

Ueber

# die Wirkungen des Cyans

auf

## den thierischen Organismus.

Inaugural-Dissertation

von

**B. Bunge.**



Dorpat.

Druck von Schnakenburg's litho- und typographischer Anstalt.

1879.

den thierischen Organismus,

zur Erlangung des Grades

verfasst und mit Bewilligung

zu Dorpat

YON

Dr. A. Wikszemski. — Prof. Dr. F. Hoffmann. — Prof. Dr. R. Boehm.



Druck von Schnakenburg's litho- und typographischer Anstalt.

1879.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.

Dorpat, d. 15. März 1879.

Decan: A. Schmidt.

Nr. 67.

Die vorliegende Untersuchung wurde in dem Laboratorium und unter der Leitung des Herrn Prof. R. Boehm ausgeführt, dem ich für die mir vielfach gewährte Anregung und Unterstützung hiermit meinen aufrichtigen Dank sage.

Zur feierlichen  
**DOCTOR-PROMOTION**

des Herrn  
**Benvenuto Bunge,**

welche

Sonnabend, den 21. März 1879, Mittags um 12 Uhr,

im grossen Hörsaal der Kaiserlichen Universität  
stattfinden wird,

laden ergebenst ein

**Decan u. Mitglieder**  
der medicinischen Facultät.

Dorpat,  
den 21. März 1879.



Das Cyan, 1814 von Gay-Lussac entdeckt, scheint zuerst von Coullon auf seine physiologischen Wirkungen geprüft worden zu sein. Letzterer hat mit demselben Vergiftungsversuche an Meerschweinchen, Sperlingen, Blutegehn, Fröschen, Kellereseln, Fliegen und Krabben angestellt und dabei gefunden, dass das Cyan auf alle diese Thiere als heftiges Gift wirke, und dass die Syptome, die es verursacht, in Coma und seltener in Convulsionen bestehen <sup>1)</sup>.

Im Jahre 1830 sagt Hünefeld in einer Abhandlung „Ueber die Wirkung der Mangansäure, der cyanigen Säure, Kohlenstickstoffsäure, des Cyanogens und der phosphorigen Säure auf den thierischen Organismus: „Das Cyangas oder Cyan zeigt sich ganz intensiv giftig und bringt im Wesentlichen die üble Wirkung wie die Hydrocyan- oder Blausäure hervor <sup>2)</sup>.

Orfila hat an Hunden Versuche mit Cyan angestellt und giebt über dieselben folgendes an: „Giebt man kräftigen

---

1) Leider steht mir die Coullon'sche Arbeit nicht zur Verfügung. Ich habe die Angaben über dieselbe in Robert Christison's „Abhandlung über die Gifte“ aus dem Englischen. Weimar 1831, gefunden. Christison verweist bei denselben auf das Journal universel des Sciences Médicales II, 240.

2) Isis von Oken. 1831. p. 952.

Hunden zwei Unzen mit Cyanogen gesättigten Wassers, so treten alle Zufälle der Vergiftung durch Blausäure ein und nach zwei oder drei Minuten erfolgt der Tod. Bei der Section findet man ähnliche Veränderungen wie nach der Vergiftung durch Blausäure <sup>1)</sup>).

Galtier sagt vom Cyan, dass es in der Weise der Blausäure auf den Organismus einwirkt und zwar ebenso schnell als letztere; es tödtete Vögel in einigen Secunden, Kaninchen in 5—6 Minuten. Ferner führt er an, dass Buchner seinen Zeigefinger dem Cyan aussetzte und plötzlich eine Vertaubung mit Gefühl von Druck und Contraction im Daumen und Ellbogen verspürt habe <sup>2)</sup>).

Eulenberg, der selbst Thierversuche mit Cyangas angestellt hat, sagt, dass dasselbe zuerst die Schleimhäute der Thiere reize und darauf das Nervensystem afficire; es trete Schwindel und Betäubung ein, was sich durch die Neigung der Thiere, auf die Seite zu fallen, kundgebe. Sei dieser Zustand eingetreten, so folgen bald Krämpfe, welche einen so hohen Grad erreichen, dass der ganze Körper von den Convulsionen förmlich umhergeschleudert werde. Kein Gas erzeugt so heftige Krämpfe wie Cyan und seine Verbindungen. Das Blut der Thiere, welche mit Cyan getödtet worden sind, färbe sich an der Luft sehr hellroth, wenn es auch braunroth aus der Ader geflossen sei <sup>3)</sup>).

---

1) Orfila. Lehrbuch der Toxicologie, bearbeitet von Krupp, Braunschweig 1854, Bd. II., p. 348.

2) Galtier. Traité de Toxicologie. Paris 1855, Tome II, p. 759.

3) Eulenberg. Die Lehre von den schädlichen und giftigen Gasen. Braunschweig 1865 p. 371.

Eine Reihe von Versuchen über die Wirkung des Cyans ist von Laschkewitsch angestellt worden. Er benutzte zu denselben Frösche, Eidechsen, Tritonen, Vögel, Kaninchen und Meerschweinchen. Bei Kaltblütern fand er, dass dieselben unter einer Glocke, durch welche man Cyangas leitete, zuerst unruhig werden, dass die Haut derselben sich reichlich mit Secret bedecke, dass das Aussehen der Thiere bald stumpf werde und dann Krämpfe eintreten. Entferne man das Thier aus der Glocke, so hörten die Krämpfe auf, das Thier aber bleibe dann paralysirt. Die Hautsensibilität sei beträchtlich gesunken, verdünnte Säuren brächten höchstens sehr schwache Reflexe hervor. Das Herz stehe in der Diastole still. Das Verhalten der Warmblüter bei der Cyanvergiftung sei fast dasselbe wie dasjenige der Kaltblüter, nur mit dem Unterschiede, dass bei ihnen die Vergiftungssymptome sich schneller entwickelten und stärker ausgeprägt wären. Er bemerkte bei ihnen, wenn sie unter eine Glocke gebracht waren, durch welche Cyangas geleitet wurde, Unruhe, Thränen der Augen, Schleimabsonderung der Nase, wobei die Thiere wie betäubt auf die Seite fielen und von starken Krämpfen befallen wurden, unter denen sie rasch zu Grunde gingen. Am Blut aus dem Herzen, welches bei seinen Versuchen nicht, wie Eulenberg es angiebt, an der Luft bald eine hellrothe Farbe annahm fand er bei der Spectralanalyse, die Oxyhaemoglobinstreifen. Die grösste Empfindlichkeit gegen das Cyan zeigen nach ihm die Vögel. Entfernte er die Thiere nach dem ersten Zeichen der Cyanwirkung aus der Glocke, so erholten sie sich an der Luft in 2—3 Stunden. Während dieser Zeit bemerkte er an ihnen Sensibilitätsverlust, krampfhaftige Bewegungen des Dia-



phragma, während sich das Thier in tiefer Narcose befand. Dass die Krämpfe, die bei der Cyanvergiftung auftreten, durch Reizung des Gehirnes zu Stande kommen, sucht Laschkewitsch zu beweisen, indem er Krämpfe, die durch Gehirnanämie entstehen könnten, ausschliesst.

Ferner giebt Laschkewitsch an, dass bei der Cyanvergiftung immer Stillstand des Herzens in der Diastole eintrat, welcher bei den Warmblütern allerdings nur kurze Zeit andauerte. Bei Durchschneidung der Vagi wurde dieser Stillstand nicht beobachtet. Luschewitsch schliesst hieraus: „Das zeigt, dass das Cyan den Stillstand des Herzens durch die Einwirkung auf die Ursprünge der Nn. vagi in der Medulla hervorruft, nebenbei aber auch etwas auf die Herzcentra einwirkt <sup>1)</sup>“.

Castell hat frisch ausgeschnittene Froschherzen in Cyangas gebracht und gefunden, dass sie in demselben 4 Minuten lang heftig arbeiteten und darauf still standen <sup>2)</sup>.

Hiermit habe ich alles Wesentliche, was sich in der Litteratur über die Wirkung des Cyans auf den thierischen Organismus vorfindet, referirt. Ein klares Bild der Cyanvergiftung liefern die angeführten Arbeiten nicht, auch stimmen die verschiedenen Autoren in ihren Angaben nicht ganz überein. Daher erschienen weitere Untersuchungen über die Wirkung des Cyans wünschenswerth.

---

1) Ueber die physiologische Wirkung des Cyan-Gases. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1868 p. 649.

2) Ueber das Verhalten des Herzens in verschiedenen Gasarten. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. 1854. p. 226.

Das Cyangas, welches ich zu meinen Versuchen benutzte, stellte ich aus zuvor bei 100—110° C. getrocknetem Cyanquecksilber dar und fing dasselbe in einem calibrirten Bunsenschen Quecksilbergasometer, welches 120 Cc. fasste auf; aus diesem konnte ich es in beliebigen Mengen den Versuchsthieren zuführen.

## **I. Versuche an Kaltblütern.**

### **1. Allgemeine Wirkung, Wirkung auf das Nervensystem und die Muskeln.**

Ich habe von Kaltblütern zu meinen Versuchen ausschliesslich Frösche (*Rana temporaria*) benutzt, von welchen ich mir möglichst kräftige Exemplare auswählte. Um dieselben der Einwirkung des Cyangases auszusetzen, brachte ich sie unter eine tubulirte Glasglocke, die mit abgeschliffenem, eingefettetem unterem Rande auf eine Glasplatte gesetzt wurde. Der Tubulus der Glocke war durch einen Kork verschlossen, durch welchen zwei Glasröhren führten. Die eine derselben war mit dem Bunsen'schen Gasometer in Verbindung gesetzt, aus welchem Cyangas in die Glocke geleitet werden konnte; an dem ausserhalb der Glocke befindlichen Ende der anderen, hatte ich einen dünnwandigen Kautschukballon so befestigt, dass die Luft in der Glocke durch die Glasröhre mit der Luft im Ballon communicirte, von der Zimmerluft aber abgeschlossen blieb. Bevor ich die Glocke auf die Glasplatte niedersetzte, comprimirte ich mit der Hand den Ballon so, dass die Wände desselben einander berührten. Wurde jetzt zu der Luft, die sich in der Glocke befand, Cyangas hinzugeleitet, so fand keine Verdichtung der Luft, durch welche die kleine Glocke hätte gehoben werden können, statt, sondern der Ballon füllte sich je nach der zugeführten Gasmenge immer mehr. Der Inhalt der Gasglocke betrug 1760 Ccm. Am calibrirten Bunsen'schen Gasometer konnte ich ablesen, wie gross die Menge des in die Glocke geleiteten Gases war.

