

**Abhandlungen
aus dem
Gebiete des Berg-und Hüttenwesens.**

Wissenschaftliches Gutachten

über

den Einfluß des Hüttenrauchs bei den fiscalischen Hüttenwerken zu Freiberg auf die Vegetation der benachbarten Grundstücke und ganz besonders auf die Gesundheit der Haustiere, namentlich des Rindvieh's.

Von Dr. **Moritz Freytag**,

Königlichem Professor an der landwirtschaftlichen Akademie zu Poppelsdorf bei Bonn.

Unter dem 15. December 1870 wurde ich von dem Königlich Sächsischen Oberhüttenamte zu Freiberg im Auftrage des Königlich Sächsischen Finanz-Ministeriums aufgefordert, mich über den Einfluß der Dämpfe der dortigen Hütten auf die Vegetation der benachbarten Grundstücke und ganz besonders auf die Gesundheit der Haustiere, namentlich des Rindvieh's gutachtlich zu äußern.

Zu dem Behufe wurden mir unter dem 19. December 1870 elf Futterproben der dortigen Gegend übersandt, von denen die neun ersten von Dr. Heiden, Director der agricultur chemischen Versuchsstation zu Pommritz auf ihren Gehalt an schädlichen Stoffen, insbesondere auf freie Säure und Schwefelsäure schon geprüft und begutachtet waren. Dieselben waren sämmtlich auf Freiberger Gneißboden gewachsen, und zwar:

I. Kleeheu, am 10. Juni 1870 östlich der Muldner Hütte circa 660 Ruthen von der hohen Esse entfernt in der Nähe des Dorfes Niederbobritzsch, links von der Straße nach Dippoldiswalde geschnitten, und auf feuchtem sandigen Gneißboden mit bindendem Untergrunde gewachsen;

II. Kleeheu, am 17. Juni 1870 nördlich von der Muldner Hütte circa 600 Ruthen von der hohen Esse entfernt vor dem Dorfe Halsbach am Hammerberge und rechts von der Chaussee nach Dresden geschnitten, und auf leichtem, thätigen, mageren, sandigen Gneißboden mit geringer Tiefe der Ackerkrume und durchlassendem Untergrunde gewachsen;

III. Sommerkorn ebendaselbst am 17. Juni 1870 geschnitten;

IV. Kleeheu, am 21. Juni 1870 auf den Fluren des Wirthschaftsbesitzers Drechsler in Grüneburg circa 120 Ruthen nordöstlich von der Halsbrückner Hütte am rechten Gehänge des Muldenthals geschnitten und auf theils

tiefem, frischen, vermögenden, theils leichtem, thätigen, mageren, sandigen Gneißboden, mit geringer Tiefe der Ackerkrume und durchlassendem Untergrunde gewachsen;

V. Heu, von der mittelmäßigen Wiese des Rittergutes Halsbach, „der Grasgarten genannt“, in nördlicher Richtung circa $\frac{3}{8}$ Meilen von der Muldner Hütte und südöstlich $\frac{1}{2}$ Meile von der Halsbrückner Hütte am 24. Juni 1870 geschnitten;

VI. Heu von der mittelmäßigen, sowie quelligen und moorigen Lochwiese des Rittergutes Halsbach am 24. Juni 1870 geschnitten;

VII. Gerste, ebendaher am 24. Juni von einem Boden wie bei Nr. IV. entnommen;

VIII. Kleeheu, von gleichem Terrain am 24. Juni 1870 geschnitten;

IX. Heu, von der Mitte der Lochwiese des Rittergutes Halsbach, deren Bodenbeschaffenheit wie bei Nr. VI. ist, am 24. Juni 1870 entnommen;

X. Kleeheu, bei dem Dorfe Kleinschirma circa 1 Stunde westlich von Freiberg auf einem Boden wie IV., VII. und VIII. gewachsen, welches mit dem Hüttenrauch nicht in Berührung gekommen ist; und

XI. Wiesenheu, ebendaher von einer Wiese wie VI. und IX.

Da es mir zunächst nöthig erschien, festzustellen, von welcher Beschaffenheit die Hüttenrämpfe sind, welche sich auf den benachbarten Feldern ablagern, so stellte ich an das Königliche Oberhüttenamt den Antrag, einerseits, womöglich nach frisch gefallenem Schnee, wenn die Hüttenrämpfe einige Zeit sich darauf gesenkt hätten, von der Oberfläche dünne Schichten Schnee abnehmen und einer genauen chemischen Analyse unterwerfen zu lassen; andererseits den Flugstaub von den verschiedenen Röst- und Schmelzprocessen möglichst nahe den Essen auffangen und analysiren zu lassen. In Folge dessen wurde am 21. Januar circa 600 Ruthen von der hohen Esse entfernt, ungefähr da, von wo die Probe II und III herrührt, die Oberfläche einer Schneeschicht von 1 † Ruthe entnommen, nachdem circa 24 Stunden der Hüttenrauch darüber gestrichen war und am Morgen des 21. sein eingenthümlicher Geruch schwach, aber deutlich wahrgenommen werden konnte; am 2. Februar wurde in der Nähe des Punktes, von wo die Kleeprobe Nr. IV herstammt, also circa 120 Ruthen nördlich von der Halsbrückner Hütte eine zweite Schneeprobe gesammelt und untersucht. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen finden sich in Beilage I.

In gleicher Weise ist der Flugstaub von den verschiedenen Röst- und Schmelzprocessen bei den Freiberger Hütten untersucht worden und sind die Resultate in Beilage II zusammengestellt.

Zu vier verschiedenen Zeiten begab ich mich nach Freiberg, um durch eigene Kenntnißnahme der dortigen Hütteeinrichtungen, durch Besichtigung der umliegenden Fluren, der Vegetation auf denselben, des angeblich vom Hüttenrauch erkrankten Vieh's und durch eigene Probenahme einzelner Untersuchungsobjecte, sowie nach Einsicht in die auf den fraglichen Gegenstand bezüglichen Acten im Stande zu sein, nach bestem Wissen und sorgfältigster Information mein Gutachten über den fraglichen Gegenstand abzugeben.

Zum ersten Male war ich während der dritten Woche des April 1871 in der dortigen Gegend. Da der Winterschnee daselbst erst Anfangs April weggegangen war, und auch im April noch starke Nachtfröste sich einstellten, so fand ich die Entwicklung der Vegetation noch so weit zurück, daß ich diese Zeit nur zur Besichtigung der Hütten, zur Orientirung in Bezug auf die umliegenden Grundstücke

und Viehställe, und zur Einsicht in die Acten benutzen konnte. Der gesammte dortige Hüttenbetrieb concentrirt sich auf die circa $\frac{3}{8}$ Meilen östlich von Freiberg in einem Thelkessel an der Mulde gelegenen Muldner und die etwa $\frac{5}{8}$ Meilen nördlich von jener Stadt entfernten ebenfalls an der Mulde gelegenen Halsbrückner Werke. Die daselbst zur Verarbeitung kommenden Erze gehören unbestreitbar zu den schwierigsten, denn sie enthalten die meisten der bekannten Metalle überwiegend an Schwefel und Arsen gebunden, und dienen zur Gewinnung von Blei, Antimon, Zink, Wismuth, Silber, Gold, Platin, Kupfervitriol, Eisenvitriol, Schwefelsäure, arseniger Säure und Schwefelarsenik. Auf beiden Hütten ist der Betrieb ähnlich, nur mit dem Unterschiede, daß die Arsenik-, Zink- und Wismuthreichen Erze überwiegend an die Muldner Werke gelangen, hier also allein die Zink- und Arsenik-Hütten sich befinden, und das Wismuth dargestellt wird, während auf den Halsbrückner Werken die Vitriollaugereien und die Scheidung des Silbers von Gold und Platin ausschließlich vorgenommen werden.

Zur Verhüttung gelangen vorwaltend die vom dortigen Bergbau zu Tage geförderten und aufbereiteten Erze, wozu jedoch Erze aus den verschiedensten Ländern und von den verschiedensten Gangformationen zugekauft werden, so daß dieselben in ihrer Beschaffenheit stets wechseln. Gegen Ende der zwanziger Jahre hat die Erzlieferung an beide Hütten zusammen 200000 bis 205000 Ctr. betragen; allmälig ist jedoch der Betrieb derart vergrößert, daß Anfangs der fünfziger Jahre auf jeder der beiden Hütten nahezu dasselbe Quantum verarbeitet wurde. Im Jahre 1853, wo die ersten Beschwerden über Hüttenrauch-Beschädigung beim Königl. Ministerium eingereicht wurden, kamen auf der Muldner 194180,6499 Ctr. und auf der Halsbrückner Hütte 222017,4776 Ctr. zur Verhüttung. Auf den Halsbrückner Werken wurden der Betrieb vom Jahre 1857 an, wo die Amalgamation eingestellt worden ist, bis zum Jahre 1861 schwächer, hob sich von da wieder und Betrug 1870 190922,2625 Ctr.; während in der Muldner Hütte die Quantität der verarbeiteten Erze bis zum Jahre 1867 beständig zunahm, sich mehr als verdoppelte, von da an wieder geringer wurde und im Jahre 1870 332545,5697 Ctr. betrug. (Vergleiche Beilage III.)

