

ARCHIV DER PHARMACIE.

CXXXVIII. Bandes drittes Heft.

Erste Abtheilung.

I. Physik, Chemie und praktische Pharmacie.

Chemische Untersuchung des Eisensäuerlings zu Liebenstein;

von

Dr. E. Reichardt in Jena.

Ein mehrmaliger Besuch des in der reizendsten Gegend des Thüringer Waldes gelegenen Bades Liebenstein war die Veranlassung, die schon lange und mit Recht berühmte Heilquelle einer neuen chemischen Untersuchung zu unterwerfen. Besonders der Umstand war maassgebend, dass eine eingehende Untersuchung des Ockers der Quelle, welcher im weiteren Laufe derselben sich so reichlich absetzt, noch nicht vorhanden ist. Mein College, Professor Ludwig hier, untersuchte früher nur eine kleine Menge des Ockers auf Arsen und wies letzteres zuerst in sehr bedeutender Menge darin nach; von Liebig bestätigte fast zu gleicher Zeit dies Resultat qualitativ.

Zufolge dem freundlichen Entgegenkommen des Badearztes Herrn Medicinalraths Dr. Doebner wurden am 21. August des vorigen Jahres (1858) einige Versuche an Ort und Stelle vorgenommen.

Eine Prüfung auf die einzelnen Substanzen — Eisen, Kalk, Talkerde etc. — hielt ich bei den so oft schon

angestellten früheren Versuchen für unnöthig, und nur auf einige fragliche Umstände wurde näher eingegangen. Nach schwachem Ansäuern mit Chlorwasserstoffsäure reagirte Schwefelcyankalium in 1 Litre Wasser nicht auf Eisenoxyd, so dass also, wie immer auch anzunehmen, nur Oxydulsalz vorhanden ist.

Die reichlich Wasser liefernde Quelle (fast 3 Quart. Preuss. pr. Minute) liegt in einer eigends dazu gegrabenen Vertiefung, frei unter schattigen Bäumen. Sie ist bestens gefasst und mit einem Glasdach versehen, um äussere Verunreinigungen abzuhalten. Aus der eingesenkten Röhre entquillt das Wasser und mit demselben eine so reichliche Menge Gas, dass die ganze Quelle sich in fortwährendem schäumenden Wallen befindet; grosse Gasblasen, mehrere Zoll im Durchmesser, entweichen.

Das Gas verlöscht sofort die Flamme von Kerzen oder das Glimmen von Holz etc. Es wurde unmittelbar über der Quelle selbst ein geräumiges Gefäss damit gefüllt und bei der späteren Untersuchung als Kohlensäure, wie nicht anders zu erwarten, erkannt.

Besonders bei trübem, feuchtem Wetter, wie gerade an dem Morgen des angegebenen Tages, besitzt das Wasser und die nächst umgebende Luft einen unverkennbaren Geruch nach Spuren von Schwefelwasserstoff. Die namentlich deshalb aufgefangene Gasmenge zeigte aber bei der Prüfung nicht die mindeste Reaction darauf. Eben so wenig wurde an Ort und Stelle bei grossen Mengen Wassers durch völlig neutrales Nickelchlorid eine Anzeige auf Schwefelalkali erhalten. Essigsaurer Bleioxyd gab nach Neutralisation des Wassers mit reinem Kali einen reichlichen weissen Niederschlag, aber sehr leicht löslich in überschüssiger Salpetersäure und keine Spur einer schwärzlichen Trübung hinterlassend.

Die früheren auf gleiches Ziel gerichteten Untersuchungen haben stets dasselbe Resultat ergeben, so dass der auffallende Geruch von Wasser und Luft bei der schon berührten Witterung wohl eher Kohlenwasserstoff-

verbindungen zuzuschreiben ist, welche aus der Holzeinfassung der Quelle oder auch den Bestandtheilen derselben selbst in so äusserst geringer Menge sich leicht bilden können und die Täuschung hervorrufen.

Eine weitere Prüfung auf Kohlenwasserstoffgase wurde unterlassen, da sie jedenfalls als unwesentlich vor der Hand zu bezeichnen sind.

Das frische Quellwasser ist völlig klar, reagirt auf Lackmustinctur sehr stark sauer, die Menge der freien Kohlensäure entweicht fortwährend in perlenden Bläschen. Der Geschmack ist angenehm, äusserst erfrischend.

Specifisches Gewicht.

Mittelst einer hydrostatischen Wage sofort geprüft, zeigte das Quellwasser ein spec. Gewicht von 1,000, nach längerem Stehen und dem allmäligen Entweichen der freien Kohlensäure wurde das Wasser immer schwerer und gab endlich ein spec. Gewicht von 1,002—1,003.

Temperatur.

Bei 110,5 R. Aussentemperatur erwies das äusserst genaue, noch $\frac{1}{10}$ Grade angehende Thermometer der Badeanstalt die Wärme der Quelle zu 70,9 und 80 R. Die von Liebig in der früheren Untersuchung angegebene Temperatur von 90,9 C. findet hiernach eine neue Bestätigung, und oftmals wiederholte Messungen haben immer gleiches Resultat ergeben. Bei der späteren Berechnung der Kohlensäure ist hier der Einfachheit wegen 100 C. als Temperatur der Quelle angenommen worden.

Behufs der weiteren Untersuchung wurde eine nicht geringe Anzahl mit dem Wasser der Quelle selbst sorgfältig gereinigter Flaschen, im Beisein des Herrn Medicinalraths Doeblner und meiner, unter dem Spiegel der Quelle gefüllt, sofort mit Kork verschlossen und versiegelt.

Kohlensäurebestimmung.

Dieselbe wurde hier auf zweierlei Weise vorgenommen.

Vier grössere Flaschen wurden jede mit $\frac{1}{2}$ Unze Aetzammoniak und 6 Drachmen Chlorbaryum versehen, unter dem Wasserspiegel durch Eintauchen gefüllt und zur späteren Untersuchung wohl verschlossen zu obigen gefügt.

