

Studien über den Schwefelsäuregehalt in der Knochenasche.

Von

Carl Th. Mörner in Upsala.

(Der Redaction zugegangen am 28. April 1897.)

Vor etwa fünfzehn Jahren hat Weiske in zwei gleichzeitig erschienenen Aufsätzen¹⁾ seine Untersuchungen über das Vorkommen von Schwefelsäure in dem durch Verbrennung von Knochen erhaltenen, feuerfesten Rückstand dargelegt. Er hat dabei nachgewiesen, dass die natürliche Knochensubstanz — es sei Knochen von Säugethieren, Vögeln oder Fischen — nicht die geringste Spur von Schwefelsäure enthält (I), zu gleicher Zeit fand er aber, dass jede Art Knochen nach Verbrennung der organischen Substanz eine mehr oder weniger schwefelsäurehaltige Asche hinterlässt (II); aus diesen That- sachen schliesst er: „dass dieselbe [Schwefelsäure] erst beim Einäschern durch Oxydation vom Schwefel der organischen Knochensubstanz gebildet worden ist“²⁾, unter welcher Benennung, wie anderswo³⁾ genauer angegeben wird, er das *Collagen* der Knochen versteht (III). Seitdem sind, meiner Kenntniss nach, hierüber keine weiteren Beobachtungen veröffentlicht worden, weshalb ich die Sache wieder aufgenommen und darüber einige Untersuchungen angestellt habe.

In vollem Umfange habe ich dabei die Gemeingültigkeit der beiden ersten Behauptungen Weiske's constatiren können, was die dritte aber betrifft, bin ich zu einer verschiedenen Auffassung gekommen, die ich hier auseinandersetzen will.

1) Diese Zeitschrift Bd. 7 (1882) S. 446—478 „Ueber die Zusammensetzung von Fischschuppen und Fischknöchen“ und „Beitrag zur Knochenanalyse“.

2) I. c. S. 474.

3) I. c. S. 472.

Die Thatsache, dass Weiske von der Methode, die bei der Verbrennung der Knochen Anwendung gefunden hat, nichts erwähnt, deutet darauf hin¹⁾, dass das Einäschern nach üblichem Laboratoriumgebrauch, d. h. in offener Schale über *Gasbrenner* geschehen ist. In Folge dessen will ich die Frage, die ich mir zur Beantwortung vorgelegt, auf folgende Weise genauer angeben: *Worin rührt der Schwefelsäuregehalt der durch Verbrennung über Gasbrenner dargestellten Knochenasche her?* Es wird wohl allgemein bekannt sein, dass Leuchtgas, auch wenn es ganz von Schwefelwasserstoff befreit und in jeder Hinsicht tadellos ist, doch einen gewissen Schwefelgehalt behält; dass dieser Schwefelgehalt aber ansehnlich genug ist, um sich wesentlich als eine Fehlerquelle bei Untersuchungen dieser Art geltend zu machen, ist bisher, meiner Kenntniss nach, nicht genügend beachtet worden.²⁾ Durch zahlreiche Versuche ist es mir vollkommen klar geworden, dass das Einäschern von Knochen oder einem anderen an Basen reichen Material zu fehlerhaften Resultaten führen kann, indem die bei der Verbrennung des Leuchtgases erzeugte Schwefelsäure von den Basen der Asche aufgenommen und zurückgehalten wird. Unter allen Umständen — und besonders bei längerer Dauer des Erhitzens, wie es beim Einäschern von Knochensubstanz nöthig ist — wird der gefundene SO_3 -Gehalt zu hoch, ja sogar ein an sich *schwefelfreier* Stoff wird einen ansehnlichen SO_3 -Gehalt aufweisen können, was ausschliesslich dem Leuchtgas zuzuschreiben ist. Einsicht in diese Verhältnisse gewann ich durch vergleichende Versuche, die mit Verbrennung über *Spiritusflamme* ausgeführt wurden, und von denen einige als Beispiele erwähnt werden mögen:

¹ Diese Annahme wird durch die weiter unten angeführten Untersuchungen weiterhin bestätigt (s. S. 314).

² Wenn auch in 6. Aufl. der „Anleitung zur quant. chem. Analyse“ von Remig. Fresenius, Bd. 2, S. 24, bei der Liebig'schen Schwefelbestimmungs-Methode davor gewarnt wird: „Da durch den Gehalt des Leuchtgases an schwefelhaltigen Substanzen ein Fehler entstehen kann, ist ein Erhitzen über der Berzelius'schen Weingeistlampe dem über einem Gasbrenner vorzuziehen.“

Tabelle A.