Das Bild, welches der Frosch während der Cyanvergiftung zeigt, ist folgendes: In dem Moment, in welchem das Cyan in die Glocke strömt, zeigt der Frosch die grösste Unruhe, indem er an den Wänden der Glocke emporspringt und einen Ausgang aus derselben sucht. Nach einiger Zeit legt sich die Unruhe und man gewahrt nun, dass die Athembewegungen völlig aufgehört haben. Der Frosch öffnet von Zeit zu Zeit das Maul und fährt sich mit den vorderen Extremitäten über die Zunge. Manchmal kommen auch Brechbewegungen vor. Die Secretion der Haut ist vermehrt und durch die starke Bewegung des Thieres wird das zähe Secret in einen Schaum verwandelt, von welchem der Frosch manchmal vollständig umgeben ist. Die Bewegungen werden nun allmählich immer schwerfälliger und seltener bis zuletzt das Thier vollständig stumpf dasitzt und auf die stärksten Erschütterungen der Glocke keine Bewegung zeigt. Während der zunehmenden Schwäche hat das Thier wieder von Zeit zu Zeit eine Athembewegung gemacht, jetzt athmet es regelmässig aber oberflächlich. Die Athmung wird aber immer schwächer und hört endlich ganz auf. Es ist vollständige Paralyse eingetreten und das Hsrz hat aufgehört zu schlagen. Nun tritt sehr rasch Todtenstarre ein. Bisweilen erscheint dieselbe am unteren Theil der hinteren Extremitäten sogar schon zu einer Zeit, wo der Frosch noch Lebenszeichen von sich giebt, z. B. eine Athembewegung macht. Diese Todtenstarre zeigt besonders an den hinteren Extremitäten ein eigenthümliches, für die Cyanvergiftung charakteristisches Bild: Die Zehen derselben sind gespreizt, ein wenig flectirt; die Schwimmbäute zwischen denselben prall gespannt; das Fussgelenk stark extendirt; Knie- und Hüftgelenk leicht flectirt; das ganze Bein nach aussen rotirt. Bei der Section zeigt sich das Herz stark dilatirt und mit hell-kirschfarbenem Blute gefüllt.

Laschkewitsch giebt an, dass während der Cyanvergiftung bei Kaltblütern Krämpfe eintreten. Ich habe bei keinem meiner Versuche an Fröschen eine Andeutung von Krämpfen wahrnehmen können.

Dieses allgemeine Bild zeigt sich bei jeder Cyanvergiftung am Frosch, nur folgen die einzelnen Stadien desselben schneller oder langsamer aufeinander je nach dem Procentgehalte der Luft an Cyan. Folgende Protokolle zeigen die Geschwindigkeit des Vergiftungsverlaufs und die Zeit des Eintritts der einzelnen Symptome.

### **I. Versuch.** Frosch unter die Glocke gebracht.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                                       |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 3 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. Dadurch wird der Cyangehalt in der Glocke gleich 0,18 Vol. Proc.<br>Gleich beim Eintreten des Gases grosse Unruhe.          |
| 5      | Ist ruhiger geworden, sperrt das Maul von Zeit zu Zeit auf, fährt sich mit den vorderen Extremitäten über die Zunge.                                               |
| 15     | Sitzt ruhig da; nur bei Erschütterungen der Glocke geringe schwerfällige Bewegungen. Hat bis jetzt keine Athembewegungen gemacht.                                  |
| 35     | Regelmässige, oberflächliche Athembewegungen.                                                                                                                      |
| 40     | Leichte Bewegungen der hinteren Extremitäten.                                                                                                                      |
| 60     | Vollständige Paralyse; wird aus der Glocke entfernt. Muskelstarre noch nicht eingetreten. Die Nerven sowohl als die Muskeln durch den elektrischen Strom erregbar. |

### **II. Versuch.** Frosch unter die Glocke gebracht.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                                                             |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 5 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. (= 0,3 Vol. Proc.).<br>Sogleich grosse Unruhe; öffnet von Zeit zu Zeit das Maul weit und fährt sich mit den vorderen Extremitäten über die Zunge. |
| 5      | Ruhiger geworden; Bewegungen unbeholfen. Athembewegungen nicht vorhanden.                                                                                                                |
| 15     | Sitzt ruhig da, macht bei Erschütterungen der Glocke nur geringe Bewegungen.                                                                                                             |
| 20     | Athmet regelmässig aber schwach; sitzt stumpf da.                                                                                                                                        |



| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 25     | Die Athembewegungen haben aufgehört. Vollständige Paralyse. Wird aus der Glocke entfernt. In den Blutgefässen der Schwimmhaut erkennt man unter dem Mikroskop eine sehr langsame unbestimmte Bewegung der Blutkörperchen die nach wenigen Minuten aufhört. |

### III. Versuch. Frosch unter die Glocke gebracht.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                           |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 20 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. (= 1,15 Vol. Proc.). Grosse Unruhe, Maulaufsperrn.                                                             |
| 3      | Ruhiger geworden, keine Athembewegungen.                                                                                                               |
| 6      | Bewegungen sehr schwerfällig.                                                                                                                          |
| 15     | Sitzt ruhig da, macht leichte Athembewegungen.                                                                                                         |
| 20     | Vollständige Paralyse. Wird aus der Glocke entfernt. Noch keine Muskelstarre bemerkbar.                                                                |
| 50     | Die charakteristische Muskelstarre hat sich in starkem Masse eingestellt. Ein Theil der Muskeln und Nerven durch den elektrischen Strom noch erregbar. |

### IV. Versuch. Frosch unter die Glocke gebracht.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                 |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 32 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. (= 1,9 Vol. Proc.). Grosse Unruhe.                                                                   |
| 2      | Beginnende Paralyse.                                                                                                                         |
| 3      | Sitzt unbeweglich da.                                                                                                                        |
| 6      | Leichte Muskelbewegungen.                                                                                                                    |
| 11     | Sitzt ruhig da. Bei plötzlichen Erschütterungen der Glocke, Zuckungen an den Extremitäten.                                                   |
| 16     | Vollständige Paralyse.                                                                                                                       |
| 45     | Wird aus der Glocke entfernt. Es ist Muskelstarre eingetreten, die besonders am unteren Theil der Extremitäten sehr stark ausgesprochen ist. |

Es ergiebt sich aus diesen Versuchen, dass die paralysirende Wirkung des Cyans auch bei Anwendung grosser Dosen relativ lang-

sam erfolgt im Vergleich mit anderen, analog wirkenden Substanzen. Es zeigt sich aber bei weiteren Versuchen, dass es nur einer sehr kurzdauernden Einwirkung des giftigen Gases auf den Frosch bedarf, um, wenn auch langsam, die allgemeine Paralyse zu bewirken. Ist der Frosch eine Zeit der Einwirkung des Cyangases ausgesetzt gewesen und wird dann aus demselben entfernt, so ist die Hautsensibilität stark herabgesetzt oder ganz aufgehoben, auch wenn die Bewegungen noch verhältnissmässig wenig beeinträchtigt sind. Das eben angeführte ist aus folgenden Protokollen ersichtlich.

**V. Versuch.** Ein Frosch wird unter die Glocke gebracht und in dieselbe werden 17 Ccm. Cyangas geleitet. (= 1,0 Vol. Proc.) Nach 3 Minuten, als Zeichen beginnender Schwäche auftreten, wird der Frosch aus der Glocke entfernt. Er springt ein wenig unbeholfen umher. In den Capillaren der Schwimmhäute mittelst des Mikroskops normale Blutbewegung bemerkbar. Wird ins Wasser gesetzt wo er allmählich schwächer wird und nach einer halben Stunde abstirbt.

**VI. Versuch.** Ein Frosch wird unter die Glocke gebracht; in dieselbe werden 20 Ccm. Cyangas geleitet (= 1,15 Vol. Proc.) Nach 2 Minuten werden die Bewegungen schwerfälliger. Er wird aus der Glocke entfernt; bewegt sich langsam ein wenig schwerfällig. Auf Reize mit verdünnter Essig- und Schwefelsäure keine Reflexbewegungen. Wird allmählich schwächer; nach 3 Stunden Tod.

**VII. Versuch.** Frosch unter die Glocke gebracht; 15 Ccm. Cyangas in dieselbe geleitet. (= 0,8 Vol. Proc.) Nach einer Minute wird der Frosch aus der Glocke entfernt. Erscheint ziemlich munter, macht lebhaft Sprünge. Auf Reizung der Haut mit Essig- und Schwefelsäure treten keine Reflexbewegungen ein. Der Frosch wird beständig matter, ist am folgenden Tage todt.

Bei diesen Fröschen trat die Muskelstarre viel später nach dem Tode ein; auch brachte sie wenn sie eingetreten war, nicht die oben beschriebene eigenthümliche Stellung der Extremitäten hervor.

Bei der von mir getroffenen Versuchsanordnung wurde das Cyangas nicht nur von den Lungen des Thieres aufgenommen, sondern konnte auch auf die gesammte Hautoberfläche des Frosches seine Wirkung äussern. Die, beim Eintreten des Cyangases in die Glocke, beobachtete grosse Unruhe und Aufregung des Frosches, deutet auf die intensiv local reizende Wirkung des giftigen Gases hin, und in derselben Weise müssen wohl auch die Versuche des Thieres, sich mit den vorderen Extremitäten das Maul zu wischen und namentlich auch die Brechbewegungen erklärt werden. Das Cyangas bewirkt eben auch innerhalb der Mundhöhle eine intensive locale Reizung.

Es war nun aber zu entscheiden, in wie weit die beobachteten Veränderungen an den Versuchsthieren, die allgemeine Paralyse, namentlich aber die so auffallend rasch eintretende Muskelstarre, als allgemeine, oder als locale Wirkungen des Gases zu betrachten sind; ob namentlich das rasche Absterben der Muskelsubstanz dadurch zu Stande kommt, dass das Cyangas durch Vermittelung des Blutes, von den Muskelcapillaren aus auf die contractile Substanz einwirkt, oder ob er durch die Haut hindurch difundirend direkt von aussen her die Muskeln afficirt.

Um hierüber ins Klare zu kommen, stellte ich zunächst einige Versuche an, bei welchen die eine hintere Extremität durch Unterbindung der zuführenden Arterie von der Zufuhr cyanhaltigen Blutes abgeschlossen war. Wirkte das Gas nun durch Vermittlung des Blutes, so musste bei dieser Versuchsanordnung die Starre in der unterbundenen Extremität ausbleiben.

**VIII. Versuch.** Einem Frosch wird die Arteria iliaca communis dextra vom Rücken her unterbunden. Die Hautwunde welche zum Zweck dieser Unterbindung gemacht werden musste, wird vernäht. Um den Oberen Theil des rechten Oberschenkels wird ein Faden geschlungen und ein wenig angezogen, um die Lymphgefässe zu comprimiren. Der Frosch wird unter die Glocke gesetzt und in dieselbe werden etwa 50 Ccm. Cyangas geleitet. Nach weniger



als 10 Minuten ist vollständige Paralyse eingetreten. Nach Ablauf einer halben Stunde wird der Frosch aus der Glocke entfernt. An beiden hinteren Extremitäten ist Muskelstarre eingetreten, jedoch ist dieselbe an der linken nicht unterbundenen, stärker ausgesprochen.

Aus dem vorstehenden Versuchsprotokolle erhellt, dass auch nach Aufhebung der Blutzufuhr zu einer Extremität, das von der Haut aus einwirkende Cyangas Todtenstarre des Muskels bewirkt, wenn sie auch in den Muskeln der unterbundenen Extremität etwas später zu beobachten ist. Dass nun aber auch das durch die Blut-circulation den Muskeln zugeführte Cyangas im Stande ist, dieselben in den Zustand der Todtenstarre zu versetzen, ohne gleichzeitige Aufnahme von Cyan durch die Haut, geht zur Evidenz aus folgendem Versuche hervor.

