©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

# *Beiträge zur Kenntniss der Darmgase.*

Von Dr. **Emil Ruge.**

Die Untersuchung der bei der Verdauung in den verschiedenen Abtheilungen des Darmcanales auftretenden Gase verspricht manche werthvolle Aufschlüsse und Anhaltspunkte zur Lösung der schon vielfach erörterten, aber noch immer nicht erledigten Frage zu geben, wie der im Verdauungsschlauch stattfindende chemische Process verläuft und zu deuten ist. Dieselbe hat für diese und verwandte Fragen eine ähnliche Bedeutung, wie Bunsen's Analysen der Gichtgase für den rationellen Hochofenbetrieb von Wichtigkeit gewesen sind. Zwar liegen von Darmgasen schon mehrere Analysen vor, von denen ich hier nur die von Magendie und Chevreul [1]) (bei Hingerichteten gesammelt), die von Chevillot [2]) bei an Typhus gestorbenen Individuen und Marchand's [3]) Analysen abgegangener Flatus erwähne, aber abgesehen davon, dass dieselben in Betreff der Genauigkeit wohl kaum unseren heutigen Ansprüchen genügen, so sind auch die untersuchten Gase in den beiden ersten Fällen nicht dem lebenden Körper, sondern Leichen entnommen, und es hatte daher ihre Zusammensetzung, voraussichtlich schon nicht unerhebliche Veränderungen erlitten.

In Folge einer Aufforderung des Herrn Prof. Kolbe habe ich es unternommen, diesen Gegenstand auf's Neue zu bearbeiten und mir die Beantwortung folgender Fragen zur Aufgabe gemacht.

---

[1]) Lehmann's Zoochemie, S. 96.

[2]) Journal de Chim. med.

[3]) Journal für praktische Chemie. Bd. 44, S. 10.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

1. Welche sind die Bestandtheile der dem lebenden Menschen im Normalzustande entnommenen Darmgase?

2. Welchen Einfluss üben auf ihre Zusammensetzung die genossenen Nahrungsmittel?

3. Welche Zusammensetzung haben die Darmgase kranker, z. B. an Verdauungsbeschwerden leidender Individuen.

Die Kürze der mir zur Ausführung dieser Arbeit zugemessenen Zeit hat mir bis jetzt noch nicht gestattet, dieselbe auf die pathologischen Fälle auszudehnen. Auch sind die nachfolgend verzeichneten Versuche, welche über den Einfluss der Nahrung auf die Zusammensetzung der Darmgase Licht geben sollten, weit entfernt, diese Frage zu erledigen; ich betrachte sie im Gegentheil selbst blos als die ersten Anfänge von weiteren, vielfältigst zu modificirenden Untersuchungen und die gewonnenen Resultate als brauchbare Wegweiser für spätere Forschungen auf diesem Felde.

Da es unmöglich erscheint, die Gase des Dünndarmes vom lebenden Menschen zu erhalten, so müssen sich derartige Untersuchungen meist auf die Gase des Dickdarmes beschränken. Ich habe auch nur allein diese in Frage gezogen.

Beim Aufsammeln der im Rectum befindlichen Gase des Dickdarmes stiess ich anfangs auf erhebliche Schwierigkeiten, die ich längere Zeit vergebens zu überwinden mich bemühte. Zuletzt gelang es mir, mittelst einer sehr einfachen Vorrichtung das Gas rein und unvermischt mit atmosphärischer Luft zu gewinnen. Als Recipient diente ein an beiden Enden ausgezogenes Glasrohr von etwa 1 Zoll Weite und 8 Zoll Länge. Das eine Ende desselben war durch eine starke Röhre von nicht vulcanisirtem Kautschuk mit einem gewöhnlichen Gasleitungsrohr von 1 — $1\frac{1}{2}$ Fuss Länge, das andere Ende auf gleiche Weise mit einem kurzen Mundstück luftdicht verbunden. Das Mundstück besteht aus einer unten verengten Glasröhre von etwa $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser, welches oben am äussersten Ende von der Glasbläserlampe etwas erweitert ist.

Dieses leicht bewegliche Röhrensystem wird, das Mundstück nach oben gerichtet, während die mit dem unteren Theile des Recipienten verbundene längere Röhre in ein Gefäss mit ausgekochtem Wasser mündet, durch Saugen ganz mit Wasser gefüllt. Wird nun die in das Wasser tauchende Röhre mit dem Finger fest verschlossen, so lässt sich das Mundstück, ohne dass Luft eintritt, leicht in

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at


den Anus einführen. Es wird in demselben so applicirt, dass das äusserste erweiterte Ende über dem Schliessmuskel mündet und von diesem festgehalten wird. Die Versuchsperson sitzt auf einem durchlöcherten Stuhle. Entfernt man den Finger von dem zuvor wieder in Wasser eintauchenden unteren Röhrenende, so bleibt die nun als Aspirator wirkende Wassersäule im Mundstück und Recipienten so lange stehen, bis Gase in's Rectum gelangen, die dann in diese gewissermassen hineingezogen werden und zuletzt das Wasser ganz daraus verdrängen. Ist der Recipient mit Gas gefüllt, so werden die beiden Kautschukröhren sorgfältig unterbunden, oder noch besser, man schmilzt die zu diesem Zwecke an passenden Stellen von vorn herein etwas verengten ausgezogenen Enden des Recipienten mit der Löthrohrflamme zu. Dieser hermetische Verschluss gewährt den Vortheil, dass man das so gesammelte Gas beliebig lange für die Analyse aufbewahren kann. — Die geringe Menge Kohlensäure, welche bei diesem Verfahren von dem Wasser im Recipienten verschluckt wird, habe ich unberücksichtigt gelassen.

In den Fällen, wo es sich um die quantitative Bestimmung von Schwefelwasserstoffgas handelt, welches Gas übrigens nur selten vorkommt, und wozu ausserdem immer ziemlich beträchtliche Gasmengen erforderlich sind, darf selbstverständlich der Recipient kein Wasser enthalten. Da die Gase des Dickdarmes durchweg frei von Sauerstoff sind, so habe ich für jenen Zweck das absolut trockene Röhrensystem mit trockener atmosphärischer Luft gefüllt und nach dem Einführen des Mundstückes in den Anus unten mit Öl abgesperrt. Die absperrende Ölsäule muss möglichst klein sein, da die austretenden Darmgase einen stärkeren Druck nicht überwinden würden. Die procentische Zusammensetzung berechnet sich nachher sehr genau aus dem Ergebniss der Analyse, wenn man davon den gefundenen Sauerstoff und ein hiernach berechnetes, dem Procentgehalt der atmosphärischen Luft entsprechendes Stickstoffvolumen abzieht.

Um beim Aufsammeln der Darmgase die sonst unvermeidliche Verunreinigung und Verstopfung des Apparates durch Fäcalstoffe zu verhüten, wurden letztere immer kurz zuvor entleert.