1. Rinderknochen¹⁾ 20 gr. in jeder Portion.

a)	Einäschern üb. <i>Spiritusbrenner</i> (6 Stund.):	erhalt. Menge BaSO ₄	0,0135 gr.
b)	.. .. .. (12 Stund.):	.. .. ..	0,0115 gr.
c)	.. .. <i>Gasbrenner</i> (6 Stund.):	.. .. ..	0,0445 gr.
d)	.. .. .. (12 Stund.):	.. .. ..	0,100 gr.

2. Schafknochen²⁾ (jede Portion 20 gr.)

a)	Einäschern üb. <i>Spiritusbrenner</i> (6 Stund.):	erhalt. Menge BaSO ₄	0,010 gr.
b)	.. .. <i>Gasbrenner</i> .. .. ..	.. .. ..	0,050 gr.
c)	.. .. .. (24 Stund.):	.. .. ..	0,187 gr.

3. Calciumcarbonat, chemisch rein (jede Portion 5 gr.)

a)	Ohne Erhitzung:	erhalt. Menge BaSO ₄	0,000 gr.
b)	Erhitzung üb. <i>Spiritusbrenner</i> (6 Stund.):	.. .. ..	0,000 gr.
c)	.. .. <i>Gasbrenner</i> (1½ Stund.):	.. .. ..	0,0255 gr.
d)	.. .. .. (6 Stund.):	.. .. ..	0,0485 gr.
e)	.. .. .. (12 Stund.):	.. .. ..	0,103 gr.
f)	.. .. .. (24 Stund.):	.. .. ..	0,173 gr.

Diese Ergebnisse zeigen, dass der SO₃-Gehalt, welcher in der nach gewöhnlicher Methode über Gasbrenner dargestellten Knochenasche angetroffen wird, grösstentheils auf den Schwefelgehalt des Leuchtgases zurückzuführen ist, und dass die erhaltenen SO₃-Werthe innerhalb weiter Grenzen wechseln werden je nach der Zeit, während deren die zu veraschende Substanz dem Einflusse der aus dem Brenner ausströmenden SO₃-haltigen Gasmischung ausgesetzt gewesen ist. Nur durch das Vorhandensein dieser Fehlerquelle ist es möglich, einen so hohen SO₃-Gehalt in der Asche von Schafknochen zu erreichen, wie Weiske es gethan hat, z. B. für Röhrenknochen vom Schafe durchschnittlich 0,46 % SO₃ für fettfreie Trockensubstanz berechnet; der entsprechende Gehalt bei dem von mir unternommenen Einäschern über *Spiritusbrenner* beträgt nur 0,02 % SO₃ (vergl. Tab. B)³⁾. Dies, meine ich, bestätigt meine obige

1) „Rind I“ s. Tab. B.

2) „Schaf I“ s. Tab. B. Die entsprechenden %-ischen SO₃-Werthe werden: a) 0,02, b) 0,10, c) 0,37.

3) Das Verhältniss, dass die von Weiske und von mir gefundenen Werthe, streng genommen, nicht mit einander unmittelbar vergleichbar sind — jene bezieht sich auf fettfreie, diese auf *fetthaltige* Trockensubstanz — ist, wie man leicht einsieht, in diesem Falle von fast keiner Bedeutung.

Annahme, dass Weiske's SO_3 -Werthe beim Einäschern über dem *Gasbrenner* erhalten sind. Um die Thatsache zu erklären, dass der von mir beim Einäschern mit Hülfe von Leuchtgas, wenn die Erhitzung nicht mehr als 6 Stunden dauerte, für Schafknochen gefundene procentige SO_3 -Werth (0,10 %) sich bedeutend kleiner stellt als der Durchschnittswerth Weiskes (0,46 % SO_3) und erst nach sehr langer Erhitzung (24 Stunden, 0,37 % SO_3) sich demselben nähert, bedarf man weder der Annahme, dass ein beträchtlicher Unterschied des Knochenmaterials oder des Schwefelgehalts des Leuchtgases vorhanden gewesen ist, noch dass Weiske sich einer so langen Erhitzungszeit wie 24 Stunden oder mehr bedient hat, sondern hier dürfte schon die Anwendung ungleicher Materialmengen zur Erklärung der verschiedenen Resultate genügen. Die *absolute* SO_3 -Quantität, die bei Einäschern über *Gasbrenner* erhalten wird, stellt sich nämlich in gewissen Grenzen als von der gebrauchten Materialmenge ziemlich unabhängig, somit kann der *procentige* SO_3 -Werth bei derselben Erhitzungszeit sich verhältnissmässig hoch stellen, wenn die Analyse mit einer kleineren Substanzmenge angestellt worden ist, und umgekehrt.