**IX. Versuch.** Einem Frosch wird die Arteria iliaca communis sinistra unterbunden und der Plexus ischiadicus beiderseits durchschnitten. Letztes um die Extremitäten zu lähmen, da der Frosch sonst durch zu starke Bewegung derselben den Versuch erschwert hätte. Die Hautwunde wird vernäht. Über beide hinteren Extremitäten wird ein dünnwandiges Kautschuksäckchen gezogen, welches sich an seiner Oeffnung stark verengt. Die Wandungen der Oeffnung lassen sich soweit erweitern, dass das Säckchen bis über die Darmbeine des Frosches gezogen werden kann; sich selbst überlassen contrahiren sie sich dermassen, dass sie der Haut des Frosches eng anliegen und den Leib desselben ein wenig comprimiren. Dadurch wird einerseits der Gaszutritt zu den hinteren Extremitäten verhindert, anderseits werden die Lymphgefäße durch den Druck geschlossen. Der Frosch wird unter die Glocke gesetzt und in dieselbe werden etwa 80 Ccm. Cyangas geleitet. Nach weniger als 10 Minuten ist Paralyse eingetreten. Nur noch leichte Zuckungen einzelner Muskeln sind bemerkbar, auch sie erlöschen bald. Nach Ablauf einer halben Stunde wird der Frosch aus der Glocke entfernt. Der während des Versuchs nicht mit dem Kautschuksäckchen bedeckt gewesene Theil des Frosches zeigt starke

**Muskelstarre.** An der rechten hinteren Extremität beginnende Starre; namentlich am unteren Theil derselben deutlich ausgesprochen. An der linken hinteren Extremität gar keine Starre bemerkbar. Zwei Stunden später ist an der ganzen rechten hinteren Extremität starke Starre eingetreten, während an der linken noch keine Spuren derselben bemerkbar sind.

Endlich soll durch Versuch X noch gezeigt werden, wie durch ausschliessliche Einwirkung des Cyans auf die Haut, die Todtenstarre einer aus der Continuität des Körpers getrennten Extremität, entsteht.

**X. Versuch.** Einem Frosch werden beide hinteren Extremitäten am Hüftgelenk exarticulirt. Die eine derselben wird unter die Glocke gebracht, in welche etwa 50 Ccm. Cyangas geleitet werden. Die andere wird nicht der Einwirkung des Gases ausgesetzt. Nach Verlauf von drei Stunden wird die Extremität, die unter die Glocke gebracht war, aus derselben entfernt. Sie zeigt vollständige Muskelstarre in der, für die Cyanvergiftung, charakteristischen Stellung. Nur am oberen Theil sind die Muskeln und zwar auch hier nur durch einen sehr starken elektrischen Strom erregbar. Am Schenkel, welcher nicht dem Cyangase ausgesetzt gewesen war, ist noch gar keine Muskelstarre bemerkbar. Schon schwache elektrische Reize bringen an allen Muskeln starke Zuckungen hervor.

Die Wirkungen des Cyans auf das centrale Nervensystem und den Bewegungsapparat bestehen somit:

Erstens, in einer innerhalb 10–60 Minuten sich ausbildenden allgemeinen centralen Paralyse, welche zunächst die Erregbarkeit des peripheren Bewegungsapparats, die motorischen Nerven und die willkürlichen Muskeln nicht afficirt; dieselben sind noch durch den elektrischen Strom erregbar in dem Momente, wo bereits allgemeine Paralyse eingetreten ist.

Zweitens, in einer specifischen Wirkung auf die Substanz des quergestreiften Muskels, der ziemlich rasch in den Zustand der Starre versetzt wird und dabei seine Erregbarkeit verliert.

## 2. Wirkung des Cyans auf das Froschherz.

Es wurde bereits oben (p. 11) erwähnt, dass man, bei mit Cyan vergifteten Fröschen, das Herz in diastolischem Stillstande und mit hellrothem Blute gefüllt vorfindet. Um die Veränderungen der Herzthätigkeit, welche durch das Gift hervorgerufen werden, genau zu verfolgen, stellte ich eine Reihe von Versuchen an, bei welchen der auf ein Brettchen befestigte, oder durch Curare bewegungslos gemachte Frosch, mit bloßgelegtem Herzen in die Cyanglocke gebracht wurde. Die normale Schlagzahl des Herzens wurde vorher durch einige Zählungen constatirt.

Sobald nun das Cyangas auf den Frosch einwirkt, tritt sofort eine Beschleunigung der Herzthätigkeit auf, welche in Minimo 6, in Maximo 10 Schläge pro Minute betrug. In der ersten Zeit der Einwirkung erfolgt die Systole unverkennbar mit gesteigerter Energie, so, dass die Diastole gegen vorher entschieden verkürzt erscheint. An die primäre Beschleunigung schliesst sich um so schneller eine beträchtliche Verlangsamung des Herzschlages an, je concentrirteres Cyangas auf das Herz einwirkt. Dabei nimmt die Energie der systolischen Contractionen mehr und mehr ab. Die Abnahme der Schlagzahl des Herzens ist häufig keine stetige. Es kann nach erheblicher Verlangsamung, wieder eine Zunahme der Frequenz erfolgen und bisweilen wird auch die Herzthätigkeit durch wiederholte bis 80" andauernde diastolische Stillstände unterbrochen. Die Reizbarkeit des stillstehenden Herzens für mechanische Reize, erlischt ziemlich schnell bei längerer Einwirkung des Gases. Wenn das Herz sich bereits in diastolischem Stillstande befindet, macht der Frosch noch Bewegungen. Auch Athembewegungen kommen in diesem Zustande noch vor.

**XI. Versuch.** Ein Frosch wird mit der Bauchseite nach oben auf einem Brettchen befestigt. Nachdem das Herz bloßgelegt ist wird er unter die Glocke gebracht. Die Herzcontractionen werden je eine halbe Minute lang gezählt und dann notirt.

| Minut.        | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                                                                                                                       |
|---------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\frac{1}{2}$ | 15                                          |                                                                                                                                                                    |
| 5             | 14                                          |                                                                                                                                                                    |
| 9             | 14                                          |                                                                                                                                                                    |
| 10            |                                             | 32 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet.<br>(= 1,9 Vol. Proc.).                                                                                                     |
| 11            | 18                                          | Frosch äusserst unruhig, drängt Herz, Lungen<br>und Darm aus der Bauchwunde hervor.<br>Durch die Unruhe wird das Zählen der Herz-<br>contractionen sehr erschwert. |
| 13            | 9                                           | Ist ruhiger geworden.                                                                                                                                              |
| 14            | 8                                           |                                                                                                                                                                    |
| 16            | 5                                           | Contractionen sehr schwach. Die Energie<br>der Systole sinkt beständig; das Herz dela-<br>tirt sich immer mehr.                                                    |
| 17            |                                             | Während einer Minute Stillstand in Diastole.                                                                                                                       |
| 18            |                                             | Im Laufe einer Minute 6 kaum wahrnehm-<br>bare Contractionen; darauf Herzstillstand in<br>Diastole.                                                                |
| 20            |                                             | Eine Athembewegung.                                                                                                                                                |
| 25            |                                             | Einige leichte Muskelzuckungen, darauf voll-<br>ständige Paralyse.                                                                                                 |

Da die Unruhe des Frosches, beim Eintritt des Cyangases in die Glocke, das Zählen der Herzcontractionen aufs höchste erschwert, so wird er bei den folgenden Versuchen durch ein unter die Haut geschobenes Curarekörnchen gelähmt.

**XII. Versuch.** Frosch curaresirt; das Herz blossgelegt, wird unter die Glocke gebracht.

| Minut.        | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen. |
|---------------|---------------------------------------------|--------------|
| $\frac{1}{2}$ | 23                                          |              |
| 1             | 23                                          |              |
| 3             | 23                                          |              |
| 4             | 23                                          |              |

| Minut           | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                   |
|-----------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 4 $\frac{1}{2}$ |                                             | 3 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet.<br>(= 0,18 Vol. Proc.). |
| 5               | 23                                          | Beim Eintreten des Cyangases in die Glocke                     |
| 5 $\frac{1}{2}$ | 25                                          | treten leichte Muskelzuckungen an den vor-                     |
| 6               | 27                                          | deren Extremitäten auf, die etwa 10 Minuten                    |
| 6 $\frac{1}{2}$ | 25                                          | lang anhalten.                                                 |
| 7               | 27                                          |                                                                |
| 7 $\frac{1}{2}$ | 26                                          |                                                                |
| 8               | 26                                          |                                                                |
| 8 $\frac{1}{2}$ | 26                                          |                                                                |
| 10              | 27                                          |                                                                |
| 11              | 26                                          |                                                                |
| 12              | 26                                          |                                                                |
| 13              | 27                                          |                                                                |
| 14              | 28                                          |                                                                |
| 15              | 28                                          | Die Systole folgt unmittelbar nach Beendi-                     |
| 17              | 28                                          | gung der Diastole, vollzieht sich ungemein                     |
| 18              | 27                                          | energisch.                                                     |
| 19              | 27                                          |                                                                |
| 20              | 26                                          | Das anfangs dunkel venös gefärbte Blut hat                     |
| 21              | 25                                          | eine hell-kirschrothe Färbung angenommen.                      |
| 23              | 24                                          |                                                                |
| 25              | 24                                          | Die Systole weniger energisch als am An-                       |
| 26              | 23                                          | fange des Versuchs.                                            |
| 30              | 22                                          | Die Herzoberfläche runzelt sich während der                    |
| 36              | 20                                          | Systole. Die Systole tritt schnell, stossweise                 |
| 39              | 19                                          | ein, die Herzcontractionen aber sind nicht mehr                |
| 43              | 18                                          | vollständig.                                                   |
| 46              | 16                                          | Es treten kurze diastolische Stillstände ein,                  |
|                 |                                             | die etwa eine Secunde lang andauern.                           |
| 48              | 15                                          | Die Stillstände werden häufiger, dauern bis                    |
|                 |                                             | zwei Secunden.                                                 |

| Minut.           | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                                                                          |
|------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 49               | 17                                          | Zwei Stillstände.                                                                                                     |
| 50               | 15                                          | Zwei Stillstände.                                                                                                     |
| 51               | 15                                          | Drei Stillstände.                                                                                                     |
| 53               | 15                                          | Vier Stillstände.                                                                                                     |
| 54               | 15                                          | Zwei Stillstände.                                                                                                     |
| 57               | 18                                          | Ohne Stillstand. Gleich darauf ein Stillstand<br>von 12 Secunden.                                                     |
| 58               | 16                                          | Ohne Stillstand.                                                                                                      |
| 60               | 8                                           | Ein Stillstand von 10 Secunden.                                                                                       |
| 61               | 18                                          | Ohne Stillstand.                                                                                                      |
| 66               | 10                                          | Zwei längere Stillstände.                                                                                             |
| 67               | 4                                           | Contractionen folgen in unregelmässigen Zeit-<br>abschnitten auf einander.                                            |
| 68               | 2                                           |                                                                                                                       |
| 69               | 18                                          | Systole ist immer unvollständiger geworden;<br>das Herz stark ausgedehnt. Stillstand von<br>einer Minute 20 Secunden. |
| 70               |                                             |                                                                                                                       |
| 70 $\frac{1}{2}$ | 18                                          |                                                                                                                       |
| 73               | 11                                          |                                                                                                                       |
| 74               | 7                                           | Systole nur als leichte Runzelung der Herz-<br>oberfläche bemerkbar.                                                  |
| 75               |                                             | Herzstillstand.                                                                                                       |

