeit entstand in Amerika und Europa, natürlich auch bei Dräger, eine Vielzahl von mehr oder weniger automatisch arbeitenden Beatmungsapparaten.

Bei Dräger übertrug man diese Kenntnisse auf die Narkosetechnik. Im Jahre 1959 konnte die Entwicklung abgeschlossen werden, und der **Narkosespiromat 5000** kam auf den Markt. Er war als eine aufwendige Kombination des Langzeit-Beatmungsgerätes Spiromat 4900 mit dem Narkoseapparat Romulus konstruiert. Dieser elektrisch betriebene



Der Dräger-Narkosespiromat
im klinischen Einsatz 1959

20109

Apparat mußte wegen seiner Verwendung im Operationssaal explosionsgeschützt gebaut werden. Dem erfahrenen Anästhesisten erlaubte der Narkosespiromat 5000, die Beatmungswerte weitestgehend auf die individuellen Gegebenheiten des Patienten und der Operationssituation abzustimmen:

- Exakte Vorwahl und Anpassung des Beatmungshubvolumens zwischen 50 und 1000 ml.
- Beatmungsfrequenz einstellbar von 10 bis 40 min^{-1} .
- Druckreserve (+45 mbar) zur Sicherstellung eines konstanten Atemvolumens auch bei erhöhten Atemwiderständen.
- Variierbare Beatmungsmittellage.
- Einatem-Ausatem-Zeitverhältnis wähl- und veränderbar zwischen 1:1 und 1:2.

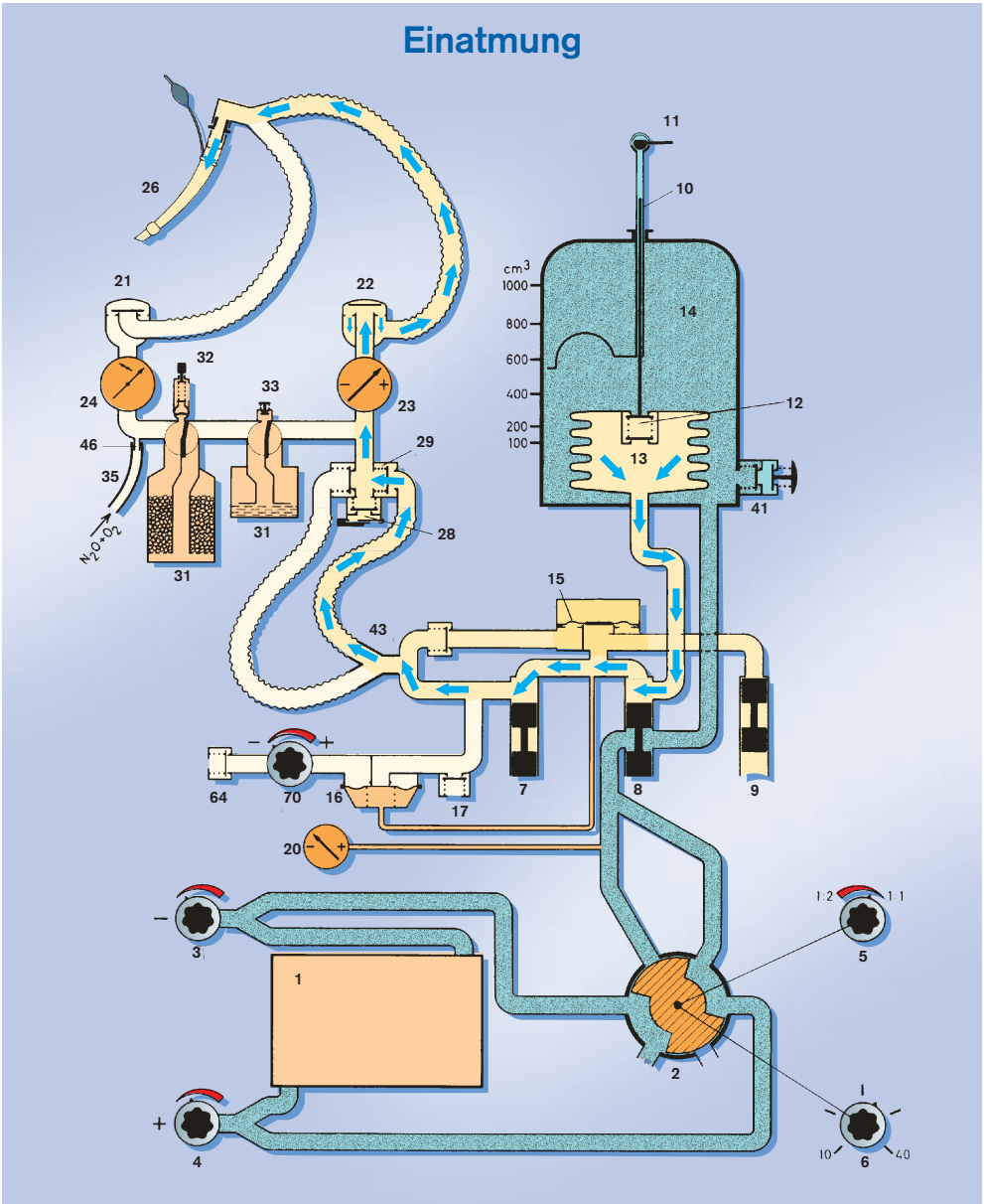
Zur Funktionsweise des Apparates ein Auszug und zwei schematische Darstellungen aus dem damaligen Prospekt:

„Ein elektrisch angetriebenes Gebläse 1 im Inneren des Gerätes erzeugt Druckluft und leitet sie über ein mechanisch gesteuertes Umschaltventil 2 unter die Plastikhaube 14, wo sie auf den Faltenbalg 13 einwirkt.

Im geschlossenen oder halbgeschlossenen System ist der Balg 13 mit Narkosegas gefüllt. Durch den Druck wird der Balg zusammengepreßt und das darin befindliche Narkosegas durch das Einatemventil 22 und den Einatemschlauch zum Patienten geleitet. Nach beendeter Inspiration unterbricht das Umschaltventil 2 die Zufuhr von Druckluft und verbindet die Sogseite des Gebläses mit dem Luftraum unter der Plastikhaube; dadurch wird unter der Haube ein Unterdruck erzeugt, der den Faltenbalg auseinanderzieht und die Ausatmung bewirkt. Das vom Patienten ausgeatmete Gas strömt durch den Ausatemschlauch, das Ausatemventil 21 und das Volumeter 24 und gelangt mit dem durch den Schlauch 35 zufließenden Frischgas über den Absorber 30 und das Ventilstück 29 wieder in den Faltenbalg. Das Ausatem- CO_2 wird im Absorber gebunden, das überschüssige Narkosegas entweicht am Ende der Expiration durch das Ventil 12.