Die folgende erste Versuchsreihe betrifft die Zusammensetzung normaler Darmgase, welche von verschiedenen Individuen bei gewöhnlicher Nahrung ohne Berücksichtigung derselben, in Intervallen

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

von mehreren Tagen, aber stets zu derselben Tageszeit aufgefangen sind.

## I. Versuch.

Gas von Versuchsperson *A*, schwach riechend, frei von Schwefelwasserstoff.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) . | 97·7 | + 8·1° | 731·8 | 55·9 | 63·38 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 84·5 | 8·0 | 726·3 | 69·7 | 53·91 |
| Nach dem Überfüllen in's grosse Eudiometer (feucht) . | 197·7 | 7·4 | 728·0 | 412·8 | 59·19 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 374·5 | 7·7 | 728·2 | 234·6 | 176·9 |
| Nach Zulassung von atmosph. Luft (feucht) . | 450·3 | 8·0 | 728·2 | 159·2 | 245·5 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 389·3 | 7·0 | 728·2 | 219·9 | 190·1 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 350·2 | 6·0 | 732·7 | 258·7 | 162·4 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 515·1 | 7·0 | 735·5 | 95·0 | 321·6 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 253·0 | 7·0 | 736·6 | 357·0 | 91·67 |

Hieraus berechnet sich folgende procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 14·94 |
| Stickstoff | 45·31 |
| Grubengas | 39·75 |
| | 100·00 |

## II. Versuch.

Gas von derselben Versuchsperson *A*, ebenfalls schwach riechend und frei von Schwefelwasserstoff.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) . | 89·3 | + 8·0° | 738·1 | 58·1 | 58·30 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 55·8 | 7·3 | 728·4 | 90·3 | 34·68 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 166·2 | 8·0 | 729·9 | 440·5 | 45·44 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 255·5 | 8·0 | 729·6 | 349·1 | 92·47 |
| Nach Zulassung von atmosph. Luft (feucht) | 436·5 | 8·0 | 730·8 | 168·1 | 235·30 |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at


| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 374·1 | 7·3° | 731·5 | 230·2 | 179·90 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 350·0 | + 7·2 | 737·8 | 254·4 | 164·80 |
| Nach Zulass. von Wasserstoff (tr.) | 562·7 | 7·5 | 737·9 | 43·5 | 380·30 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 463·0 | 8·0 | 738·1 | 141·9 | 264·60 |

Hieraus berechnet sich die procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 40·51 |
| Stickstoff | 17·50 |
| Grubengas | 19·77 |
| Wasserstoff | 22·22 |
| | 100·00 |

## III. Versuch.

Gas von derselben Versuchsperson *A*, schwach riechend, frei von Schwefelwasserstoff.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) | 89·6 | + 8·0° | 745·3 | 43·8 | 60·37 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . | 72·9 | 9·4 | 745·3 | 76·0 | 47·17 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) . | 187·9 | 9·1 | 743·7 | 418·0 | 57·67 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 283·5 | 9·2 | 743·7 | 321·3 | 113·40 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 534·5 | 9·0 | 743·7 | 71·0 | 343·70 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 490·5 | 9·0 | 741·7 | 114·8 | 293·70 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . . | 466·1 | 10·0 | 738·1 | 139·0 | 269·4 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (trocken) . | 586·4 | 10·0 | 737·5 | 21·1 | 405·3 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 442·9 | 10·2 | 737·1 | 162·5 | 241·3 |

Diese Zahlen führen zu der procentischen Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 21·86 |
| Stickstoff | 44·42 |
| Grubengas | 32·93 |
| Wasserstoff | 0·79 |
| | 100·00 |

## IV. Versuch.

Gas von derselben Versuchsperson *A*, riechend, Spuren von Schwefelwasserstoff enthaltend:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) | 84·7 | + 9·0° | 755·6 | 66·2 | 55·83 |
| Nach Absorpt. d. Kohlensäure (tr.) | 73·6 | 8·0 | 758·6 | 77·5 | 48·70 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 170·5 | 8·0 | 759·4 | 438·4 | 51·85 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 265·7 | 8·3 | 759·4 | 441·4 | 105·7 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 463·1 | 8·2 | 759·4 | 143·8 | 273·1 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 409·1 | 8·6 | 758·7 | 195·8 | 220·0 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 374·9 | 6·8 | 759·9 | 230·5 | 193·6 |
| Nach Zulass. von Wasserstoff (tr.) | 577·5 | 7·0 | 759·9 | 30·0 | 411·0 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 491·6 | 8·0 | 758·9 | 114·5 | 304·0 |

Hieraus berechnet sich die procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure . | 12·77 |
| Stickstoff . | 43·10 |
| Grubengas | 44·13 |
| (Schwefelwasserstoff | Spuren) |
| | 100·00 |

## V. Versuch.

Gas von Versuchsperson *B*, Bleipapier bräunend, stark riechend.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) . | 84·8 | + 9·6° | 57·0 | 65·9 | 55·89 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 67·6 | 10·5 | 755·6 | 82·5 | 43·82 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 115.9 | 10·1 | 755·3 | 493·8 | 28·20 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 197·7 | 9·2 | 754·8 | 409·0 | 64·47 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) . | 336·1 | 9·7 | 754·3 | 268·7 | 154·70 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 306·4 | 10·0 | 754·3 | 299·0 | 131·90 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . | 294·9 | 10·6 | 752·8 | 310·2 | 125·60 |
| Nach Zulass. von Wasserstoff (tr.) | 517·0 | 9·4 | 751·9 | 89·1 | 331·30 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 408·4 | 10·8 | 749·9 | 196·8 | 213·5 |

Hieraus berechnet sich die procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 21·59 |
| Stickstoff | 41·82 |
| Grubengas | 17·52 |
| Wasserstoff . | 19·07 |
| | 100·00 |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at


## VI. Versuch.

Gas von derselben Versuchsperson *B*, stinkend, Bleipapier stark bräunend.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) . | 88·1 | + 8·4° | 758·8 | 62·3 | 58·83 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . | 42·5 | 7·1 | 759·8 | 108·2 | 26·99 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) . | 131·8 | 8·0 | 757·9 | 477·0 | 34·94 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 251·6 | 8·2 | 757·7 | 353·6 | 96·73 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 421·0 | 8·2 | 757·2 | 183·8 | 231·10 |
| Nach dem Verpuffen, welches erst nach Zulassung von Knallgas erfolgte (feucht) . . | 388·7 | 8·0 | 756·9 | 216·5 | 201·1 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 377·7 | 7·3 | 756·3 | 227·5 | 194·5 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 556·0 | 7·8 | 757·0 | 50·8 | 381·7 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 350·9 | 8·0 | 756·0 | 254·1 | 168·4 |

Hiernach enthalten 100 Volumina Gas:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 54·12 |
| Stickstoff | 22·45 |
| Grubengas | 8·67 |
| Wasserstoff | 14·76 |
| | 100·00 |