**XIII. Versuch.** Frosch curaresirt; das Herz bloßgelegt;  
wird unter die Glocke gebracht.

| Minut.          | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                 |
|-----------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------|
| $\frac{1}{2}$   | 17                                          |                                              |
| 2               | 16                                          |                                              |
| 5               | 17                                          |                                              |
| 5 $\frac{1}{2}$ |                                             | Etwa 10 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. |
| 6               | 19                                          |                                              |
| 6 $\frac{1}{2}$ | 19                                          |                                              |

| Minut.           | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                                                                                      |
|------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7                | 20                                          |                                                                                                                                   |
| 7 $\frac{1}{2}$  | 19                                          |                                                                                                                                   |
| 8                | 20                                          |                                                                                                                                   |
| 9                | 17                                          |                                                                                                                                   |
| 9 $\frac{1}{2}$  | 16                                          |                                                                                                                                   |
| 10               | 15                                          |                                                                                                                                   |
| 11               | 14                                          |                                                                                                                                   |
| 12               | 14                                          |                                                                                                                                   |
| 12 $\frac{1}{2}$ | 13                                          | Die Contractionen sind ungemein schwach geworden, an den Vorhöfen kaum mehr bemerkbar.                                            |
| 14               | 9                                           | Es treten längere Stillstände ein.                                                                                                |
| 15               | 7                                           | Die Vorhöfe schlagen nicht mehr.                                                                                                  |
| 16               | 6                                           | Die anfangs venöse Blutfärbung ist in eine hell-kirschfarbene übergegangen.                                                       |
| 17               | 7                                           |                                                                                                                                   |
| 18               | 2                                           |                                                                                                                                   |
| 20               | 1                                           | Darauf Herzstillstand.                                                                                                            |
|                  |                                             | Der Frosch bleibt noch eine halbe Stunde unter der Glocke, wird dann aus ihr entfernt. Stark ausgesprochene Starre aller Muskeln. |

**XIV. Versuch.** Frosch curaresirt; das Herz blosgelegt; wird unter die Glocke gebracht.

| Minut.           | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                    |
|------------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| $\frac{1}{2}$    | 10                                          |                                                                 |
| 2                | 17                                          |                                                                 |
| 5                | 18                                          |                                                                 |
| 9                | 19                                          |                                                                 |
| 12 $\frac{1}{2}$ |                                             | 13 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet.<br>(= 0,76 Vol. Proc.). |

| Minut.           | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                                   |
|------------------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 13               | 22                                          | Beim Eintreten des Gases leichte Muskelzuckungen an den vorderen Extremitäten. |
| 14               | 22                                          |                                                                                |
| 14 $\frac{1}{2}$ | 22                                          |                                                                                |
| 15               | 19                                          | Systole stark ausgesprochen.                                                   |
| 17               | 17                                          |                                                                                |
| 17               | 17                                          |                                                                                |
| 18               | 18                                          | Contractionen unvollständig.                                                   |
| 19               | 14                                          | Das anfangs venös gefärbte Blut hat eine hell-kirschrothe Färbung angenommen.  |
| 20               | 16                                          |                                                                                |
| 21               | 16                                          |                                                                                |
| 22               | 17                                          | Herz stark erweitert, mit Blut gefüllt.                                        |
| 23               | 17                                          |                                                                                |
| 24               | 12                                          | Diastolische Stillstände.                                                      |
| 24 $\frac{1}{2}$ | 9                                           |                                                                                |
| 25 $\frac{1}{2}$ | 2                                           |                                                                                |
| 26               |                                             | Herzstillstand.                                                                |

**XV. Versuch.** Frosch curaresirt; das Herz bloßgelegt; unter die Glocke gebracht.

| Minut.           | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                  |
|------------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| $\frac{1}{2}$    | 15                                          |                                                               |
| 4                | 16                                          |                                                               |
| 7                | 15                                          |                                                               |
| 8                | 16                                          |                                                               |
| 8 $\frac{1}{2}$  |                                             | 30 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet<br>(= 1,7 Vol. Proc.). |
| 9                | 17                                          |                                                               |
| 9 $\frac{1}{2}$  | 17                                          |                                                               |
| 10               | 17                                          |                                                               |
| 10 $\frac{1}{2}$ | 18                                          | Systole stark ausgesprochen.                                  |
| 11               | 17                                          |                                                               |



| Minut. | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                             |
|--------|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 12     | 16                                          |                                                                          |
| 13     | 15                                          |                                                                          |
| 14     | 15                                          |                                                                          |
| 15     | 15                                          |                                                                          |
| 17     | 13                                          |                                                                          |
| 19     | 13                                          | Contractionen unvollständig, aber gleichsam stossweise sich vollziehend. |
| 22     | 13                                          |                                                                          |
| 25     | 14                                          | Nur. als leichte Runzelung des delatirten Herzens wahrnehmbar.           |
| 29     | 15                                          |                                                                          |
| 27     |                                             | Herzstillstand.                                                          |

Das Cyangas wird vom Frosch hauptsächlich durch die Haut aufgenommen, denn während des ganzen ersten Abschnitts der Vergiftung ist die Lunge von der Aufnahme des Gases ausgeschlossen, da der Frosch während desselben keine Athembewegungen macht. Die im späteren Stadium der Vergiftung auftretende Athmung scheint aber den Verlauf zu beschleunigen, denn die Paralyse erfolgt an Fröschen, bei welchen durch Curare die Athmung aufgehoben ist, bei gleichem Procentgehalt an Cyan in der umgebenden Luft, nicht so schnell, als an nicht curaresirten. Es scheint, dass der Frosch am Anfange der Cyaneinwirkung die Athembewegungen willkürlich sistirt und dass er erst dann mit denselben wieder beginnt, wenn die Anästhesie einen hohen Grad erreicht hat. Das hell-kirschfarbene Blut aus dem Herzen der mit Cyan vergifteten Frösche, zeigt bei der Spectralanalyse die Absorptionsstreifen des Oxyhaemoglobins. Die helle Farbe rührt aber nicht von einem starken Gehalt des Blutes an Sauerstoff her, denn auch bei curaresirten Fröschen, bei welchen der aufgehobenen Athmung wegen, das Blut eine dunkel-venöse Farbe angenommen hat, färbt sich dasselbe hell-roth, wenn der Frosch dem Cyangase ausgesetzt wird. Eine Athembewegung findet aber während des Farbenwechsels nicht statt.

Was nun die Erklärung der beobachteten Veränderungen der Herzthätigkeit anlangt, so liegt es wohl am nächsten, die primäre Beschleunigung des Herzschlages auf eine durch das Gift verursachte Erregung der intracardialen Herzganglien oder des Herzmuskels zurückzuführen, die bei längerer Einwirkung des Giftes allmählich in Lähmung des Herzens übergeht. Laschkewitsch, der übrigens die Herzthätigkeit mit Cyan vergifteter Frösche nicht eingehender untersucht, lässt den Herzstillstand durch Vagusreizung zu Stande kommen. Hierin kann ich ihm indessen nicht beipflichten. Meine Versuche zeigen vielmehr, dass das Cyangas zunächst einen heftigen Reiz für die Herzthätigkeit abgibt. Dieses lässt sich schlagend darthun, indem man das Gas auf ein im Muskarinstillstande befindliches Herz einwirken lässt. Dieses Gift erzeugt bekanntlich, durch Reizung des intracardialen Hemmungsapparats, einen lange dauernden diastolischen Stillstand, der durch mechanische Reize vorübergehend gehoben wird. Doch wird jeder solche Reiz meist nur durch eine Herzcontraction beantwortet, worauf wieder dauernde diastolische Ruhe sich einstellt. Unmittelbar nach der Einwirkung des Cyans auf das Muscarinherz, erfolgen aber regelmässige Herzcontractionen. Da aber die Energie der Herzthätigkeit durch Cyan nur vorübergehend vermehrt ist und bald in eine starke Herabsetzung derselben übergeht, so gewinnt am Herzen, auf welches sowohl Cyan als Muscarin einwirken, das letztere zunächst wieder über das erstere die Ueberhand, es tritt wieder Stillstand ein. Dass das Cyan zu demselben nicht beiträgt, zeigt sich, wenn man die Muscarinwirkung durch Atropin neutralisirt; das Herz beginnt dann wieder zu schlagen. Durch dieses Verhalten wird zugleich dargethan, dass die durch die Einwirkung des Cyans auf das Muscarinherz hervorgebrachten Contractionen nicht auf Vaguslähmung beruhen können. Für die vorstehenden Behauptungen mögen folgende Versuchsprotokolle als Belege dienen.

**XVI. Versuch.** Einem Frosch, damit er durch zu starke Bewegungen den Versuch nicht störe, beiderseits der Plexus ischiadicus

durchschnitten; darauf auf einem Brettchen befestigt und das Herz blogelegt.

| Minut.           | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                                                                                                       |
|------------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                | 24                                          |                                                                                                                                                    |
| 3                | 21                                          |                                                                                                                                                    |
| 6                | 21                                          |                                                                                                                                                    |
| 10               |                                             | Subcutane Injection von salpetersaurem Muscarin.                                                                                                   |
| 11               | 21                                          |                                                                                                                                                    |
| 12               | 15                                          |                                                                                                                                                    |
| 13               | 16                                          |                                                                                                                                                    |
| 14               | 14                                          |                                                                                                                                                    |
| 15               | 14                                          |                                                                                                                                                    |
| 16               | 10                                          |                                                                                                                                                    |
| 17 – 19          |                                             | Diastolischer Stillstand des Herzens. Frosch wird unter die Glocke gebracht und Cyangas in dieselbe geleitet. Sogleich beginnen die Contractionen. |
| 19               | 11                                          |                                                                                                                                                    |
| 20               | 5                                           |                                                                                                                                                    |
| 21 $\frac{1}{2}$ | 12                                          |                                                                                                                                                    |
| 22               | 2                                           |                                                                                                                                                    |
| 23               | 2                                           |                                                                                                                                                    |
| 23 $\frac{1}{2}$ | 1                                           |                                                                                                                                                    |
| 24               | 0                                           | Herzstillstand.                                                                                                                                    |

**XVII. Versuch.** Vorbereitung wie bei Versuch XVI. Als in Folge der Muscarininjection diastolischer Herzstillstand eingetreten ist und 2 Minuten lang gedauert hat, wird der Frosch unter die Glocke gebracht.

| Minut.        | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                            |
|---------------|---------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 0             |                                             | 20 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. |
| $\frac{1}{2}$ | 11                                          |                                         |

| Minut.         | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                                                                                                                           |
|----------------|---------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1              | 15                                          |                                                                                                                                                                        |
| $1\frac{1}{2}$ | 15                                          |                                                                                                                                                                        |
| 2              | 14                                          | Der Frosch wird aus der Glocke entfernt, sofort Herzstillstand; derselbe währt an, bis der Frosch wieder unter die Glocke gebracht und Cyan in dieselbe geleitet wird. |
| $6\frac{1}{2}$ | 1                                           |                                                                                                                                                                        |
| 7              | 1                                           |                                                                                                                                                                        |
| 8              | 1                                           |                                                                                                                                                                        |
| 9              | 1                                           | Wird aus der Glocke entfernt. Ein Tropfen Atropinlösung wird in die Eingeweide gebracht. Es beginnen anfangs schwache, aber stärker werdende Herzcontractionen.        |
| 12             | 12                                          |                                                                                                                                                                        |
| 14             | 15                                          |                                                                                                                                                                        |
| 15             | 15                                          |                                                                                                                                                                        |
| 16             | 15                                          |                                                                                                                                                                        |

Das Herz schlägt noch längere Zeit fort.