Da im Jahre 1849 auf beiden Hütten neue Flammöfen eingeführt, und bis zum Jahre 1857 bei dem Röstprocesse sämmtliche schwefelige Säure, Schwefelsäure und ein großer Theil der arsenigen Säure in die Luft getrieben, auch nicht unbedeutende Mengen metallischen Hüttenstaubes mit fortgerissen wurden, so konnte es nicht ausbleiben, daß die Vegetation der benachbarten Grundstücke in erheblicher Weise litt, und daß Vergiftungs-Erscheinungen bei Thieren sich zeigten, welche von dem in der Nähe der Hütten gewachsenen Futter genährt wurden.

Berücksichtigt man, daß mit Einführung des neuen Grundsteuersystems Anfangs der vierziger Jahre die Steuerbefreiung der bergbautreibenden Orte aufgehoben wurde, daß in Folge der Ereignisse der Jahre 1848 und 1849 das patriarchalische Verhältniß, welches bis dahin zwischen den vorgesetzten Behörden und den Unterthanen bestanden hatte, einen unheilvollen Stoß erhielt, daß einerseits von der Hüttenverwaltung den anliegenden Gemeinden und deren Mitgliedern einzelne Nutznießungen, wie die Verwerthung der Steinkohlenasche, die An- und Abfuhr der verschiedenen Materialien entzogen wurden, und andererseits sich berufenen und unberufene Apostel einstellten, welche zur Hebung ihres Einflusses auf die Landbevölkerung die schädlichen Wirkungen des Hüttendampfs in grellen Farben

schilderten und zur Opposition aufreizten, und daß endlich in den fünfziger Jahren die rationelle Entwicklung der Landwirtschaft Sachsens in ungeahnter Weise Fortschritte machte, und sich deshalb mit den früheren Ergebnissen des Betriebes nicht mehr zufrieden erklärte; so mußten nicht blos von einzelnen Grundbesitzern, sondern auch von ganzen Gemeinden Beschwerden wegen Hüttenrauchsbeschädigungen bei den zuständigen Behörden in immer dringenderer Weise gestellt werden.

Die erste wissenschaftliche Begutachtung dieser wichtigen Frage fand im Jahre 1849 seitens des Professor Dr. A. Stöckhardt in Tharandt und des damaligen Oekonomie-Inspector Stecher zu Bräunsdorf statt, und erstreckte sich über die Einwirkung des Hüttenrauchs in Halsbrücke auf die dortige Vegetation, sowie über die muthmaßliche Verstärkung dieser Einwirkung bei verstärktem Hüttenbetriebe und durch die Erbauung von Flammenöfen mit Steinkohlenfeuerung. In diesem Gutachten wird constatirt, daß die beizende Wirkung der sauren Hüttenrämpfe bis zu einer Entfernung von 450 Schritten von der Halsbrückner Hütte noch deutlich wahrzunehmen sei, daß der Hüttenrauch hauptsächlich durch seinen reichen Gehalt an schwefeliger Säure einen sehr nachtheiligen Einfluß auf die von ihm betroffenen Vegetabilien dadurch ausübe, daß die Blätter der Bäume, Sträucher und Culturgewächse rostig und welk werden, und die Getreidearten häufig taub blühen. Neben dieser acuten Wirkung der flüchtigen Säuren auf die Vegetation wird sodann die chronische Vergiftung des Pflanzenlebens durch die Ausstreuung metallischer Substanzen, namentlich des Bleioxyds auf den Boden betont, wodurch die Productions-Fähigkeit der Ackererde nach und nach geschwächt und mit der Zeit unzweifelhaft ganz vernichtet werden.

Während bis dahin nur die Beschädigung der Vegetation durch den Hüttenrauch in Erörterung gezogen, und nur nebenbei angeführt wurde, daß auch das Vieh erkranken könne, wenn es mit Futter ernährt würde, auf welchem sich metallische Verbindungen, insbesondere Bleioxyd aus dem Hüttenrauch niedergeschlagen hätten, trat mit dem Jahre 1853 die Beschädigung der Haustiere, insbesondere des Rindvieh's in den Vordergrund. Am stärksten traten die Erkrankungen in dem circa $\frac{1}{8}$ Meile nordöstlich von der Muldner Hütte gelegenen Drose Hilbersdorf, besonders unter dem Rindvieh des Erbgutsbesitzers Wirthgen auf. Das Landgericht des Stadtrathes zu Freiberg sah sich deshalb veranlaßt, eine bezirksthierärztliche Untersuchung der dortigen Rindviehbestände vornehmen zu lassen, und beauftragte damit den Bezirksthierarzt Franze zu Erbisdorf. Das von Letzterem unter dem 31. December 1852 erstattete Gutachten stützte sich theils auf den schon erwähnten Bericht des Professor Stöckhardt, theils auf die eigenen Wahrnehmungen und die Mittheilungen des die erkrankten Thiere behandelnden Thierarztes Becker. Das Krankheitsbild wurde dahin gegeben, daß das Rindvieh Durchfall und trocknen Husten bekomme, die Freßlust verliere, abmagere, daß insbesondere die Milchkühe nur wenig Milch absonderten, nicht trächtig würden, oder doch verkalbten, daß die Haare struppig, die Haut hart und fest ansitzend werden, das Muskelgewebe erschlaffe und endlich Knochenleiden sich hinzugesellen, so daß das Thier den Kopf senke, den Rücken krümme und den Schwanz zwischen den Hinterbecken einklemme, daß der Puls härtlich, etwas beschleunigt, der Herzschlag stark pochend, der Blick matt, der Mist natürlich, der Harn gelblich gefärbt sei, und Zähnernirschen und Stöhnen eintrete. Die Section einer getöteten Kuh ergab, daß die Leber mürbe und blaß, der Pansen von Luft aufgetrieben, die innere Haut des Blättermagens schwärzlich,

wie brandig, hart und leicht ablösbar, die übrigen Häute im Hinterleibe theils mehr, theils weniger entzündet, und auch die beiden Lungenflügel etwas entzündet waren. Herr Franze spricht sich gutachtlich dahin aus, daß diese Krankheit bei den Rindern durch den Genuß des vom Hüttenrauch der Muldner Werke befallenen Futters entstanden sein kann, und daß sie ähnlich dem im Oberharze auftretenden Jammer und der in der Eifel bekannten Haukrankheit eine Bleikolik sein dürfte, daß also das Blei als die hauptsächlichste Ursache jener Krankheitsscheinungen, und der Arsenik sowie die freie Schwefelsäure nur als accessorische Factoren der Schädlichkeit anzusehen seien.

Da die Krankheit in den folgenden Jahren sich mehr ausbreitete und heftiger auftrat, auch die Beschwerden der Grundbesitzer, insbesondere des landwirthschaftlichen Vereins zu Conradsdorf lebhafter wurden, so beauftragte das Königliche Ministerium des Innern 1854 einerseits den Director der Thierarzneischule zu Dresden Professor Dr. Haubner, wiederholt Beobachtungen und Erörterungen über den Einfluß des Hüttenrauchs der Freiberger Hüttenwerke auf die Erkrankungen des Rindvieh's anzustellen und auf der Thierarzneischule Untersuchungen über die Wirkung berücherten Futters auf einzelne eingestellte Versuchsthiere auszuführen, und andererseits den Wirthschafts-Director Steher und Professor Dr. Stöckhardt, von Neuem Beobachtungen und Untersuchungen über die Einwirkung des Hüttenrauchs der Freiberger Werke auf die in deren Umgebung befindlichen Landgrundstücke zu machen und auf Grund derselben ihr aus dem Jahre 1849 herrührendes Gutachten zu vervollständigen.