Mit dem oben Gesagten habe ich zeigen wollen, dass bei der Verbrennung des Leuchtgases erzeugte Schwefelsäure, also Schwefelsäure fremden Ursprungs, in die Knochenasche eindringt. Indessen deuten u. A. die mit *Spiritusbrenner* ausgeführten Einäscherversuche darauf hin, dass das *Leuchtgas* nicht die einzige, wenn auch die hauptsächliche Quelle des SO_3 -Gehalts der Knochenasche ist, denn regelmässig, auch bei Versuchen mit *Spiritusbrenner* — also bei einer Anordnung, die jeder Möglichkeit der Verunreinigung durch fremdes SO_3 ausschliesst — erhält man einen für die verschiedenen Knochenarten wechselnden SO_3 -Gehalt. Für die von mir untersuchten Knochen erwachsener Säugethiere habe ich beim Verbrennen über *Spiritusflamme* nachstehende Werthe erhalten:¹⁾

1) Bei meinen sämtlichen Versuchen wurden folgende Versuchsanordnungen benutzt:

Die *Säugethierknochen* bestanden ausschliesslich aus sorgfältig reinpräparirten Diaphysentheilen von Femur oder Tibia; die *Fischknochen*

Tabelle B.

1 Rind I (etwa 7 Jahre alt)	17.84 gr. Trockensubstanz.
a) Gewöhnliche Spirituslampe.	Erhalt. Quantit. BaSO ₄ 0.0135 gr. % SO ₃ 0.03.
b) Spiritusgebläse.	.. .. . 0.0095 gr. .. 0.02.
2 Rind II (etwa 3 Jahre alt)	17.36 gr. Trockensubstanz.
a) Gewöhnliche Spirituslampe.	Erhalt. Quantit. BaSO ₄ 0.015 gr. % SO ₃ 0.03.
b) Spiritusgebläse.	.. .. . 0.009 gr. .. 0.02.
3 Schaf I (1½—2 Jahre alt)	17.40 gr. Trockensubstanz.
a) Gewöhnliche Spirituslampe.	Erhalt. Quantit. BaSO ₄ 0.010 gr. % SO ₃ 0.02.
4 Schaf II (etwa 1 Jahr alt)	17.52 gr. Trockensubstanz.
a) Gewöhnliche Spirituslampe.	Erhalt. Quantit. BaSO ₄ 0.012 gr. % SO ₃ 0.02.
5. Mensch (ältere Frau)	18.09 gr. Trockensubstanz.
a) Gewöhnliche Spirituslampe.	Erhalt. Quantit. BaSO ₄ 0.011 gr. % SO ₃ 0.02.
b) Spiritusgebläse.	.. .. . 0.006 gr. .. 0.01.

Constant wurde also SO₃ in der Asche dieser Knochen nachgewiesen, wenn auch in sehr geringer Quantität. Unleugbar liegt die Annahme nahe, dass wenigstens *dieser* Theil des

wurden theils vom Kopfe, theils von der Wirbelsäule entnommen, und es wurde genau darauf Acht gegeben, dass alle knorpeligen Theile entfernt wurden. Jede Knochenprobe wurde grob pulverisirt und in mehr oder weniger lufttrockenem Zustande untersucht.

Für Wasserbestimmungen gebrauchte ich 5 gr., für alle übrigen Bestimmungen 20 gr. in jeder Portion, einer Trockensubstanzmenge von 16.5 — 18.09 gr. entsprechend. Die Asche resp. der Röstungsrückstand wurde bei jedem Versuche mit etwa 150 ccm. 5%iger Salzsäure extrahirt; in der filtrirten Lösung, die vor dem Zusatze von Chlorbarium auf ein Volumen von 250 ccm. gebracht wurde, wurde der SO₃-Gehalt nach der gewöhnlichen Methode festgestellt, wobei besonders für vollständige Auswaschung des BaSO₄-Niederschlages gesorgt wurde (anfänglich mit heisser 2%iger Salzsäure, bis die Waschflüssigkeit nicht mehr mit Molybdänflüssigkeit reagirt, um das Bariumphosphat, welches den BaSO₄-Niederschlag verunreinigt, zu entfernen. Das Einäschern, welches immer bis zur vollständigen Weissbrennung der Asche fortgesetzt wurde, fand in Platinaschalen mit einem Durchmesser von 5½ cm. statt, theils über einem gewöhnlichen *Bunsenbrenner*, theils über *Spirituslampe*, wobei bald ein etwa 6ständl. Erhitzen über einer kräftigen gewöhnlichen Spirituslampe, bald etwa 1—2ständl. Erhitzen über *Barthels* vorzüglichem Spiritusgebläse zur Anwendung kamen.