Nach den Angaben von Hünefeld, Orfila und Galtier ist die Wirkung des Cyans auf den thierischen Organismus eine ähnliche oder dieselbe wie die der Blausäure. Um mich von der Gleichheit oder Ungleichheit des Bildes der Vergiftung durch die beiden Gifte zu überzeugen, habe ich einige Vergiftungsversuche mit Blausäure angestellt. Um den Fröschen das Gift unter möglichst gleichen Verhältnissen beizubringen, liess ich auch die Blausäure in Gasform auf sie einwirken. Zu diesem Zwecke versah ich die Glocke, die ich zu den Cyanversuchen gebraucht hatte, mit einem Kork, durch welchen ein Glasstab führte. An dem Ende des Glasstabes, welches sich in der Glocke befand, befestigte ich ein Stück Cyankalium. Unter dem Glasstabe befand sich ein Schälchen mit verdünnter Schwefelsäure. Hatte ich den Versuchsfrosch unter die Glocke gebracht und dieselbe auf die Glasplatte gesetzt, so schob ich den

Glasstab tiefer in die Glocke hinein, bis das an ihm befestigte Cyankalium in die Schwefelsäure tauchte. Jetzt entwickelten sich Blausäuredämpfe und vertheilten sich im Raume der Glocke.

Die Erscheinungen, welche die Frösche in der Blausäureatmosphäre zeigten, waren wesentlich verschieden von denen in der Cyanatmosphäre. Verbreitet sich die Blausäure im Raume der Glocke, so zeigt der Frosch nur wenig Uuruhe. Die Athembewegungen werden im ersten Stadium der Vergiftung nicht sistirt, sondern gehen mit bedeutend verstärkter Energie vor sich, so, dass der Frosch zeitweise mit aufgesperstem Maule athmet. In den späteren Stadien, wo bei der Cyanvergiftung der Frosch zu athmen beginnt, hat das Athmen bei der Blausäurevergiftung völlig aufgehört. Bei der Cyanvergiftung erfolgen noch Athemzüge, wenn das Herz sich schon im Stillstande befindet; bei der Blausäurevergiftung ist das Herz noch thätig, wenn schon längere Zeit gar keine anderen Lebenszeichen bemerkbar waren. Es tritt nach dem Tode durch Blausäure nicht, wie nach dem durch Cyan, schnell die Todtenstarre ein. Die Blausäurewirkung ist beim Frosche weniger energisch als die des Cyans. Folgendes Versuchsprotocoll giebt den Verlauf einer Blausäurevergiftung beim Frosch an.

**XVIII. Versuch.** Ein Frosch unter die Glocke mit der oben beschriebenen Einrichtung gebracht.

| Minut. | Bemerkungen                                                                                                                                                                      |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | Der Glasstab, an welchem etwa $\frac{1}{2}$ gm. Cyankalium befestigt ist, wird in die Schwefelsäure gebracht. Der Frosch wird ein wenig unruhiger, macht starke Athembewegungen. |
| 8      | Die Bewegungen werden schwerfälliger. Athmet mit aufgesperstem Maule.                                                                                                            |
| 13     | Sitzt ruhig da ohne Athembewegungen.                                                                                                                                             |
| 18     | Macht starke Bewegungen, fällt beim Springen auf den Rücken. Von Zeit zu Zeit eine Athembewegung.                                                                                |

## Minut.

## Bemerkungen.

- 33 Ist regungslos auf dem Rücken liegen geblieben. Die Athembewegungen haben aufgehört. Von Zeit zu Zeit leichte Muskelbewegungen.
- 60 Der paralytische Frosch wird aus der Glocke entfernt; riecht stark nach Blausäure. In den Gefäßen der Schwimmhäute noch deutliche Blutbewegung bemerkbar.  
Die Blutcirculation hört nach einiger Zeit auf. Nach Ablauf von 6 Stunden ist noch keine Spur von Muskelstarre eingetreten.

Auch das Bild der Herzthätigkeit bei der Blausäurevergiftung ist ein durchaus anderes als bei der Cyanvergiftung. Bei dieser tritt anfangs Beschleunigung ein, die erst später in Verlangsamung übergeht; bei jener beginnt die Verlangsamung mit dem Beginn der Vergiftung und nimmt ziemlich beständig zu.<sup>1)</sup> Während bei der Cyanvergiftung die Systole am Anfange des Versuchs ungemein stark ausgesprochen ist, im Verlauf der Vergiftung aber vollkommen erlahmt, das Herz sich immer unvollständiger contrahirt und zuletzt in Diastole stehen bleibt, ist bei der Blausäurevergiftung das Gegentheil der Fall. Hier ist anfangs die Diastole stärker ausgesprochen, das Herz verweilt einige Zeit in derselben, bevor die Systole beginnt. Allmählich aber kommt die Ausdehnung des Herzens immer unvollständiger zu Staude, das Herz contrahirt sich immer mehr und steht endlich in der Systole still.<sup>2)</sup>

**XIX. Versuch.** Frosch curaresirt; das Herz blosgelegt, wird unter die Glocke gebracht, deren Einrichtung dieselbe wie beim vorhergehenden Versuch ist.

<sup>1)</sup> Vergleiche auch hierüber Preyer. Die Blausäure etc. I p. 58. ff.

<sup>2)</sup> Der systolische Stillstand ist übrigens nicht constant bei der Blausäurevergiftung.

| Minut.          | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                                                                                     |
|-----------------|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\frac{1}{2}$   | 19                                          |                                                                                                                                  |
| 1               | 19                                          |                                                                                                                                  |
| 3               | 18                                          |                                                                                                                                  |
| $3\frac{1}{2}$  | 19                                          |                                                                                                                                  |
| 5               | 19                                          |                                                                                                                                  |
| 6               | 19                                          | Der Glasstab mit etwa einem grm. Cyankalium wird in die Schwefelsäure getaucht.                                                  |
| $6\frac{1}{2}$  | 18                                          |                                                                                                                                  |
| 7               | 17                                          |                                                                                                                                  |
| 8               | 16                                          | Diastole ausgesprochener als die Systole, das Herz verhart einige Zeit in gefülltem Zustande.                                    |
| 9               | 13                                          |                                                                                                                                  |
| 10              | 13                                          |                                                                                                                                  |
| 12              | 11                                          |                                                                                                                                  |
| 13              | 11                                          | Das anfangs dunkel-venöse Blut hat eine helle Farbe angenommen.                                                                  |
| 15              | 10                                          |                                                                                                                                  |
| 17              | 5                                           |                                                                                                                                  |
| 18              | 11                                          |                                                                                                                                  |
| 21              | 4                                           |                                                                                                                                  |
| 23              | 6                                           |                                                                                                                                  |
| 25              | 8                                           |                                                                                                                                  |
| 26              | 4                                           | Diastole unvollständig.                                                                                                          |
| 27              | 3                                           |                                                                                                                                  |
| 28              | 4                                           |                                                                                                                                  |
| 29              | 6                                           |                                                                                                                                  |
| 33              | 4                                           |                                                                                                                                  |
| 34              | 5                                           |                                                                                                                                  |
| 38              | 2                                           | Diastole wird immer unvollständiger                                                                                              |
| 39              | 4                                           |                                                                                                                                  |
| 41              | 1                                           |                                                                                                                                  |
| $41\frac{1}{2}$ | 1                                           | Das contrahirte Herz kann nur geringe Blutmengen aufnehmen, so, dass die Thätigkeit desselben eine sehr unergiebig geworden ist. |
| 43              | 3                                           |                                                                                                                                  |
| 45              | 4                                           |                                                                                                                                  |

| Minut. | Zahl d. Herzcontr.<br>in $\frac{1}{2}$ Min. | Bemerkungen.                                                  |
|--------|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| 47     | 2                                           |                                                               |
| 49     | 2                                           | Kaum bemerkbare Zuckungen des stark contrahirten Herzens.     |
| 50     | 2                                           |                                                               |
| 54     |                                             | Stillstand in stark ausgesprochener Systole.                  |
| 60     |                                             | Wird aus der Glocke entfernt. Keine Muskelstarre eingetreten. |



## **II. Versuche an Warmblütern.**

### **1. Allgemeine Wirkung des Cyans.**

Ich habe von Warmblütern hauptsächlich Katzen zu meinen Versuchen verwandt; ausser ihnen eine Anzahl von Mäusen und ein Kaninchen. Das Cyangas liess ich bei einem Theil der Versuche von den Thieren einathmen indem ich dasselbe zur Respirationsluft hinzufügte; bei einem anderen Theil führte ich ihnen dasselbe zu, nachdem es von Wasser absorbirt worden war. Zu den Versuchen an Mäusen benutzte ich dieselbe Vorrichtung, deren ich mich bei den Versuchen an Fröschen bedient hatte. Zu den Versuchen an Katzen und am Kaninchen, verwendete ich eine grössere Glocke. Letztere fasste 55000 Ccm. Sie ruhte gleichfalls mit abgeschliffenem, eingefettetem unteren Rande auf einer Glasplatte. An ihrem oberen Theil befand sich ein Tubulus, der mit einem Kork geschlossen war, durch welchen ein Glasrohr führte. Durch dieses Rohr leitete ich das Cyangas in die Glocke. Um mich davon zu überzeugen, wie lange das Versuchsthier in der geschlossenen Glocke leben könne, ohne Erstickungssymptome zu zeigen, brachte ich eine grosse Katze unter dieselbe, schloss die Glocke und fand, dass nach Ablauf von 40 Minuten noch keine bedeutenden Störungen des Allgemeinbefindens der Katze eingetreten waren. So lange hat aber keiner der Vergiftungsversuche gedauert. Die Erscheinungen, welche das in der Glocke befindliche Versuchsthier, nach Hineinleiten des Cyans in dieselbe zeigte, sind nun folgende:

Sobald das Gift in die Glocke strömt, wird das Thier unruhig; es schliesst häufig die Augen, die sich röthen und mit Thränen füllen; dann tritt starke Salivation ein. Wiederholtes Niesen zeigt, dass auch die Nasenschleimhaut gereizt ist. Die Unruhe dauert fort, das Thier sucht an den Wänden der Glocke nach einem Ausgang; bald aber wird es matt, legt sich nieder, die Athembewegungen sind beschleunigt. Die Schwäche nimmt nun schnell überhand; das Thier macht zwar zuweilen Versuche, sich zu erheben, kann sich aber nicht auf den Füßen halten und sinkt auf die Seite nieder. Die zeitweilig noch intendirten Bewegungen sind vollkommen ungeordnet und das Thier stürzt, wenn es sich erhoben hat, sofort wieder zu Boden. Liegend macht es noch angestrengte Bewegungen, die es aber nicht mehr auf die Füße bringen. Jetzt tritt Ruhe ein und das Thier verfällt gleichsam in tiefen Schlaf. Bald nach dem Eintritt der Betäubung treten, gewöhnlich schnell vorübergehend, krampfhaftes Zuckungen ein, die ich aber bei keinem meiner Versuche in wirkliche Convulsionen habe ausarten sehen. Sind die Zuckungen vorüber, so liegt das Thier wieder vollkommen ruhig da und nur die Athembewegungen zeigen, dass es noch am Leben ist. Die Respirationsgeschwindigkeit nimmt jetzt ab; die activen Expirationen hören ganz auf. Die Inspirationen sind kurz und bringen eine leichte Zuckung des ganzen Thieres hervor; sie folgen in immer grösser werdenden Intervallen auf einander und werden immer oberflächlicher, bis sie endlich ganz aufhören. Die Herzthätigkeit dauert immer noch einige Zeit fort, wenn die Athmung bereits schon aufgehört hat. Brechbewegungen, Entleerung von Faeces und Urin kommen während des Verlaufs der Vergiftung vor, gehören aber nicht zur Regel. Die Pupille verengert sich, während die Vergiftungserscheinungen zunehmen, beständig. Die Verengerung erreicht einen sehr hohen Grad. Erst wenn die Paralyse schon weit vorgeschritten ist, beginnt sich die Pupille wieder zu erweitern.

