

# Paul Bert (1833 - 1886), ein Genie der Wissenschaft im Dienste des Tauchens

Von Philippe Rousseau

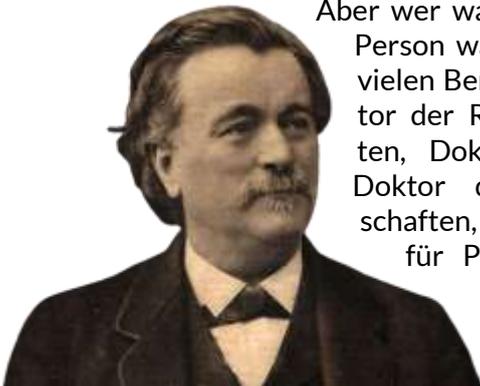
Aus dem Französischen von DeepL.com & L. Seveke

Sagt Ihnen der Paul-Bert-Effekt etwas? Was ist mit der Toxizität von Sauerstoff beim Tauchen? Oder mit den Phänomenen der Entsättigung? In den Ausbildungen, die zu den verschiedenen Tauchstufen führen, sind die theoretischen Kurse mit Prinzipien gespickt, die nach den Wissenschaftlern benannt sind, die sie entdeckt haben. Eines der wichtigsten Prinzipien, das sowohl bei der Toxizität von Gasen als auch bei Sättigungsphänomenen Anwendung findet, ist das von Paul Bert.

Vorstellung eines Genies...

In der Theorie des Tauchens wird regelmäßig auf den berühmten Wissenschaftler und Politiker Paul BERT verwiesen, insbesondere wegen des "Paul-BERT-Effekts", der einen Krampfzustand bezeichnet, der mit der Toxizität von Sauerstoff auf das zentrale Nervensystem zusammenhängt, wenn er unter hohen Partialdrücken eingeatmet wird, aber auch wegen seiner bahnbrechenden wissenschaftlichen Arbeiten zum Verständnis der Entsättigungsphänomene bei Tauchern, die in einem ganzen Teil seines Buches "La pression barométrique" (Der barometrische Druck) ausführlich beschrieben werden.

Aber wer war er wirklich? Die Person war vielfältig und in vielen Bereichen tätig: Doktor der Rechtswissenschaften, Doktor der Medizin, Doktor der Naturwissenschaften, Lehrstuhlinhaber für Physiologie an der Sorbonne, Stadtrat von AUXERRE, Generalrat des Departements



Yonne, Generalsekretär der Präfektur Yonne, Präfekt des Departements Nord, Abgeordneter der Nationalversammlung, Minister für öffentliche Bildung, Generalresident (Gouverneur) einer französischen Kolonie im Fernen Osten, ... Die Liste ist besonders beeindruckend.

Hochbegabter Student, dem alles leichtfällt Paul BERT wurde am 19. Oktober 1833 in AUXERRE (Yonne) geboren. Sein Vater war ein ehemaliger Anwalt und überzeugter Bonapartist, der es zum "Präfekturrat" von Yonne gebracht hatte. Das familiäre Umfeld war das wohlhabende Milieu der Provinzbourgeoisie. Er ist ein gesund-

heitlich recht schwaches Kind, das häufig unter Kopfschmerzen und Ohnmachtsanfällen leidet, die seine Mutter in Angst und Schrecken versetzen. Paradoxerweise erweist er sich von Zeit zu Zeit als streitsüchtig und zögert manchmal nicht, die Fäuste einzusetzen.

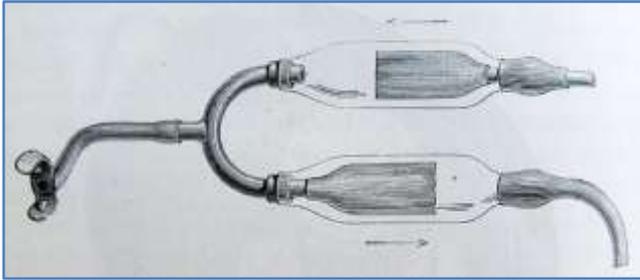
Er ist ein sehr begabter Schüler mit einem bemerkenswerten Gedächtnis und Neugierde. Nach dem Besuch der Gemeindeschule trat er 1843 in das Collège "Jacques Amyot" in AUXERRE ein. Ohne sich wirklich besonders anzustrengen, zeichnet er sich durch hervorragende Leistungen aus und erhält Preise in Französisch, Griechisch und Literatur, aber auch in Mathematik und Geometrie. Er hat einen ziemlich ungestümen Charakter und ist manchmal von sich selbst eingenommen. Er gab sich manchmal als Witzbold und war Auslöser einiger Studentenstreiche in AUXERRE. Nach seinem Abitur, das er 1852 bestand, legte er eine Studienpause ein und hatte es nicht eilig, sein Studium fortzusetzen.