Um aber die Menge der freien Kohlensäure an Ort und Stelle genau zu erforschen, wurden zwei Versuche mit titrirter Kalilösung angestellt und damit das Wasser der Quelle neutralisirt, bis ein bleibender Niederschlag entstand. Die Kalilösung selbst enthielt in 200 Cubik-Centimetern 1 Aeq. = 58,8856 Grm. Kali (*chem. Classif. der einfachen u. zusammenges. Körper von H. Wackenroder, und O = 10*).

a) 1000 Cub.-Centim. = 1 Litre Wasser brauchten bis zur Entstehung eines bleibenden, völlig weissen, jedoch dann sich bald dunkel färbenden Niederschlages 7,05 Cub.-Centimeter der titrirten Kalilauge.

b) Die gleiche Menge Wasser bedurfte bei einem zweiten Versuche 7,00 Cub.-Cent. — Mittel = 7,025.

Da beide Proben so übereinstimmende Resultate ergaben, so konnte von weiteren abgesehen werden.

Die von der Badedirection übernommene Verpackung und Absendung der gefüllten Flaschen langte wohl erhalten hier an; sämtliche Flaschen waren wohl verschlossen und versiegelt.

Specifisches Gewicht.

Wie schon oben erwähnt, war dasselbe an der Quelle 1,000 — 1,002 — 1,003 gefunden worden. Diese Schwankungen der Bestimmung bei kohlensäurereichem und durch längeres Stehen entkohlensäuertem Wasser wurden auch später bestätigt.

Die Bestimmungen geschahen nur durch Wägen in wohl gefülltem Glase.

a) Das sofortige Wägen des vollständig noch mit Kohlensäure übersättigten Wassers ergab ein spec. Gew. von 0,999294.

b) Nach zweistündigem ruhigem Stehen hatte sich im Innern des Glases eine nicht-kleine Menge kohlen-saures Gas ausgeschieden; von Neuem mit gleichfalls gestandenem Wasser erfüllt, war das specif. Gewicht = 1,0015.

c) Nach 24stündigem Stehen zeigte das wiederum gefüllte Glas ein specif. Gewicht von 1,0019.

Spätere Wägungen des ruhig aber offen gestandenen Wassers ergaben keine weitere Aenderung.

v. Liebig fand das spec. Gewicht = 1,0025.

Chemische Untersuchung.

Die geschichtliche Entwicklung der bisher vollführten chemischen Analysen will ich füglich hier übergehen, da dieselben sehr ausführlich schon von H. Wackenroder (*Analyse des Liebensteiner Mineralwassers; Neues Jahrbuch der Chemie u. Physik v. Schweigger-Seidel, 1832, Bd. V. S. 1 ff.*) gegeben worden ist. Die früheren Analysen bis auf die Untersuchung von H. Wackenroder betreffen übrigens auch eine andere Quelle, über welche ein Tempel erbaut ist und welche nicht mehr angewendet wird.

Die jetzt im Gebrauche sich befindende Quelle, weit mehr ausgezeichnet durch die grössere Menge Kohlensäure, liegt mehrere Schritte von der oben erwähnten entfernt, und die einzige bis jetzt veröffentlichte Analyse ist diejenige von v. Liebig im Jahre 1847 (*Annal. der Chem. u. Pharm. Bd. LXVIII. S. 221*).

Die Untersuchung selbst wurde auf zweierlei, sich gegenseitig controlirende Art unternommen. Eine bedeutende Menge Wasser wurde bei 110° C. zur Trockne verdunstet und der trockne Rückstand mit Wasser, Chlorwasserstoffsäure etc. behandelt. Zweitens wurden, wenn nöthig, für jeden Bestandtheil noch besondere Bestimmungen direct aus dem Wasser veranstaltet und so ein die Genauigkeit des Resultats sichernder Gegenversuch erhalten.

Die erste Weise, des Verdunstens einer ziemlichen Menge Wassers zur Trockne und die daraus folgende Eintheilung in in Wasser und in Chlorwasserstoffsäure lösliche Theile und Rückstand ist leider in neuerer Zeit von mehreren Analytikern nicht beachtet worden, obgleich sie unbedingt nöthig ist, um nur einigermaassen Sicherheit bei den später auszuführenden Berechnungen der Salze zu erhalten.

Die im Gegensatz zu dieser Methode oft beliebte directe Bestimmung der einzelnen Bestandtheile in besonderer Analyse bietet zwar sonst genauere Resultate, hindert aber bedeutend die Einsicht in die Vertheilung von Säuren und Basen, in die nothwendigsten Factoren für die Beurtheilung der Aerzte, denen nur die Angabe der eigentlichen Salze nützen kann. Eine Vereinigung beider Methoden dürfte demnach die Fehler gegenseitig heben und die sichersten Resultate versprechen.

Die in sehr kleiner Menge anwesenden Substanzen, wie Jod, Brom, Lithion etc., beanspruchen natürlich stets besondere und vorsichtige Versuche.

Bei der Berechnung der Salze entscheidet nur der Grad der Löslichkeit derselben, die Stärke der chemischen Verwandtschaft unter den gegebenen Verhältnissen, und schliesse ich mich völlig dem von Wiggers in seiner vortrefflichen Untersuchung der Pyrmonter Eisensäuerlinge (Hannover, Hahn'sche Hofbuchhandlung 1857) S. 34 und 36 vorgeführten Grundzügen an.

Desgleichen stimme ich ganz bei, dass die Berechnung einer halb und ganz gebundenen Kohlensäure der wissenschaftlichen Begründung völlig entbehrt (wie oben S. 28 u. 29), besonders da neuere Untersuchungen, welche später noch erörtert werden sollen, ganz andere Anschauungen hier gegeben haben.

Die früher schon übliche Berechnung auf doppelt-kohlensaure Salze ist deshalb vorzuziehen, weil dem Arzte, dem gerade diese Analysen die wichtigsten sein müssen, indem sie ihm ein Urtheil über die Wirkung

der Quelle begründen helfen sollen, eine allgemeine Uebersicht geboten wird. Die Umrechnung der einfach-kohlensauren Salze oder gar, wie es selbst in neuester Zeit mitten unter der Angabe der andern Salze figurirt (*Analyse des Eisenwassers von Niedernau von Scheffer, Canstatt's Jahresber. 1851. Bd. V. S. 115*) des Eisenoxys in doppelt-kohlensauren Verbindungen kann füglich dem Arzte nicht zugemuthet werden.

I.

2250 Grm. Wasser wurden bei 110° C. zur staubigen Trockne verdunstet und der Rückstand mit reinem Wasser mehrmals behandelt, bis nichts Merkliches mehr gelöst wurde.