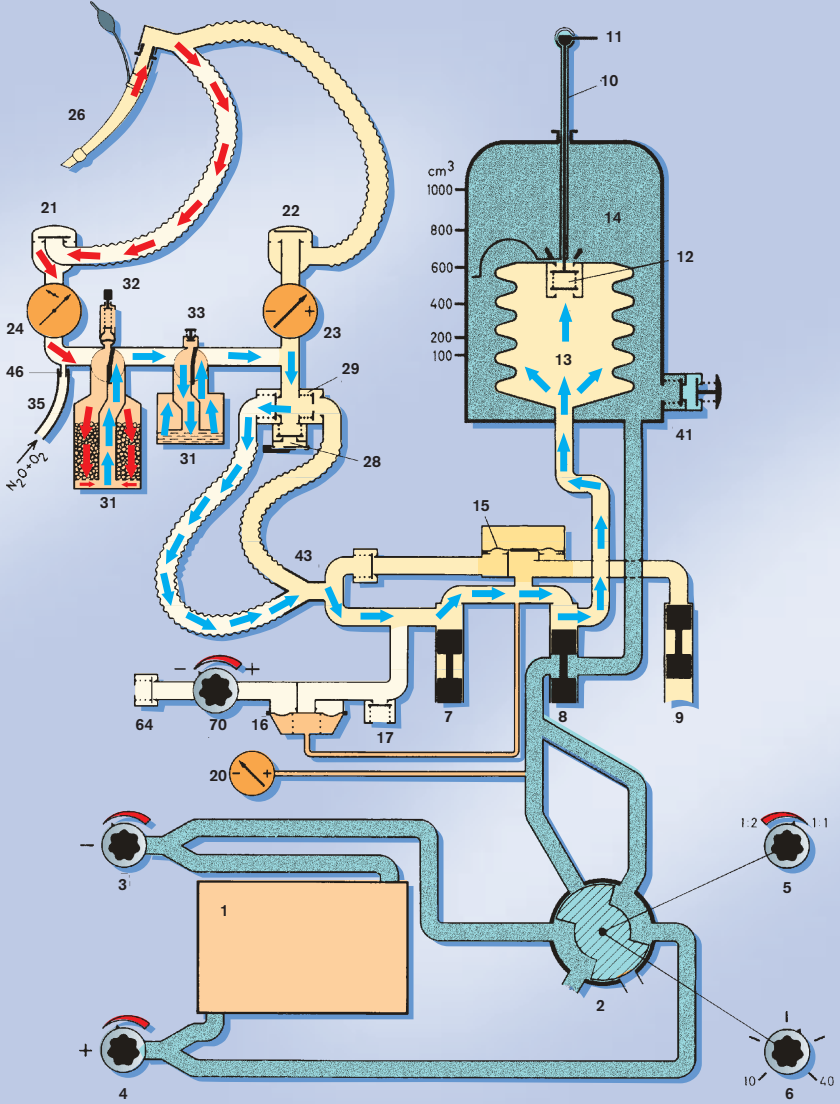
Im halboffenen System ist der Balg 13 mit Frischluft oder Narkosegas gefüllt. Durch den Druck unter der Plastikhaube wird der Balg zusammengedrückt und das darin befindliche Gas dem Patienten über das Einatemventil 22 und den Einatemschlauch zugeführt. Nach beendeter Inspiration unterbricht das Umschalt-

Der Wettlauf zum Mond beginnt. Im September '59 ist es den Sowjets gelungen, eine Rakete auf den Mond zu bringen und ihre Flagge zu hinterlassen.



Das Funktionsschema des Narkosespiromaten 5000 während der Einatmungsphase

Ausatmung



Das Funktionsschema des Narkosespiromaten 5000 während der Ausatmungsphase

ventil 2 die Zufuhr von Druckluft, verbindet die Sogseite des Gebläses über den Luftraum der Plastikhaube mit dem Ausatemschlauch und dem Ausatemventil 21 und bewirkt die Expiration. Die Ausatemluft entweicht über das Gebläse ins Freie, während gleichzeitig durch den unter der Plastikhaube wirksam werdenden Unterdruck der Balg auseinandergezogen wird und sich über einen Feinstaub- und Bakterienfilter 18 mit Luft durch das Ventil 36 oder mit Narkosegas aus dem Beutel 37 füllt.

Das Verhältnis zwischen der Einatemzeit und Ausatemzeit und die Frequenz des Umschaltventils 2 werden durch ein stufenloses mechanisches Getriebe bestimmt und können über die Drehknöpfe 5 und 6 verändert werden. Der Arbeitsdruck ergibt sich durch die Einstellung der beiden Drehknöpfe 3 und 4. Der positive Druck im System wird durch ein Sicherheitsventil 17 automatisch auf 45 cm H₂O begrenzt und kann auch bei extrem hohem Gaszufluß nicht höher ansteigen. Das Beatmungsvolumen ergibt sich aus dem Hub des Balges. Es wird während der Ausatmung mit dem Volumeter 24 gemessen und kann an der Verstelleinrichtung 10 verändert werden.

*Im Dezember des Jahres
1959 wird in Washington
ein Vertrag zwischen
12 Staaten ausgehandelt,
der die Antarktis als
neutrales Gebiet für
friedliche Forschungszwecke
deklariert.*

Für die Beatmung von Kleinkindern ist der Narkose-Spiromat besonders geeignet, da er hilft, die durch die engen Katheter erhöhten Atemwiderstände zu überwinden.“

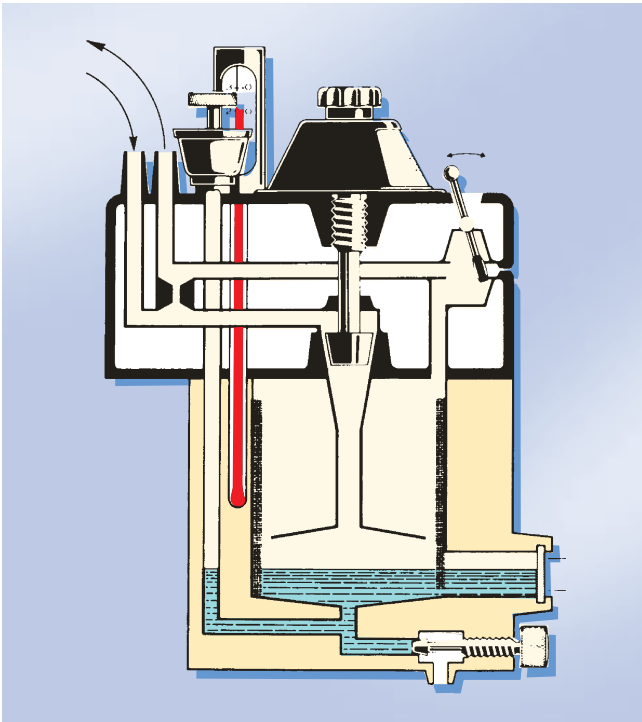
Halothan in der Anästhesie

Das Prinzip und der Vapor

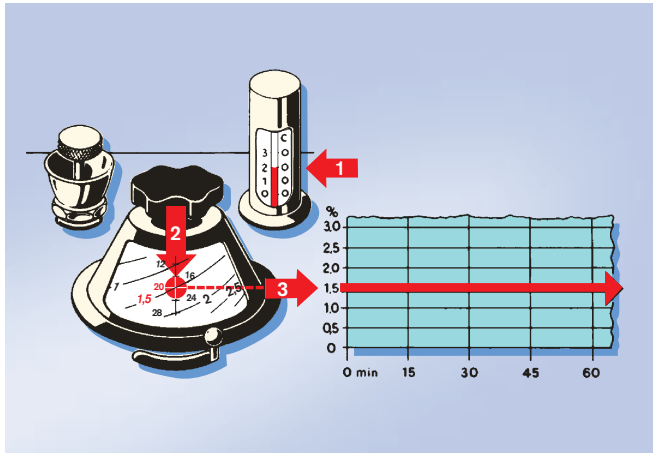
Die Jahre 1958 bis 1960 bescherten der Anästhesiologie ein neues Narkotikum, das Halothan. Dieser Stoff aus der Reihe der halogenisierten Kohlenwasserstoffe brachte ganz neue, den Anästhesisten sehr willkommene Eigenschaften, so daß das Halothan in relativ kurzer Zeit den Äther fast ganz verdrängte.