Er machte einen kurzen Abstecher an die Ecole Polytechnique, dann drängte ihn sein Vater, an der juristischen Fakultät in PARIS zu studieren. Er wird ein eher oberflächlicher Student, der sehr intelligent und in der Lage ist, mit einem Minimum an Anstrengung erfolgreich zu sein! Im Jahr 1857 verteidigt er seine Dissertation mit dem Titel "*Le contrat de mariage*" (Der Ehevertrag) und erhält einen Dokortitel in Rechtswissenschaften.

Er interessierte sich auch für Botanik und Zoologie. Im Alter von 22 Jahren wird er Kurator des Museums. Da er sein Studium auf die gleiche Weise fortsetzen möchte, befasst er sich anschließend mit der Physiologie und wird Medizinstudent. 1860 lernt er Professor Claude BERNARD kennen, der übrigens Mitglied seiner Jury für die Promotion in Naturgeschichte wird und bei dem er später einer der besten Schüler wird. Er arbeitete an Tiertransplantationen und wies die Abstoßungsphänomene zwischen verschiedenen Arten nach. Am 8. August 1863 verteidigte er seine



Dissertation mit dem Titel *"De la greffe animale"* (Über Tiertransplantationen), die sich auf seine eigenen Experimente stützte, und erhielt den Dokortitel in Medizin.



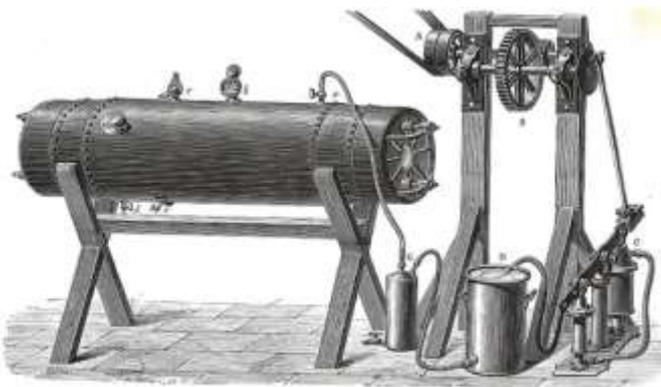
*Mundstück mit Rückschlagventilen zur Untersuchung der Atmung.*

Seine Arbeiten auf rein medizinischem Gebiet führten dazu, dass er zum Vorreiter der Bluttransfusion bei Tieren und später bei Menschen wurde. Er behauptete, dass die Bluttransfusion einer Gewebetransplantation gleichkommt, was damals eine neue Idee war. Während des Krieges gegen die Preußen 1870 kam es zu praktischen Anwendungen und einige seiner Empfehlungen wurden in die Tat umgesetzt. Dafür erhielt er von der Académie des Sciences einen Preis für Physiologie. Er untersuchte die Physiologie auch vor allem unter dem Gesichtspunkt der "Atmung" und arbeitete mit Lachgas, um eine langanhaltende Anästhesie zu erreichen.

Am 17. April 1865 heiratete er in AUXERRE Mademoiselle Josephina CLAYTON, eine bezaubernde junge Schottin. Sie haben drei Töchter: Henriette, geboren am 31. Juli 1866, Pauline, geboren am 23. Juni 1869, und Léonie, geboren am 12. März 1876.

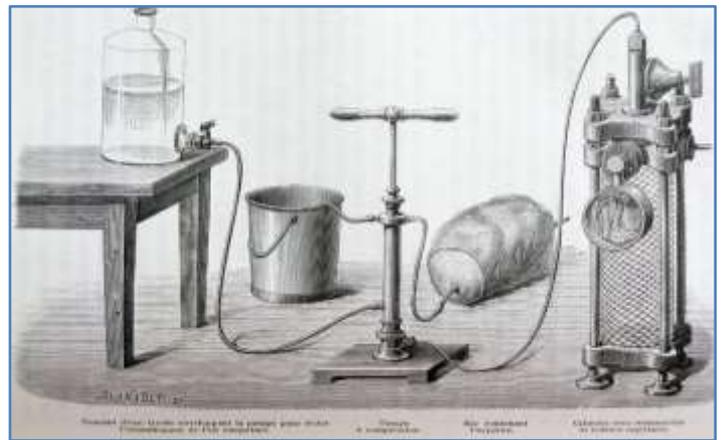
Leidenschaft für die Physiologie

Die Erforschung verschiedener Aspekte der Physiologie begeisterte ihn immer mehr und er stürzte sich in harte Arbeit. Damit endete seine Zeit als eher oberflächlicher Student.