Das Filtrat wurde mit Wasser bis zu 100 Cub.-Cent. verdünnt und in zwei gleiche Portionen zu 50 Cub.-Cent. getheilt, die eine zur Bestimmung von Kieselsäure (es war eine geringe Menge auch hier zugegen), Chlor, Schwefelsäure und Talkerde verwendet (Kalk war nicht in wässriger Lösung vorhanden), in dem andern Theil Kali und Natron, aus den in Chloride verwandelten Salzen ermittelt.

Dieser letztere Theil wurde deshalb durch Verdunsten stark concentrirt — die Flüssigkeit reagirte dann noch völlig neutral —, durch Barytwasser Talkerde und Schwefelsäure und aus dem Filtrate der überschüssige Baryt durch kohlensaures Ammoniak entfernt. Das nunmehrige Filtrat wurde mit Chlorwasserstoffsäure angesäuert zur Trockne verdunstet, der Rückstand gegläht und gewogen. Die Bestimmung des Kaliums geschah dann durch Platinchlorid.

Der in Wasser unlösliche Theil des Abdampfrückstandes wurde hierauf mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure schwach angesäuert und vorsichtig bei 100° C. bis zur staubigen Trockne verdunstet, dann wieder mit verdünnter Chlorwasserstoffsäure und wenig Salpetersäure aufgenommen. Es hinterblieb hierbei völlig farblose Kiesel-

säure, welche sich nicht vollständig in Kalilauge löste. Der Rückstand war wenig Quarzsand, jedenfalls in dem stark bewegten Wasser mit aufgerissen; Strontian oder Baryt oder Schwefelsäure waren in ihm nicht vorhanden, ebenso fehlte völlig die gewöhnliche Beimengung von organischen Substanzen.

In der sauren Lösung wurden, der bekannten Reihenfolge nach, Schwefelsäure, Eisenoxyd, Thonerde, Manganoxydoxydul, Kalk und Talkerde bestimmt und erstere natürlich als schwefelsaurer Kalk in Rechnung gebracht.

II. Prüfung auf Substanzen in kleinen Mengen.

A. 2275 Grm. Wasser wurden wie früher verdunstet und der trockne Rückstand mit Wasser behandelt. Die erhaltene wässrige Lösung (150 Cub.-Cent.) wurde in drei Portionen (zu 50 Cub.-Cent.) getheilt und diese zu besonderen Untersuchungen verwendet.

a) 50 Cub.-Cent. gaben 0,337 Grm. weissen Salzkückstand bei 110° C. getrocknet und gewogen. Nach Wiederauflösen und langsamem Verdunsten schieden sich Krystalle ab, denen des Bittersalzes sehr ähnlich. Mit Salzsäure angesäuert und auf Borsäure geprüft, konnte keine Reaction darauf erhalten werden.

Hierauf wurde Chlor eingeleitet und auf Brom geprüft, jedoch auch dieses nicht gefunden.

b) Ein zweiter Theil wurde wie früher durch Barytwasser, kohlen-saures Ammoniak und endlich Salzsäure in Chloride verwandelt und diese nach dem Glühen gewogen. Hierbei zeigte sich bei anfangendem Glühen eine unbedeutende Bräunung von in Zerstörung begriffenen organischen Substanzen. Die in wenig Wasser wieder aufgenommenen Chlorüre gaben mit reinem Aetznatron und phosphorsaurem Natron keine Trübung von etwa noch vorhandener Talkerde. Bei dem weiteren Concentriren schieden sich aber kleine Mengen phosphorsaures Lithion ab, welche abfiltrirt, mit ammoniakalischem Wasser ge-

waschen und nach dem Glühen als $3\text{LO}, \text{PO}^5$ in Rechnung kamen.

c) Die dritte Portion wurde gleichfalls in Chloride verwandelt und ein Mal die organische Substanz durch ihr bekanntes Verhalten gegen Kupferoxyd als Quell- und Quellsatzsäure erkannt, dann der Rückstand der trocknen und geglühten Chloride mit absolutem Alkohol ausgezogen. Der Auszug brannte nach dem Entzünden und Umrühren mit der charakteristischen rothen Färbung des Chlorlithiums.

Die Menge der Quell- und Quellsatzsäure war hier zu gering, als quantitativ bestimmt zu werden. Baumann (*Archiv der Pharm.* 1844. Bd. 40. S. 271 ff.) fand diese organischen Säuren zuerst und bestimmte auch damals die Menge derselben, freilich in der früher im Gebrauche sich befindenden Quelle. Im Allgemeinen zeichnet sich das Liebensteiner Eisenwasser durch grosse Reinheit hinsichtlich der organischen Substanzen aus, wie später noch deutlich hervortreten dürfte.

Der in Wasser unlösliche Theil des Abdampfrückstandes der 2275 Grm. Wasser wurde hier besonders zur nochmaligen Bestimmung der Kieselsäure benutzt.

B. 660 Grm. Wasser wurden mit reiner Schwefelsäure stark angesäuert und längere Zeit destillirt, das übergehende Destillat reagirte schwach sauer, die Menge der übergegangenen Säure war aber äusserst gering, da wenige Tropfen Barytwasser zur Neutralisation ausreichten. Die so gewonnene geringe Menge Salz enthielt keine Salpetersäure, wenig Salzsäure und sehr wenig organische Säure, dem Verkohlen und Verbrennen nach eine Fettsäure.

Da jedenfalls die Menge sehr gering war, so wurde nicht weiter darauf Rücksicht genommen. Scheerer hat in neuester Zeit in dem Wasser von Brückenu (*Ann. Ch. Pharm.* XCIX. 257; *Jahresber. v. Liebig u. Kopp*, 1856. S. 767) Ameisensäure, Buttersäure, Propion- und

Essigsäure nachgewiesen; jedoch auch in sehr unbedeutenden Quantitäten.

Nach Beendigung der Destillation mit Schwefelsäure wurde der Rückstand in der Retorte mit reinem Natron bis zum starken Vorwalten versetzt und nun von Neuem destillirt, um etwa vorhandenes Ammoniak in der vorgelegten Salzsäure aufzufangen.

Es wurden weder Ammoniakdämpfe bemerkt, noch eine Reaction mittelst Platinchlorids in dem concentrirten, vorher schon mit Platinchlorid versetzten Destillate erhalten.

C. 1000 Grm. Wasser wurden mit Salzsäure schwach angesäuert, wenig Stärke zugefügt und dann eine gleichfalls unbedeutende Menge schwefliger Säure. Weder vor noch nachher konnte eine Jodreaction erhalten werden.