Wird das Cyan in kleinen Mengen und zu wiederholten Malen in die Glocke zum Versuchsthier geleitet, so werden bei den ersten

Dosen die Reizerscheinungen erhöht. Hat aber das comatöse Stadium bereits begonnen, so bringen weitere Dosen keine neuen Reizerscheinungen hervor, sondern beschleunigen die vollständige Paralyse.

Bei der Section mit Cyan vergifteter Thiere, fand ich, das Herz dilatirt, mit Blut gefüllt; die Lungen wenig blutreich. Trachea und Bronchen blass, trocken; im Maul und über dem Kehlkopf zäher Schleim. Die Gefässe der Baueingeweide mit Blut gefüllt; den Darm bei Katzen stark schnurförmig contrahirt, auf der Durchschnitsfläche kein Lumen zeigend. Das Blut von dunkler Farbe. (Ich habe nicht die Beobachtung gemacht, dass es sich, wie Eulenberg angiebt, an der Luft schnell hellroth färbt) zeigt bei der Spectralanalyse neben den Absorptionsstreifen des Oxyhaemoglobins keine anderen. Im Urin kein Zucker nachweisbar.

Folgende Protocolle geben den Verlauf einzelner Vergiftungen an.

**I. Versuch.** Eine Maus wird unter die Glocke gebracht.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                    |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 4 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. (= 0,26 Vol. Proc.)<br>Sitzt ruhig da, schliesst die Augen.                              |
| 2      | Wird sehr unruhig, springt hin und her, öffnet von Zeit zu Zeit das Maul und fährt sich mit den Vorderpfoten über die Schnauze. |
| 5      | Ist ruhiger geworden; Athembewegungen beschleunigt, Brechbewegungen.                                                            |
| 8      | Sinkt langsam auf die Seite; schnell vorübergehende Zuckungen aller vier Extremitäten.                                          |
| 10     | Liegt ruhig da; die Athembewegungen sind tief, verlangsamen sich beständig und werden dabei oberflächlicher.                    |
| 12     | Tod.                                                                                                                            |

**II. Versuch.** Eine Maus wird unter die Glocke gebracht.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                           |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 10 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. (= 0,58 Vol. Proc.).<br>Zeigt grosse Unruhe, läuft umher, sperrt das Maul auf. |

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1      | Ruhiger geworden; das Athmen beschleunigt; sinkt auf die Seite und liegt ruhig da.          |
| 2      | Kurz andauernde Zuckungen der Extremitäten, darauf wieder Ruhe. Langsamer werdendes Athmen. |
| 3      | Tod.                                                                                        |

### III. Versuch. Eine Maus unter die Glocke gebracht.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 25 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. (= 1,5 Vol. Proc.)<br>Sitzt einen Moment ruhig da, mit geschlossenen Augen; öffnet darauf die Augen und springt unruhig umher. Fällt auf die Seite; leichte Zuckungen; Tod bevor eine Minute vergangen ist. Zu den eben angeführten Versuchen benutzte ich dieselbe Glocke wie zu den Froschversuchen, zu den folgenden eine grosse Glocke von 55000 Ccm. Inhalt. |

### IV. Versuch. Grosse Katze unter die Glocke gebracht.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                                         |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 10 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet (= 0,018 Vol. Proc.)<br>Sogleich Unruhe.                                                                                      |
| 1      | Starke Salivation; Röthung der Augen; Thränenfluss; wiederholtes Niesen.                                                                                             |
| 4      | 10 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet.<br>Erhöhte Reizerscheinungen, verstärkte Salivation.                                                                         |
| 5      | Setzt sich nieder; Maulaufsperrn.                                                                                                                                    |
| 6      | 10 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet.<br>Starke Athembewegungen.                                                                                                   |
| 10     | 20 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. Grössere Unruhe; stärkere Salivation; vermehrter Thränenfluss. Legt sich nieder, springt wieder auf; häufiges Maulaufsperrn. |
| 13     | Bei Versuchen, sich zu erheben, stürzt die Katze nieder; Athembeschleunigung.                                                                                        |
| 15     | Liegt ruhig da; tiefe Inspirationen.                                                                                                                                 |
| 16     | Zuckungen der Extremitäten, Urinentleerung.                                                                                                                          |

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                            |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 21     | Kothentleerung; jede Inspiration von einer leichten Zuckung des ganzen Körpers begleitet.                               |
| 23     | 20 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. Keine Reizerscheinungen. Die Katze mit Ausnahme der Athembewegungen regungslos. |
| 25     | Die Schwäche der Athembewegungen nimmt schnell zu.                                                                      |
| 26     | Leichte allgemeine Muskelzuckungen.                                                                                     |
| 27     | Tod.                                                                                                                    |

**V. Versuch.** Mittelgrosse, schlecht ernährte Katze wird unter die Glocke gebracht.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                                     |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 40 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet.<br>Sofort Unruhe; schliesst die Augen; Thränenfluss.                                                                     |
| 2      | 30 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet.<br>Vermehrte Reizerscheinungen.                                                                                          |
| 4      | 20 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet.<br>Häufiges Niesen; Athembeschleunigung; legt sich nieder und liegt ruhig da.                                            |
| 5      | Speichelfluss.                                                                                                                                                   |
| 7      | Zuckungen der vorderen und gleich darauf der hinteren Extremitäten, welche 10—15 Secunden andauern; dann wieder, mit Ausnahme der Athembewegungen, bewegungslos. |
| 8      | Die Frequenz der Athembewegungen vermindert sich.                                                                                                                |
| 9      | Bei jeder Inspiration eine leichte Zuckung.                                                                                                                      |
| 15     | Die Athmung ist langsam und oberflächlich geworden.                                                                                                              |
| 17     | In 20 Secunden eine Athembewegung.                                                                                                                               |
| 18     | In 60 Secunden eine Athembewegung.                                                                                                                               |
| 21     | Tod.                                                                                                                                                             |

**VI. Versuch.** Grosse Katze unter die Glocke gebracht.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                               |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 90 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. (=0,16 Vol. Proc.)<br>Sofort starke Salivation; Thränen der Augen; Unruhe; Richtet |

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                                                       |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | sich auf und kratzt mit der Vorderfüßen am oberen Theil der Glocke.                                                                                                                |
| 2      | Zähnen von Felwächer; beginnt zu schwanken; sinkt auf die Seite, sucht sich wieder aufzurichten, fällt aber sogleich wieder nieder. Athembewegungen beschleunigt; Brechbewegungen. |
| 3      | Liegt ruhig da, die Frequenz der Athembewegungen verringert sich beständig.                                                                                                        |
| 9      | Tod.                                                                                                                                                                               |

Krampfhaftige Bewegungen sind während dieses Versuches nicht bemerkbar gewesen.

### VII. Versuch. Grosses Kaninchen unter die Glocke gebracht.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                         |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 100 Ccm. Cyangas in die Glocke geleitet. (= 0,18 Vol. Proc.)                                                                         |
| 1      | Sitzt ruhig da, von der Nase träufelt Flüssigkeit.                                                                                   |
| 3      | Niesen, fährt sich mit den Pfoten über die Schnauze.                                                                                 |
| 4      | Wird unruhig, kratzt an den Wänden der Glocke.                                                                                       |
| 5      | Athmet schnell, mit geöffnetem Maul. Die Bewegungen unsicher; die Pupille stark verengt.                                             |
| 6      | Sinkt nieder; bei den Versuchen sich wieder aufzurichten, sind die Bewegungen sehr hastig und vollständig ataktisch. Kothentleerung. |
| 7      | Deutlich ausgesprochene krampfhaftige Bewegungen..                                                                                   |
| 8      | Liegt ruhig, langsam athmend, da.                                                                                                    |
| 10     | Pupille erweitert sich. Tod.                                                                                                         |

Um mich von der Wirkung des im Wasser absorbirten Cyangases zu überzeugen, stellte ich einige Versuche an, bei welchen das in Wasser geleitete Gas den Thieren subcutan injicirt wurde. Es gelang mir nicht das Wasser vollständig zu sättigen, das heist dasselbe  $4\frac{1}{2}$  Volumen Cyangas aufnehmen zu lassen. Es lag mir auch nicht daran, dass das Wasser mit Cyan gesättigt war, sondern nur daran, das Wasser möglichst schnell nach der Aufnahme des Gases zu injiciren, da sich ein Theil des Cyans, wenn es längere

Zeit mit Wasser in Berührung bleibt, mit dem Wasserstoff des letzteren zu Blausäure verbindet.<sup>1)</sup>

Das Bild, welches die Thiere nach subcutanen Cyaninjectionen zeigen, ist im Wesentlichen dasselbe wie bei gasförmiger Einwirkung. Bei der subcutanen Injection fehlt der locale Reiz, den das Cyan auf die Luftwege ausübt; die Athembewegungen sind daher gleichmässiger und schneller; das Thier verhält sich im Anfangstadium der Vergiftung ruhiger. Die Injection des Cyans scheint ungeheuerer Schmerzen zu verursachen; die Katze schreit bei derselben laut und macht die verzweifeltsten Austreibungen sich zu befreien; wird sie gleich nach der Injection in den Käfig gesetzt, so taumelt sie in den ersten Secunden, dann steht sie wüthend fauchend mit gesträubtem Felle da. Im Lauf von weniger als einer Minute schwinden die Zeichen der intensiven Schmerzempfindung.

Die Section ergiebt denselben Befund wie beim Tode durch Aufnahme des Cyans durch die Lungen. An der Stelle, an welcher die Injection gemacht war, zeigt sich das subcutane Gewebe in grosser Ausdehnung blutig oedematös infiltrirt, der darunter liegende Muskel hat sich entfärbt und eine hellere ins Graue gehende Färbung angenommen, gleichsam als wenn er gekocht wäre.

Ein eigenthümliches Bild zeigt der Verlauf des Versuches IX; bei demselben tritt eine so tiefe Narkose ein, dass die Katze nicht aus ihrer Betäubung zu erwecken ist. Sie liegt eine Stunde lang vollkommen regungslos da. Als sie darauf erwacht und sich willkürlich zu regen beginnt, sind alle Bewegungen, mit Ausnahme deren des Halses, ataktisch. Das Coordinationsvermögen scheint geschwunden, die Sensibilität aufs äusserste herabgesetzt zu sein. Starke Reize, bei der Katze sonst empfindlicher Organe, wie energisches Kneifen des Schwanzes und der Ohren, kräftige Nadelstiche in Rücken und Bauch, bringen durchaus keine Zeichen der Empfindung hervor. Die Temperatur ist bedeutend gesunken. Nach

<sup>1)</sup> Vauquelin. *Annales de Chimie et de Physique*. Tome IX 1818 p. 113.  
Pelouze u Richardson. *Annalen der Pharmacie* 1838 Bd. XXVI. p. 63.