Professor Haubner spricht sich in seinen Berichten vom 31. März, 28. April, 26. Juli 1854 und 18. Januar 1855 dahin aus, daß er seine Untersuchungen auf die Vorkommenheiten in dem circa $\frac{5}{8}$ Meilen nord-nordwestlich von der Muldner Hütte und circa $\frac{1}{4}$ Meile südöstlich von der Halsbrückner Hütte gelegenen Conradsdorf und in dem circa $\frac{1}{8}$ Meile nordöstlich von der Muldner Hütte entfernten Hilbersdorf beschränkt habe, daß jedoch an vielen anderen Orten, namentlich auf dem rechten Muldenufer dieselbe Krankheit, wenn auch in geringerem Grade auftrete, daß dieselbe übrigens keineswegs erst in der neuesten Zeit aufgetreten, sondern schon längst bekannt sei. Die Grundlage der Krankheit bilden nach ihm Verdauungs- und Assimilationsstörungen, die erste augenfällige Erscheinung sei Durchfall, dem sich später weitere Erscheinungen gestörter Ernährung, glanzloses, struppiges, verworrenes Haar, eine harte, trockne, festanliegende Haut, Blässe der Haut und Schleimhäute, Nachlassen in der Milch, Abmagerung, Erschlaffung der Muskelgewebe und zuletzt Knochenleiden hinzugesellen, welche als Knochenaufreibung, Markflüssigkeit, Knochenschwund und Knochenbrüchigkeit auftreten. Auch die geschlechtliche Lebenssphäre werde zuletzt in den Krankheitskreis gezogen, indem tragende Thiere leicht verwürfen, und güstes Vieh sehr schwer befruchtet werde. Namentlich sei das Jungvieh sehr gefährdet, so daß die Aufzucht in den von der Krankheit befallenen Gehöften unmöglich werde. Besonders characteristisch sei, daß die Excremente in der Regel, der Harn stets, selbst die Milch, und sogar das Blut, das Knochenmark und die Verdauungssäfte in den ersten Mägen sauer seien. In Folge dieser Symptome giebt Professor Haubner der vorliegenden Krankheit den Namen „Markflüssigkeit oder Säurekrankheit.“ Dieselbe ist vollkommen identisch mit der anderwärts unter dem Namen der Knochenbrüchigkeit bekannten und vielfach beobachteten Krankheit des Rindvieh's und der Ziegen, worauf ich später zurückzukommen mir

erlauben werde. In Hilbersdorf trat daneben noch trockner Husten, ein kurzes, beschwertes Athmen und die sonstigen Symptome der Tuberkulose auf, welche mit der vorher genannten Krankheit in keinem nothwendigen Zusammenhange stehe, sondern als Krankheit für sich anzusehen sei.

Nach den Auffassungen Haubner's ist es unzweifelhaft, daß der Hüttenrauch die Ursache der Säurekrankheit sei, und zwar vorwiegend, wenn nicht ausschließlich die freien Säuren darin, schwefelige Säure, Schwefelsäure und Salzsäure. Dagegen liege keine Veranlassung zur Annahme einer Metallvergiftung vor, da von den drei hierbei allein in Betracht kommenden Metallen, Arsenik, Zink und Blei, das Arsenik in täglichen Dosen bis zu $\frac{1}{3}$ Quentchen bei unseren größeren Hausthieren keine Vergiftung hervorbringe, vielmehr als eine die Assimilation fördernde Mediein gelten müsse, und dieß sich auch durch die Resultate der in der Thierarzneischule angestellten Versuche bestätigt habe. Ueber die nachtheiligen Wirkungen des Zinkoxyds auf den thierischen Körper sei bisher noch nichts hinreichend Zuverlässiges bekannt; wo es schade, kämen nur acute Vergiftungen vor, an die im gegebenen Falle nicht zu denken sei, und erscheine die Menge derselben in den Futtermitteln nach den bisherigen Analysen zu gering, um Verdacht zu erregen.

Was endlich die Wirkungen des Bleioxyds in den Futtermitteln betrifft, so perhorrescit Professor Haubner auf das entschiedenste die vom Professor Stöckhardt angedeutete und vom Bezirksthierarzt Franze aus den Krankheitssymptomen diagnostirte Bleikolik – ähnlich dem Jammer im Oberharz und der Haukrankheit in der Eifel. – Seine Beweisgründe sind ebenso scharfsinnig als durchschlagend: Jammer und Haukrankheit, wie alle acuten Bleivergiftungen charakterisiren sich durch Hartleibigkeit und Verstopfung, Contracturen und Krämpfe, und zuletzt durch Hirnaffection mit Anfällen von Raserei und Tobsucht. Diese Symptome seien in Allem der Gegensatz der wesentlichen Erscheinungen der vorliegenden Säurekrankheit, wo Durchfall, Erschlaffung der Muskeln, Harthäutigkeit und Knochenleiden auftreten. Dazu komme, daß im Hüttenrauche Gift und Gegengift in Bezug auf Blei vorhanden sei, weil die große Menge von Schwefelsäure das Bleioxyd in unlösliches und deshalb unschädliches schwefelsaures Bleioxyd verwandele, welches als indifferenter Stoff mit den Excrementen den Körper der Thiere wieder verlasse, wie die chemische Analyse der Letzteren, sowie alles dortigen Düngers beweise, welcher stets bleihaltig sei. Endlich spreche gegen Bleivergiftung das Vorkommen der fraglichen Krankheit in weiten Entfernungen von den Hütten. Die Bleidämpfe müßten sich aber wegen ihres hohen specifischen Gewichts rasch ablagern und könnten deshalb auch nur in der nächsten Umgebung der Hütten zur Wirksamkeit kommen. Mit vollem Rechte fügt er hinzu, daß in allen Fällen, wo Bleivergiftungen in größeren Entfernungen vorkommen, die Bleiniederschläge durch das Wasser fortgeführt werden, im Oberharze durch die Innerste, in der Eifel durch den Bleibach, was in Freiberg aber nicht zutrifft. Ich erlaube mir dabei noch hinzuzufügen, daß überall, wo die sogenannte Haukrankheit oder der Jammer auftritt, dieselbe nicht durch Hüttdämpfe, sondern ausschließlich in Folge der nassen Aufbereitung der Erze durch den Abfluß des Wasch- und Schlemmwassers in die Bäche und Flüsse erzeugt wird, und daß insbesondere in der Eifel bei Mechernich erst in neuerer Zeit die Erze verhüttet werden, während sie früher, wo die Krankheit am stärksten grassirte, ausschließlich an die Stollberger Bleihütten versandt wurden, welche viele Meilen davon entfernt waren, und in deren Umgebung diese Krankheit nicht existirte. Professor Haubner stützte

sein Gutachten zum Theil auf die Ergebnisse der chemischen Untersuchungen der Futterkräuter und Erden aus der Umgebung der Muldenthaler Hütten, welche der Apotheker und Chemiker Sußdorf in seinem Berichte vom 1. December 1854 niedergelegt hat. Der Letztere fand in den verschiedensten Heusorten, in dem Heustaude und den Ackererden sehr bemerkbare Mengen von Blei und geringe Quantitäten von Kupfer, Arsenik, Zink, Wismuth und Antimon. Sußdorf fand in drei Heusorten, von denen

- a) Hilbersdorfer Heu nahe der Muldner Hütte,
- b) Hilbersdorfer Heu entfernter davon gewachsen, und
- c) Conradsdorfer Heu war, und in zwei Proben Heustaub d und e, in 100 Gewichtstheilen und zwar in:

| | a. | b. | c. | d. | e. |
|----------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Bleioxyd | 0,102 | 0,036 | 0,074 | 0,084 | 0,216 |
| Arsenige Säure | 0,0123 | 0,0041 | 0,0035 | 0,0165 | 0,0161 |

sowie in vier Erdproben, von denen Nr. 1 von der der Muldner Hütte östlich gegenüber liegenden Anhöhe, wo nur verdorrtes Haidekraut stand; Nr. 2 von dem westlich hinter den Gifthütten am Mühlengraben gelegenen Roggenfelde, auf welchem der Roggen ganz verkümmert war; Nr. 3 von einem Kleestücke bei Hilbersdorf auf der Höhe, westlich circa $\frac{1}{2}$ Stunde von den Muldner Hütten entfernt, und endlich Nr. 4 von einem Wiesengrundstücke auf dem den Halsbrückner Hütten gegenüber liegenden Ufer herstammte, und zwar in 100 Gewichtstheilen:

| in Nr. | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--------|--------|--------|--------|---------|
| Blei | 0,0114 | 0,0078 | 0,0023 | 0,0039 |
| Kupfer | 0,0007 | 0,0004 | 0,0002 | 0,00034 |

Arsenige Säure im Durchschnitt aller vier Proben 0,0006% und

Antimonoxyd 0,00024%

Aus diesen Resultaten wird gefolgert, daß die metallischen Bestandtheile des Hüttenrauchs, insbesondere der schwere Bleidampf sich in den nächsten Nähen am meisten niederschlagen und daß die Krankheitsursachen darin nicht gesucht werden können.