Das bei der Bestimmung des Chlors erhaltene Chlorsilber löste sich leicht und vollständig in Ammoniak auf.

Die bei der wässerigen Auflösung des Abdampfrückstandes erhaltenen Salze waren mit Braunstein und Schwefelsäure erhitzt und durch Stärkepapier auf Jod und Brom geprüft worden, ohne positives Resultat.

Ammoniak, Salpetersäure, Borsäure, Brom und Jod wurden demnach in den hier zur Untersuchung gezogenen Mengen Wassers nicht gefunden, dagegen Quellsäure und andere organische, nicht näher bestimmte Säuren.

III. Directe Controlbestimmungen der einzelnen Bestandtheile.

Nicht zu vermeiden ist es, dass bei genauen Arbeiten der Trennung einer Reihe von Substanzen von diesen etwas weniger erhalten wird, als in der That vorhanden ist. Die mit möglichster Umgehung solcher zusammengesetzten Scheidungen angestellten Bestimmungen werden daher fast immer etwas höhere Resultate, wie früher, ergeben. Jedoch ist hierbei die grösste Vorsicht anzuwenden. Die Methoden, welche für die Analyse der Mineralwässer, der Aschen etc. etc., vorliegen, sind meist mit

grösster Umsicht ausgearbeitet und hierdurch anwesende Substanzen nicht leicht vernachlässigt worden. Bei der directen Scheidung geschieht es aber zu leicht, dass der Zusatz irgend eines Fällungs-, Neutralisationsmittels nicht nach der ganzen Tragweite der Einwirkung ermessen wird und in Folge davon die directe Scheidung ungenauere Resultate ergiebt, als die ordnungsgemässe, wohl erwogene Trennung von Gemischen. Jedenfalls ist hier unbedingt nachzusehen, ob die erhaltene Substanz in reinem Zustande, wie gewünscht, vorliege.

Eisen. Die controlirende Bestimmung wurde hier auf zweierlei Art vollführt.

1) Bei längerem Stehen des Wassers hatte sich das Eisen vollständig in der Form des Oxydhydrats abgeschieden und konnte so direct durch Filtriren gewonnen werden. Das nach dem Glühen gewogene Eisenoxyd war frei von Mangan und Kieselerde und erwies sich überhaupt ganz rein.

2) Bei der Bestimmung der Kohlensäure durch Chlorbaryum und Aetzammoniak befand sich natürlich im Niederschlage auch alles frühere Eisenoxydul und zwar, wenigstens nach dem Lösen in Säure, als Oxyd. Nach Ermittlung der Kohlensäure wurde dann durch Ammoniak das Eisenoxyd gefällt und bestimmt. Dieses enthielt jedoch noch Manganoxydoxydul und namentlich viel Kieselsäure, welche nach dem Wiederlösen in Salzsäure und Abdampfen zur Trockne etc. völlig weiss und charakterisirt durch die bekannten Reactionen hinterblieb.

Beispielsweise bestanden 0,061 Grm. derartig abgeschiedenes Eisenoxyd aus:

| | |
|-------------|------------------|
| 0,0394 Grm. | Eisenoxyd |
| 0,0032 " | Manganoxydoxydul |
| 0,0015 " | Thonerde |
| 0,0165 " | Kieselerde |
| <hr/> | |
| 0,0606 Grm. | |

Durch einfachen Zusatz von Aetzammoniak kann also hier nie reines Eisenoxyd abgeschieden werden, wenn nicht vorher namentlich die Kieselsäure auf sorgfältigste Weise entfernt ist.

Mangan. Die Scheidung desselben vom Eisen geschah durch Fällen des letzteren aus stark salzsaurer, verdünnter Lösung mit vorsichtig bis zum schwachen Ueberschuss zugefügtem kohlensauren Natron, jedoch führte die Prüfung des freiwillig abgeschiedenen Eisenoxyds auf Mangan und die gänzliche Abwesenheit des letzteren hierbei, auf eine, wenigstens hier auszuführende directe Ermittlung.

Das jedenfalls hier anzunehmende kohlensaure Manganoxydul ist weit leichter löslich in freier Kohlensäure, als das correspondirende kohlensaure Eisenoxydulsalz, während nun das Eisen sich sehr bald als Oxydhydrat abscheidet, bleibt das Mangansalz noch vollständig in Lösung und kann durch unterchlorigsaures Natron, wie bekannt, gefällt werden.

Der Gehalt an Mangan gewinnt dadurch bei den Mineralwässern eine erhöhte Bedeutung, indem besonders bei dem zu Bädern zu verwendenden Wasser, welches trotz aller Vorsicht doch Eisen in Menge, bei dem Erwärmen, abscheidet, das dem Eisen sonst so nahe stehende Mangan noch gelöst und in Wirkung bleibt.

In Liebig's früherer Analyse ist die Bestimmung des Mangans nicht ausgeführt und so dasselbe wahrscheinlich mit in dem Eisen enthalten.

Sehr leicht kann die Anwesenheit nach obiger Angabe bewiesen werden, indem man zu, durch längeres Stehen vom Eisen befreitem Wasser unterchlorigsaures Natron giebt, welches sehr bald die dunkelbraune Färbung hervorruft, welcher dann die Ablagerung des Manganhypoxyds folgt.

Kalk und Talkerde. Dieselben wurden, wie überall, nach einander aus der schwach ammoniakali-

schen, salmiakhaltigen Flüssigkeit durch oxalsaures Ammoniak und phosphorsaures Natron gefällt.

IV. Kohlensäurebestimmung.

Wie früher angegeben, waren mehrere Flaschen mit Ammoniak und Chlorbaryum versehen an der Quelle sofort mit Wasser angefüllt worden.

Der Ueberschuss des Barytsalzes in dem Filtrat erwies, dass alle Kohlensäure sicher gebunden war und sich entweder als kohlensaurer Baryt oder kohlensaure Kalk- und Talkerde im Niederschlage befand. Das Ganze wurde demnach durch Filtration geschieden und in dem mit ammoniakalischem Wasser gut gewaschenen Niederschlage die Menge des kohlensauren Baryts durch Lösen desselben in Chlorwasserstoffsäure und Fällen durch Schwefelsäure als schwefelsaurer Baryt bestimmt.

Diese Bestimmungsweise ist sicher diejenige, welche am leichtesten ohne Fehler ausgeführt werden kann. 1 Aeq. BaO , SO^3 entspricht dann 1 Aeq. CO^2 .