## VII. Versuch.

Gas von Versuchsperson *C*, geruchlos, frei von Schwefelwasserstoff.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) | 94·5 | + 9·4° | 741·5 | 59·5 | 61·48 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 84·5 | 11·8 | 741·3 | 72·4 | 54·18 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 101·1 | 12·6 | 740·9 | 524·8 | 19·84 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 192·8 | 13·0 | 741·5 | 431·4 | 55·03 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 330·3 | 12·6 | 741·7 | 292·0 | 138·6 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 300·3 | 13·1 | 743·1 | 322·0 | 117·3 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . . | 279·3 | 15·0 | 746·7 | 343·5 | 106·7 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 470·9 | 16·0 | 747·0 | 150·6 | 265·3 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 372·9 | 16·0 | 747·5 | 248·8 | 170·9 |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aus diesen Zahlen berechnet sich folgende procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 11·87 |
| Stickstoff | 40·69 |
| Grubengas | 47·44 |
| | 100·00 |

Ich gebe hier noch eine übersichtliche Zusammenstellung der Ergebnisse obiger Analysen:

| | Versuchsperson *A* | | | | Person *B* | | Person *C* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. |
| Kohlensäure | 14·94 | 40·51 | 21·86 | 12·77 | 21·59 | 54·12 | 11·87 |
| Stickstoff | 45·31 | 17·50 | 44·42 | 43·10 | 41·82 | 22·45 | 40·69 |
| Grubengas | 39·75 | 19·77 | 32·93 | 44.13 | 17·52 | 8·67 | 47·44 |
| Wasserstoff | 0·00 | 22·22 | 0·79 | 0·00 | 19·07 | 14·76 | 0·00 |
| | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 | 100·00 |

Wie man sieht, ist die Zusammensetzung der Darmgase selbst bei ein und demselben Individuum grossen Schwankungen unterworfen.

So sehr diese Wahrnehmung im ersten Augenblicke befremden mag, so natürlich erscheint dieselbe bei Berücksichtigung der Erfahrungen, welche ich später über den Einfluss der Nahrungsmittel auf die Zusammensetzung der Darmgase gesammelt habe, und welche sich weiter unten mitgetheilt finden, zumal wenn man bedenkt, wie gemischt im Allgemeinen unsere Nahrung ist.

---

Bei den obigen und allen nachfolgenden Analysen wurde nach Absorption der Kohlensäure aus dem untersuchten ursprünglichen Gasvolumen durch Einbringen einer Kugel mit pyrogallussaurem Kali stets auf einem Gehalt an Sauerstoff respective atmosphärischer Luft sorgfältig geprüft, welche bei mangelhaftem Verschluss sich möglicher Weise hätte heimischen können. Bei keiner der mitgetheilten Analysen ist jedoch Sauerstoff gefunden, und ich habe desshalb unterlassen, die nach Einbringung der Kugel mit pyrogallussaurem Kali und darauf nach einer zweiten mit Ätzkali abgelesenen Zahlen anzuführen.

Durch besondere Versuche wurde ausserdem auf einen Gehalt an ölbildendem Gas und Ammoniak geprüft, aber stets mit negativem Resultat. Die qualitative Prüfung auf Ammoniak geschah so, dass das Gas mittelst einer trockenen kurzen Röhre, die mit dem oben beschriebenen ebenfalls getrockneten Mundstück durch ein

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at


Kautschukrohr verbunden war, aus dem After direct in einen Cylinder ausströmte, dessen Wände inwendig mit Salzsäure benetzt waren. In keinem Falle war Salmiaknebel bemerkbar.

Es mag befremden, dass bei obigen Analysen der Schwefelwasserstoffgehalt selbst da, wo das betreffende Gas darnach roch und Bleipapier bräunte, unberücksichtigt geblieben ist. Die Menge desselben ist indessen auch in den stark riechenden Darmgasen immer so gering, dass sie sich der volumetrischen Bestimmung durchaus entzieht, und ohne die Genauigkeit der Resultate zu gefährden, bei den volumetrischen Trennungen der Gase ausser Acht gelassen werden kann. Ich habe mir hierüber besonders durch folgenden Versuch Gewissheit verschafft. Um ein an Schwefelwasserstoff möglichst reiches Darmgas zu erhalten, liess ich die Versuchsperson *A* im Laufe eines Tages etwa 8 Grammen Schwefelmilch einnehmen, und sammelte darauf das stinkende, Bleipapier stark bräunende Gas nach dem S. 741 besprochenen Verfahren in einem absolut trockenen mit Luft gefüllten Recipienten.

Diese nun etwas Luft enthaltende Gasmischung wurde auf die gewöhnliche Weise analysirt.

### VIII. Versuch.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) | 110·8 | + 11·0° | 749·3 | 39·2 | 74·60 |
| Nach Absorption der Kohlensäure u. des Schwefelwasserstoffes durch die Kalikugel (trocken) | 89·2 | 11·0 | 749·2 | 60·7 | 50·04 |
| Nach Absorption des Sauerstoffes (trocken) . | 81·2 | 8·5 | 752·0 | 68·9 | 53·80 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 214·1 | 7·8 | 739·8 | 392·6 | 70·63 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 298·8 | 8·5 | 740·2 | 306·6 | 123·3 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 402·1 | 8·5 | 740·2 | 203·1 | 206·3 |
| Nach der erst auf Zulassung von Knallgas erfolgenden Verpuffung (feucht) | 385·2 | 9·1 | 740·1 | 218·5 | 191·2 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . . | 379·2 | 9·0 | 742·0 | 226·0 | 189·4 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 589·1 | 9·1 | 741·7 | 18·7 | 412·2 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 421·6 | 9·0 | 741·7 | 184·0 | 224·2 |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aus obigen Daten berechnet sich folgende procentische Zusammensetzung der analysirten Gasmischung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure plus Schwefelwasserstoff | 20·9 |
| Sauerstoff | 7·0 |
| Stickstoff | 62·3 |
| Grubengas | 1·8 |
| Wasserstoff | 8·0 |
| | 100·0 |

Bringt man hiervon die 7·0 Procent Sauerstoff, welche von der beigemengt gewesenen atmosphärischen Luft herrühren und die entsprechende Menge Stickstoff (26·6 % N.) in Abzug, so berechnet sich für das untersuchte reine Darmgas folgende procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure plus Schwefelwasserstoff | 31·4 |
| Stickstoff | 53·9 |
| Grubengas | 2·7 |
| Wasserstoff | 12·0 |
| | 100·0 |

Den zugleich mit der Kohlensäure von der Kalikugel, die aus reinem, mittelst Alkohol gereinigtem Kalihydrat bereitet war, absorbirten Schwefelwasserstoff habe ich nach Bunsen's [1]) Methode bestimmt. Die mit Essigsäure angesäuerte und mit einigen Tropfen klarer Stärkelösung versetzte Auflösung der Kalikugel in ausgekochtem destillirtem Wasser, bedurfte bis zum Eintritt der blauen Färbung von einer titrirten Jodlösung, welche in 1 Kub. Centim. 0·01 Milligrm. Jod enthielt, 3·6 Kub. Centim. Bei dem Scheinversuch mit einer gleich grossen Kalikugel wurden 2·2 Kub. Centim. Jodlösung verbraucht. Es sind demnach durch den von der Kalikugel absorbirten Schwefelwasserstoff 1·4 Kub. Centim. titrirte Jodlösung, entsprechend 0·014 Milligrm. Jod verbraucht. Da nun jedes Milligrm. Jod 0·08777 Kub. Centim. Schwefelwasserstoff von 0°C. und 760 Millim. Druck entspricht, so waren in dem anfänglichen Gasvolumen vorstehender Analyse 0·00123 Kub. Centim. Schwefelwasserstoff vorhanden.