Professor Haubner gab sein Urtheil dahin ab, daß die fragliche Krankheit keineswegs eine chronische metallische Vergiftung, sondern eine Lachexie sei, erzeugt durch saures und nährstoffarmes Futter, wie dieselbe auch vielfach in anderen Gegenden auftrete. Da jedoch Apotheker Sußdorf in den oben aufgeführten Heu- und Erdproben einen ungewöhnlichen Gehalt an freier Säure gefunden zu haben glaubte, obgleich in der Abkochung des Heustaubes keine Spur davon sich zeigte, und dieselbe als Schwefelsäure zu bezeichnen für berechtigt hielt, so erklärte Professor Haubner weiter, daß die unmittelbare sowie die mittelbare Einwirkung der sauren Hüttenwälder das saure und nährstoffarme Futter der dortigen Gegend erzeuge, und daß in Folge dessen im Hüttenrauch die Ursache zu der in Rede stehenden Krankheit des Rindes liege. Die unmittelbare Wirkung bestehe darin, daß die freie Säure das Wachsthum der Pflanzen stört, die Ausbildung der Rährstoffe beeinträchtigt, sich selbst darin condensirt und conservirt, so daß die dort gewachsenen Futtermittel den ganzen Organismus des sie fressenden Thieres durchsäuern; die mittelbare dagegen werde durch den Boden vermittelt – dieser sei nämlich durch die beständige Ablagerung des Hüttenrauchs mit Säuren geschwängert, ein sogenannter saurer Boden mit allen seinen Erfolgen, und zwar schlössen die Säuren die Silikate

des Bodens auf, so daß diese in vermehrter Menge in die Pflanzen übergingen; die Pflanzen würden dadurch hartstengelig, reich an Kieselerde und Pflanzenfaser, und außerdem würden die Säuren selbst von den Pflanzen aus dem Boden, mittels der Wurzeln aufgenommen, und so ein saures Futter erzeugt.

Da auf den Ausspruch einer so gewichtigen Autorität hin allgemein angenommen wurde, daß die sauren Dämpfe, insbesondere die schwefelige Säure und die daraus entstehende Schwefelsäure das ausschließliche beschädigende Moment im Hüttenrauch sei, und auch das letzte unter dem 9. September 1870 von Dr. Heiden in der Hüttenrauchsfrage bei Freiberg abgegebene Gutachten darauf basirt, so halte ich es zunächst für meine Pflicht, die chemischen Analysen des Apothekers Sußdorf auf den Gehalt an freier Säure einer kurzen Kritik zu unterwerfen.

Sußdorf sagt in seinem Berichte wörtlich:

Alle mir vorgelegten Heusorten, wie auch alle frischen Gräser und Kleearten, von denen ich einen großen Theil selbst gesammelt, stimmten darin überein, daß sie eine Abkochung gaben, welche empfindliches Lackmuspapier mehr oder weniger schnell deutlich roth färbten, also sauer reagirte. Schon dieses Verhalten zeigte sich als abnorm, da die Abkochung von Heu und Futterkräutern aus anderer Gegend das Lackmuspapier nicht veränderten, also neutral reagirte.

Als Ursache der sich somit verrathenden freien Säure schloß ich auf Schwefelsäure und vielleicht Salzsäure, da die dortigen Erze meist Schwefelverbindungen sind, welche beim Rösten schwefelige Säure bilden, die sich nun auf die Vegetation niederschlagend bei Anwesenheit von Feuchtigkeit bald in Schwefelsäure oxydirt und als solche den Pflanzen anhaftet. Ebenso glaubte ich auch freie Salzsäure vermuthen zu dürfen, da bei der Röstung der Silbererze auf Halsbrücke Kochsalz zugesetzt wird, aus welchem durch die Einwirkung der Vitriole Salzsäure sich entwickelt und so ebenfalls in die Luft tritt.

Die Abkochung selbst gab in der That sehr deutliche Reactionen dieser Säuren und wurde deshalb zur Ermittelung etwaiger freien Säuren folgendes Verfahren eingeschlagen.

Von den verschiedenen Heusorten wurde eine größere Quantität sein geschnitten und gewiegt, 10 Gramm davon wurden auf einem glühenden Eisenblech bei sehr gelinder Hitze allmählig und mit der Vorsicht verascht, daß weder eine Verflüchtigung von Chloralcalimetallen, noch eine Reduction der schwefelsauren Salze stattfinden konnte, welches letztere sich dadurch ergab, daß sich in der Asche keine Schwefelmetalle vorfanden.

Die so erhaltene Asche wurde mit Wasser unter Zusatz von etwas Salpetersäure bis zur schwachsäuren Reaction ausgekocht und so lange mit heißem Wasser dieses Auslaugen und Auswaschen wiederholt, bis das Ablaufende weder reagirte, noch auf einem Uhrschälchen verdunstet, einen Rückstand hinterließ.

Aus diesem Filtrate wurde nun die Schwefelsäure mit salpetersaurem Baryt ausgefällt und unter Erhitzen der schwefelsaure Baryt absetzen gelassen, darauf derselbe (nach 24 stündigem Stehen) auf einem Filter gesammelt, gut ausgewaschen, getrocknet und nach diesem in einem Platintiegel geäugt, wobei das Filter vorher verbrannt, und so die Asche und darin gehangener Riederschlag ebenfalls mit geäugt wurde.

Nach Abzug der Asche des Filters wurde so die Menge der in der Asche gebundenen Schwefelsäure als schwefelsaurer Baryt erhalten, gewogen und berechnet.

Ebenso wurden 10 Gramm unter gleicher Vorsicht verascht, mit Wasser und Salpetersäure behandelt und die Lösung mit salpetersauren Silberoxyd ausgefällt, nach 24 stündigem Stehen in der Wärme der Riederschlag von Chlorsilber auf einem Filter gesammelt, ausgewaschen, getrocknet und in einem Porzellan-Schälchen nach vorangegangener Veraschung des Filters geschmolzen, gewogen und die Asche des Filters vom Gewicht des Chlorsilbers abgezogen, auf welche Weise das in der Asche in Form von Chlormetallen enthaltene gebundene Chlor bestimmt wurde.

Andererseits wurden nun je 10 Gramm des geschnittenen Heues mit Wasser unter Zusatz von etwas Salpetersäure längere Zeit ausgekocht, die Abkochung abfiltrirt und das Auskochen mit Wasser so lange wiederholt, bis die Anfangs braungelbe Flüssigkeit farblos abließ, nicht mehr sauer reagirte und weder auf Schwefelsäure noch auf Chlor eine Reaction mehr gab. Auf diese Weise das Heu erschöpft, gab dasselbe beim Veraschen einen Rückstand, welcher gänzlich frei von Salpeter- oder Chlormetallen war, und überhaupt nur aus Kieselerde bestand. Aus den erhaltenen Flüssigkeiten wurde nun bei saurer Reaction durch Salpetersäure aus der einen Quantität durch salpetersauren Baryt die Schwefelsäure, aus der andern durch salpetersaures Silberoxyd das Chlor ausgefällt, die Niederschläge aber nach 24 stündigem Stehen im Wasserbade auf einem Filter gesammelt, anfänglich mit salpetersäure haltigem, dann reinem Wasser so lange ausgewaschen, bis das Filtrat auf einem Uhrschälchen keinen Fleck mehr nach dem Verdunsten hinterließ. So wurde die anfänglich mit in den Niederschlag gegangene organische Substanz, wodurch dieselbe gelblich gefärbt erschien, fast vollständig ausgewaschen. Der getrocknete Niederschlag wurde nun ebenfalls geäugt oder geschmolzen und zur Bestimmung des schwefelsauren Baryts und Chlorsilbers, wie angegeben, verfahren.

Da die organischen Substanzen, welche durch das Baryt-, vorzüglich aber durch das Silbernitrat mit gefällt werden, den Niederschlag natürlich vermehren müssen, so ist zunächst ein anhaltendes Auswaschen mit angesäuerten und reinem Wasser sehr nothwendig, denn der schwefelsaure Baryt wird dadurch gänzlich ausgewaschen und ist nach dem Glühen ganz rein. Der Silberniederschlag aber bindet die organische Substanz, vielleicht weil es eine unlösliche Verbindung mit Silberoxyd ist, viel hartnäckiger, weshalb das geäugte Chlorsilber stets mit etwas verdünnter Salpetersäure behandelt, ausgewaschen und dann geschmolzen und gewogen wurde.