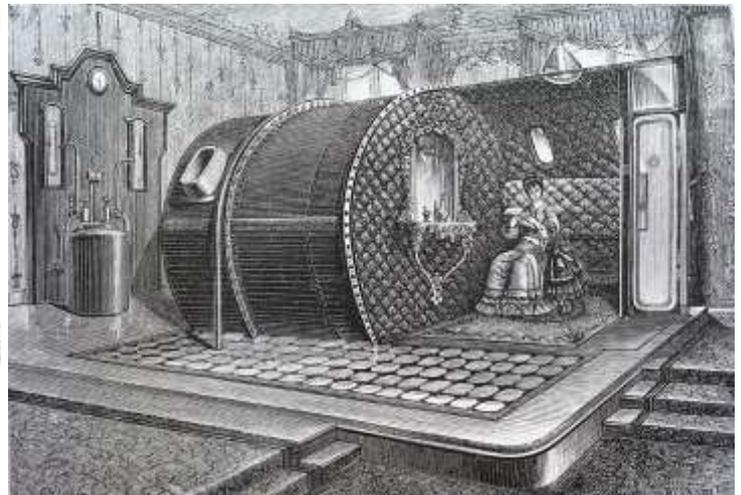
*Experimentier-Anordnung mit einem 12-bar-Stahlzylinder und einer Pumpe von Denayrouze, die über eine Transmission angetrieben wird*

Am 13. Januar 1866 verteidigte er seine Dissertation mit dem Titel *"Recherches expérimentales pour servir à l'histoire de la vitalité propre des tissus animaux"* (Experimentelle Untersuchungen zur Geschichte der Eigenlebenskraft tierischer Gewebe) und erhielt den Dokortitel in Naturwissenschaften. Im selben Jahr wurde er zum Professor für Zoologie an der wissenschaftlichen Fakultät von BORDEAUX ernannt und war damit der jüngste Universitätsprofessor in Frankreich. 1867 wurde er Stellvertreter des Lehrstuhls für vergleichende Physiologie am Musée d'histoire naturelle. 1869 wurde er Nachfolger von Professor Claude BERNARD auf dem Lehrstuhl für allgemeine Physiologie an der Sorbonne.



*Anordnung für Experimente mit sauerstoffangereicherter Luft (mit 25-bar-Glaszylinder!)*

1870 veröffentlichte er das Buch: *"Leçon sur la physiologie comparée de la respiration"* (Lektion über die vergleichende Physiologie der Atmung). Im April 1874 veröffentlichte er *"Recherches expérimentales sur l'influence que les changements de la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie"* (Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss, den Änderungen des barometrischen Drucks auf die Phänomene des Lebens haben), eine Zusammenfassung seines zukünftigen großen Werkes, das er gerade schrieb.



*Überdruckkammer von Dr. Carlo FORNANINI, Mailand*

## Bäder mit Druckluft

Die Idee ist nicht neu. Bereits 1662 führte Dr. HENSHAW (LONDON) Experimente mit einer "Druckluftkammer" durch. Im 19. Jahrhundert arbeiteten auch andere Ärzte und Wissenschaftler an diesem Thema:

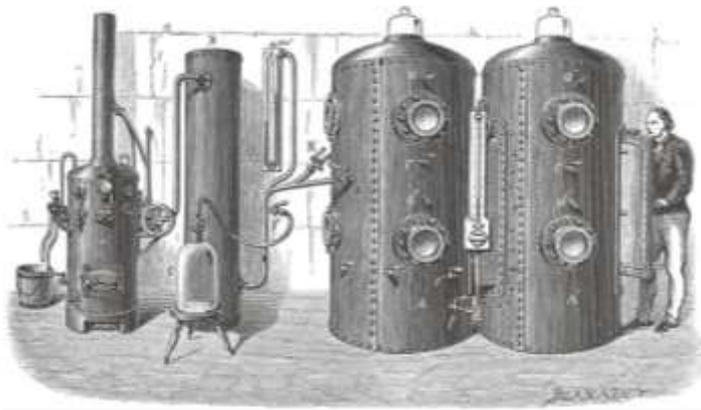
- Dr. COURTOIS, *"Des effets de la pesanteur de l'air sur l'homme, considéré dans l'état de santé"* (Auswirkungen der Schwere der Luft auf den gesunden Menschen) - 1813,