Die procentischen Werthe sind auf fetthaltige Trockensubstanz resp. Knochen angegeben.

SO₃-Gehaltes der Knochenasche den von Weiske vermutheten Ursprung habe, nämlich theilweise Oxydation des im Knochen-collagen enthaltenen Schwefels, aber auch in dieser Hinsicht gibt die genauere Untersuchung eine abweichende Antwort. Die Verbrennung der Knochensubstanz in offener Schale bei Zutritt der Luft ist nämlich keine nothwendige Bedingung für die Bildung des SO₃, vielmehr bildet sich die Schwefelsäure auch dann, wenn das Knochenpulver unter Vermeidung der Glühhitze und des Luftzutritts in geschlossenem Gefässe gelinde erhitzt (geröstet) wird, ja das Resultat ist das gleiche, wenn der Röstungsprozess in Kohlensäure- oder Wasserstoff-Atmosphäre, d. h. unter Umständen, die die Möglichkeit zur SO₃-Bildung durch *Oxydation* ausschliessen, stattfindet. Beachtenswerth ist auch, dass die bei einfacher Röstung ¹⁾ gefundenen SO₃-Werthe mit denen, die bei vollständigem Einäschern aufgewiesen sind, nahe übereinstimmen, was aus einem Vergleich zwischen der folgenden Tabelle und Tabelle B hervorgeht.

Tabelle C

1. Rind I.	Erhaltene Quantität	Ba SO ₄	0,0105 gr.	% SO ₃	0,02.
2. Rind II.	..	..	0,0105 gr.	..	0,02.
3. Schaf I.	..	..	0,008 gr.	..	0,02.
4. Schaf II.	..	..	0,0115 gr.	..	0,02.
5. Mensch.	..	..	0,009 gr.	..	0,02.

Da es also nicht möglich ist, die Entstehung des bei Einäschern oder Röstung nachgewiesenen SO₃ durch partielle Oxydation des Collagen-Schwefels zu erklären, bleibt die Frage zurück: Was ist denn hier das SO₃-erzeugende Material? In

Die Röstungsversuche wurden folgendermassen ausgeführt: Das Knochenpulver wurde in eine mit einem gut anschliessenden Silberdeckel versehene Platinaschale (Durchmesser 6 cm.), die auf einem mit ganz kleinen Gasflammen erhitzten Sandbad ruhte, eingeschlossen und während einiger Stunden schwacher Erhitzung ausgesetzt. Die Schale stand in der Mitte der ¹/₃ Meter breiten Scheibe des Sandbades, wodurch jede nähere Berührung mit den von den kleinen Gasflammen ausströmenden Verbrennungsgasen vermieden wurde. Ausserdem wurde durch Kontrollproben mit reinem Calciumcarbonat constatirt, dass der Inhalt der Platinaschale Verunreinigung durch von aussen kommendes SO₃ nicht ausgesetzt gewesen war.

dieser Hinsicht hat die nach einerlei Gründen ausgeführte Untersuchung einiger *Fischknochen* bemerkenswerthe Fingerzeige gegeben.

Tabelle D.

1. Dorsch. 16.30 gr. Trockensubstanz.	
a) Einäschern üb. Spiritusgebläse. Erhalt. Quant. Ba SO ₄	0.0525 gr. % SO ₃ 0.11.
b) Röstung.	0.066 gr. .. 0.14.
2. Königsfisch ¹⁾ . 17.86 gr. Trockensubstanz.	
a) Einäschern üb. Spiritusgebläse. Erhalt. Quant. Ba SO ₄	0.067 gr. % SO ₃ 0.13.
b) Röstung.	0.0655 gr. .. 0.13.
3. Hecht. 17.50 gr. Trockensubstanz.	
Röstung.	Erhalt. Quant. Ba SO ₄ 0.048 gr. % SO ₃ 0.09.