Auf diese Weise konnte aber nur Chlorsilber resultiren, denn die organische Verbindung des Silberoxyd wurde sehr leicht unter Reduction des Silbers verbrannt und dieses alsdann mit Salpetersäure entfernt. Es ergab sich auch stets, daß die letztere etwas Silber auszog, was sonst das Gewicht des Chlorsilbers vermehrt und später als solches mit in Rechnung gekommen wäre. Gleiche Quantitäten aus einer größern, durch Schneiden und Wiegen innig gemischten Masse gaben auf diese Weise stets Differenzen in der Menge des schwefelsauren Baryts und Chlorsilbers und zwar der Art, daß aus der Asche weniger erhalten wurde, als aus der Heuabkochung.

Dieses Plus der Letzteren schrieb ich nun der Anwesenheit der freien Säure zu und berechnete so die gefundene Differenz an schwefelsaurem Baryt und Chlorsilber als Schwefelsäurehydrat und Chlorwasserstoff, und zwar auf 20 Pfund Heugewicht, als dem täglichen Futterquantum."

Die Resultate seiner Analysen in Bezug auf Schwefelsäure waren, daß: A, 10 Gramm ausgekochten Heu's der drei vorherbezeichneten Sorten und B, 10 Gramm eingeäschertes Heu ergaben:

in der Probe:

| | a. | b. | c. |
|------------------------|-------------|-------------|---------------|
| A. Schwefelsäurehydrat | 0,129 Gramm | 0,100 Gramm | 0,0865 Gramm. |
| B. Schwefelsäurehydrat | 0,108 Gramm | 0,091 Gramm | 0,0840 Gramm. |
| Die Differenz davon: | 0,021 Gramm | 0,009 Gramm | 0,0025 Gramm. |

nimmt er als in den Hausorten enthaltenes freies, ungebundenes Schwefelsäurehydrat an, so daß die tausendfache Menge = 20 Pfund des Hilbersdorfer nahe der Hütte gewachsenen Heu's 21 Gramm oder 5 Drachmen 22 Gran altes Gewicht, des Hilbersdorfer entfernter davon geernteten Heu's 9 Gramm oder 2 Drachmen 22 Gran und des Conradsdorfer Heu's nur 2½ Gramm = 38,6 Gran freies Schwefelsäurehydrat enthielten.

In Beziehung auf Salzsäure fand er, daß A, je 10 Gramm ausgekochten und B, je 10 Gramm eingeäscherten Heu's enthielten

in den Proben:

| | a. | b. | c. |
|----------------------|---------------|---------------|---------------|
| A. Chlorwasserstoff | 0,0422 Gramm. | 0,0234 Gramm. | 0,0216 Gramm. |
| B. Chlorwasserstoff | 0,0330 Gramm. | 0,0173 Gramm. | 0,0107 Gramm. |
| Die Differenz davon: | 0,0092 Gramm. | 0,0061 Gramm. | 0,0109 Gramm. |

als freies Chlorwasserstoff betrachtet, ergäbe in 20 Pfund der fraglichen Heusorten, und zwar in a: 9,2 Gramm = 140 Gran, in b: 6,1 Gramm = 93 Gran und in c: 10,9 Gramm = 167½ Gran; und folglich als Salzsäure von 25% Chlorwasserstoff in Probe a: 1 Unze 1 Drachme 20 Gran; in Probe b: 6 Drachmen 12 Gran und in Probe c: 1 Unze 3 Drachmen 10 Gran.

Auf diesem Wege sind die großen Mengen freier Mineralsäuren gefunden, welche in den Futtermitteln enthalten sein, und welche die Säurekrankheit des Rindvieh's bedingen sollen.

Fasse ich zunächst die Art der Bestimmung der Schwefelsäure ins Auge, so wird bei Fällung des salpetersauren Auszuges von Heu durch salpetersauren Baryt die Menge des Riederschlags stets durch mit niedrigeren salpetersauren Baryt und Verbindungen organischer Substanz mit demselben vermehrt, welcher durch Auswaschen nicht vollkommen entfernt werden kann. Der getrocknete und geglühte Rückstand sieht blendend weiß aus, enthält aber neben schwefelsaurem Baryt stets wechselnde Mengen Baryt, und wächst diese Fehlerquelle mit der vorhandenen Schwefelsäure und der fällbaren organischen Substanz. Ich behandle deshalb den weißgebrannten Niederschlag nochmals mit sehr verdünnter Salzsäure, filtrire, wasche aus, trockne und glühe, und erhalte dann stets kleinere Mengen schwefelsauren Baryt's, welche die Quantität der schon vorhandenen Schwefelsäure in der organischen Substanz genau angeben.

Da Apotheker Sußdorf diesen Weg nicht eingeschlagen hat, und Centigramme, selbst Milligramme bei der geringen Menge der Niederschläge von großem Einflusse sind, weil jedes Milligramm in 10 Gramm Heu einem Gramm in 20 Pfund Heu

entspricht, so verlieren schon deshalb die hieraus gezogenen Folgerungen ihre reelle Basis. Ebensowenig kann die in der Asche des Heu's gefundene Schwefelsäure als die an Basen gebundene Schwefelsäure gelten. Sußdorf giebt selbst zu, daß bei der Einäscherung sich Salze verflüchtigen und zersetzen können, wie das schwefelsaure Ammoniak, die Metallvitriole, und daß bei den aufeinander folgenden Reductions- und und Oxydationsprocessen schwefelsaure Salze in Schwefelmetalle und der Schwefel der Proteinsubstanz in Schwefelsäure übergeführt werden können. Es ist daher eine durchaus willkürliche, durch Nichts berechtigte Annahme, daß die Disserenz aus diesen beiden gefundenen kleinen Mengen Schwefelsäure die im Heu unverbundene noch freie Säure ergebe. In noch höherem Maße gilt dies in Bezug auf die viel flüchtigeren und zersetzbaren Chlorverbindungen. Wie wenig übrigens derartige Analysen zu so schwer wiegenden Folgerungen berechtigen, beweist am besten, daß in dem in der Nähe der Muldner Hütten gewachsenen Hilbersdorfer Heu die doppelte Menge Chlorwasserstoff gefunden ist von derjenigen im Conradsdorfer Heu, welches nur von den Dämpfen der Halsbrückner Hütte beschädigt sein konnte; während doch damals gerade auf Halsbrücke das Amalgamirverfahren noch angewendet wurde und von dort also salzaure Dämpfe in die Luft treten konnten, dagegen auf den Muldner Hütten, wie Sußdorf selbst anführt, beim Rösten fast gar keins, oder vielmehr nur in sehr einzelnen Fällen Kochsalz zum Rösten verwendet wurde. Zur weiteren Bestätigung des Vorhandenseins freier Mineralsäuren wird angeführt, daß Abkochungen der dortigen Gräser empfindliches Lackmuspapier röthen, während dieselben neutral sein müßten. Hierdurch wird aber nur die Gegenwart saurer Salze erwiesen, deren Säuren organische sein müssen, weil sonst die Asche der Pflanzen unmöglich kohlensaure Salze enthalten könnte. Uebrigens habe ich constatirt, daß Abkochungen, sowie kalte wäßrige Auslaugungen frischer Gräser und Kleearten hiesiger Gegend, welche keinen fremden Einflüssen ausgesetzt waren, ebenfalls sauer reagirten, und daß der Säuregehalt in solchen wässrigen Lösungen rasch zunimmt, was nur von der allmäßigen Zersetzung der organischen Substanz und der Entstehung organischer Säure aus derselben erklärt werden kann. Endlich widerspricht es ebenso den Eigenschaften der Schwefelsäure, wie den Ergebnissen der pflanzenphysiologischen Forschungen, daß diese Säure von den Blattorganen aufgenommen und als freie Säure durch den ganzen Organismus der Pflanze fortgeführt werden soll, weil dieselbe in so geringer Menge überall Gelegenheit findet, sich zu neutralisiren; und schwefelsaure Salze zu den osmotisch am wenigsten wirksamen zählen. Die schädliche Wirkung der sauren Dämpfe im Hüttenrauch beschränkt sich bloß auf die Alterirung und Zerstörung der grünen Chlorophyllkernmasse der Blätter und die Beschädigung der Blüthen der Pflanzen; und auch hier ist die Nachweisung freier Mineralsäuren nur unmittelbar nach dem Befallen der Pflanzen durch dieselben möglich. Daß dies auch für die damals untersuchten Heuproben paßt, folgt aus dem Umstande, daß der Heustaub, welcher vorzugsweise aus den trockenen Blättern entstanden war, keine Spur freier Säure zeigte. Es ist zu bedauern, daß die Schwefelsäure in demselben quantitativ nicht bestimmt worden ist, denn sehr wahrscheinlich würde man dabei zu ganz ähnlichen Resultaten, wie bei dem Heu selbst gekommen sein.