Durch einen weiteren Versuch wurde ermittelt, dass das anfängliche, Schwefelwasserstoff enthaltende Gasvolumen (110·8 entsprechend 98·2 Volumen 0° C. und 760 Millim.) 30 Kub. Centim.

---

[1]) Gasometrische Methoden. S. 92.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

beträgt. Demnach enthalten 100° C. Kub. Centim. der analysirten Gasmischung 0·004 Kub. Centim. Schwefelwasserstoff und 100 Kub. Centim. des untersuchten luftfreien Darmgases 0·006 Kub. Centim. Schwefelwasserstoffgas.

Hieraus ergibt sich, dass selbst in den sehr stark riechenden Darmgasen der Schwefelwasserstoffgehalt ausserordentlich gering und durch die gewöhnlichen volumetrischen Methoden quantitativ kaum bestimmbar ist.

---

Die nachfolgende zweite Versuchsreihe bezweckt die Ermittelung des Einflusses, welchen die Nahrungsmittel auf die Zusammensetzung der Darmgase üben. Die Versuchsperson *A* der vorigen Versuchsreihe erhielt mehrere Tage hindurch nur Milchspeisen. Erst 48 Stunden nach Beginn dieser Diät wurde derselben Gas abgenommen. Die abgesonderte Menge war sehr gering, so dass es schwer hielt, das zur Analyse erforderliche Volumen zu gewinnen.

### IX. Versuch.

Das gesammelte Gas war frei von Schwefelwasserstoff und geruchlos.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) | 89·3 | + 8·0° | 752·0 | 61·1 | 59 25 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 75·5 | 10·0 | 750·9 | 74·4 | 49·28 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 159·3 | 10·4 | 753·3 | 448·7 | 45·30 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 226·3 | 11·0 | 753·3 | 380·0 | 79·1 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 354·5 | 11·0 | 753·3 | 250·8 | 167·9 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 305·7 | 10·0 | 753·6 | 299·7 | 131·2 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . | 298·9 | 8·8 | 757·6 | 306·5 | 130·7 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 546·4 | 9·2 | 757·1 | 60 4 | 368·3 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 442·6 | 10·0 | 756·7 | 163·3 | 249·5 |

Hieraus berechnet sich folgende procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 16·82 |
| Stickstoff . | 38·38 |
| Grubengas | 0·92 |
| Wasserstoff . | 43·88 |
| | 100·00 |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

## X. Versuch.

Bei unveränderter Milchkost 24 Stunden später von derselben Person genommenes Gas. Dasselbe war ebenfalls geruchlos und frei von Schwefelwasserstoff.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) . | 93·8 | + 8·0° | 757·2 | 56·8 | 63·10 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 85·5 | 8·1 | 756·4 | 65·4 | 57·38 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 215·4 | 8·8 | 754·8 | 390·6 | 74·24 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 351·0 | 9·0 | 754·3 | 254·0 | 167·1 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) . | 506·8 | 8·8 | 754·2 | 99·0 | 317·6 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 443·3 | 7·5 | 752·0 | 162·1 | 251·2 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 441·5 | 8·3 | 750·4 | 164·0 | 251·2 |

Da das Gas, wie die letzte Bestimmung vorstehender Analyse ausweist, kein kohlenstoffhaltiges brennbares Gas, und als brennbaren Gemengtheil blos Wasserstoff enthält, so genügt es, die bei der Verbrennung eintretende Contraction zu kennen, um die Menge des Wasserstoffes zu ermitteln und damit dann weiter den Stickstoffgehalt zu berechnen.

Aus jenen Daten ergibt sich die Zusammensetzung des untersuchten Gases, wie folgt:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 9·06 |
| Stickstoff | 36·71 |
| Wasserstoff | 54·23 |
| | 100·00 |

## XI. Versuch.

Nachdem die Versuchsperson *A* nach beendeter Milchdiät 8 Tage lang wieder normal gelebt hatte, erhielt dieselbe nur gekochte Erbsen und andere Leguminosen zur Nahrung. Bei dieser Diät erfolgte eine sehr reichliche Gasbildung, was der Versuchsperson einige Beschwerden verursachte. Das zunächst analysirte Gas war 48 Stunden nach dem Beginne der Diät aufgefangen. Es war schwach, und bräunte Bleipapier wenig.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at


| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) | 100·6 | + 10·0° | 745·8 | 51·0 | 66·55 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 68·8 | 10·1 | 745·2 | 83·3 | 43·92 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 161·0 | 10·0 | 744·0 | 447·6 | 44·62 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 251·9 | 11·0 | 743·9 | 354·1 | 92·02 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 378·0 | 11·0 | 743·9 | 227·5 | 184·1 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 296·9 | 11·0 | 744·4 | 309·2 | 121·4 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 215·0 | 10·8 | 749·1 | 361·8 | 91·28 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 402·4 | 10·0 | 748·8 | 204·0 | 211·5 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 386·9 | 8·0 | 745·5 | 219·1 | 194·8 |

Hieraus berechnet sich die Zusammensetzung des analysirten Gases, wie folgt:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 34·00 |
| Stickstoff | 19·11 |
| Grubengas | 44·55 |
| Wasserstoff | 2·34 |
| | 100·00 |

## XII. Versuch.

Das nach festgesetztem ausschliesslichem Genuss von Leguminosen 24 Stunden später aufgefangene Gas, schwach riechend und nur Spuren von Schwefelwasserstoff enthaltend, gab bei der Analyse folgende Zahlen:

| | Beob. Volumen | | | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) | 95·6 | + 11·0° | 744·0 | 55·7 | 62·36 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 61·0 | 11·0 | 745·8 | 90·8 | 38·41 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 125·7 | 8·0 | 746·2 | 483·8 | 31·07 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 217·8 | 8·3 | 747·1 | 388·8 | 74·02 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 425·0 | 8·3 | 746·2 | 181·0 | 229·8 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 368·2 | 8·3 | 746·2 | 237·7 | 178·8 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 330·9 | 8·0 | 753·5 | 274·7 | 153·9 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 498·9 | 8·4 | 753·4 | 107·6 | 312·6 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 429·7 | 8·8 | 752·7 | 176·4 | 236·4 |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Hieraus berechnet sich folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 38·40 |
| Stickstoff | 10·67 |
| Grubengas | 49·36 |
| Wasserstoff | 1·57 |
| | 100·00 |