Ablauf von 5 Stunden treten die ersten schwachen Reactionen auf Reize ein. Dieses Stadium von Narkose, oder Coma tritt bei jeder Cyanvergiftung ein, kann aber bei den Versuchen, bei welchen sich das Thier in einer cyanhaltigen Atmosphäre befindet, kein langdauerndes sein, da während derselben bei der Athmung beständig neues Cyan aufgenommen wird, wobei das Thier schnell zu Grunde geht.

Giebt man dem Thiere ganz kleine Mengen von Cyan, so tritt die narkotische Wirkung desselben lediglich in Form einer grossen Schläfrigkeit auf.

### VIII. Versuch. Grosse Katze.

| Minut. | Bemerkungen                                                                                                                                                  |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 1 Ccm. Cyangas ( $= 0,0023$ grm) <sup>1)</sup> von 1 Ccm. Wasser absorbiert, subcutan injicirt. Lautes Schreien; Taumeln; Wuth.                              |
| 1      | Ruhiger geworden; häufige Leckbewegungen.                                                                                                                    |
| 5      | Legt sich nieder, erhebt sich wieder und macht unruhige Bewegungen.                                                                                          |
| 8      | Sehr matt; liegt auf den angezogenen Extremitäten, den Kopf auf die Vorderpfoten stützend; scheint zu schlafen. Athemfrequenz erhöht.                        |
| 40     | Hat die ganze Zeit über ruhig gelegen; athmet weniger schnell aber tief. Richtet man sie auf so legt sie sich sogleich wieder nieder und verfällt in Schlaf. |
| 60     | Die Athmung wieder normal, erholt sich vollständig.                                                                                                          |

### IX. Versuch. Grosse Katze.

| Stund. | Minut. | Bemerkungen.                                                                                                   |
|--------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 0      | 2,5 Ccm. Cyangas ( $= 0,0057$ grm) von 1,5 Ccm. Wasser absorbiert, subcutan injicirt. Schreien; Taumeln; Wuth. |
|        | 1      | Ruhiger geworden, schliesst häufig die Augen.                                                                  |
|        | 2      | Neue Unruhe, die Bewegungen werden unsicher.                                                                   |
|        | 4      | Niesen; Brechbewegungen.                                                                                       |

<sup>1)</sup> Berechnet aus dem specifischen Gewicht des Cyangases  $= 1,8$ .



| Stund. | Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                                   |
|--------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 5      | Legt sich nieder; Athemfrequenz erhöht.                                                                                                                        |
|        | 6      | Erhebt sich wieder; athmet schnell mit geöffnetem Maul und vorgestreckter Zunge.                                                                               |
|        | 7      | Legt sich nieder; starke Salivation.                                                                                                                           |
|        | 8      | Erhebt sich. Kothentleerung, grosse Schwäche, dabei aber Unruhe. Legt sich nieder und bleibt liegen.                                                           |
|        | 10     | Liegt mit Ausnahme der Athmung bewegungslos da. Pupille verengt.                                                                                               |
|        | 12     | Gereizt, will sie sich erheben; die Bewegungen vollständig ungeordnet; fällt wieder nieder und bleibt bewegungslos liegen.                                     |
|        | 13     | Athemfrequenz vermindert sich.                                                                                                                                 |
|        | 14     | Auf Reize keine Reaction.                                                                                                                                      |
|        | 15     | Leichte Zuckungen des Schwanzes und an der Schnauze.                                                                                                           |
|        | 16     | Urinentleerung.                                                                                                                                                |
|        | 17     | Athemfrequenz vermindert sich beständig.                                                                                                                       |
|        | 20     | Bei jeder Inspiration eine leichte Zuckung des Körpers.                                                                                                        |
|        | 23     | Die oberflächlichen Inspirationen folgen in grossen Pausen aufeinander; active Expirationen nicht bemerkbar.                                                   |
|        | 30     | Die Athembewegungen werden kräftiger und häufiger.                                                                                                             |
|        | 45     | Die Pupille beginnt sich zu erweitern, die Katze athmet regelnässig; liegt in tiefer Narkose da.                                                               |
| 1      | 20     | Erhebt ein wenig den Kopf und sucht sich aufzurichten; dabei hastige aber völlig ungeordnete Bewegungen.                                                       |
|        | 40     | Jeder Versuch sich zu erheben artet in krampfhaftes Zuckungen aus. Nur der Hals kann willkürlich bewegt werden.                                                |
| 2      | 30     | Die Salivation hat aufgehört; der Zustand hat sich wenig verändert.                                                                                            |
| 4      | 0      | Von Zeit zu Zeit lautes Schreien. Starke Zuckungen des ganzen Körpers, die sich regelmässig jede Secunde wiederholen und mit Schnappbewegungen verbunden sind. |

| Stund. | Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                                                                                         |
|--------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4.     | 30     | Die Zuckungen werden zeitweise so stark, dass die Katze durch dieselben in die Höhe geschleudert wird. Diese starken Zuckungen sind von lautem Geschrei begleitet.                                                   |
| 5      | 0      | Die Zuckungen haben aufgehört; die Katze liegt vollkommen ruhig da. Bis jetzt hat sie auf starke Reize keinerlei Reaction gezeigt, nun macht sie, gereizt, leichte Bewegungen. Temperatur, in ano gemessen = 34,3°C. |
| 5      | 30     | Hat sich erhoben und sitzt ruhig da, die vorderen Extremitäten gebeugt, die Stirn auf den Boden gestützt. Aus dieser Lage gebracht, kehrt sie sofort wieder in dieselbe zurück. Erholt sich allmählich.              |

Am nächsten Tage ist die Katze noch matt, frisst aber mit Appetit. Der erste Urin den sie nach der Betäubung liess, war zuckerfrei. 5 Tage später tödtete ich die Katze durch Blausäure. Es hatten sich bei ihr nach der Cyanvergiftung an beiden Augen Cornealgeschwüre, an beiden Vorderpfoten bedeutende subcutane Eiteransammlungen gebildet. An der Stelle an welcher die Injection gemacht war, war die Oberfläche der darunterliegenden Muskelschichte in der Ausuehnung einer Handfläche entfärbt, das subcutane Gewebe geröthet, trocken; Eiterbildung nicht vorhanden.

#### **X. Versuch.** Sehr grosse Katze.

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                   |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0      | 9 Ccm. Cyangas (= 0,02 Grm.) von 4 Ccm. Wasser absorbirt subcutan injicirt.<br>Lautes Schreien; Taumeln; Wuth. |
| 1      | Beginnende Schwäche.                                                                                           |
| 2      | Legt sich nieder; Leckbewegungen.                                                                              |
| 4      | Beim Versuch sich zu erheben, stürzt das Thier nieder; Athemfrequenz erhöht.                                   |

| Minut. | Bemerkungen.                                                                                                                                                 |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7      | Liegt ruhig da, athmet schnell mit offenem Maul und hervorgestreckter Zunge. Pupille verengt.                                                                |
| 8      | Erbrechen.                                                                                                                                                   |
| 9      | Zuckungen der Nackenmuskeln.                                                                                                                                 |
| 10     | Leichte Zuckungen der hinteren und darauf der vorderen Extremitäten.                                                                                         |
| 12     | Schnell vorübergehende Zuckungen des ganzen Körpers mit gleichzeitiger Streckung der Extremitäten.                                                           |
| 13     | Ausser den langsamer werdenden Athembewegungen, regungslos. Auf Reize keine Reaction.                                                                        |
| 16     | Respirationsbewegungen schwach, nach langen Pausen sich wiederholend.                                                                                        |
| 19     | Respirationsbewegungen werden wieder häufiger; jede Inspiration mit einer Zuckung des Nackens verbunden.<br>Allmählich werden die Athembewegungen schwächer. |
| 32     | Letzte Athembewegung, darauf leichte allgemeine Muskelzuckungen. Tod.                                                                                        |

## 2. Wirkung des Cyans auf die Respiration und auf das Herz.

Da sich bereits aus den vorliegenden Protocollen ersehen lässt, dass das Cyan vorwiegend die Thätigkeit der Respirationsorgane beeinflusst, so mussten bei einer nunmehr vorzunehmenden genaueren Analyse der Erscheinungen, zunächst die Veränderungen im Rhythmus der Athmung genau festgestellt werden. Ich stellte zu diesem Behufe Versuche an, bei welchen ich die Athembewegungen durch einen Marey'schen Cardiographen aufzeichnen liess. Zu den Versuchen, bei welchen das Cyan durch die Lunge zugeführt wurde, bediente ich mich folgender Vorrichtung: Das Versuchsthier wurde tracheotomirt und die in die Trachea geführte Canüle durch einen Kautschukschlauch mit einem T Rohr in Verbindung gesetzt. Von

dem einen Schenkel dieses Rohres führte ein Schlauch zu einer Flasche, welche etwa 100 Ccm. fasste. Durch diese Flasche erhielt das Versuchsthier, mittelst eines durch Quecksilber gesperrten Müller'schen Ventils, welches nur die Inspiration gestattete, die Inspirationsluft, aus dem Zimmer. Ausser den beiden zum Ventil nöthigen Röhren, führten noch zwei in die Flasche; die eine derselben war mit dem Bunsenschen Quecksilbergasometer in Verbindung gesetzt, aus welchem Cyangas der Respirationsluft beigemengt werden konnte; die andere mit einem Marey'schen Cardiographen, welcher die Druckschwankungen, welche die Luft in der Flasche durch die Respiration des Thieres erleiden musste, an die rotirende Trommel eines Kymographions aufzeichnete. An den zweiten Schenkel des [ ] Rohrs war ein anderer Schlauch angebracht, durch welchen die Expirationsluft, nachdem sie durch ein, gleichfalls durch Quecksilber gesperrtes, Müller'sches Ventil, das nur die Expiration gestattete, gestrichen war, zum Fenster hinausgeleitet wurde. Aus den mittelst dieser Vorrichtung erhaltenen Curven, berechnete ich die Zahl der Athmungen aus der Umlaufszeit der Trommel.

Bei den 4 folgenden Versuchen ist die eben beschriebene Vorrichtung angewandt worden.