Der Vorteil von Halothan besteht vor allem darin, daß dieses Gas in anästhesie-interessanten Konzentrationen

Das Funktionsschema des Vapor in der Aufrißskizze



Einstellschema des Vapor:
 1 Temperatur ablesen
 2 Konzentrationskurve mit
 Temperaturwert in Deckung
 bringen 3 genaue Dosierung
 und konstante Konzentration



41 030

nen mit Sauerstoff oder Lachgas nicht entflammbar ist, ganz im Gegensatz zu dem explosionsfreundlichen Äther. Zugleich erforderte Halothan aber aufgrund seiner sehr schmalen Indikationsbreite eine richtige und präzise Dosierung, wiederum ganz im Gegensatz zum Äther. Dieses Problem mußte gelöst werden. Mit den herkömmlichen Verdunstern und Verdampfern war das jedoch nicht möglich. Bei Dräger entstand der **Vapor**, ein Halothan-Verdunstner, der eine bis dahin nicht mögliche Präzisionsdosierung zuließ.

In seiner Konstruktion war der Vapor so ausgelegt, daß er an alle seit 1948 gebauten Dräger-Narkoseapparate angehängt werden konnte. In die ab 1960 gebaute Apparategeneration der „römischen Kaiser“ (Sulla, Titus etc.) wurde er als festes Bauelement erstmals integriert.

Zu seiner Beschreibung folgender Auszug aus dem damaligen Prospekt:

„Der ‚Vapor‘ wird so an das Grundgerät angeschlossen, daß das gesamte Frischgas durch ihn hindurchgeleitet und mit Halothan angereichert wird. Der ‚Vapor‘ gibt die in Vol.-% eingestellte Konzentration mit größter Genauigkeit ab, auch bei langdauernden Narkosen und bei künstlicher Beatmung, also bei

Druckwechsel. Infolge des weiten Durchflußbereiches von 0,3 bis 12 L/min Narkosegas ist die Möglichkeit gegeben, im geschlossenen und halbgeschlossenen System auch bei sehr geringem Frischgasfluß mit entsprechend wenig Halothan in exakter Dosierung zu arbeiten. Die Konzentrationen sind stufenlos einstellbar von 0,3 bis 5 Vol.-%.

Die für die Verdampfung notwendige Wärme wird einem Kupferblock entnommen, der die Verdampferkammer umgibt. Kupfer hat eine große Wärmekapazität und außerdem eine sehr gute Wärmeleitfähigkeit. Der Kupferblock ist so groß dimensioniert, daß im praktischen Gebrauch die Wärmekapazität für die Verdunstung voll ausreicht. In den ‚Vapor‘ wurde ein Quecksilberthermometer eingebaut, dessen abzulesender Wert bei der Einstellung der %-Skala berücksichtigt wird.

Durch einen eingebauten Druckkompensator bleibt die vom ‚Vapor‘ abgegebene Konzentration auch bei künstlicher Beatmung mit positivem und negativem Druck konstant. Ohne eine solche Wechseldruck-Kompensation würde der Halothandampf in der Verdunsterkammer während der Überdruckphase komprimiert und während der Unterdruckphase entlastet werden, wodurch die Konzentration bis auf das Doppelte des eingestellten Wertes ansteigen könnte.“

Die „römischen Kaiser“

Man kann fast sagen, um den Vapor herum entstand 1960 der Narkoseapparat **Octavian**. Er war ein, im wahrsten Sinne des Wortes, gewichtiger Konkurrent zum Romulus. Octavian verfügte in seiner Grundauss-

1960 wird am 9. November John F. Kennedy mit einem ganz knappen Vorsprung von 0,1

Prozent Wählerstimmen vor Richard Nixon zum Präsidenten der Vereinigten Staaten gewählt.



Der Dräger-Narkoseapparat
Octavian in der Chirurgie,
1960

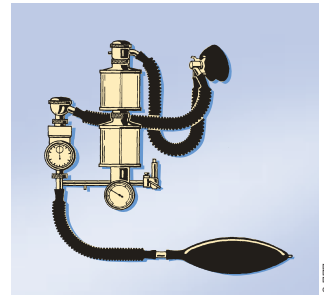
stattung über einen eingebauten Vapor zur Halothan-
verdunstung, wobei aus Sicherheitsgründen das
Halothan dem Frischgasstrom beigemischt wurde.
Mit Octavian wurde das „Kreissystem III“ realisiert.

Um die Anhänger der Äthernarkose jedoch nicht zu vernachlässigen, wurde der Äther-Vapor, eine konstruktive Variante des Halothan-Vapors, geschaffen.

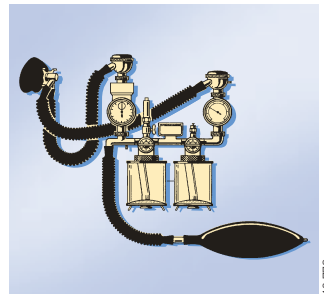
Eine weitere Modellvariante wurde deshalb um einen Äther-Vapor ergänzt, der ebenfalls im Dosierungstrakt des Oktavian eingebaut war oder auch an ältere Narkoseapparate angehängt werden konnte. Als Weiterentwicklung wurde dem ursprünglichen „Kreislaufteil II“ (siehe Seite 56) der Ätherverdunster entnommen und an seiner Stelle ein zweiter Absorber eingesetzt. Damit glichen die Ingenieure den Kreislauf als „Kreissystem IV“ dem Stand der Halothanteknik an.

Der dringende Wunsch der Dräger-Auslandsvertretungen nach einem „BOYLE“-Gerät führte 1961 zur Konstruktion des Narkoseapparates **Tiberius**. Seine Merkmale, die der angelsächsischen Narkoseschule entstammten, lagen in der Ausstattung: Er war ein vierbeiniges Tischgerät mit einem über der Tischplatte sitzenden Galgen, an dem Verdunster für die verschiedensten Narkotika in Reihe geschaltet angebracht werden konnten. Der Tiberius erhielt als Drägersche Besonderheit wahlweise einen in die Tischplatte eingebauten Vapor sowie ein Schränkchen mit Schubladen für Narkosezubehör.

Die Anfang der 50er Jahre entstandenen drei Agrippa-Typen mußten mittlerweile als technisch überholt betrachtet werden. Es lohnte sich aber, diese relativ einfache und damit kostengünstige Säulen-Konstruktion zu modernisieren. So entstand 1963 der **Sulla**, der als Grundgerät