## XIII. Versuch.

Nach weiteren 24 Stunden wurde bei unveränderter Nahrung (Leguminosen) von derselben Versuchspersan nochmals Gas entnommen und analysirt. Dasselbe war fast geruchlos und frei von Schwefelwasserstoff.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | mm | Quecksilbersäule über der Wanne mm | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| Angewandtes Volumen (feucht) . | 83·7 | + 10·5° | 748·8 | 64·2 | 54·52 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 66·9 | 10·2 | 748·5 | 81·2 | 43·04 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 139·5 | 10·6 | 747·9 | 468·4 | 36·26 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 233·3 | 10.0 | 748·2 | 371·9 | 82·65 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 390·4 | 9·4 | 748·4 | 214·0 | 198·4 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 324·3 | 9·0 | 747·8 | 280·1 | 144·2 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 287·7 | 8·8 | 742·0 | 316·8 | 118·5 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 500·6 | 8·7 | 741·6 | 104·7 | 309·0 |
| Nach der Verpuffung auf Zusatz von Knallgas (feucht) | 451·9 | 9·0 | 741·9 | 152·6 | 254 1 |

Diese Daten ergeben folgende procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 21·05 |
| Stickstoff | 18·96 |
| Grubengas | 55·96 |
| Wasserstoff | 4·03 |
| | 100·06 |

Aus den Ergebnissen der letzten fünf Analysen geht unverkennbar hervor, dass die Natur der Nahrungsmittel auf die Zusammensetzung der Darmgase den grössten Einfluss übt. Während bei ausschliesslicher Milchnahrung die Darmgase nur wenig oder gar kein Grubengas, dagegen sehr viel Wasserstoff enthalten und ausserdem an Kohlensäure ziemlich arm sind, zeigen sie sich beim Genuss von Leguminosen gerade sehr reich an Grubengas und sehr arm an Wasserstoff. Bei Vergleichung der drei letzten Analysen ergibt sich

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

ferner eine der Dauer der Diät proportionale Zunahme an Grubengas und, wenigstens bei den beiden letzten Versuchen, eine Abnahme von Kohlensäure.

Es schien mir von Interesse, über die Constanz dieses Verhältnisses Gewissheit zu erhalten, und ich liess daher die nämliche Versuchsperson acht Tage nach Beendigung der letzten Diät, während welcher Zeit dieselbe wieder normal lebte, auf's Neue eine gleiche Diät ausschliesslich von Leguminosen beginnen.

## XIV. Versuch.

Das nachstehend analysirte Gas war 48 Stunden nach dem Anfang dieser neuen Diät gesammelt; es war fast geruchlos und frei von Schwefelwasserstoff.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) | 96·8 | + 9·6° | 730·7 | 53·0 | 62 54 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 64·1 | 10·0 | 739·1 | 86·2 | 40·38 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 137·5 | 10·0 | 736·3 | 470·8 | 34·01 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 236·0 | 10·5 | 736·0 | 369·7 | 81·11 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 428·6 | 11·0 | 737·9 | 176·5 | 227·3 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 378·8 | 12·0 | 738·0 | 226·2 | 182·0 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 344·4 | 11·0 | 742·2 | 260·3 | 159·5 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 562·1 | 11·0 | 744.7 | 44·8 | 378·2 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 479·1 | 11·0 | 745·9 | 126·6 | 280·8 |

Diese Daten führen zu folgender procentischer Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 35·43 |
| Stickstoff | 21·78 |
| Grubengas | 42·79 |
| | 100·00 |

## XV. Versuch.

Nachdem 24 Stunden später von der Versuchsperson bei unveränderter Kost nochmals Gas gesammelt war, wurde diese Diätt welche sehr lästig fiel, unterbrochen. Ich unterlasse es, die einzelnen Daten dieser zweiten Analyse, welche erst mehrere Tage später vorgenommen wurde, und wegen mangelnden Materials nicht wiederhol, werden konnte, hier aufzuzeichnen, da dieselbe nicht ungestört bis

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

zu Ende geführt wurde. Zunächst war in Folge von nicht hinreichendem Zusatz von atmosphärischer Luft die Verpuffung der brennbaren Gase mit Sauerstoff etwas zu heftig, und von zu starker Wärmeentwickelung begleitet, so dass zugleich eine kleine Menge Stickstoff oxydirt wurde, und später wurde beim Verpuffen des unverbrannt gebliebenen Sauerstoffes mit Wasserstoff das Eudiometer zertrümmert. Dennoch lässt sich, ausser der genau bestimmten Kohlensäuremenge, der Gehalt des Gases an Grubengas ziemlich scharf aus der bei der Verpuffung der brennbaren Gase im Eudiometer mit Sauerstoff gebildeten und hernach durch eine Kalikugel absorbirten Kohlensäure bestimmen. Zudem ergibt sich aus der bei dieser Verpuffung eingetretenen Contraction, dass wenn das Gas überhaupt Wasserstoff enthielt, die Menge desselben sehr gering gewesen sein muss, da diese Volumverminderung nur wenig stärker war, als sie bei alleiniger Anwesenheit von Grubengas hätte sein müssen, wobei noch zu berücksichtigen ist, dass an dieser grösseren Contraction die partielle Oxydation des Stickstoffes wahrscheinlich allein die Schuld trägt. Ist daher die aus den beobachteten unvollständigen Daten berechnete procentische Zusammensetzung auch nicht ganz genau, so kommt sie doch sicher der Wahrheit sehr nahe. Dieselbe ist folgende:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 17·6 |
| Stickstoff | 32·2 |
| Grubengas | 50·2 |
| | 100·0 |

Die Ergebnisse dieser beiden Versuche stimmen mit den vorigen gut überein und bestätigen, dass nach anhaltendem Genuss von Leguminosen die Darmgase reich an Grubengas und äusserst arm an Wasserstoff sind, zum Theil gar keinen Wasserstoff enthalten, und dass mit der Dauer dieser Kost der Gehalt an Grubengas zunimmt, der Gehalt an Kohlensäure dagegen sich vermindert.