Wie aus den obigen Ziffern hervorgeht, geben diese *Fischknochen* bei Verbrennung oder Röstung eine offenbar *grössere* SO₃-Quantität als die, welche bei entsprechender Behandlung der oben erwähnten *Säugethierknochen* angetroffen wurde: dieser verhältnissmässig grosse SO₃-Gehalt der *Fischknochenasche* ist auch früheren Forschern nicht entgangen²⁾.

Ein SO₃-Gehalt, einigermaßen grösser als der in der *Knochenasche* von *ausgewachsenen* *Säugethieren* constatirte, wenn auch den der *Fischknochenasche* bei weitem nicht erreichend, wurde bei Untersuchung der *Knochen* von einem sehr *jungen* *Säugethier* aufgewiesen.

Tabelle E.

Rind III (Kalb. Zwei Monate alt. 17.40 gr. Trockensubstanz.	
a) Einäschern; gewöhnliche Spirituslampe.	Erhalt. Quant. Ba SO ₄ 0.021 gr. % SO ₃ 0.04.
b) Einäschern: Spiritusgebläse.	0.015 gr. .. 0.03.
c) Röstung.	0.0185 gr. .. 0.04.

Was die *Fischknochen* anbelangt, habe ich in allen von mir untersuchten Arten (*Dorsch*, *Königsfisch*, *Hecht*, *Zander*, *Rapfisch*) nach der in einem frühern Aufsätze³⁾ von mir be-

1) *Sebastes marinus* L. aus Norwegen.

2) v. Bibra: Chemische Untersuchungen über die Knochen und Zähne. Schweinfurt, 1844 citirt in Lehmann: Lehrbuch der physiologischen Chemie, 1853, Bd. 3, S. 20. Weiske: l. c. S. 472.

3) Diese Zeitschr. Bd. 20.

schriebenen Methode *Chondroitinschwefelsäure* nachweisen und damit auch die Entstehung des in *diesen* Knochen bei Einäschern oder Röstung gefundenen SO_3 darthun können. Alles deutet darauf, dass dies auch für *andere* Knochenarten gilt und dass es sich in den verschiedenen Fällen nur um einen quantitativen Unterschied handelt. Allerdings ist es mir bei einem früheren Versuche¹⁾ nicht gelungen, mit der damals angewandten Methode und Materialmenge das Vorhandensein von Chondroitinschwefelsäure in Knochen eines ausgewachsenen Rindes aufzuweisen, das ist aber nicht zu verwundern, weil die Quantität der Chondroitinschwefelsäure in diesem Falle sehr unbedeutend sein muss, und eine jede Methode natürlich eine Grenze ihrer Empfindlichkeit hat. In dieser Hinsicht habe ich mich schon in dem erwähnten Aufsätze mit Zurückhaltung ausgesprochen.²⁾ Offenbar übertrifft die *indirekte* Methode (Chondroitinschwefelsäure durch die Bildung von SO_3 bei Röstung der Knochen-substanz in geschlossenem Gefässe zu constatiren) an Empfindlichkeit die von mir früher gebrauchte *direkte* Methode, welche darauf beruht, die Chondroitinschwefelsäure zu isoliren und dieselbe mit verschiedenen qualitativen Reactionen zu identifiziren. Uebrigens dürfte der ersten Methode in diesem speciellen Falle (Prüfung der Knochen-substanz) kaum eine schwächere Beweiskraft zuerkannt werden, da meiner Kenntniss nach keine andere schwefelhaltige Verbindung als eine Aetherschwefelsäure im Stande ist, unter der erwähnten Versuchsanordnung SO_3 zu bilden, und unter den Aetherschwefelsäuren die Chondroitinschwefelsäure die einzige ist, an die man in diesem Falle mit einiger Wahrscheinlichkeit denken kann.

Die Aetherschwefelsäurenatur der in den Knochen befindlichen SO_3 -bildenden Substanz ist ferner durch einige Versuche.

1) l. c. S. 361.

2) l. c. S. 359. „In den Fällen, wo die Chondroitinschwefelsäureprüfung bei Benutzung des oben angegebenen Verfahrens und derselben Materialquantität negativ ausgefallen ist (z. B. bei Blut, Knochen, Leber), ist also das Vorhandensein von Chondroitinschwefelsäure ausgeschlossen, soweit es sich nicht um äusserst geringe Spuren handelt, welche, wenn sie überhaupt vorhanden sein sollten, erst bei Bearbeitung grosser Materialmengen zu Tage treten würden.“

in denen ich die Knochensubstanz direkt mit Salzsäure kochte, bestätigt worden. (60 Ccm. 25% ige Salzsäure für jede Knochenportion von 20 gr.) Nach dem Eindampfen auf dem Wasserbade und Auflösung des Rückstands in Wasser liess sich in der filtrirten Lösung stets ein SO_3 -Gehalt nachweisen.