Aus den Untersuchungen der Futtermittel von Sußdorf folgt demnach nur, daß das in der Nähe der Hütten gewachsene Heu ungewöhnlich reich an schwefelsauren Salzen ist, und daß mit der Schwefelsäure auch der Gehalt an Metalloxyden wächst.

Noch weniger motivirt ist die Behauptung der mittelbaren schädlichen Wirkung der Mineralsäuren auf den Boden. Quantitative Analysen sind nicht gemacht, sondern nur eine deutlich saure Reaction des wässrigen Auszugs aller dortigen Ackererde, und so starke Reactionen auf Schwefelsäure constatirt, wie es bei anderen Bodenarten nicht der Fall sei. Es wird nun einfach behauptet, daß die freie Schwefelsäure den Boden theils direct sauer mache, theils die humussauren Salze zersetze und freie Humussäuren oder saure Salze derselben erzeuge, so daß der fruchtbarste Acker in sauren Humusboden umgewandelt werde, auf welchem die weichen geschätzten Futtergräser zu Grunde gehen, dagegen aber die sauren und harten Gräser Platz greifen; daß die freie Säure durch die Wurzeln in die Pflanzen gelange und so zur Durchsäuerung derselben beitrage, und daß dieselbe endlich eine schnellere Verwitterung der feldspathartigen Silikate bewirke, diesen ihr Alkali entziehe und die lösliche Kieselerde frei mache, so daß die Pflanzen mehr Kieselsäure aufnehmen, und somit eine hartstengliche Beschaffenheit erhalten.

Einer eigenen eingehenden Kritik dieser durch nichts begründeten Behauptungen, welche bei näherer Prüfung zu reinen Phantasiegebilden werden, kann ich mich deshalb enthalten, weil ich in Bezug hierauf mit den Deductionen des Professor Stöckhardt in seinem Gutachten vom 1. März 1855 vollkommen übereinstimme. Derselbe hat ebenfalls im Jahre 1854 aus den Umgebungen sowohl der Muldner als auch der Halsbrückner Hütten je vier Erdproben entnommen und dieselben sowohl auf freie, als auch auf gebundene Schwefelsäure auf das genaueste untersucht. Das Resultat war, daß zwar alle wäßrigen Abkochungen sauer reagirten, daß aber in keiner einzigen die Gegenwart von freier Schwefelsäure nachgewiesen werden konnte, und daß der Procentgehalt an gebundener Schwefelsäure in der Nähe der Muldner Hütte im Boden von Spuren bis 0,237% und in der der Halsbrückner Hütte von 0,014 bis 0,268% schwankte, während der Gehalt an Bleioxyd zwischen 0,154% und 0,484% resp. zwischen 0,08% und 0,491% lag. Rücksichtlich des Schwefelsäuregehalts sagt Stöckhardt in seinem Gutachten wörtlich:

„Da Professor Dr. Haubner in seinem Schlußberichte sub 3 gestützt auf mikroskopische und chemische Untersuchungen es als eine erwiesene Thatsache bezeichnet, daß der Hüttenrauch eine mittelbare, bisher ganz übersehene schädliche Wirkung auf den Boden in der Weise ausübe, daß er den letzteren mit Säuren schwängere, die Silikate des Bodens aufschließe, so daß diese in vermehrter Menge in die Pflanzen gehen und dieselben hartstenglich machen, und daß die Pflanzen unmittelbar aus dem sauren Boden Säure aufnehmen, und so zu sauren Futtern werden – so erschien es nothwendig die Gesamtmenge der vorhandenen Schwefelsäure quantitativ zu bestimmen, und zugleich alle Erdarten auf das Vorhandensein von freier Schwefelsäure zu untersuchen.

Die Ergebnisse dieser Prüfungen zeigten:

- a) daß in keiner der untersuchten Bodenarten sammt Bodendecke die Gegenwart von freier Schwefelsäure nachgewiesen werden konnte;
- b) daß der Gesamtmgehalt der Erden an gebundener Schwefelsäure überhaupt keineswegs als ein auffallend großer (im Maximum 0,268 Procent), vielmehr bei den meisten als ein sehr mäßiger (0,014–0,060 Procent) anzusehen war;
- c) daß bei 5 Erden die gefundene Schwefelsäuremenge nicht einmal zureicht, um die gefundene Menge von Bleioxyd zu neutralisiren, bei zweien nicht zureicht, um die vorhandene Menge von Bleioxyd und Kalk zu neutralisiren, und daß

nur in einem Falle außer diesen beiden Basen noch etwa 1/6 der vorhandenen Talkerde nöthig ist, um die vorhandene Schwefelsäure zu binden;

d) daß die wässrigen Abkochungen der untersuchten Erden zwar sämmtlich eine mehr oder weniger starke saure Reaction am stärksten die productionslosen Bodenarten zeigten, die jedoch von kleinen Mengen gelöster Humussäuren herrührte. Eine solche Reaction zeigten aber auch die meisten der zahlreichen in hiesigem Laboratorium untersuchten sächsischen Bodenarten, insbesondere fast alle aus dem Gebirge kommenden, ohne daß diese deshalb in landwirthschaftlichem Sinne als „saure“ und „saures Futter producirende“ angesehen werden.

Nach diesen Ergebnissen und in Erwägung der bekannten physiologischen und landwirthschaftlichen Erfahrungen, deren zufolge die gebundene Schwefelsäure des Bodens keineswegs als schädlich, vielmehr als die Quelle des für das Wachsthum der Pflanzen unentbehrlichen Schwefels, ferner geradezu als ein Düngmittel (wie im Gyps, Düngesalz, in der Schwefelkohle etc.) anzusehen ist, vermag ich die obgedachte mittelbare, schädliche Wirkung der Säuren des Hüttenrauchs auf dem noch productionsfähigen Boden und die darauf wachsenden Pflanzen zur Zeit nicht als eine begründete anzusehen, womit auch das praktische landwirthschaftliche Urtheil des Wirthschafts-Director Stecher übereinstimmt, welcher sich dahin ausspricht: „daß bei trockner Lage weder an dem Boden, noch an dem Stande der Früchte und Gräser eine besondere Versäuerung des ersteren habe wahrgenommen werden können.“

Im übrigen Verlauf seines Gutachtens vom 1. März 1855 sucht Professor Stöckhardt die Ursachen der weit stärkeren und auf einem größeren Umkreis sich erstreckenden Beschädigung der Vegetation gegenüber den Beobachtungen im Jahre 1849 in der sehr beträchtlichen Vermehrung des Hüttenbetriebes und in der relativen Aenderung desselben durch Einführung von Flammösen und der Steinkohlen als Brennmaterial. Er ist noch immer der Ansicht, daß das Bleioxyd und die schwefelige Säure die hauptsächlichen beschädigenden Bestandtheile des Hüttenrauchs seien. In Bezug auf das Bleioxyd glaubt er eine quantitative Vermehrung desselben im Hüttenrauch nicht annehmen zu müssen, dagegen hebt er zur Begründung der nachtheiligen Wirkungen desselben auf den thierischen Organismus Haubner gegenüber hervor, daß nach den Untersuchungen von Melsens und Dr. Natiles Guillot sowie von Ch. Flandin (compt. rend. XXVIII p. 186 und XXX p. 571) schwefelsaures Bleioxyd sowohl innerlich eingegeben, als auch mit Fett vermischt in die Haut von Hunden eingerieben, den Tod in Folge von Bleivergiftung hervorrief. In Bezug auf die schwefelige Säure nimmt er dagegen an, daß ihre Menge sich im Hüttenrauch gegen 1849 verdoppelt haben dürfte, wenn gleich das Quantum der verhütteten Erze sich nur um die Hälfte vergrößert habe, weil in den neuen Flammöfen schwefelreichere Erze mit einem sehr großen Aufwand von schwefelhaltigen Steinkohlen, indem nach seinen neueren Untersuchungen die Kohlen des Plauenschen Grundes im Durchschnitt 1½ Procent Schwefel enthielten, abgeröstet würden.

Stöckhardt ist deshalb der Ansicht, daß diese große Menge saurer Dämpfe vorzugsweise, wenn nicht ausschließlich die Vegetation beschädige, und stimmt Haubner darin bei, daß die von den Pflanzen aufgenommene Säure die sogenannte

Säurekrankheit des Rindvieh's hervorrufe, ohne jedoch selbst in dieser Richtung Untersuchungen angestellt zu haben.