Die Funktionsschemen vom Kreislaufteil III



... und vom Kreislaufteil IV



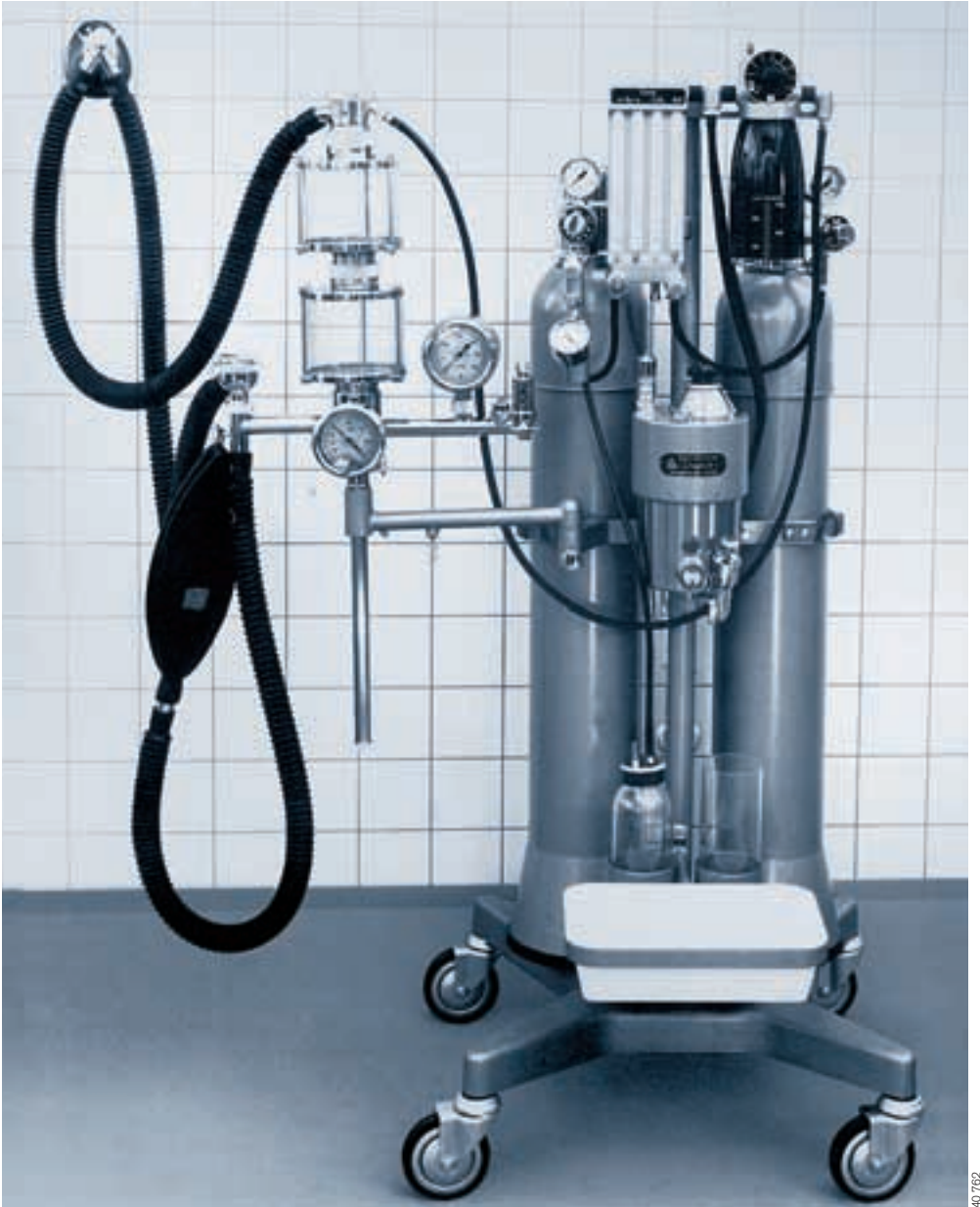
1961 folgte bei Dräger der Narkoseapparat Tiberius und setzte den Erfolg der „römischen Kaiser“ fort

nach den Anforderungen des Benutzers mit verschiedenen Zusatzausstattungen bestellt werden konnte:

Cyclopropan (als drittes Gas), Ätherverdunster, Halothan-Vapor, halboffene Systeme beliebiger Art, Kreislaufsystem III oder IV, Handbeatmungseinrichtung bzw. Pulmomat.

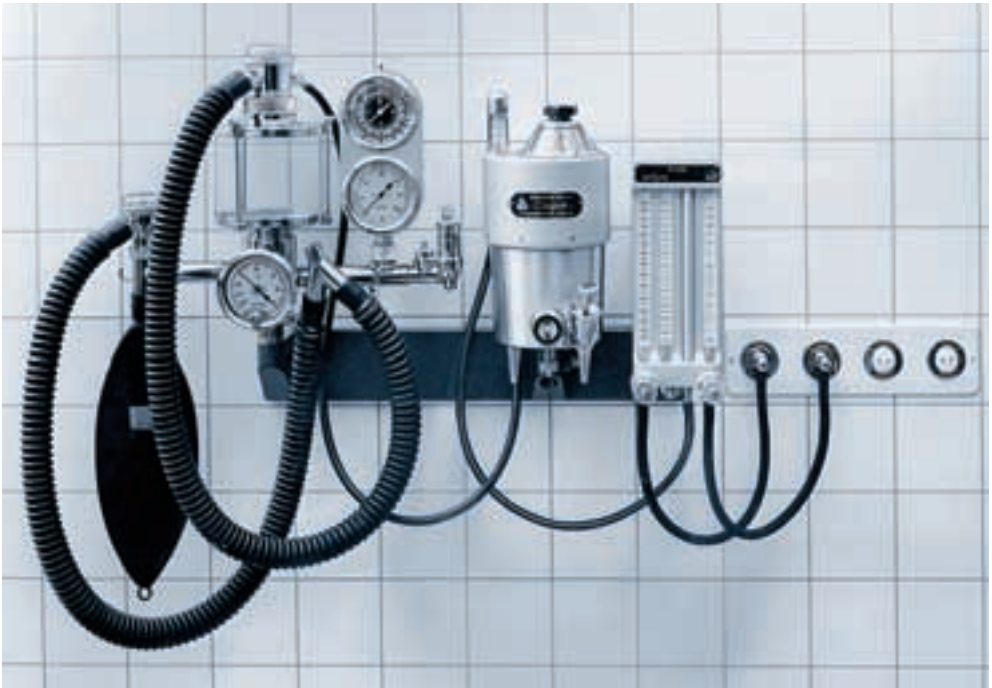
Der moderne Operationssaal

Im Laufe der frühen 60er Jahre wurde der Narkosekomfort für Patient und Anästhesist langsam, aber



Der Narkoseapparat Sulla aus dem Jahr 1963

stetig größer. Dazu gehörte zum Beispiel der Trend, die Ein- und Ausleitung der Narkose dem Patienten nicht im Operationssaal zuzumuten, sondern im separaten, dem OP unmittelbar benachbarten Einleitungs- bzw. Aufwachraum. Damit war auch im Einleitungsraum ein Narkosegerät notwendig. Da in der Regel diese Räume nur sehr knapp bemessen sein konnten, kam man 1963 bei Dräger auf die Idee,



1963 stellte das Drägerwerk seinen ersten Wandnarkoseapparat vor



24.939

1966 kam der Dräger-Wand-einbau-Narkoseapparat für eine Klinikarchitektur auf den Markt

die für eine Narkoseeinleitung notwendigen Armaturen – das waren Meßröhrenblock, Vapor und Kreissystem – auf einer fest montierten Wandkonsole zusammenzufassen. Der erste Dräger-Wandnarkoseapparat war geboren. Sauerstoff und Lachgas wurden diesem Apparat aus den inzwischen allgemein üblichen Zentralversorgungsanlagen zugeführt.

Der Gedanke, Platz zu sparen, wurde in den 60er Jahren von einem Hamburger Architekten aufgegriffen, der ein neues, großes Krankenhaus plante. Er forderte für sein Vorhaben ein „in die Wand eingelass-

senes“ Narkosegerät. Das führte 1966 zu einer Variante, dem Dräger-Wandeinbau-Narkoseapparat. Er bestand aus einer lackierten Stahl-, später Edelstahlwanne von etwa 13 cm Tiefe, mit den üblichen Narkosearmaturen, die sich bündig in die geflieste Raumbwand einfügen ließ.