In einigen Fällen, wo die Quantität der auf diese Weise erhaltenen SO_3 -Menge bestimmt wurde, zeigen die SO_3 -Werthe, wenn auch ganz natürlich ein wenig niedriger¹⁾, eine deutliche Correspondenz mit den SO_3 -Werthen, die ich bei Einäschern oder Röstung von Knochen derselben Art erhielt.

Tab. F.

1. Mensch (vgl. Tab. B. u. C.)	Erhaltene Quantität BaSO_4	0.003 gr.	% SO_3	0.01.
2. Rind III (vgl. Tab. E.)	.. .. .	0.0135 ..	% ..	0.03.
3. Dorsch (vgl. Tab. D.)	.. .. .	0.058 ..	% ..	0.11.

Gestützt auf die hier beschriebenen Versuche, glaube ich die oben aufgeworfene Frage in folgender Weise beantworten zu können: *Der SO_3 -Gehalt der durch Verbrennung über Gasflamme bereiteten Knochenasche entsteht in zweifacher Weise; theils rührt er (und in der Regel zum grössten Theil) von dem Schwefelgehalt des Leuchtgases, theils von einem bei verschiedenen Knochenarten wechselnden Gehalt an Chondroitinschwefelsäure her.*

Neben diesem Gegenstand liegt ein anderes Verhältniss, das nur beiläufig mag erwähnt werden. Wie oben gezeigt worden ist, enthalten die verschiedenen Knochen nach der bei gelinder Hitze unternommenen Röstung (in geschlossenem Gefässe) immer eine grössere oder kleinere Quantität SO_3 ; wenn dieser Prozess aber dahin modificirt wird, dass die Erhitzung bis zum Glühen gesteigert wird, liefert die dabei gebildete Knochenkohle bei Extrahirung mit verdünnter Salzsäure kein SO_3 , wohl aber Schwefelwasserstoff. Mit anderen Worten: wenn die Knochensubstanz — sie mag bei Einäschern oder Röstung einen grösseren oder kleineren Prozent SO_3 geben — heftiger Glühhitze in

1) Nach Kochen des Knochens mit Salzsäure enthält die Flüssigkeit organische Substanz (Leimpepton etc.) in reichlicher Menge, deren Vorhandensein bekanntlich die vollständige Ausfällung des Bariumsulfats verhindert.

geschlossener Schale ausgesetzt wird, erhält man in Folge der reducirenden Einwirkung der glühenden Kohle ein SO_3 -freies (wohl aber sulfidhaltiges) Produkt.¹⁾

Beim vollständigen Einäschern dieser Knochenkohle kommt allerdings eine Regeneration von SO_3 auf Kosten des Sulfids zu Stande, diese ist aber nur unvollständig, so dass der dabei erhaltene SO_3 -Werth augenfällig kleiner als der bei direkter Einäscherung des Knochens gefundene Werth wird, was aus den beiden folgenden Fällen hervorgeht.

Von einigen Knochenarten wurde eine Quantität von je 10 gr. erhitzt und nach dem Fortgang der brennbaren Gase einige Minuten in einem geschlossenen Nickelliegel heftig geglüht. Die Knochenkohle wurde in zwei gleiche Portionen getheilt: beide wurden für SO_3 -Bestimmung behandelt, die eine (a) *direkt*, die andere (b) *nach weiterem vollständigen Einäschern* über Spiritusgebläse.

Tab. G.

1. Mensch I (vgl. Tab. B. und C.)

a) Erhaltene Quantität BaSO_4 0,000 gr.

b) 0,002 ..

2. Rind III (vgl. Tab. E.)

a) Erhaltene Quantität BaSO_4 0,000 gr.

b) 0,0095 ..

Hiermit in Zusammenhang steht wohl auch die Thatsache, dass die SO_3 -Werthe, welche ich für Knochenasche bei Benutzung des Spiritusgebläses mit dessen stärkerer Glühung erhielt, in der Regel ein wenig niedriger ausfielen, als diejenigen, die von dem mit geringerer Erhitzung stattfindenden Einäschern über *gewöhnlicher* Spirituslampe herrühren (siehe Tab. B und E).

1) Ein Vorgang, der bekanntlich bei der Sodafabrikation nach Leblanc's Methode Verwendung findet.