### XVI. Versuch.

Nachdem die Versuchsperson eine volle Woche hindurch wieder gemischte Speisen genommen hatte, und die Verdauung sich im normalen Zustande befand, erhielt dieselbe mehrere Tage lang nur Fleischnahrung. Das 24 Stunden nach Beginn dieser Diät gesammelte Gas roch schwach, enthielt aber keinen Schwefelwasserstoff. Die Analyse desselben gab folgende Daten:

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) | 92·7 | + 15·5° | 754·9 | 59·1 | 59·89 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . . | 79·5 | 14·0 | 755·3 | 71·2 | 51·73 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 146·1 | 14·1 | 754·8 | 480 3 | 36·48 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 242·3 | 14·0 | 754·4 | 381·0 | 83·32 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 408·9 | 14·0 | 754·4 | 212·5 | 206·2 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 371·6 | 14·0 | 751·2 | 250·7 | 172·7 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . . . | 348·2 | 14·2 | 747·9 | 273·9 | 156·9 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 517·4 | 14·1 | 747·4 | 105·2 | 316·1 |
| Nach der Verpuffung (trocken) | 393·9 | 13·1 | 746·4 | 227·9 | 194·9 |

Hieraus ergibt sich folgende procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 13·62 |
| Stickstoff | 45·96 |
| Grubengas | 37·41 |
| Wasserstoff | 3·01 |
| | 100·00 |

## XVII. Versuch.

Gas, 24 Stunden später bei unveränderter ausschliesslicher Fleischkost von derselben Versuchsperson gesammelt, fast geruchlos, frei von Schwefelwasserstoff:

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) . | 103·6 | + 13·4° | 746·2 | 47·0 | 67·93 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . . | 90·4 | 13·1 | 749·4 | 60·1 | 59·46 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) . | 112·1 | 13·1 | 745·0 | 514·2 | 23·49 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 186·5 | 13·0 | 744·6 | 438·1 | 52·59 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 372·1 | 13·2 | 744·4 | 251·0 | 171·5 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 353·1 | 13·0 | 744·8 | 271·5 | 155·8 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 336·2 | 13·0 | 750·9 | 288·5 | 148·4 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 518·9 | 13·0 | 750·8 | 106·3 | 319·2 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 406·3 | 13·0 | 750·8 | 217·6 | 202·5 |

Die hieraus berechnete procentische Zusammensetzung ist folgende:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 12·46 |
| Stickstoff | 57·87 |
| Grubengas | 27·58 |
| Wasserstoff . | 2·09 |
| | 100·00 |

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

## XVIII. Versuch.

Abermals 24 Stunden später bei unveränderter Fleischdiät von derselben Versuchsperson entnommenes Gas, fast geruchlos, frei von Schwefelwasserstoff.

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) . | 92·8 | + 13·0° | 750·8 | 60·0 | 60·21 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) | 84·1 | 12·5 | 754·2 | 68·8 | 55·12 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 129·7 | 13·0 | 754·4 | 499·0 | 30·25 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 211·1 | 13·4 | 754·3 | 415·4 | 66·06 |
| Nach Zulassung von Luft (feucht) | 301·1 | 14·0 | 749·3 | 323·9 | 118·8 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 274·3 | 14·0 | 749·3 | 550·8 | 100·9 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . | 254·9 | 14·0 | 751·2 | 371·1 | 92·16 |
| Nach Zulassung von Wasserstoff (tr.) | 424·0 | 14·0 | 750·9 | 200·1 | 222·2 |
| Nach der Verpuffung (feucht) | 323·4 | 14·1 | 750·5 | 301·2 | 134·5 |

Hieraus berechnet sich die procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 8·45 |
| Stickstoff | 64·41 |
| Grubengas | 26·45 |
| Wasserstoff | 0·69 |
| | 100·00 |

Die drei letzten Analysen weisen aus, dass die Darmgase bei Fleischnahrung arm an Kohlensäure und noch ärmer an Wasserstoff sind, und dass der Gehalt an beiden mit der Dauer der Diät abnimmt, dass sie dagegen sehr viel Stickstoff enthalten, dessen Menge von 46 Proc. binnen 24 Stunden auf 58 Proc., und nach weiteren 24 Stunden gar auf 64 Proc. steigt.

Überblickt man die nachfolgend zusammengestellten Resultate dieser ganzen zweiten Versuchsreihe, so überzeugt man sich leicht, dass die Natur der Nahrungsmittel auf die Zusammensetzung der Darmgase den grössten Einfluss übt. Wie das Stickgas bei Fleischnahrung der vorwiegende Gemengtheil ist, so zeigen sich Wasserstoff bei Milchnahrung und Grubengas beim Genuss von Hülsenfrüchten als Hauptbestandtheile derselben. Sodann fällt weiter in die Augen, dass beim Genuss von Fleisch und von Leguminosen die Darmgase äusserst wenig oder gar keinen Wasserstoff enthalten, welcher bei Milchnahrung in so reichlicher Menge erzeugt wird,

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

und dass umgekehrt Grubengas, woran die Gase bei Fleischnahrung und besonders nach dem Genusse von Leguminosen so reich sind, darin bei Milchnahrung ganz fehlt.

Zusammensetzung der analysirten Darmgase nach Genuss von:

| | Milch | | Leguminosen | | | | | Fleisch | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 1*a* | 1*b* | 1 | 2 | 3 |
| Kohlensäure | 16·82 | 9·06 | 34·00 | 38·40 | 21·05 | 35·43 | 17·6 | 13·62 | 12·46 | 8·45 |
| Stickstoff | 38·38 | 36·71 | 19·11 | 10·67 | 18·96 | 21·78 | 32·2 | 45·96 | 57·85 | 64·41 |
| Grubengas | 0·92 | 0·00 | 44·55 | 49·36 | 55·96 | 42·79 | 50·2 | 37·41 | 27·58 | 26·45 |
| Wasserstoff | 43·88 | 54·22 | 2·34 | 1·57 | 4·03 | 0·00 | 0·0 | 3·01 | 2·09 | 0·69 |

Ich halte es für zu gewagt, schon jetzt weitere Schlussfolgerungen aus obigen Beobachtungen zu ziehen. Ehe dieses geschehen kann, müssen noch zahlreiche andere und vielfach modficirte Versuche angestellt und manche Vorfragen beantwortet werden. Zu diesen gehört auch die Frage nach der Zusammensetzung der Gährungsgase der Fäcalstoffe, welche Gase den untersuchten Darmgasen möglicher Weise beigemengt sein konnten; wenn nämlich, was ebenfalls noch zu ermitteln ist, die im Dickdarm verweilenden Contenta in diesem überhaupt eine Gährung erleiden. In der Voraussetzung, dass die künstliche Gährung der Fäcalstoffe der normalen im Dickdarm, falls solche überhaupt vorkommt, analog verläuft, habe ich zur Ermittelung ihrer Zusammensetzung folgende Versuche gemacht.

## XIX. Versuch.

Frische menschliche Fäces wurden in einem mit weiter Öffnung versehenen Glase mit ausgekochtem destillirtem Wasser zur breiigen Consistenz angerührt. In die Öffnung wurde sodann ein Kork mit Gasleitungsrohr luftdicht eingesetzt, welches unter Quecksilber mündete, und darauf das Gefäss auf 25 — 30° C. anhaltend erwärmt.