- Physiker Emile TABARIE (MONTPELLIER), *"Recherches sur les effets des variations dans la pression atmosphérique à la surface du corps"*

(Forschungen zu den Auswirkungen der Schwankungen des Luftdrucks auf die Körperoberfläche) - 1832,

- Dr. Théodore JUNOD, *"Recherches sur les effets physiologiques et thérapeutiques de la compression et de la raréfaction de l'air, tant sur le corps que sur les membres isolés"* (Forschungen über die physiologischen und therapeutischen Wirkungen der Kompression und der Verknappung der Luft, sowohl auf den Körper als auch auf einzelne Gliedmaßen) - 1835,

- Dr. PRAVAZ, *"Mémoire sur l'emploi du bain d'air comprimé associé à la gymnastique dans le traitement du rachitisme, des affections strumeuses et des surdités catarrhales"* (Abhandlung über die Verwendung von Druckluftbädern in Verbindung mit Gymnastik bei der Behandlung von Rachitis, strukturellen Erkrankungen und katarrhalischen Übererkrankungen) - 1840.



Große Druckkammern

In Frankreich und Italien nutzt die Medizin seit einigen Jahren die Vorteile, die sie für sich selbst sieht, um bestimmte Krankheiten zu heilen, indem sie "Luftdruckbäder" anbietet. Die Patienten werden in großen Metallkammern untergebracht, in denen sie Druckluft einatmen. Dr. Eugène BERTIN, der diese Technik anwandte, veröffentlichte 1855 ein über 270 Seiten starkes Buch mit dem Titel: *"Etude clinique de l'emploi et des effets du bain d'air comprimé dans le traitement de diverses maladies"* (Klinische Studie über die Verwendung und

die Wirkung von Druckluftbädern bei der Behandlung verschiedener Krankheiten). Er sollte lange Zeit ein glühender Verfechter dieser aufkommenden "Hyperbarie" sein. 1868 veröffentlichte Dr. BERTIN die zweite Auflage seiner auf über 730 Seiten angewachsenen Abhandlung mit dem Titel *"Etude clinique de l'emploi et des effets du bain d'air comprimé dans le traitement des maladies de poitrine, notamment le catarrhe chronique, l'asthme et la phthisie pulmonaire"* (Klinische Studie über den Einsatz und die Wirkung des Druckluftbades bei der Behandlung von Brustkrankheiten, insbesondere chronischem Katarrh, Asthma und Lungenphthisie).



Links: Therapeutische Druckkammer

Rechts: Menschenversuche in Kammern

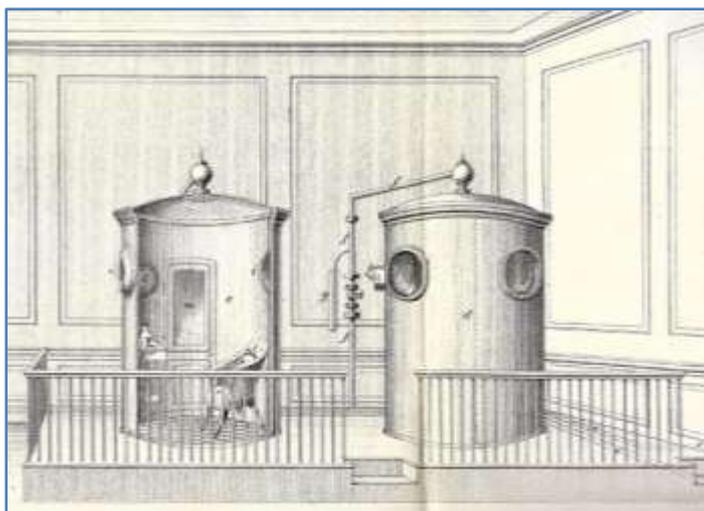
Der maximal erreichbare Druck ist mit etwa 1,4 bar gering. Die Sitzungen dauerten normalerweise zwei Stunden: eine halbe Stunde, um langsam auf den Höchstdruck zu steigen, eine Stunde, um auf diesem Druck zu bleiben, und eine halbe Stunde, um langsam auf den atmosphärischen Druck abzusinken.