Neue Erkenntnisse der Anästhesisten auf dem Gebiet der Beatmung – insbesondere bei der Intensivbehandlung – machten es notwendig, den Narkosespiromat 5000 von Grund auf neu zu konzipieren. Als Ergebnis präsentierte das Drägerwerk 1966 den **Narkosespiromaten 650**. In diesem recht aufwendigen Apparat, er mag für heutige Verhältnisse voluminös wirken, wurden alle bis dahin gemachten Erfahrungen in der Beatmungspraxis technisch berücksichtigt.

Im folgenden nur einige seiner Möglichkeiten, die während, nach oder auch unabhängig von einer Narkose eingestellt werden konnten:

- kontrollierte Beatmung
- assistierende Beatmung
- Beatmungsvolumen von 20 bis 1500 ml pro Hub
- Beatmungsfrequenz von 8 bis 70 min⁻¹
- elektrisch gesteuerte Beatmungsfrequenz
- Beatmungsdrücke bis + 100 und - 15 mbar
- regulierbare Beatmungsmittellage
- Beatmungsdruckverlauf beeinflussbar
- Beatmungszeitverhältnis (Inspiration: Expiration) von 1:1 bis 1:4



24.954

Ganz neu im Jahre 1966: Der Dräger Narkosespiromat 650 stellte die Weiterentwicklung des Narkosespiromat 5000 aus dem Jahr 1959 dar

Narkoseapparate für Spezialzwecke

Mobile Narkoseapparate

Eine Sonderstellung unter den Dräger-Narkoseapparaten nehmen die Feldnarkosegeräte ein, deren Anfänge bis in den Krieg 1914-18 zurückzuverfolgen sind. Es kann sich damals allerdings nur um wenige Exemplare des Roth-Dräger-Handapparates 145 N gehandelt haben, die in Feldlazaretten des deutschen Heeres eingesetzt wurden – in einem Holzkoffer verpackt und mit Anschlußvorrichtung für den Betrieb an eine normale 10-L-Sauerstoffflasche. Wahrscheinlich war für eine weitere Verbreitung der Nachschub an Sauerstoff zu kompliziert.

Auch in späteren Jahren ist über deutsche Feldnarkosegeräte wenig bekannt, während die Briten ihren „Oxford-Vaporizer“ (Äther-Luft im Draw-over-System) und die Amerikaner ihren „Heydbrinck“ (Sauerstoff-Lachgas-Äther im Kreissystem) sogar in vorgeschobenen Feldlazaretten einsetzten.

Nach Kriegsende erhielt das Drägerwerk im Jahre 1948 wieder den ersten Auftrag für die Entwicklung eines Feldnarkosegerätes – von der damaligen französischen Besatzungsarmee. Der Apparat wurde nach den Vorstellungen eines in Baden-Baden stationierten, anästhesie-interessierten französischen Feldchirurgen gefertigt. Es entstand das Koffernarkosegerät Modell „L“, ein zerlegbarer Apparat auf der Basis von Sauerstoff-Lachgas-Äther im Kreissystem. Etwa 120 Geräte wurden in jener Zeit geliefert, allerdings im Rahmen der Reparationsleistungen, nicht als Devisenbringer.

Erst nach der Gründung der Bundeswehr forderten in den 50er Jahren junge Anästhesisten mit Erfah-



41-405

Der sogenannte Äther-Cato aus dem Jahr 1958, der Narkoseapparat „Feld klein“

rungen aus der Kriegszeit moderne Narkosemethoden und entsprechende Ausrüstung auch für weit vorgeschobene, chirurgische Versorgungsstellen.

An erster Stelle ist Prof. Rudolf Frey zu nennen, damals Oberarzt für Anästhesie an der Chirurgischen Universitätsklinik Mainz und Berater der Bundeswehr. In enger Zusammenarbeit mit der zuständigen Entwicklungsstelle in der Bundeswehr-Beschaffungsstelle in Koblenz entstand der **Narkoseapparat „Feld klein“**

klein“, der bei Dräger intern kurz „Äther-Cato“ genannt wurde. Es war ein Gerät ähnlich dem englischen „EMO“, dem Nachfolger des Oxford-Vaporizers. Man entschied sich bei Dräger aus drei Gründen für dasselbe Prinzip:

1. um keine Nachschubsorgen mit Sauerstoff zu haben,
2. weil man Wert auf ein möglichst kleines, leicht zu verpackendes und wartungsfreies Gerät legte,
3. und weil es sich auf britischer Seite durchaus bewährt hatte.

Dieses Gerät wurde nach ausreichender Erprobung 1958 in der Bundeswehr eingeführt, und bis 1962 waren bereits ca. 750 Stück ausgeliefert.

In Fachkreisen war man sich aber von Anfang an völlig klar darüber, daß diesem Erste-Hilfe-Gerät schnellstens ein vollwertiger Narkoseapparat folgen mußte, der auch an vorgeschobenen Stellen im Feldlazarett narkosetechnisch alles erlaubte, was man ab etwa 1950 in der „großen Chirurgie“ (einschließlich der Thoraxchirurgie) routinemäßig praktizierte.

So entstand kurze Zeit später der **Narkoseapparat „Feld groß“**. Es handelte sich in Funktion und Anwendung um den Fabius und hieß bei Dräger auch Fabius M. Er war aber so abgewandelt, daß er zerlegt und mit reichlichem Zubehör feldgerecht verpackt werden konnte. Auch an Narkose bei Kindern und Kleinstkindern war bezüglich des Zubehörs gedacht. Fabius M basierte, wie sein ziviler Bruder, auf dem Prinzip von Sauerstoff-



41_406

Lachgas-Äther im Kreissystem. Es war aber auch möglich, halboffen, also ohne Atemkalk, zu arbeiten. Ende 1959 wurde diese komfortable Ausrüstung bei der Bundeswehr und dem zivilen Bevölkerungsschutz eingeführt. Bis 1964 erhielten die Bundeswehr etwa 750 und der zivile Bevölkerungsschutz etwa 1200 Geräte.

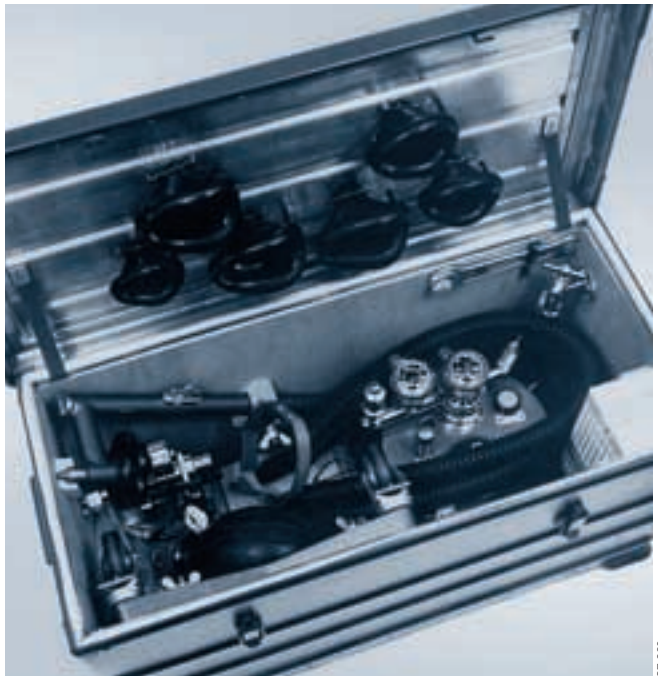
**Narkoseapparat „Feld groß“
oder auch Fabius M, ebenfalls
von 1958**