Nach Verlauf von 2 Stunden begann eine lebhafte Gasentwickelung. Das zuerst entweichende Gas wurde, da es voraussichtlich hauptsächlich aus atmosphärischer Luft bestand, nicht aufgefangen. Eine 18 Stunden später gesammelte Probe enthielt viel Schwefelwasserstoff, war höchst stinkend und gab bei der Analyse einen Kohlensäuregehalt von 56·7 Proc. Brennbare Gase waren nicht beigemengt.

Bei zwei weiteren, je 6 Stunden später aufgefangenen Gasproben war der Kohlensäuregehalt auf 67·0 Proc. resp. auf 69·8 Proc.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

gestiegen. Der Sauerstoff- und Stickstoffgehalt entsprachen keineswegs dem Verhältniss, in welchem sie in der atmosphärischen Luft gemengt vorkommen, die Menge des Sauerstoffes war vielmehr bedeutend geringer. Brennbare Gase waren auch in diesen Proben nicht enthalten.

Eine 48 Stunden nach Beginn der Gährung gesammelte Probe enthielt 76·5 Proc. Kohlensäure und war ganz sauerstofffrei.

Das 24 Stunden später aufgefangene Gas war ebenfalls sehr stinkend und bräunte Bleipapier stark. Die Analyse gab folgende Zahlen:

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) | 123·4 | + 18·0° | 747·7 | 31·3 | 81·17 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . . | 30·9 | 18·0 | 745·4 | 124·4 | 18·00 |
| Nach Behandlung mit pyrogallussaurem Kali (trocken) | 31·2 | 19·0 | 745·0 | 124·1 | 18·11 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) . | 119·0 | 19·0 | 745·0 | 509·0 | 24·44 |
| Nach Zulassung von atmosph. Luft (feucht) | 243·7 | 19·4 | 745·1 | 381·5 | 78·93 |
| Nach Zulassung von Knallgas und der Verpuffung (feucht) | 243·2 | 18·9 | 744·8 | 382·0 | 78·84 |

Eine Schwefelwasserstoffbestimmung wurde nicht vorgenommen, weil durch die lange Berührung mit dem Quecksilber doch ein grosser Theil davon zersetzt war.

Aus obigen Daten berechnet sich folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 77·82 |
| Stickstoff . | 22·18 |
| | 100·00 |

Es ist im hohen Grade unwahrscheinlich, dass jener Stickstoffgehalt von den Fäces selbst herrührt, vielmehr anzunehmen, dass diese bei der Fäulniss ihren Stickstoff als Ammoniak ausgeben, und dass demnach der gefundene Stickstoff von der atmosphärischen Luft abstammt, womit das Gährungsgefäss anfänglich gefüllt war. Um hierüber Gewissheit zu erhalten, habe ich obigen Versuch mit der Abänderung wiederholt, dass das Gefäss, anstatt mit Luft, mit Kohlensäure gefüllt war. Die Gährung des Fäces trat auch hier alsbald ein und verlief ganz wie bei jenem ersten Versuche. Mehrere zu verschiedenen Zeiten genommene Gasproben erwiesen sich als Kohlensäure mit Spuren von Schwefelwasserstoff, aber frei sowohl von Stickstoff wie von brennbaren Gasen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Kohlensäure und Schwefelwasserstoff sind demnach die Gährungsgase der Fäcalstoffe. Ich habe in sehr vielen Fällen beobachtet, dass ein grosser Schwefelwasserstoffgehalt der Darmgase fast immer von einem grossen Kohlensäuregehalt begleitet ist. Am deutlichsten fällt dies bei Versuch VI in die Augen. Das betreffende, von Versuchsperson *B* erhaltene Gas, war unter allen, welche ich analysirte; am stärksten nach Schwefelwasserstoff riechend, und besass zugleich den höchsten Kohlensäuregehalt, welchen ich überhaupt beobachtet habe.

Ich vermuthe, dass diesem Gase von den durch Gährung der Fäces im Dickdarme gebildeten Producten beigemischt war, eine Annahme, deren Wahrscheinlichkeit noch durch den Umstand erhöht wird, dass jenes Individuum öfters an Verstopfung leidet, die Fäcalstoffe bei demselben also länger als gewöhnlich im Dickdarme verweilt haben mochten. Ob dieses gerade damals, als das analysirte Gas gesammelt wurde, der Fall war, kann ich leider nicht genau angeben. Ich werde die Frage, ob die Anwesenheit von Schwefelwasserstoff in den Darmgasen immer von vorausgegangener Fäcalgährung herrührt, später weiter verfolgen, und spreche hier diese Vermuthung nur mit Vorbehalt aus.

Im Begriffe, obige Versuchsreihen zu beenden, wurde ich auf eine von Planer ausgeführte und in den Sitzungsberichten der Wiener k. Akademie, Bd. XLII veröffentlichte Arbeit über die Gase des Verdauungsschlauches und ihre Beziehungen zum Blute aufmerksam gemacht, welche mich veranlasste, noch einige weitere Versuche anzustellen.

Planer hat zur Bestimmung der Zusammensetzung der in den verschiedenen Abtheilungen des Verdauungsschlauches sich erzeugenden Gase Hunde benutzt, welche einige Tage hindurch mit einer bestimmten Art von Nahrungsmitteln gefüttert und hernach getödtet wurden. Das Material zu vergleichenden Analysen der Darmgase des Menschen entnahm er Leichen, bei welchen durch die herrschende Kälte die Fäulniss gehemmt war, nachdem seine Versuche, die im Dickdarme angesammelten Gase lebender Individuen auszupumpen, fruchtlos geblieben waren. Weit entfernt, den Werth von Planer's schöner und mit so grosser Sorgfalt ausgeführter Untersuchung verkleinern zu wollen, kann ich doch die Richtigkeit einiger von Planer daraus gezogenen Schlussfolgerungen nicht anerkennen.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Nachdem Planer durch zahlreiche Analysen die Abwesenheit von Kohlenwasserstoff in allen Hunden entnommenen Gasen constatirt und weiter gefunden hat, dass auch die Gase von mehreren Leichen frei davon waren, findet er zuletzt bei einer Leiche unter abnormen Verhältnissen (Versuch IX der citirten Abhandlung) Grubengas im Dickdarme, und bemerkt hierzu, dass ein sehr langer Aufenthalt der Fäcalstoffe im Darmcanale zur Bildung dieses Gases erforderlich zu sein scheine, und dass dasselbe bei normaler Thätigkeit des Darmes kaum in irgend nennenswerther Menge sich bilden dürfte.