In MAILAND benutzte Dr. Carlo FORNANINI sehr große hyperbare Kammern, die innen luxuriös eingerichtet waren.

Der Krieg von 1870 und Eintritt in die Politik  
Es war der Krieg von 1870 mit Preußen, der Paul BERT in die Politik brachte. Die Behörden des Departements Yonne forderten ihn zunächst auf, sich für die Verteidigung der Stadt AUXERRE einzusetzen. Im September 1870 nahm er die Stelle des Generalsekretärs der Präfektur des Departements Yonne an und wurde zum Koordinator des Verteidigungskomitees. Dann wurde er per Dekret vom 15. Januar 1871 zum Präfekten des Departements Nord ernannt. Diese Funktion übte er jedoch nur bis zum 7. Februar 1871 aus. Im März 1871 kehrte er auf seinen Lehrstuhl an der Sorbonne zurück und begann mit neuen Experimenten zur Atmung in Verbindung mit dem Luftdruck.

Er fand jedoch Gefallen an der Politik und arbeitete bis 1881 gleichzeitig an seinen wissenschaftlichen Forschungen und übte politische Ämter aus. Im Jahr 1871 wurde er zum Stadtrat von AUXERRE und anschließend zum Generalrat des Kantons AILLANT-SUR-THOLON gewählt. Am 9. Juni 1872 wurde er als Abgeordneter des zweiten Wahlkreises von AUXERRE unter dem sehr "radikalen" Etikett der Republikanischen Partei gewählt. Auf dem heutigen politischen Schachbrett würden wir sagen, dass er eher auf der äußersten linken Seite angesiedelt war. Bis zu seinem Lebensende blieb er ununterbrochen Abgeordneter der Nationalversammlung, schloss sich aber schon bald der gemäßigteren *Union Républicaine* von Léon GAMBETTA an. Auch auf dem heutigen politischen Schachbrett würden wir sagen, dass sich diese Bewegung ungefähr an der Stelle der heutigen Sozialistischen Partei befand.

Um alles unter einen Hut zu bringen, sitzt er tagsüber in der Nationalversammlung und arbeitet nachts in seinem Labor! Und er findet auch noch Zeit, wissenschaftliche Bücher zu schreiben...



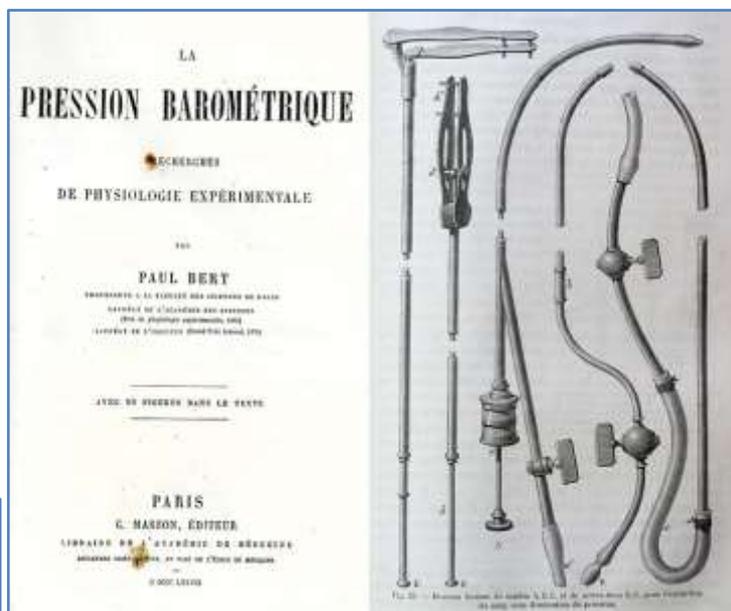
Überdruckkammer von Eugène BERTIN

Er wird sich als erbitterter Antiklerikaler erweisen, als Verteidiger des Laizismus und des kostenlosen und obligatorischen Unterrichts, als Verteidiger der Hochschulbildung, der Lehrerseminare in jedem Departement, der Sekundar- und Universitätsausbildung für junge Mädchen.

Unter dem Ministerium GAMBETTA wurde er vom 14. November 1881 bis zum 26. Januar 1882, als die Regierung GAMBETTA nach dessen Tod gestürzt und gefallen war, zum Minister für öffentliche Bildung und Kultus ernannt (ein Skandal!). Er wurde dann 1882 als Nachfolger von Léon GAMBETTA Vorsitzender der Partei *Union Républicaine*.