Ausgepackt und aufgebaut für den Einsatz: der Narkoseapparat „Feld klein“ von 1967



27 662

Kompakt in einer stabilen Transportkiste verpackt: der Narkoseapparat „Feld klein“ oder auch Halothan-Cato



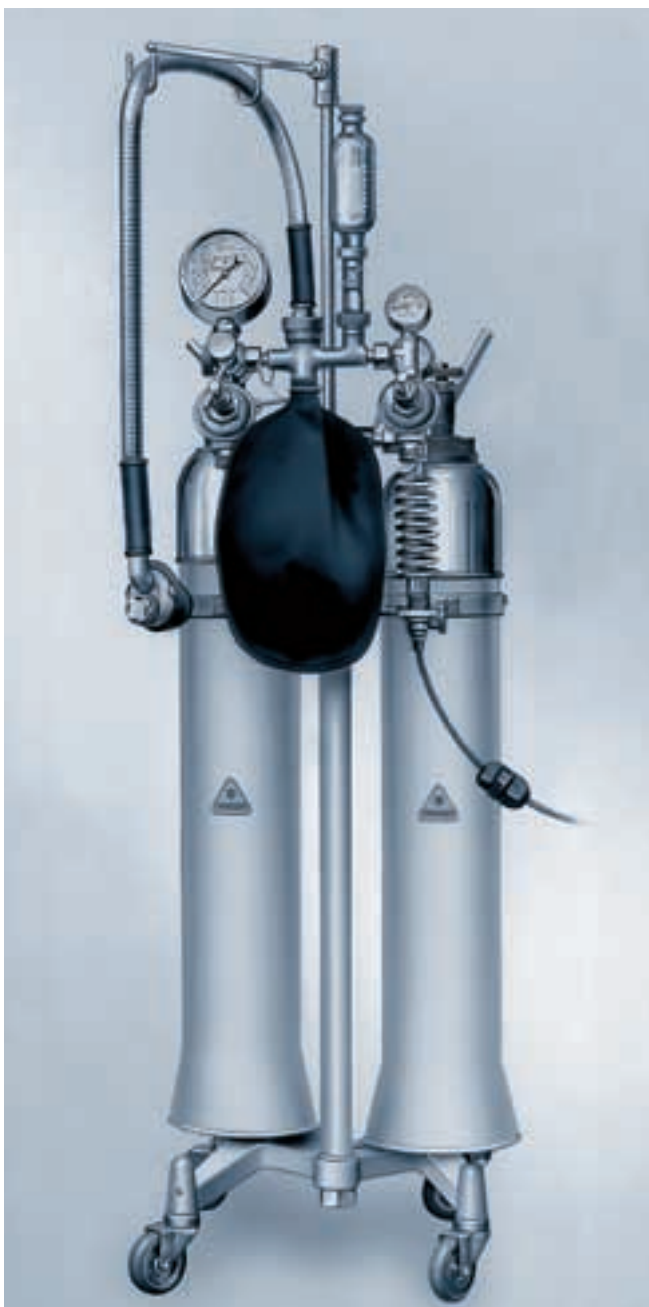
27 660

Die Anfang der 60er Jahre beginnende, aber unaufhaltsame Verdrängung des Äthers in der Anästhesiologie durch das Halothan erforderte auch in der Bundeswehr neue Überlegungen. Diese führten 1967 zu einem neuen kleinen Feldnarkosegerät, intern der „Halothan-Cato 10“ genannt. Dessen Halothan-Verdunster basierte auf dem Vapor-Prinzip, war aber abgewandelt für das Draw-over-System, um einen geringen Atemwiderstand im Einatem- und Ausatemtrakt zu gewährleisten. Weiterhin erhielt das Gerät ein aufwendiges Beatmungsventil mit der Möglichkeit, Beatmungsdrücke und Atemvolumen per Volumeter zu kontrollieren. Mit einer Sauerstoff-Zusatzeinrichtung konnte der Sauerstoffgehalt der Draw-over-Luft auf 30 Prozent erhöht und im Notfall reiner Sauerstoff gegeben werden. Etwa 1100 dieser Geräte wurden in gut zehn Jahren an die Bundeswehr ausgeliefert.

Die kurze Geschichte vom Lachgas in der Zahnmedizin

Nicht nur für die Krankenhaus- und Feld-Chirurgie, sondern auch in anderen Sparten der Medizin spielte und spielt die Inhalationsnarkose eine wichtige Rolle. Das gilt besonders für die Verwendung des Lachgases, das vor 150 Jahren als Narkosemittel entdeckt und zuerst für zahnärztliche Eingriffe verwendet wurde. Hierzu schreibt Prof. Hans Killian in seinem Buch „Das Abenteuer der Narkose“ (Seite 20):

„Es besteht kein Zweifel darüber, daß die Lachgasnarkose eigentlich das älteste Narkoseverfahren seit der Entdeckung durch Horace Wells ist, jenen Zahnarzt, der Prothesen machen wollte und nach



Für zahnärztliche Zwecke entwickelte das Drägerwerk 1928 die Modelle „B“ und „C“

einem Betäubungsmittel suchte, weil er für die Herstellung künstlicher Gebisse eine schmerzlose Extraktion von Zahnstümpfen und kariösen Zähnen benötigte. Mußte er nämlich ohne Schmerzausschaltung bei vollem Bewußtsein Zähne ziehen, liefen ihm die Patienten mit ihrem Geld davon, bevor die Prothese fertig war.“

Soweit bekannt, hat sich Mitte der 20er Jahre in Deutschland als erster Professor Hans Pflüger, damals Chef der Universitäts-Zahn- und Kieferklinik Eppendorf in Hamburg, um das Lachgas als Narkotikum in der Zahnchirurgie bemüht. Er regte das Drägerwerk an, auf der Basis des ihm bekannten, in der Eppendorfer Chirurgie benutzten Modells „A“ eine vereinfachte Variante für seine Zwecke zu entwickeln. So entstand noch in den zwanziger Jahren der Lachgas-Narkoseapparat für zahnärztliche Zwecke, **Modell „B“**. Er fand nicht nur in Universitätskliniken, sondern auch bald in zahnärztlichen Praxen Eingang.

Völlige Schmerzfreiheit bei geschonter Psyche, auch während längerer Eingriffe, waren die Vorteile dieser Methode, sowohl für den Patienten als auch für den Zahnarzt. Auch das schnelle Erwachen und das Ausbleiben von Nachwirkungen machten eine Behandlung angenehmer.

Das Modell „B“ arbeitete mit Sauerstoff und Lachgas im halboffenen System. Eine kleine, einfache Äthertropfvorrichtung erlaubte in besonderen Fällen eine beliebige Vertiefung der Narkose. Ohne diese Äther-Zusatzeinrichtung war der Apparat als **Modell „C“** im Handel.

Nach dem 2. Weltkrieg war dieser Lachgas-Narkoseapparat, das Modell „D“, in zahnärztlichen Praxen im Einsatz



12 989

Ab 1936 bahnte sich mit beiden Geräten ein Boom an, der aber durch den Kriegsausbruch unterbrochen wurde. Lachgas und Sauerstoff waren zwar weiterhin erhältlich, aber der Bau der Apparate wurde als „nicht kriegswichtig“ verboten.