Dass dem nicht so ist, beweisen die Ergebnisse meiner obigen Analysen. Grubengas gehört vielmehr zu den normalen Bestandtheilen des Dickdarmgases beim Menschen. Wenn auch Planer bei zwei Analysen der aus Fäces durch Gährung entwickelten Gase Grubengas und zwar das eine Mal 0·1 Proc. und das andere Mal 0·2 Proc. davon gefunden hat, so gewährt dieses spurenweise Vorkommen desselben der Annahme, dass die Gährung der Fäcalstoffe als die Quelle des Grubengases angesehen werden müsse, sicher keine hinreichende Stütze.

Die vollständige Abwesenheit von Kohlenwasserstoff in den Darmgasen des Hundes gegenüber dem normalen und fast constanten Vorkommen des Grubengases in den Dickdarmgasen beim Menschen ist schwer zu erklären und doppelt beachtenswerth, weil daraus zu entnehmen ist, wie leicht man fehlgeht, wenn man die durch Experimente an Thieren gemachten Erfahrungen zur Beurtheilung analoger Verhältnisse beim menschlichen Körper für massgebend hält. Es wäre denkbar, dass die einem lebenden Hunde entnommenen Dickdarmgase eine andere Zusammensetzung haben, als Planer sie kurz nach dem Tode derselben gefunden hat. So wenig Wahrscheinlichkeit diese Annahme für sich hat, so hielt ich es doch der Mühe werth, die Zusammensetzung der Dickdarmgase von einem lebenden Hunde zu ermitteln. Viele Versuche, die zur Analyse nöthige Menge Gas vom Hunde auf gleiche Weise zu gewinnen, wie ich sie vom Menschen gesammelt habe, misslangen, theils weil das Röhrensystem sich fast regelmässig verstopfte, theils weil die Gasbildung beim Hunde überhaupt viel geringer ist. Den ersteren Übelstand habe ich dadurch zu beseitigen gesucht, dass ich den Hund über 24 Stunden hungern liess und dann eine halbe Stunde vor dem

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Aufsammeln des Gases eine starke Mahlzeit von viel Hülsenfrüchten und Kartoffeln mit nur wenig Fleisch verabreichte. Zur Gewinnung der Darmgase behufs der Analyse habe ich schliesslich mit Erfolg folgendes Verfahren eingeschlagen.

### XX. Versuch.

Ein etwa 300 Millim. langes Katheter wurde in den Mastdarm möglichst weit hinaufgeführt, und nachdem durch dasselbe circa 800 Kub. Centim. atmosphärische Luft eingepumpt waren, der obige zum Aufsammeln benutzte, zugleich mit Quetschhahn versehene Apparat in gewohnter Weise applicirt. Nach Verlauf von 10 Minuten, wo die Gase des Dickdarmes mit der eingepumpten Luft sich hinreichend gemischt hatten, wurde der Quetschhahn geöffnet, worauf das Wasser in dem Recipienten sogleich fiel, und der eintretenden Gasmischung Platz machte. Dieses Gasgemisch war stinkend, aber frei von Schwefelwasserstoff und ergab bei der Analyse folgende Zahlen:

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer mm | Quecksilbersäule über der Wanne mm | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| Angewandtes Volumen (feucht) | 126·6 | + 18·0° | 744·1 | 28·2 | 83·21 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . | 116·6 | 18·0 | 743·3 | 38·4 | 77·11 |
| Nach Absorption des Sauerstoffes (trocken) . | 103·8 | 18·5 | 743·8 | 52·0 | 67·26 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) | 269·5 | 18·6 | 743·8 | 358·4 | 93·23 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 315·8 | 19·0 | 744·0 | 310·1 | 123·0 |
| Nach Zulassung von Knallgas und Verpuffung (feucht) | 306·9 | 18·5 | 743·2 | 319·5 | 117·3 |
| Nach Einbringung der Kalikugel (trocken) | 302·9 | 18·9 | 743·7 | 329·1 | 117·4 |

Hieraus ergibt sich nach Abzug der aus dem gefundenen Sauerstoffgehalt berechneten Menge beigemengter atmosphärischer Luft folgende procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 27·19 |
| Stickstoff | 65·84 |
| Wasserstoff | 6·97 |
| | 100·00 |

### XXI. Versuch.

Von demselben Hunde wurde 48 Stunden später auf gleiche Weise Gas gesammelt. Dasselbe war ebenfalls stinkend, aber frei von Schwefelwasserstoff.

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

| | Beob. Volumen | Temperatur C. | Barometer | Quecksilbersäule über der Wanne | Corr. Vol. bei 0° C. u. 1 Mm. Druck |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | mm | mm | |
| Angewandtes Volumen (feucht) . | 165·3 | + 18·8° | 743·9 | 12·0 | 110·7 |
| Nach Absorption der Kohlensäure (trocken) . | 155·1 | 19·0 | 744·3 | 26·0 | 104·2 |
| Nach Absorption des Sauerstoffes (trocken) . | 137·2 | 19·5 | 744·2 | 44·1 | 89·65 |
| Nach dem Überfüllen (feucht) . . | 315·4 | 19·7 | 744·0 | 310·6 | 122·5 |
| Nach Zulassung von Sauerstoff (f.) | 377·9 | 19·2 | 744·4 | 247·0 | 169·8 |
| Nach Zulassung von Knallgas und Verpuffung (feucht) | 376·4 | 19·0 | 746·6 | 249·0 | 169·4 |
| Nach Einbringung der Kalikugel (trocken) | 370·0 | 19·4 | 746·4 | 255·5 | 169·5 |

Nach Abzug des gefundenen Sauerstoffes und einer der Zusammensetzung der atmosphärischen Luft entsprechenden Stickstoffmenge berechnet sich aus obigen Zahlen folgende procentische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| Kohlensäure | 15·74 |
| Stickstoff | 84·26 |
| Wasserstoff . | Spuren |
| | 100·00 |

Demnach enthalten die Dickdarmgase auch beim lebenden Hunde kein Kohlenwasserstoff, und jene beiden Analysen stimmen also in diesem Punkte, wie überhaupt mit denen von Planer überein, wenn man von dem sehr hohen Stickstoffgehalte absieht, welchen ich gefunden habe. Bezüglich des Ursprunges des letzteren vermuthe ich, dass derselbe von der eingepumpten atmosphärischen Luft abstammt, welche ungeachtet des sehr kurzen Aufenthaltes im Darmcanal doch schon einen grossen Theil ihres Sauerstoffes an die Contente desselben abgegeben zu haben scheint. Diese beachtenswerthe Erscheinung werde ich demnächst weiter verfolgen.

Es sei mir noch gestattet, Herrn Prof. Kolbe, in dessen Laboratorium ich vorstehende Arbeit ausführte, für die anregende Theilnahme, welche er meiner Arbeit schenkte, meinen wärmsten Dank abzustatten.

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse

Jahr/Year: 1861

Band/Volume: 44_2

Autor(en)/Author(s): Ruge Emil

Artikel/Article: Beiträge zur Kenntniss der Darmgase. 739-762