Paul BERT wird zusammen mit Jules FERRY (1832-1893) der große Pionier der kostenlosen, laizistischen und obligatorischen Schule. Man

muss jedoch daran erinnern, dass es Paul BERT war, der die ursprünglichen Texte dieser großen Reform ausgearbeitet hatte (bereits in seinem Gesetzesvorschlag vom 6. Dezember 1879), und dass es, da er nicht lange genug Bildungsminister blieb, Jules FERRY war, der sie später verabschieden und annehmen ließ. Die Geschichte erinnert sich oft nur an den Namen desjenigen, der abschließt, und nicht an denjenigen, der initiiert...



Links, Titelseite von "La pression barométrique" (Der barometrische Druck) - 1878

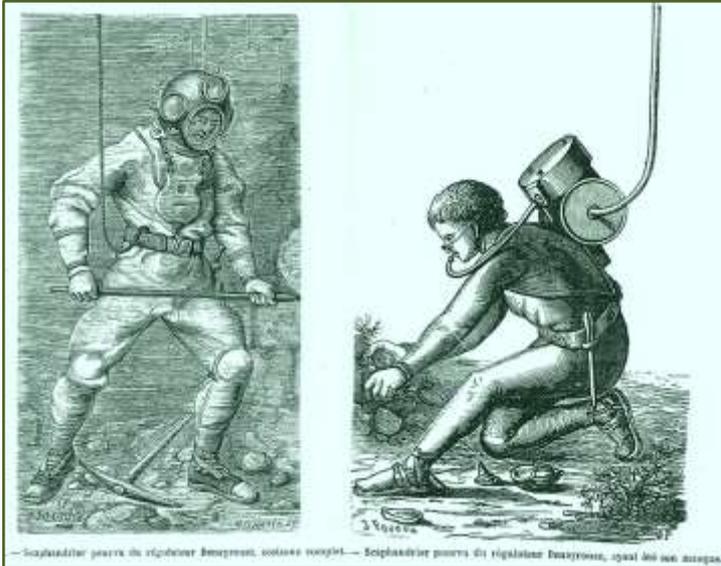
Rechts: Probennahme-Geräte

Monumentales Werk "Barometrischer Druck" Unter dem Titel "La pression barométrique" (Der barometrische Druck) veröffentlichte Paul BERT 1875 die erste Version und 1878 die zweite Ausgabe mit dem Untertitel "Recherches de Physiologie Expérimentale" (Forschungen zur experimentellen Physiologie) eines über 1150 Seiten starken Buches, in dem die genauen Bedingungen und Ergebnisse von 670 seiner Hypo- und Hyperbarie-Experimente beschrieben werden, die er an Hunden, Katzen, Ratten, Vögeln, Fischen, Insekten, Pflanzen, fermentierten Organismen und ... an sich selbst durchgeführt hatte.

Der historische Teil, der das gesamte damals gesammelte Wissen zu diesen Themen zusammenfasst, macht immerhin die ersten 522 Seiten aus ... Für die Teile, die der Hyperbarie gewidmet sind, zitiert er die in England hergestellten Ausrüstungen für Taucher "SIEBE" und die in Frankreich hergestellten Ausrüstungen "CABIROL" und später "ROUQUAYROL und DENAYROUZE". Er erwähnt auch seine enge technische Zusammenarbeit zu diesem Thema mit Herrn DENAYROUZE. In Bezug auf die Neuro-Toxizität von Sauerstoff stellte er in seinen Tierversuchen fest, dass

Krämpfe bei einem Druck von 3 bar des eingeatmeten Sauerstoffs auftreten.

Man darf nicht vergessen, dass damals die schweren Dekompressionsunfälle bei Tauchern, die lange Zeit in großen Tiefen (manchmal über 30 Meter) arbeiteten, die Arbeitgeber dazu veranlassten, körperlich sehr robuste Personen einzustellen, um "dem Druck besser standhalten zu können".