Ein neuer Anfang für die zahnärztliche Lachgasnarkose in Deutschland wurde 1946 mit dem Modell „D“ gemacht. Funktionell dem Modell „B“/„C“ gleich, unterschied es sich nur in seiner Konstruktion, die auf erhältliche – oder besser: fast nicht erhältliche – Werkstoffe des ersten Nachkriegsjahres Rücksicht nehmen mußte.

Die Aufnahme zeigt den
Lübecker Dentisten
Dr. Hartwig Drücke 1948
während einer Behandlung:
Extraktion unter Lachgas-
narkose mit dem Modell „D“





Der Lachgas-Narkose- und Analgesieapparat Modell „K“, 1952

Um dem Zahnarzt bzw. seiner Assistentin, die den Narkoseapparat bediente, die Gasdosierung zu erleichtern, wurde in das **Modell „K“** von 1952 eine lungenautomatische Dosierung eingebaut, die bei Dräger schon seit etwa 1903 in Atemschutzgeräten verwirklicht war. Diese pneumatische Automatik bewirkte, daß der Bediener des Apparates lediglich auf einer Skala die gewünschte Sauerstoffkonzentration in Volumen/Prozent einzustellen hatte. Die Gesamtgasmenge paßte sich automatisch jedem

Atemzug des Patienten an. Diese Lungenautomaten erforderten natürlich einen erheblich größeren konstruktiven Aufwand als die Konstantdosierer. Trotzdem lohnte es sich für das Drägerwerk, diesem Modell „K“ 1954 ein schöneres, besser in die zahn-



Modell „K 2“ von 1954, einer der letzten Lachgas-Narkose- und Analgesieapparate, der in der Zahnmedizin verwendet wurde



Das einfache Lachgas-Analgesiegerät Marius, 1953

ärztliche Praxiseinrichtung passendes Äußeres zu geben: Es war das Modell „K 2“, das funktionsmäßig mit dem Modell „K“ identisch war.

Daß die Lachgas-(Voll-)Narkose, wie sie ja mit diesen Geräten vornehmlich praktiziert wurde, in der zahnärztlichen Praxis nicht ganz ungefährlich war, sprach sich allmählich herum und bewog Anfang der 50er Jahre einige erfahrene Pioniere, das Vorstadium der Narkose, also die Analgesie, auszunutzen. Einer war der Züricher Zahnarzt Dr. Paul Vonow, der 1953 mit dem Drägerwerk ein einfaches und auch relativ billiges Gerät konzipierte, das Lachgas-Analgesiegerät **Marius**.

Der Marius war ein Konstantdosierer für Sauerstoff und Lachgas (ohne Äther!) mit einer Minimal-

Zwangsdosierung für Sauerstoff und einer Maximal-Dosierung für N_2O , so daß eine Sauerstoff-Konzentration unter 20 Vol.-% nicht gegeben werden konnte. Dieses Gerät verdrängte im Laufe der Jahre die Modelle „D“, „K“ und „K 2“ weitgehend. Es hielt sich auf dem in- und ausländischen Markt bis Mitte der 60er Jahre.

Danach wurde in der zahnärztlichen Praxis die apparativ doch recht aufwendige Gasnarkose und -analgesie überholt und ist längst durch die im Laufe der Jahre ebenfalls sehr verfeinerten Verfahren der Injektionsbetäubung völlig verdrängt.

Mit einer anderen Dosierung und entsprechend zusammengestellten Maskenausrüstungen wurde der Marius auch in der kleinen Chirurgie sowie in der HNO-Praxis als einfaches Narkosegerät für kurze Eingriffe – unter dem Namen Pavor – benutzt.

Lachgas-Analgesie in der Geburtshilfe

Noch ein anderes Randgebiet der Inhalationsnarkose ist aus Dräger-Sicht erwähnenswert: Die Lachgas-Sauerstoff-Analgesie zur Wehenschmerzbekämpfung während der Geburt. Professor Gauß, der Gynäkologe aus Würzburg, gab dem Drägerwerk 1939/40 die Anregung, für die Geburtshilfe einen Spezialapparat zu schaffen. Aufgrund der Kriegsverhältnisse kam man aber in gemeinsamer Arbeit nicht über ein erstes Versuchsmodell hinaus, mit dem in Würzburg dennoch sehr erfolgreich gearbeitet wurde.

Erst 1950 konnte man sich bei Dräger wieder mit diesem Randgebiet, sicher auch auf Drängen mehrerer deutscher Gynäkologen, beschäftigen. Aus

*Der Neuseeländer Hillary
und seine Mannschaft
sind die Erstbezwinger
des 8840 Meter hohen
Mount Everest Gipfels.
Eine Besteigung des
höchsten Berges der Erde
wäre im Jahre 1953 ohne
Atmungsgeräte nicht
denkbar gewesen.*



Lachgas-Wehen-Narkoseapparat Modell „E“ für die Geburtshilfe, 1951

Erfahrungen mit dem oben erwähnten Versuchsmodell entstand 1951 der Lachgas-Wehen-Narkoseapparat **Modell „E“**. Der Lungenautomat entsprach in Aufbau und Funktion weitgehend dem beschriebenen **Modell „K“**. Die Bedienung bzw. die Benutzung



15 464

war denkbar einfach und sicher: Der Arzt oder auch die Hebamme stellten den Apparat neben das Bett der Patientin, öffneten die Sauerstoff- und Lachgasflasche und stellten auf der Prozentskala eine relativ hohe Sauerstoffkonzentration ein. Nach einer kurzen Einweisung konnte man dann die Patientin mit dem Gerät allein lassen. Sie brauchte beim Herannahen einer Wehe sich lediglich die Maske aufzudrücken und ruhig durchzuatmen. Nach wenigen Atemzügen bewirkte die schnell einsetzende Analgesie Schmerzfreiheit. Nach eigenem Ermessen ließ die Patientin die Maske wieder fallen – bis zur nächsten Wehe.

Auch während der eigentlichen Geburt konnte die Hebamme der Patientin mit dem Apparat weitgehende Schmerzfreiheit verschaffen, ohne daß durch die Analgesie die Mitarbeit der Patientin litt.

**Lachgas-Analgesieapparat
Modell „H“, 1952, leichte Ausführung**



16 663

Das Lachgas-Analgesie-
und Narkosegerät Modell „E 2“
von 1957 am Klinikbett zur
Unterdrückung des Wehen-
schmerzes

Eine Äther-Zusatzvorrichtung am Apparat erlaubte eine Vollnarkose für eventuelle chirurgische Versorgung, z.B. bei einer notwendigen Dammahnat nach der Geburt.

Auch für den ambulanten Gebrauch, also für die Geburt zu Hause, wollte man nicht auf die Annehm-



Auch in der Gynäkologie setzten sich die modernen Klinikkonzepte der Wandapparate durch, hier: Lachgas-Analgesie- und Narkoseapparat Modell „E 2-Wand“, 1964



Trichloräthylen-Inhalator
„Göttinger Modell“

lichkeiten dieser Wehenschmerzbe­kämpfung verzich­ten und forderte ein leicht tragbares Koffergerät. Diesem Marktbedürfnis kam Dräger 1952 mit dem **Modell „H“** (Abb. Seite 89) nach. Es war in einem handlichen Leichtmetallkoffer einschließ­lich je einer Sauerstoff- und Lachgasflasche (2-L-Rauminhalt) untergebracht. Für den stationären Gebrauch war ein Fahrgestell mit normalen Gasflaschen (10-L-Rauminhalt) vorgesehen.

Modellpflege und technische „Kosmetik“ machten aus dem Modell „E“ im Jahre 1957 den Lachgas-Analgesie-Narkoseapparat **Modell „E 2“** (Abb. Seite 90/91), der bezüglich Funktion und Einsatz seinem Vorgänger gleich war.