In dem durch Ammoniak und Chlorbaryum erzeugten Niederschlage befindet sich aber natürlich auch sämtliche vorhandene Schwefelsäure als schwefelsaurer Baryt, das Eisenoxyd, Manganoxydoxydul, so wie auch Kalk und Talkerde als einfach-kohlensaure Salze und um die gesammte Menge der vorhandenen Kohlensäure zu erhalten, müssen letztere mit in Rechnung kommen.

Jedoch findet, namentlich bei längerem Stehen der ammoniakalischen Mischung, eine völlige oder auch nur theilweise Umsetzung statt, indem kohlensaurer Kalk und kohlensaure Talkerde in verschiedener Menge ihre Bestandtheile mit dem noch überschüssig vorhandenem Chlorbaryum umtauschen, die kohlensaure Talkerde leichter als die gleiche Kalkverbindung. Daher muss entweder die saure Lösung, woraus der Baryt durch Schwefelsäure gefällt war, auf Kalk- und Talkerde geprüft werden und die den gefundenen Mengen entsprechende Kohlensäure zu der durch Baryt erhaltenen zugezählt, oder Kalk- und

Talkerde im ammoniakalischen Filtrate aufgesucht werden. Da die Gesammtmenge der kohlensauen Kalk- und Talkerde durch die spätere Berechnung bekannt ist, so ist diese Correctur mit grösster Sicherheit zu bewerkstelligen.

Bei zwei Prüfungen auf Kohlensäure hatte sich die Talkerde vollständig in lösliches Chlormagnium umgesetzt, der Kalk nur theilweise.

Resultate der Analyse.

Auf 1000 Theile Wasser berechnet.

Schwefelsäure.

a) In wässriger Lösung:

1) 0,1307 Grm.

2) 0,1304 „

b) In saurer Lösung:

0,00595 „

} = 0,1365 Grm.

Directe Bestimmung = 0,13706 Grm.

Chlor.

In wässriger Lösung 0,15054 Grm. } Mittel =

Directe Bestimmung 0,15576 „ } 0,15315 Grm.

Kohlensäure.

1) 3,1088 Grm. { Mittel = 3,0732 Grm.

2) 3,0376 „ }

Kieselsäure.

In wässriger Lösung 0,00266 Grm.

„ saurer „ 0,02489 „

0,02755 Grm.

Directe Bestimmung = 0,02813 „

Alkalien.

Lithion = LO = 0,00150 = LCl : 0,00433 Grm.

Chlorkalium = 0,00443 0,00443 „

Chlornatrium = 0,25604 0,25604 „

0,26480 Grm.

Direct gefundene Menge der Chloride = 0,2554 Grm.

Die Differenz liegt jedenfalls in dem bei der Scheidung mit Barytwasser nicht zu vermeidenden Verluste.

Talkerde.

| | | |
|----------------------|-----------|------|
| In wässeriger Lösung | 0,06202 | Grm. |
| „ saurer | „ 0,06444 | „ |
| | 0,12646 | Grm. |

Direct gefunden..... 0,1255 „

Kalk.

In saurer Lösung..... 0,2427 Grm.

Directe Bestimmung .. 0,2441 „

Manganoxxydoxydul.

Directe Bestimmung = 0,005 Grm.

Eisenoxyd.

| | | | |
|--------------------------------|---------|------|-------------------------------|
| In saurer Lösung gefunden..... | 0,03600 | Grm. | } Mittel = 0,03879 Grm. |
| Direct bestimmt | 0,03788 | „ | |
| Bei der Kohlensäurebestimmung | 0,04249 | „ | |

Thonerde.

Bei dem Eisenoxyd erhalten = 0,0008 Grm.

Dieselbe zeigte bei dem Glühen deutlichen Arsen-
geruch, so dass sie, wie auch nach den späteren Resul-
taten der Ockeranalyse zu erwarten, sicher arsenige oder
Arsensäure enthielt. Die Menge war zur quantitativen
Bestimmung zu gering.

Die Resultate zusammengestellt ergibt dies:

| | | |
|-------------------------|--------|------|
| Chlor..... | 0,1531 | Grm. |
| Schwefelsäure..... | 0,1365 | „ |
| Kieselsäure | 0,0275 | „ |
| Kohlensäure | 3,0732 | „ |
| Lithion..... | 0,0015 | „ |
| Kali..... | 0,0028 | „ |
| Natron | 0,1361 | „ |
| Talkerde | 0,1265 | „ |
| Kalk | 0,2427 | „ |
| Manganoxxydoxydul | 0,0050 | „ |
| Thonerde..... | 0,0008 | „ |
| Eisenoxyd | 0,0388 | „ |

Auf Salze berechnet nach der stets beobachteten
Scheidung der im Wasser löslichen und unlöslichen Theile
des Abdampfrückstandes des Mineralwassers stellen sich
die Bestandtheile folgend:

A. In Wasser löslich:

| | |
|--------------------------|-------------|
| Chlornatrium..... | 0,2471 Grm. |
| Chlorlithium..... | 0,0044 " |
| Schwefelsaures Kali..... | 0,0052 " |
| Schwefelsaures Natron... | 0,0109 " |
| Schwefelsaure Talkerde.. | 0,1841 " |

 0,4517 Grm.

Direct bestimmte Salzmenge = 0,4444 "

Letztere war ein wenig zu stark erhitzt und dadurch wahrscheinlich eine geringe Zersetzung herbeigeführt worden.

B. In Wasser unlöslich:

| | | |
|-------------------------------------|-------------|-------------|
| Schwefelsaurer Kalk..... | 0,0295 Grm. | Kohlensäure |
| Doppelt-kohlensaurer Kalk..... | 0,5910 " | 0,3605 Grm. |
| Doppelt-kohlensaure Talkerde..... | 0,2037 " | 0,1327 " |
| Doppelt-kohlensaures Manganoxydul | 0,0124 " | 0,0069 " |
| Doppelt-kohlensaures Eisenoxydul... | 0,0775 " | 0,0426 " |
| Thonerde..... | 0,0008 " | 0,5427 Grm. |
| In Kali lösliche Kieselerde..... | 0,0275 " | |

 0,9424 Grm.

In Wasser lösliche Theile... 0,4517 Grm.

" " unlösliche " 0,9424 "

 1,3941 Grm.