Links: Taucher mit DENAYROUZE-Ausrüstung  
Rechts: Taucher mit ROUQUAYROL-Regulator

In den Schlussfolgerungen seines Buches schreibt Paul BERT:

" ... Plötzliche Dekompression. Ich glaube, ich habe in Kapitel VII alles geklärt, was mit dieser Frage zusammenhängt, die relativ einfach ist, da sie rein physikalischer Natur ist. Ich habe gezeigt, dass alle Unfälle, von den schwächsten bis zu denen, die einen plötzlichen Tod zur Folge haben, die Folge der Freisetzung von Stickstoffblasen im Blut und sogar im Gewebe sind, wenn die Kompression lange genug gedauert hat." (Seite 1141)

Und etwas weiter unten:

"Wenn die Auskultation (Abhören mit Stethoskop) Gasgeräusche in der Herzgegend aufdeckt, beeile dich mit der Einatmung von möglichst reinem Sauerstoff, den du immer in einem Gummiballon haben solltest, oder noch besser, der in einem Stahlbehälter komprimiert ist. Wenn die Gase aus dem Herzen verschwunden sind und der Tod nicht mehr unmittelbar bevorsteht, sollte der Patient sofort einem höheren Druck ausgesetzt werden, als dem, aus dem er gekommen ist, und dann mit äußerster Langsamkeit dekomprimiert werden. Wenn der Druck 4 Atmosphären erreicht, wäre es übrigens klug, vor allem

Taucher sofort nach der Rückkehr an die frische Luft Sauerstoff atmen zu lassen, ohne auf das Auftreten von Unfällen zu warten. Wenn sich der Unterdruck durch Paraplegie bemerkbar macht, muss sofort wieder komprimiert werden, ohne Zeit mit dem Einatmen von Sauerstoff zu verschwenden, besonders wenn der Unfall erst einige Zeit nach der Rückkehr zur normalen Luft eingetreten ist, da es sich hier nicht mehr um eine allgemeine Behinderung des Lungenkreislaufs handelt, sondern um eine Gasblase, die in den Gefäßen des Rückenmarks stecken geblieben ist und deren Volumen sofort reduziert werden muss, damit das Blut sie mitreißen kann." (Seite 1148)

Er hatte bereits alles verstanden! Es dauerte jedoch bis 1908, bis John Scott HALDANE die erste Dekompressionstabelle für Taucher einführte...

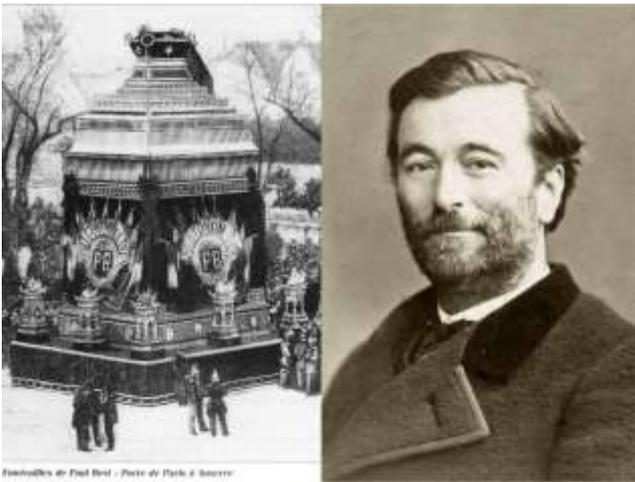
Sein wissenschaftliches Werk "La pression barométrique" (Der barometrische Druck) wurde nur in französischer Sprache veröffentlicht. Lange Zeit später, während des Zweiten Weltkriegs, waren die Flugzeugbauer in den USA dabei, neue Flugzeuge mit Düsenantrieb zu entwerfen und zu entwickeln, die in nie zuvor erreichte Höhen aufsteigen und Geschwindigkeiten erreichen konnten, die an die Schallmauer heranreichten. Aber alle Studien über die physiologische Anpassung der Besatzung an solche Höhen waren noch nicht abgeschlossen!



Links: Titelbild von "Bain d'air comprimé" von Eugène BERTIN - 1868 - 2

Rechts: Titelseite von "Leçons sur la physiologie comparée de la respiration" von Paul BERT - 1870

Ein amerikanischer Wissenschaftler erinnerte sich daran, dass bereits im vorigen Jahrhundert ein französischer Forscher sehr umfassende Studien



*Staatsbegräbnis von Paul BERT in AUXERRE*

zu dieser Problematik durchgeführt hatte, dass seine Arbeiten aber nie ins Englische übersetzt worden waren. So kam es, dass Mary Alice HITCHCOCK und Fred Andrews HITCHCOCK in höchster Not eine Übersetzung dieses monumentalen Werkes anfertigten. Das Buch "Barometric pressure" erschien 1943 im Verlag "College Book Company", COLOMBUS (Ohio). Darin befanden sich alle notwendigen Materialien, die die amerikanischen Wissenschaftler benötigten...