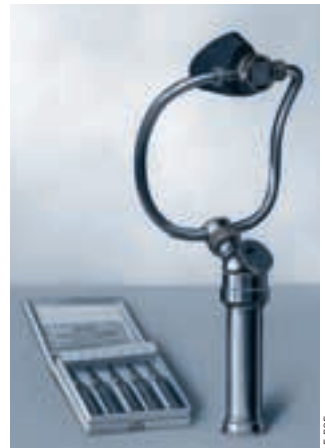
Auch das 1964 verkaufsfähig gewordene „E 2“-Wandmodell unterschied sich nur in seinem äußeren Aufbau vom „E 2“. Seine Entstehung beruhte auf den Forderungen „weg vom Fußboden“ und „keine unhandlichen Gasflaschen am Apparat“. Es wurde an passender Stelle in nächster Nähe des Patientenbettes an der Wand montiert und aus der zentralen Gasversorgungsanlage mit Sauerstoff und Lachgas beschickt.

Kurze Zeit später, zu Beginn der 50er Jahre, spielte auch das Trichloräthylen, in reiner Form „pro narcosi“ geeignet, eine Nebenrolle in der Geburtshilfe und Zahnmedizin, und zwar als Analgetikum bei der Wehenbekämpfung und bei schmerzhaften Zahnbehandlungen. Es wurde über einfachste Inhalatoren appliziert, durch die über Mund oder Nase eingeatmet wurde. Das Drägerwerk beteiligte sich an dieser – rückblickend gesehen – kurzlebigen „Modeerscheinung“ mit dem „Göttinger Modell“ (nach Prof. Hosemann und Dr. Hickl) und dem „Dräger-Stabinhalator“ sowie dem Analgetikum „Trimenth“ (in Ampullen): hochgereinigtes Trichloräthylen mit einem Zusatz von Menthol zur Geruchsverbesserung.

Über die Konsequenzen, die die Fortschritte in der Elektronik und Elektrotechnik für die technische Entwicklung der Narkoseapparate des Hauses Dräger hatten und haben, berichten wir in Band II unserer Chronik. Sie wird die jüngste Vergangenheit erfassen und schließt die geschichtliche Betrachtung nach gut 100 Jahren Dräger-Narkosetechnik ab.



Trichloräthylen-Stabinhalator zur Wehenschmerzbetäubung



Trichloräthylen-Stabinhalator für zahnärztliche Analgesie

Chronologischer Überblick

- 1889** Erfindung eines Druckminderer-ventils; als Bierdruckautomat und Oxygenautomat begründet das Druckmindererventil die ersten Erfolge des Drägerwerks
Seite 10/11
- 1902** Reichspatent für Tropfapparatur
Seite 12
- 1902** Entwicklung des ersten Narkoseapparates in Deutschland: Handapparat 145 N, auch Roth-Dräger genannt
Seite 14
- 1910** Roth-Dräger-Mischnarkoseapparat
Seite 16
- 1911** Weltneuheit: Narkoseapparat mit pneumatischer künstlicher Beatmung, der Roth-Dräger-Krönig
Seite 20
- 1912** Dräger-Kombi, neuartiger Kombinationsautomat für Mischnarkose, Überdrucknarkose und Wiederbelebung
Seite 23
- 1924** Entwicklung des weltweit ersten Kreissystems, zuerst noch für Narcylen
Seite 30
- 1926** Modell A, mit dem ersten seriengefertigten Kreissystem für Lachgas
Seite 31/32
- 1928** Modelle B und C speziell für den Einsatz in der Zahnarztpraxis
Seite 80/81
- 1934** Tiegel-Dräger-Narkoseapparat für Narkosen mit überhitztem Ätherdampf
Seite 35
- 1935** Überdruck-Mischnarkoseapparat Typ MÜ
Seite 38/39
- 1946** Sauerstoff-Lachgas-Narkoseapparat Modell D; Einzug der ergonomischen Betrachtungsweise in die Entwicklung der Narkoseapparate: erstmals werden die meisten Funktionsarmaturen in einem Schaltkasten zusammengefaßt
Seite 41, 82/83
- 1948** Modell F für Sauerstoff, Lachgas und Äther; Narkosegerät mit einer motor- und stromunabhängigen Bronchusabsaugung
Seite 41
- 1950** Modell G, speziell für den internationalen Markt, mit der Möglichkeit, bis zu fünf Gase anzuschließen
Seite 44
- 1951** Der Lachgas-Wehennarkoseapparat Modell E für die Geburtshilfe, weitgehend identisch mit Modell K
Seite 88
- 1952** Modell H: ein leichter, tragbarer Narkoseapparat für ambulante Geburtshilfe
Seite 92

- 1952** Modell K für die Zahnarztpraxis verfügt bereits über eine automatische Gasdosierung
Seite 84
- 1952** Mit dem Romulus, der konsequenten Weiterentwicklung des Modells F, wird ein ergonomisch optimierter, „integrierter“ Anästhesiarbeitsplatz vorgestellt; mit leichten Modifikationen als Remus für den internationalen Markt
Seite 47
- 1952** Modellreihe Agrippa
Seite 50
- 1952** Einführung des Dräger-Pulmomat: ein automatisch arbeitender Beatmungsapparat für alle Narkosegeräte, erleichtert die Arbeit des Anästhesisten entscheidend
Seite 53
- 1953** Lachgasanalgesiegerät Marius für die zahnärztliche Praxis
Seite 86
- 1956** Fabius mit dem neuentwickelten Kreislaufteil II, mit dem eine Teilrückatmung möglich wird
Seite 55
- 1957** Modell E wird leicht überarbeitet als Modell E 2 vorgestellt
Seite 92
- 1958** Narkoseapparat „Feld klein“, auch Äther-Cato genannt
Seite 75/76
- 1958** Narkoseapparat „Feld groß“
Seite 76
- 1958** Erste Prototypen des Vapors, eines Narkosemittelverdampfers
Seite 63
- 1959** Narkosespiromat 5000, ein elektrisch betriebener Narkoseapparat
Seite 57
- 1960** Octavian mit eingebautem Vapor zur Halothanverdunstung
Seite 65
- 1961** Der Dräger-Vapor erlangt Serienreife im Tiberius
Seite 67
- 1963** Sulla, der erfolgreichste Dräger-Narkoseapparat – mit entsprechenden technischen Modifikationen –, bis 1996 gebaut
Seite 67
- 1964** Modell E 2 gibt es für den klinischen Einsatz in einer platzsparenden Wandversion
Seite 93
- 1966** Narkosespiromat 650
Seite 72

HAUPTSITZ

Drägerwerk AG & Co. KGaA
Moislinger Allee 53–55
23558 Lübeck, Deutschland

www.draeger.com

DEUTSCHLAND

Dräger Medical Deutschland GmbH
Moislinger Allee 53–55
23558 Lübeck
Tel +49 180 52 41 318*
Fax +49 451 88 27 20 02
dsc@draeger.com
* Inland: EUR 0,14/min

ÖSTERREICH

Dräger Medical Austria GmbH
Perfektastrasse 67
1230 Wien
Tel +43 1 609 04
Fax +43 1 699 38 01
info-austria@draeger.com

SCHWEIZ

Dräger Medical Schweiz AG
Waldeggstrasse 38
3097 Liebefeld-Bern
Tel +41 31 978 74 74
Fax +41 31 978 74 01
info.ch.md@draeger.com