Wird die Hälfte der zur Bildung der doppelt-kohlensauren Salze nöthigen Kohlensäure abgerechnet, um den bei 110° C. zurückbleibenden Rückstand des Wassers nahe zu kommen, so ergibt dies:

| | |
|------------------------|-------------------|
| | 1,3941 Grm. |
| | — 0,2713 " |
| | <hr/> 1,1228 Grm. |
| Aufgeschlämmter Sand — | 0,0069 " |
| | <hr/> 1,1297 Grm. |

Directe Controle = 1,1749 "

Der Ueberschuss rührt von bei 110° C. noch nicht entweichendem Wasser her, so wie auch, dass die Zahlen von Mangan und Eisen wegen der Annahme einfach-kohlensaurer Salze noch differiren.

Berechnung der Kohlensäure.

Die gefundene Menge Kohlensäure beträgt 3,0732 Grm.

Die zur Bildung doppelt-kohlensaurer Salze
verbrauchte..... 0,5427 „
2,5305 Grm.

Bei Normalbarometerstand (0,760 M.) und 10° C. Temperatur — Temperatur der Quelle bei der Füllung — sind obige 2,5305 Grm. = 1327,2905 Cub.-Cent.

Bei dieser Umrechnung des Gewichtes von Kohlensäure in Volumen wurde bis jetzt immer die frühere Zahl Regnault's angewendet, dass 1 Grm. Kohlensäure bei Normaldruck und Temperatur den Raum von 503,27 Cub.-Cent. einnehme.

Regnault fand aber später bei erneuten Versuchen, dass 1 Litre Kohlensäuregas bei Normaldruck und Temperatur 1,977414 Grm. wiege. (*Relations des experiences entreprises — pour determiner les principales lois physiques etc. Paris 1847; Jahresber. von Liebig u. Kopp. 1847/48. S. 390.*)

Hiernach nimmt 1 Grm. Kohlensäuregas nicht den Raum von 503,27 Cub.-Cent. ein, sondern 505,711 Cub.-Cent.; obige Berechnung ist darnach gestellt.

v. Liebig berechnet in der Analyse des Mineralwassers von Liebenstein (*wie oben S. 228*) 2,34292 Grm. Kohlensäure bei 0,760 M.B. und 9,9° C. Temperatur = 1611 Cub.-Cent. Nach dem frühern Ansatz sind es aber nur 1222,5 Cub.-Cent., wenn der Ausdehnungscoefficient der Kohlensäure = 0,003719 (Regnault) angenommen wird.

Gleich am Eingange dieser Arbeit wurde bemerkt, dass an der Quelle auch diejenige Menge der Kohlensäure bestimmt worden sei, welche neutralisirt werden könne, bevor ein bleibender Niederschlag durch Alkali entstehe.

Die wirklich freie, d. h. überschüssige Kohlensäure ist so allein sicher zu erfahren.

Das Resultat war, dass 1 Litre Wasser von der Quelle bei zwei Versuchen an titrirter Kalilösung verbrauchte:

$$\left. \begin{array}{l} 1) - 7,05 \text{ Cub.-Cent.} \\ 2) - 7,00 \quad \quad \quad \text{"} \end{array} \right\} \text{Mittel} = 7,025 \text{ Cub.-Cent.}$$

Die angegebene Stärke der Kalilösung wurde durch Normalkleesäure nochmals titirt und die Berechnung modificirt.

Die wirklich freie, d. h. völlig im Ueberschuss vorhandene Kohlensäure beträgt so in 1 Litre = 1000 Grm. Wasser 0,8887 Grm.

Ein Resultat, welches von den bisherigen Annahmen und Berechnungen vollständig abweicht; jedenfalls ist erwiesen, dass, um die in diesem Wasser gelösten Bestandtheile in klarer Lösung zu halten, weit mehr Kohlensäure nöthig ist, als die bisher stets angenommene Bildung zweifach-kohlensaurer Salze erfordert.

Bineau und Lassaigne haben in neuester Zeit über gleichen Gegenstand, d. h. über die löslichen kohlensauern Salze, besonders der Erdalkalien Untersuchungen angestellt. (*Ann. de Chim. et de Phys. Tom. LI. pag. 290 etc.; diese Zeitschrift, Bd. 97. S. 312.*) Lassaigne geht so weit, das in Wasser gelöste Kalksalz als CaO , 6 CO_2 darin anzunehmen.

Die wie bisher berechnete Menge der freien Kohlensäure beträgt hier, wie oben angeführt, die beträchtliche Quantität von 2,5305 Grm. pro 1 Litre = 1000 Grm., ziehen wir die gefundene, thatsächlich überschüssige Menge Kohlensäure = 0,8887 Grm. ab, so bleiben noch übrig = 1,6418 Grm. oder fast genau das Dreifache der schon zur Bildung der doppelt-kohlensauern Salze verbrauchten Kohlensäure. $3 \times 0,5427 = 1,6281$.

Dies würde demnach ergeben, dass achtfach-kohlensaure Salze in Lösung anzunehmen wären und die Menge der seit einiger Zeit beliebten sogenannten halbgebundenen Kohlensäure ist sicher weit bedeutender, als man sie, ohne allen wissenschaftlichen Beweis, angab, öfters

wohl gar, um das Volumen der gasförmigen Kohlensäure auf Kosten der Wissenschaft zu erhöhen.

Der hier angestellte Versuch fordert zu weiteren genauen Proben bei anderen Mineralwässern auf, da ja auch *a priori* ausgesprochen werden muss, dass die verschiedenen hier vorhandenen kohlensauren Salze des Kalkes, der Talkerde, des Mangan- und Eisenoxyduls in sehr verschiedener Menge der Kohlensäure zur wirklichen klaren Lösung bedürfen und daher werden jetzt weitergehende Schlussfolgerungen vermieden.

Bei der Bestimmung des Eisens wurde schon angegeben, dass das kohlensaure Eisenoxydul sich zuerst allein zerlege, während das Mangansalz noch lange von der Kohlensäure in Lösung gehalten wird u. s. w.

In der Aufführung der Resultate sind hier wegen der besseren Uebersicht mit anderen Analysen die früheren Annahmen von doppelt-kohlensauren Salzen beibehalten worden.