Da auch der Wirthschaftsdirector Stecher in seinem Gutachten vom 30. November 1854 sich auf die Autorität der Professoren Haubner und Stöckhardt stützend dahin ausspricht, daß die sauren Dämpfe des Hüttenrauchs die Vegetation der umliegenden Grundstücke beschädigen, sauer machen, und indirect die Säurekrankheit des Rindvieh's bewirken, obgleich derselbe nicht verschweigt, daß der größte Theil der beteiligten Grundstücksbesitzer den alten Gewohnheiten allzusehr huldigt, Kartoffeln und Rüben nur ganz spärlich anbaut, weil diese angeblich zu viel Dünger und Arbeit erfordern, für die Größe des Grundstücks zu viel Vieh hält, und dasselbe in unzweckmäßigen Ställen ungenügend, insbesondere mit zu wenig Kraftfutter ernährt, so kann es nicht befremden, daß von da ab sowohl bei der Bevölkerung als auch bei den Behörden die Ueberzeugung Wurzel faßte, daß die schwefelige Säure resp. die Schwefelsäure des Hüttenrauchs das schädliche Agens sei, und daß die Beseitigung derselben vorzugsweise angestrebt werden müsse. Mit dem Jahre 1855 begannen die Vergütungen für Hüttenrauchschäden (efr. Beilage III.) und wurden besonders stark getroffene Ländereien in der Nähe der Hütten angekauft. Hierzu gehörte namentlich der hohe Hof zu Hilbersdorf, dessen obere Verwaltung dem Wirthschafts-Director Stecher übertragen wurde. Dort wurden Beobachtungen über die Wirkungen des sauren Futters auf das Rindvieh und Entsäuerungsversuche desselben gemacht, welche ergaben, daß den Thieren neben dem befallenen Heu und Strohfutter, Kraftfutter in Form von Leinmehl, Rapsmehl, Schrot und Roggenkleie und dabei reichlich Rüben oder Kartoffeln und zwar auf Heuwerth berechnet bei der Sommerfütterung im Verhältniß von 1:1, bei der Winterfütterung wie 1:2 gereicht werden müsse, um die Gesundheit des Vieh's sicher zu stellen; und daß zur Entsäuerung des als schädlich angenommenen Heu's und Stroh's ein Zusatz von Mehlkalk, Kreide, Bolus u. s. w. zwar nützlich sei, daß jedoch das Abwaschen und vor Allem das Dämpfen des trocknen Futters sich empfehle, wodurch die Säure entfernt und das Futter schmackhaft werde. Die Untersuchung der verdächtigen Vegetabilien im Hüttenlaboratorium beschränkte sich vorzugsweise auf die quantitative Bestimmung der Schwefelsäure, und ergab einen wesentlich höheren Gehalt, als in den entsprechenden zu Bräunsdorf gewachsenen. So enthielten Schwefelsäure im wässrigen Auszuge im Jahre Achtzehnhundert sieben und fünfzig gewachsenes

| | a. zu Bräunsdorf. | b. zu Hilbersdorf. |
|---|-------------------|--------------------|
| Haferstroh | 0,0395 % | 0,213 % |
| Roggenstroh | 0,108 % | 0,465 % |
| Runkelrübenblätter | 0,062 % | 0,672 % |
| Krautblätter | 0,115 % | 0,441 % |
| Durchschnittsprobe alles Klee, Heu und Grummet | 0,290 % | 0,440 % |
| Haferspreu | 0,450 % | 0,020% |

Dabei ergab sich, daß beim bloßen Abwaschen mit kaltem Wasser, sowie beim Behandeln mit Dampf und Abspielen nur ein kleiner Theil der Schwefelsäure entfernt werden konnte.

Das Königliche Oberhüttenamt hielt es nunmehr für geboten, die schädliche Wirkung der schwefeligen Säure im Hüttenrauch so viel wie möglich zu beseitigen

und ging nach einer großen Reihe von Vorversuchen 1857 dazu über, in einer Bleikammer die beim Rösten der reichen Stuffkiese entstehende schwefelige Säure in Schwefelsäure zu verwandeln und zu condensiren und beschloß, durch eine neu zu bauende hohe Esse die übrigen Röstdämpfe für die nächste Umgebung unschädlich zu machen. Das Quantum der condensirten Schwefelsäure war jedoch in den ersten Jahren ein unerhebliches, wie Beilage III zeigt, und konnte zur Beseitigung der Uebelstände wenig beitragen. Und als die hohe Esse in Betrieb gesetzt wurde, traten neue Schwierigkeiten ein. Einmal sollten die Feldfrüchte und die Waldungen bis auf Entfernung einer Stunde und darüber von den sauren Dämpfen des Hüttenrauchs jetzt beschädigt werden, andererseits wurden durch den starken Zug weit größere Mengen Metalloxyde, insbesondere arsenige Säure mit fortgerissen, fielen auf die in der Nähe angebauten Futtergewächse und erzeugten acute Arsenikvergiftungen der Thiere, welche damit ernährt wurden. Da die Klagen der Grundbesitzer immer intensiver wurden und sowohl die Sectionen gefallener und getöteter Thiere, als auch die Analysen der innern Theile derselben, sowie der Futtermittel weit erheblichere Mengen von arseniger Säure zeigten, auch der Gehalt an Schwefelsäure in den letzteren nicht wesentlich sich verringert hatte, so wurde 1862 auf Anordnung des Ministeriums der Betrieb der hohen Esse wieder eingestellt, eine niedere Interimsesse auf dem Canal zu derselben aufgeführt, und umfangreiche Untersuchungen über die schädlichen Wirkungen des Hüttenrauchs angeordnet.

In der Person des Deconom Weber wird ein eigener Commissar angestellt, um die Beschädigungen der Vegetabilien und die Erkrankungen des Vieh's in Folge des Hüttenrauchs zu beobachten, festzustellen und abzuschätzen, welcher zunächst sein Domicil in Halsbrücke nimmt, Michaelis 1861 nach Hilbersdorf verlegt, um an den auf den fiscalischen Gütern ausgeführten Fütterungsversuchen Theil zu nehmen, und durch eigene Beobachtungen in Erfahrung zu bringen, ob und in welcher Weise das im Hüttenrauch-Rayon gewachsene Futter nachtheilig auf den Organismus und den Gesundheitszustand der Thiere einwirkte, jedoch schon im Herbst 1862 nach Freiberg übersiedelt.

Durch Rescript vom 17. Mai 1862 wird das Oberhüttenamt aufgefordert, durch recht vielseitig fortgesetzte Beobachtungen in möglichst zuverlässiger Weise zur Feststellung der Ursachen der Schädlichkeit des Hüttenrauchs beizutragen, und sich gutachtlich darüber zu äußern, wie hoch sich der Gehalt an Schwefel und Arsenik in den verhütteten Erzen beläuft und wie viel davon condensirt werden könne. Obgleich selbst annähernd richtige Zahlen wegen der großen Verschiedenheit der Erze nicht gegeben werden können, so schätzt das Oberhüttenamt doch im großen Durchschnitt den Schwefelgehalt zu 25%, und den des Arsens zu 2,5% und fügt hinzu, daß bei zweckmäßigen Condensationsvorrichtungen $\frac{1}{3}$ des Schwefels als Schwefelsäure und $\frac{3}{4}$ des Arsens aufgefangen werden könnten. Es ordnet ferner die Untersuchung des in den Canälen obgesetzten Flugstaubes nach Qualität und Quantität, sowie die Beschaffenheit des Hüttenrauchs durch Luft- und Schneewasseranalysen in verschiedenen Entfernung von den Essen an. Dabei wird in dem Hüttenlaboratorium eine große Zahl von Analysen der verschiedenen Futtermittel ausgeführt, welche jetzt einen weit erheblicheren Gehalt an Arsenik zeigen, und wodurch die Annahme des Bezirksthierarztes Franze und die in seinem Revisionsbericht pro 1863 vom Professor Haubner ausgesprochene Ansicht, daß das Durchätzen der Magen- und Bauchwände durch Arsenik bewirkt werden, Bestätigung zu finden scheinen.

Endlich wird durch Verordnung vom 26. Juni und 18. October 1862 eine wissenschaftliche Commission bestehend aus dem Vorstand des Hüttenlaboratoriums Oberbergrath Reich, dem Professor Stöckhardt zu Tharandt und dem Leiter der Chemnitzer Versuchsstation Dr. Wunder unter Vorsitz des Geheimen Regierungs-Rathes Dr. Reuning in Dresden ernannt, um durch zweckmäßig angestellte Versuche nähere Kenntniß über die schädliche Wirkung des Hüttenrauches zu erhalten.