#### **XI. Versuch.** Mittelgrosse. junge Katze.

| Minut. | Secund. | Zahl d. Athemzüge<br>in 20 Secund. | Bemerkungen. |
|--------|---------|------------------------------------|--------------|
|        | 20      | 17                                 |              |
|        | 40      | 17                                 |              |
|        | 60      | 17                                 |              |
| 1      | 20      | 16                                 |              |
|        | 40      | 16                                 |              |
|        | 60      | 17                                 |              |
| 2      | 20      | 21                                 | Unruhe.      |
|        | 40      | 23                                 |              |
|        | 60      | 19                                 |              |
| 3      | 20      | 19                                 |              |
|        | 40      | 19                                 |              |

| Minut. | Secund. | Zahl d. Athemzüge<br>in 20 Secund. | Bemerkungen.                                                                                                              |
|--------|---------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 60      | 19                                 |                                                                                                                           |
| 4      | 20      | 21                                 | 15 Ccm. Cyangas.                                                                                                          |
|        | 40      | 25                                 | Starke Dyspnoe, sowohl expiratorische wie inspiratorische Anstrengungen, auf der Höhe der Expiration kurze Inspirationen. |
|        | 60      | 23                                 |                                                                                                                           |
| 5      | 20      | 29                                 |                                                                                                                           |
|        | 40      | 22                                 |                                                                                                                           |
|        | 60      | 19                                 |                                                                                                                           |
| 6      | 20      | 23                                 |                                                                                                                           |
|        | 40      | 19                                 |                                                                                                                           |
|        | 60      | 12                                 |                                                                                                                           |
| 7      | 20      | 10                                 | Inspiratorische Anstrengungen; von                                                                                        |
|        | 40      | 10                                 | Zeit zu Zeit eine starke Expiration.                                                                                      |
|        | 60      | 11                                 |                                                                                                                           |
| 8      | 20      | 9                                  |                                                                                                                           |
|        | 40      | 7                                  |                                                                                                                           |
|        | 60      | 7                                  |                                                                                                                           |
| 9      | 20      | 6                                  |                                                                                                                           |
|        | 40      | 6                                  |                                                                                                                           |
|        | 60      | 6                                  |                                                                                                                           |
| 10     | 20      | 3                                  | Die activen Expirationen sehr                                                                                             |
|        | 40      | 2                                  | gering. Inspirationen kräftig.                                                                                            |
|        | 60      | 4                                  |                                                                                                                           |
| 11     | 20      | 5                                  |                                                                                                                           |
|        | 40      | 5                                  |                                                                                                                           |
|        | 60      | 4                                  |                                                                                                                           |
| 12     | 20      | 4                                  |                                                                                                                           |
|        | 40      | 3                                  |                                                                                                                           |
|        | 60      | 2                                  |                                                                                                                           |
| 13     | 20      | 1                                  |                                                                                                                           |
|        | 40      | 1                                  |                                                                                                                           |
|        | 60      | 2                                  |                                                                                                                           |
| 14     | 20      | 2                                  |                                                                                                                           |

| Minut. | Secund. | Zahl d. Athemzüge<br>in 20 Secund. | Bemerkungen. |
|--------|---------|------------------------------------|--------------|
|        | 40      | 1                                  |              |
|        | 60      | 1                                  |              |
| 15     | 20      | 3                                  |              |
|        | 40      | 2                                  |              |
|        | 60      | 2                                  |              |
| 16     | 20      | 1                                  |              |
|        | 40      | 0                                  | Tod.         |

## XII. Versuch. Junge nicht völlig ausgewachsene Katze.

| Minut. | Secund. | Zahl d. Athemzüge<br>in 20 Secund. | Bemerkungen.                                                                                                                          |
|--------|---------|------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | 20      | 13                                 |                                                                                                                                       |
|        | 40      | 15                                 |                                                                                                                                       |
|        | 60      | 20                                 | Upruhe.                                                                                                                               |
| 1      | 20      | 26                                 |                                                                                                                                       |
|        | 40      | 22                                 |                                                                                                                                       |
|        | 60      | 15                                 |                                                                                                                                       |
| 2      | 20      | 21                                 |                                                                                                                                       |
|        | 40      | 22                                 |                                                                                                                                       |
|        | 60      | 31                                 | 5 Ccm. Cyangas.                                                                                                                       |
| 3      | 20      | 30                                 | Starke Dyspnoe mit in- und<br>expiratorischen Anstrengungen;<br>während der passiven Inspiration<br>ausgesprochene Expirationsbewegn. |
|        | 40      | 30                                 |                                                                                                                                       |
|        | 60      | 25                                 |                                                                                                                                       |
| 4      | 20      | 44                                 | Zwischen je 6—8 relativ ruhigen<br>Athemzügen eine forcirte, wo be-<br>reits Expiration hinter der In-<br>spiration zurücktritt.      |
|        | 40      | 31                                 |                                                                                                                                       |
|        | 60      | 22                                 |                                                                                                                                       |
| 5      | 20      | 17                                 | Respirationsstillstand.                                                                                                               |
|        | 40      | 7                                  |                                                                                                                                       |
|        | 60      | 1                                  |                                                                                                                                       |
| 6      | 20      | 0                                  | Rudimentäre Inspirationen.                                                                                                            |
|        | 40      | 0                                  |                                                                                                                                       |
|        | 60      | 1                                  |                                                                                                                                       |
| 7      | 20      | 1                                  |                                                                                                                                       |

| Minut. | Secunde. | Zahl d. Athemzüge<br>in 20 Secund. | Bemerkungen. |
|--------|----------|------------------------------------|--------------|
|        | 40       | 1                                  |              |
|        | 60       | 0                                  | Tod.         |

### XIII. Versuch. Grosse Katze

| Minut. | Secund. | Zahl d. Athemzüge<br>in 20 Secund. | Bemerkungen.                                                       |
|--------|---------|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
|        | 20      | 28                                 |                                                                    |
|        | 40      | 27                                 |                                                                    |
|        | 60      | 22                                 |                                                                    |
| 1      | 20      | 21                                 |                                                                    |
|        | 40      | 20                                 | 15 Ccm. Cyangas.                                                   |
|        | 60      | 33                                 | Expiratorische Anstrengung.                                        |
| 2      | 20      | 29                                 |                                                                    |
|        | 40      | 23                                 | Inspiratorische Anstrengung.                                       |
|        | 60      | 31                                 |                                                                    |
| 3      | 20      | 20                                 |                                                                    |
|        | 40      | 17                                 |                                                                    |
|        | 60      | 12                                 |                                                                    |
| 4      | 20      | 10                                 |                                                                    |
|        | 40      | 9                                  |                                                                    |
|        | 60      | 9                                  |                                                                    |
| 5      | 20      | 9                                  |                                                                    |
|        | 40      | 8                                  |                                                                    |
|        | 60      | 9                                  |                                                                    |
| 6      | 20      | 8                                  | Die active Expiration fast vollständig aufgehoben.                 |
|        | 40      | 7                                  |                                                                    |
|        | 60      | 7                                  |                                                                    |
| 7      | 20      | 6                                  |                                                                    |
|        | 40      | 7                                  |                                                                    |
|        | 60      | 7                                  |                                                                    |
| 8      | 20      | 6                                  |                                                                    |
|        | 40      | 8                                  | 10 Ccm. Cyangas. Schwache Andeutung expiratorischer Anstrengungen. |

| Minut. | Secund. | Zahl d. Athemzüge<br>in 20 Secund. | Bemerkungen.                                                                     |
|--------|---------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|        | 60      | 2                                  | Expiratorischer Stillstand von 15<br>Secunden.                                   |
| 9      | 20      | 4                                  | Inspiratorische Anstrengung.                                                     |
|        | 40      | 4                                  |                                                                                  |
|        | 60      | 2                                  |                                                                                  |
| 10     | 20      | 3                                  |                                                                                  |
|        | 40      | 4                                  |                                                                                  |
|        | 60      | 5                                  |                                                                                  |
| 11     | 20      | 4                                  | Allmähliges Schwinden der Expira-<br>tion und Verminderung der In-<br>spiration. |
|        | 40      | 4                                  |                                                                                  |
|        | 60      | 1                                  |                                                                                  |
| 12     | 20      | 2                                  |                                                                                  |
|        | 40      | 4                                  |                                                                                  |
|        | 60      | 2                                  |                                                                                  |
| 13     | 20      | 1                                  |                                                                                  |
|        | 40      | 0                                  | Tod.                                                                             |

#### XIV. Versuch. Grosse Katze.

| Minut. | Secund. | Zahl d. Athemzüge<br>in 20 Secund. | Bemerkungen.                    |
|--------|---------|------------------------------------|---------------------------------|
|        | 20      | 15                                 |                                 |
|        | 40      | 17                                 |                                 |
|        | 60      | 17                                 |                                 |
| 1      | 20      | 19                                 | 20 Ccm. Cyangas.                |
|        | 40      | 22                                 | } Expiratorische Anstrengungen. |
|        | 60      | 26                                 |                                 |
| 2      | 20      | 32                                 |                                 |
|        | 40      | 33                                 |                                 |
|        | 60      | 30                                 |                                 |
| 3      | 20      | 36                                 |                                 |
|        | 40      | 23                                 |                                 |
|        | 60      | 35                                 |                                 |

Pause von 5 Minuten.



| Minut. | Secund. | Zahl d. Athemzüge<br>in 20 Secund. | Bemerkungen.                                                                       |
|--------|---------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 9      | 20      | 19                                 | Die Curve eine vollkommen regelmässige.                                            |
|        | 40      | 18                                 |                                                                                    |
|        | 60      | 18                                 |                                                                                    |
| 10     | 20      | 27                                 | 8 Ccm. Cyangas.                                                                    |
|        | 40      | 32                                 | Expiratorische Anstrengungen.                                                      |
|        | 60      | 26                                 |                                                                                    |
| 11     | 20      | 17                                 | Inspiratorische Anstrengungen.                                                     |
|        | 40      | 23                                 |                                                                                    |
|        | 60      | 24                                 |                                                                                    |
| 12     | 20      | 25                                 |                                                                                    |
|        | 40      | 24                                 |                                                                                    |
|        | 60      | 24                                 |                                                                                    |
| 13     | 20      | 19                                 |                                                                                    |
|        | 40      | 18                                 |                                                                                    |
|        | 60      | 20                                 |                                                                                    |
| 14     | 20      | 19                                 | 15 Ccm. Cyangas. Dyspnoe.                                                          |
|        | 40      | 5                                  | 10 Secunden dauernder Stillstand                                                   |
|        | 60      | 5                                  | in Expiration.                                                                     |
| 15     | 20      | 6                                  | Starke expiratorische Anstrengungen, die sich gegen das Ende des Lebens verlieren. |
|        | 40      | 3                                  |                                                                                    |
|        | 60      | 1                                  |                                                                                    |
| 16     | 20      | 1                                  |                                                                                    |
|        | 40      | 1                                  |                                                                                    |
|        | 60      | 4                                  |                                                                                    |
| 17     | 20      | 6                                  |                                                                                    |
|        | 40      | 6                                  |                                                                                    |
|        | 60      | 3                                  |                                                                                    |
| 18     | 20      | 2                                  |                                                                                    |
|        | 40      | 2                                  |                                                                                    |
|        | 10      | 2                                  |                                                                                    |
| 19     | 20      | 1                                  | Tod.                                                                               |

Folge centraler Einwirkung auf die Gefässnervencentra und directe Einwirkung auf das Herz.

5. Mit den Wirkungen der Blausäure verglichen, sind die des Cyangases weniger stürmisch und auf einen längeren Zeitraum ausgedehnt; auch ist die toxische Wirkung des Cyans geringer als die der Blausäure. Eine Katze töteten 0,004 grm. Blausäure sicher, während von Cyan 0,02 grm. subcutan erforderlich sind. Im Wesen der Wirkung stimmen bei Warmblütern, beide Gifte mit einander überein.





## Thesen.

---

1. Der Gebrauch von Chinin beim Typhus exanthematicus und Febris recurrens ist schädlich.
  2. Chinin vermindert beim Typhus exanthematicus die Zahl der Fiebertage.
  3. Bäder, während des Typhus exanthematicus sind zu verwerfen.
  4. Die meisten Darmerkrankungen, an welchen das Heer während des letzten russisch-türkischen Krieges litt, beruhten auf Malaria-Infection.
  5. Bei den Malaria-Darmerkrankungen ist die locale Behandlung die einzig erfolgreiche.
  5. Der Schuss, welcher ein lebendes Wesen trifft, vernichtet nicht mehr Leben, als der, welcher keins trifft.
-

24

15 258