Die Bestandtheile des Liebensteiner Eisensüerlings sind nach diesen Resultaten folgende:

| | In 1000 Grm. | In 1 früh. preuss. Handelspfunde = 7680 Gran |
|---|--------------------------|--|
| Chlornatrium | 0,2471 Grm. | 1,8974 Gran |
| Chlorlithium | 0,0044 " | 0,0340 " |
| Schwefelsaures Kali | 0,0052 " | 0,0398 " |
| Schwefelsaures Natron | 0,0109 " | 0,0839 " |
| Schwefelsaure Talkerde | 0,1841 " | 1,4135 " |
| Schwefelsaurer Kalk | 0,0295 " | 0,2266 " |
| Doppelt-kohlensaurer Kalk | 0,5910 " | 4,5390 " |
| Doppelt-kohlensaure Talkerde | 0,2037 " | 1,5646 " |
| Doppelt-kohlensaures Manganoxydul | 0,0124 " | 0,0958 " |
| " Eisenoxydul | 0,0775 " | 0,5955 " |
| Thonerde | 0,0008 " | 0,0061 " |
| Kieselsäure | 0,0275 " | 0,2116 " |
| | 1,3941 Grm. | 10,7078 Gran |
| Freie Kohlensäure | 2,5905 " | 19,4342 " |
| | — 1327,3 Cub.C. | = 40,952 Cub.Z. |
| | (1 Pfd. = 32 Cub.-Zoll). | |

In einem deutschen Pfunde = 30,000 Korn sind enthalten:

| | |
|--|--------------|
| Chlornatrium | 7,413 Korn |
| Chlorlithium | 0,132 " |
| Schwefelsaures Kali | 0,156 " |
| " Natron | 0,327 " |
| Schwefelsaure Talkerde | 5,523 " |
| Schwefelsaurer Kalk | 0,885 " |
| Doppelt-kohlensaurer Kalk | 17,730 " |
| Doppelt-kohlensaure Talkerde | 6,111 " |
| Doppelt-kohlensaures Eisenoxydul | 2,325 " |
| " Manganoxydul | 0,372 " |
| Thonerde | 0,024 " |
| Kieselsäure | 0,825 " |
| <hr/> | |
| | 41,823 Korn. |

Freie Kohlensäure 75,915 "

Die Berechnung letzterer auf das Volum ist insofern nicht gut anwendbar, da bis jetzt neue Maasseinheiten, den Gewichtseinheiten entsprechend, nicht festgestellt sind und die Annahme der bisherigen Cubikzolle sehr wenig mit der neuen Eintheilung harmonirt.

v. Liebig's Analyse vom Jahre 1847 ergab als Resultat in 1 Pfunde = 7680 Gran:

| | |
|--------------------------------|--------------|
| Schwefelsaures Natron | 1,6939 Gran |
| " Kali | 0,2117 " |
| Chlornatrium | 2,1258 " |
| Chlormagnesium | 0,9841 " |
| Schwefelsauren Kalk | 0,2035 " |
| Kohlensaure Magnesia | 1,0875 " |
| Kohlensauren Kalk | 4,2390 " |
| Kohlensaures Eisenoxydul | 0,5960 " |
| Kieselerde | 0,0698 " |
| <hr/> | |
| | 11,2113 Gran |

Freie Kohlensäure 17,9860 "

Die Resultate dieser Analyse unterscheiden sich von der neuesten Untersuchung, da bei der letzteren die Berechnung der Salze etwas verändert ausgeführt ist. Ich habe nicht Chlormagnesium neben schwefelsaurem Natron angenommen, sondern schwefelsaure Talkerde und Chlornatrium. (*Vergl. auch Wigger's Untersuchung der Pyromonter Eisensäuerlinge. S. 35.*)

v. Liebig fand die Menge des Eisens bedeutend höher, da die Zahlen des einfach-kohlensauren Eisenoxyduls (v. Liebig) denen des doppelt-kohlensauren Salzes der von mir ausgeführten Analyse fast gleich sind, jedoch ist in der Analyse v. Liebig's jedenfalls das Mangan mit in dem Eisen aufgenommen, was theilweise diesen Unterschied zu erklären im Stande ist.

Die Quantität der freien Kohlensäure fand ich etwas grösser.

Die auffallend geringe Menge von Gyps zeigt sich aber völlig constant und ist sogar in der noch früheren Analyse von Wackenroder (1832), welche ausserdem eine andere Quelle betraf, ebenfalls beinahe gleich. Es wurden nämlich in 1 Pfunde = 7680 Gran gefunden:

| | Wackenroder 1832 | v. Liebig 1847 | Reichardt 1858 |
|-----------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Schwefelsaurer Kalk.. | 0,2444 | 0,2035 | 0,2266 Gran. |

Eine weitere Empfehlung für dieses schon seit den ältesten Zeiten berühmte Eisenbad zu geben, kann nicht in der Absicht dieser Abhandlung liegen, allein bei der Betrachtung der einzelnen Bestandtheile sind immer einige wichtige Momente hervorzuheben:

Die Quelle selbst entspringt ganz in der Nähe romantischer Dolomitfelsen; Kalk und Talkerde mögen diesen entnommen sein, aber der Ursprung ist sicher hier nicht zu suchen. Die grosse Menge der Kohlensäure, welche das Wasser in nicht endendem Wallen erhält, stammt sicher aus dem tieferen, wahrscheinlich dem vulkanischen Innern der Erde und löst auf dem Wege nach Aussen von dem zu durchdringenden Gestein, was lösbar sich findet. Hierfür spricht ebenso die erhebliche Menge der gelösten Kieselsäure, welche gewiss nur durch die überschüssige Kohlensäure in Lösung erhalten wird und vielleicht tiefer, bei erhöhterem Drucke, in Auflösung gelangte.

In nicht zu grosser Tiefe unter der Erdoberfläche liegt der eisenhaltige Kupferschiefer der Zechsteinforma-

tion, welchem der Eisen- und Mangangehalt zugeschrieben werden könnte.

Die auffallende Reinheit an organischen Substanzen, anderen Eisenquellen gegenüber und welche in der folgenden Untersuchung des Ockers der Quelle völlig bestätigt wird, so wie auch der schon oben berührte geringe Gehalt an Gyps, dürften Zeichen sein, dass überhaupt die obersten Erdschichten rasch durchlaufen werden, ohne viel davon aufzunehmen.

Unbestritten gehört die Eisenquelle Liebensteins zu den bedeutendsten, eisenreichsten Sauerlingen Deutschlands.