1882 trat Paul BERT in die Académie des sciences ein und wurde später Mitglied des Instituts. In der wohlmeinenden und katholischen Presse der damaligen Zeit war er regelmäßig Zielscheibe und Gegenstand zahlreicher Karikaturen.

Am 31. Januar 1886 wurde Paul BERT zum ersten Generalresidenten (Gouverneur) in Annam und Tonkin (zwei verschiedene Protektorate: Annam ist der zentrale Teil des heutigen Vietnams und Tonkin der nördliche Teil Vietnams) ernannt, die sich damals in einem Zustand des politischen Chaos befanden. Seine Ziele bestanden darin, friedensstiftende und versöhnende Maßnahmen zu ergreifen und die Größe Frankreichs in der Welt wiederherzustellen. Für ihn hatten die europäischen Nationen gegenüber den indigenen Völkern eine Art höhere Pflicht zur Kolonisierung, gemäß derer die Zivilverwaltung die Militärverwaltung schnell ersetzen sollte. Er erklärte: *"Unsere beiden Völker sind nicht zum Kampf geschaffen, sondern um zusammenzuarbeiten und sich gegenseitig zu ergänzen"*.

Er stand schon früh am Morgen auf und ging durch die verschiedenen Viertel von Hanoi, wobei er manchmal im Krankenhaus anhielt, um mit den Ärzten zu sprechen, bevor er seinen Arbeitstag begann. Er versuchte, die althergebrachte Staatsorganisation zu reformieren, die sich auf das Mandarinsystem stützte (ca. 1.500 Mandarine, Beamte, die durch dreijährliche konfuzianisch

inspirierte Auswahlverfahren rekrutiert wurden). Doch er erschöpfte sich seiner Arbeit.

Paul BERT starb am 11. November 1886 in Hanoi (Vietnam) an Cholera und Ruhr.

### Ein Staatsbegräbnis

Sein Leichnam wird nach Frankreich überführt. Das Staatsbegräbnis fand am 15. Januar 1887 in AUXERRE statt, was die Katholiken jedoch empörte.

Als Freidenker, Voluntarist (dem Willen Vorrang gegenüber dem Verstand einräumen), Positivist, offen antiklerikaler, deutschfeindlicher Patriot war er auch ein Befürworter der Kolonialpolitik. Er verfasste zahlreiche populärwissenschaftliche Schulbücher und war Autor hunderter wissenschaftlicher Publikationen. Er war einer der Gründerväter der Dritten Republik. Er war einer der Initiatoren der Ideen, die später zum Gesetz vom 9. Dezember 1905 über die Trennung von Kirche und Staat führten.

### Eine bedrückende Polemik

Die Polemik rührt daher, dass Paul BERT in seinen Arbeiten zur Ethnologie die Begriffe "Überlegenheit der weißen Rasse" und "Hierarchisierung der Rassen und Völker" entwickelt und manchmal das Wort "Neger" verwendet hatte. Man muss jedoch verstehen, dass diese Begriffe und Bezeichnungen Ende des 19. Jahrhunderts absolut üblich waren. Einige unserer heutigen Politiker, die das Einheitsdenken (natürlich ihr eigenes) predigen und ebenso voreingenommen wie intolerant sind, machen ihm heute einen Vorwurf daraus. Manchmal gehen sie sogar so weit, dass sie "Paul BERT"-Schulen umbenennen! Sie, die uns regieren sollen oder wollen, haben entweder keine Ahnung von historischen Fakten oder ein besonders selektives Gedächtnis, sodass sie vergessen zu haben scheinen, dass sogar Jules FERRY auf der Tribüne der Nationalversammlung die Vorzüge des Kolonialismus und die Vorteile der Erziehung "minderwertiger Rassen" predigte. Sind sie in der Lage, vergangene und erwiesene Tatsachen zu bewerten, indem sie sie in den allgemeinen Kontext ihrer Zeit einzuordnen wissen? Werden sie es auch wagen, "Jules FERRY"-Schulen umzubenennen?

Wenn Sie künftig in einer Straße oder Avenue "Paul BERT" oder vor einer Schule "Paul BERT" vorbeigehen, können Sie respektvoll an ihn denken, der unter anderem vor allen anderen die Schwellenwerte für die Neuro-Toxizität von Sauerstoff und die physiologischen Phänomene, die zu Enttächtigungsunfällen führen, verstanden hatte, und der wie Louis PASTEUR oder Marie CURIE einer unserer brillantesten französischen Wissenschaftler war.