Mögen zu geeignetem Vergleiche hier einige neuere Analysen anderer Eisensauerlinge Platz finden. Sie beziehen sich sämmtlich auf gleiches Gewicht, auf 1 Pfund früheres Preussisches Handelsgewicht = 7680 Gran.

I. Liebensteiner Eisensauerling — Analyse von 1858.

II. Pyrmonter Eisensauerling — Trinkquelle — analysirt 1857 von Wiggers (*siehe die öfters erwähnte Schrift S. 37*).

III. Langenschwalbach — Stahlbrunnen — Analyse von Fresenius 1855. (*Jahresber. für Chemie und Physik etc. von v. Liebig u. Kopp 1855. S. 839.*)

IV. Brückenau — Stahlquelle — Analyse von Scheerer 1856. (*Jahresber. wie oben. 1856. S. 768.*)

V. Rippoldsau — salinische Stahlwasser — analysirt von Bunsen 1856. (*Besondere Schrift.*) — a) Leopoldsquelle. — b) Wenzelquelle.

VI. Steben — Analyse von Gorup-Besanez 1851. (*Jahresber. wie oben. 1851. S. 654.*)

VII. Driburg — Trinkquelle — analysirt von Varrentrapp 1843, von Witting 1854 (*Separatschrift*). Beide Analysen sind zusammengestellt a) Varrentrapp, b) Witting.

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VL | VII. |
|--------------------------------------|------------------|-------------|--------------------------|----------------|---|----------|---|
| | Lieben- stein | Py- mont | Lang- schwal- bach | Brücken- au | Rippoldsau a. Leo- b. Wen- poldsq. zelsq. | Steben | Driburg a. Varren- b. Wit- trapp ting |
| Chlornatrium | 1,8974 | 0,5148 | 0,0616 | — | — | 0,0211 | 1,120 1,50 Gran |
| Chlorkalium | — | — | — | — | — | — | 0,253 — |
| Chlorlithium | 0,0340 | 0,0260 | — | — | — | — | — 0,50 |
| Chlormagnium | — | 0,6964 | — | 0,0637 | 0,314 | — | — 6,20 |
| Schwefelsaures Natrium | 0,0839 | — | 0,0608 | 0,0822 | 6,332 | 0,0784 | 3,030 |
| Kali | 0,0398 | 0,2333 | 0,0288 | 0,1459 | 0,254 | — | — |
| Schwefelsaurer Kalk | 0,2266 | 9,0544 | — | — | 0,125 | — | 12,547 |
| Schwefelsaure Talkerde | 1,4135 | 3,8889 | — | 0,4694 | 0,140 | — | 0,842 |
| Salpetersaures Natrium | — | 0,0005 | — | — | — | — | — |
| Phosphorsaures Natrium | — | — | — | 0,0038 | — | — | — |
| Phosphorsaure Thonerde | — | — | — | — | — | — | — |
| Zweifach-kohlensaures Natrium | — | — | 0,1119 | — | — | 0,4927 | 0,023 |
| Zweifach-kohlensaure Talkerde | 1,5646 | 0,1719 | 1,0697 | 0,1590 | 2,702 | 0,6920 | — 0,50 |
| Zweifach-kohlensaurer Kalk | 4,5390 | 10,4772 | 1,1803 | 1,7480 | 13,987 | 1,6734 | 7,006 |
| Zweifach-kohlens. Manganoxydul | 0,0958 | 0,0446 | 0,1024 | 0,0369 | 0,073 | — | Spuren |
| Eisenoxydul | 0,5955 | 0,5768 | 0,4664 | 0,0922 | 0,426 | 0,3142 | 0,345 |
| Ammoniak | — | 0,0031 | — | — | — | — | — |
| Thonerde | 0,0061 | 0,0111 | — | — | 0,019 | — | — |
| Kieselsäure | 0,2116 | 0,0263 | 0,2463 | 0,1060 | 0,620 | 0,4708 | Spuren |
| Organische Substanz | Spuren | Spuren | — | 0,4884 | — | 0,1152 | Spuren |
| Arsenige Säure | — | — | — | — | — | — | — |
| Frete Kohlensäure | 10,7078 | 25,7253 | 3,3182 | 3,4155 | 25,119 | 3,8378 | 25,172 31,80 Gran |
| Temperatur | 19,4342 | 15,4078 | 22,8999 | 17,5790 | 14,953 | 13,4185 | 23,966 — |
| Specificches Gewicht | 10° C. | 120,5 C. | 99,2-100,4 C. | 99,75 C. | 89,0 C. | 109,4 C. | 109,0 109,60 C. |
| | 1,0019 | 1,0032 | 1,0006 | 1,0004 | 1,0036 | 1,0034 | 1,0045 — |

Bei den Analysen von Langenschwalbach, Steben und Driburg a) ist nicht angegeben, ob die Berechnung auf doppelt-kohlensaure Salze ausgeführt ist. Die Kohlensäurebestimmungen der beiden Driburger Analysen stimmen nach den Cubikzollen nahe überein, indem Varrentrapp 51,6 C.Z., Witting 50,5 C.Z. angeben. Die Differenzen der beiden hier deshalb zusammengestellten Analysen des Driburger Wassers sind zu bedeutend, um bei Varrentrapp einfach-kohlensaure Salze annehmen zu dürfen, wenn Witting's Analyse als Maassstab, z. B. des Eisengehaltes, dienen soll und umgekehrt.

Untersuchung des Eisenockers des Eisensäuerlings zu Liebenstein;

von

Dr. E. Reichardt in Jena.

Die so eben beschriebene Quelle, welche zu Trink- und Badekuren gebraucht wird, ist so gefasst, dass das überflüssige Wasser in einen wenige Schritte entfernten, in den unteren Räumen des Badehauses sich befindenden Brunnenschacht fliesst, um hier, mit möglichst geringem Verluste an werthvollen Bestandtheilen, zu den Bädern verwendet zu werden.

An den Wandungen dieses Schachtes setzt sich allmählig eine Kruste Eisenocker ab, dessen nähere Untersuchung jetzt nothwendig zu der Beurtheilung aller Quellen gehört.

Bei der obigen Füllung des Wassers wurde deshalb auch eine Parthie solchen Ockers gesammelt und den zu untersuchenden Gegenständen beigelegt.

Der erst schlammige Absatz gab lufttrocken ein ziemlich feines Pulver und besass dann ganz und gar das Ansehen des Eisenoxydhydrats. Beimengungen von organischen Substanzen etc. waren kaum wahrzunehmen.