Unabhängig davon wurden in richtiger Erkenntniß der Thatsache, daß durch die Ausstreuung des Flugstaubes und besonders der löslichen Metallverbindungen auf die Futtermittel Nachtheile erwachsen dürften, zunächst auf der Muldner Hütte sehr großartige Anlagen von Canälen und Flugstaubkammern ausgeführt, um die Temperatur und Ausströmungsgeschwindigkeit des Rauches möglichst zu erniedrigen, und seine condensirbaren Theile niederzuschlagen. Die Fabrikation der Arsenikalien wurde derart gefördert, daß 1863 mehr als die zehnfache Menge des Vorjahres (7579 Ctr. gegen 732 Ctr.) gewonnen wurde.

Ebenso erfuhr die Schwefelsäurebereitung seit 1862 eine ununterbrochene Verbesserung und Erweiterung, so daß die Gewinnung derselben von 6271 Ctr. auf 77051 Ctr. im Jahre 1870 stieg. Aehnliche Einrichtungen wurden auf der Halsbrückner Hütte getroffen, die dortige Schwefelsäurefabrik 1866 in Betrieb gesetzt und darin 1870 57191 Ctr. Schwefelsäure erzeugt.

Die sehr umfangreichen Untersuchungen des Oberbergrath Reich über die Quantität und Qualität des Hüttenrauchs der Muldner Hütte ergaben zunächst, daß bei den früheren mangelhaften Condensationsvorrichtungen außerordentlich große Mengen Flugstaub und darin viel wasserfreie Vitriole und arsenige Säure in dem Hüttenrauche fortgeführt wurden. Die Feststellungen aus der ersten Hälfte des Jahres 1863 haben ergeben, daß aus den Röstflammöfen, deren vier Batterien zu je 6 Oefen vorhanden waren, und aus welchen die Dämpfe der Muffeln und der untern Heerde entweder in zwei besondere Canäle abziehen, oder auch nach Belieben mit einander gemengt werden können, sich 2,82% des Röstgutes als Flugstaub in den Condensationsvorrichtungen festsetze, welcher aus fortgerissenen staubförmigen Erztheilchen, Schwefelblei, Zinkoxyd, arseniger Säure und etwas Schwefelsäure bestehe, so daß bei einer Röstpost von circa 300000 Ctr. jährlich 8500 Ctr. Flugstaub früher in die Luft gingen, und jetzt niedergeschlagen und gewonnen werden. Die austretende Luft enthielt im Durchschnitt 0,6 Volumprocente schwefelige Säure. Der Rauch aus den Röststadeln enthielt nur wenig Schwefelmetalle und Metalloxyde, dagegen hauptsächlich schwefelige Säure, im Mittel 0,4 Volumprocente, und Schwefelsäure. Aus den Dämpfen der Schmelzflammöfen wurden 6,63 % des verschmolzenen Erzes und darunter 4,66% als feiner Flugstaub condensirt, so daß bei einer Verarbeitung von 150000 Ctr. jährlich etwa 7000 Ctr. staubförmiger Flugstaub gewonnen wird, welcher sonst in die Luft geführt worden wäre. Seine Zusammensetzung bestand in 100 Theilen aus:

1,50% Ruß,
8,90% Kiefelsäure,
5,40% Eisenoxyd nebst etwas Thonerde und Manganoxyd,
19,10% Zinkoxyd,
26,27% Bleioxyd,
0,80% Kalkerde,
0,50% Magnesia,

7,56% arsenige Säure,
28,14% Schwefelsäure,

so daß er hauptsächlich aus schwefelsaurem Zinkoxyd (rund 38%), schwefelsaurem Bleioxyd (rund 36%) und arseniger Säure (7,56%) bestand. Beim Durchleiten des Rauchs durch Wasser wurden im Kubikmeter etwa 9 Gramm condensirbarer Flugstaub gefunden. An schwefeliger Säure enthielt er im Durchschnitt 0,16 Volumprocent.

Die Schachtöfen, die Raffinir- und Treibheerde, sowie die Arsensublimiröfen entsendeten nur wenig und unschädliche Stoffe, da die Metallverbindungen unlöslich sind, und vermöge ihres hohen specifischen Gewichts sich rasch senken. In der ersten Hälfte des Jahres 1864 wurde der aus den Schmelzflammöfen durch den Canal und die hohe Esse entweichende Rauch als der gefährlichste abermals einer Untersuchung unterworfen, welche folgende Ergebnisse zeigte:

Nachdem 209 eintägige Oefen der unteren und 220 eintägige Oefen der oberen Flammofenhütte ihren Rauch durch die Canäle, die Flugstaubkammern und die hohe Esse geschickt hatten, fanden sich abgesehen von den geschmolzenen und gesinterten Produkten feiner Flugstaub:

- | | | |
|-------|------------|--|
| I. | 112 Ctr. | aus dem Hauptcanal der unteren Flammofenhütte, |
| II. | 157 Ctr. | aus dem Seitencanal der oberen Flammofenhütte, |
| III. | 247,8 Ctr. | aus der Vereinigung beider, |
| IV. | 163 Ctr. | aus der unteren Kammer, |
| V. | 9 Ctr. | aus der Aufsteigung zur oberen Kammer, |
| VI. | 84 Ctr. | aus der oberen Kammer, |
| VII. | 20 Ctr. | aus dem Zellenapparat, |
| VIII. | 420 Ctr. | aus dem Canal bis zur kleinen Interimsesse, |
| IX. | 313 Ctr. | aus dem Canal von da bis zur hohen Esse, |

in Summa 1525,8 Ctr.

Bei unverändertem Betriebe von 1863 ergibt sich, daß die 429 eintägigen Flammöfen 24195 Ctr. Erz und die doppelte Menge Bleischlacken verarbeitet haben, und daß folglich jetzt 6,3% des verschmolzenen Erzes als feiner Flugstaub gewonnen wurde.

Die sechs wichtigsten Partien dieser Niederschläge I. III. IV. VI. VIII. und IX. wurden analysirt und ergaben nachstehende Resultate:

In 100 Gewichtstheilen derselben fanden sich:

| Probe: | Wasser. | Kieselsäure. | Thonerde. | Eisenoxyd mit Manganoxyd | Zinkoxyd | Bleioxyd | Kupferoxyd | Kalkerde. | Magnesia | Arsenige Säure. | Schwefelsäure. | Silber, trockene Probe. | Summa. |
|---|---------|--------------|-----------|--------------------------|----------|----------|------------|-----------|----------|-----------------|----------------|-------------------------|---------|
| A. durch Wasser ausziehbar: | | | | | | | | | | | | | |
| I | 6,40 | — | — | 0,30 | 7,00 | — | — | 1,275 | 0,826 | 0,241 | 8,90 | — | 24,942 |
| III | 5,60 | — | — | 0,80 | 12,25 | — | — | 0,750 | 1,150 | 0,763 | 13,28 | — | 34,593 |
| IV | 13,70 | — | 1,70 | 0,15 | 14,50 | — | — | 6,65 | 0,450 | 3,496 | 14,00 | — | 48 646 |
| VI | 12,50 | — | 1,50 | Spur | 15,30 | — | — | 0,20 | 0,150 | 2,170 | 15,665 | — | 47,485 |
| VIII | 12,40 | — | 1,55 | Spur | 9,75 | — | — | 1,95 | 0,540 | 9,449 | 12,598 | — | 48,237 |
| IX | 12,20 | 1,50 | 0,75 | Spur | 10,40 | — | — | 0,15 | 0,540 | 11,453 | 10,975 | — | 47,428 |
| B. durch verdünnte Salpetersäure ausziehbar: | | | | | | | | | | | | | |
| I | — | — | 0,800 | 3,85 | 6,80 | 0,700 | 0,65 | 1,000 | 0,341 | 8,145 | 3,270 | — | 25,556 |
| III | — | — | 0,875 | 3,05 | 5,30 | 0,425 | 0,382 | 0,475 | 0,269 | 7,450 | 2,440 | — | 20,666 |
| IV | — | — | 0,225 | 1,575 | 3,40 | 0,550 | 0,250 | 0,600 | 0,180 | 4,740 | 4,750 | — | 16,270 |
| VI | — | — | 0,750 | 1,750 | 2,50 | 8,476 | 0,225 | 0,473 | 0,115 | 7,100 | 5,650 | — | 27,039 |
| VIII | — | — | 0,225 | 1,550 | 3,80 | 6,840 | Spur | 1,050 | 0,324 | 4,78 | 4,990 | — | 23,559 |
| IX | — | 0,70 | 0,100 | 0,950 | 4,95 | 6,078 | Spur | 0,275 | Spur | 7,595 | 5,759 | — | 26,407 |
| C. Unlöslicher Rückstand: | | | | | | | | | | | | | |
| I | — | 15,10 | 1,40 | 8,450 | 2,50 | 15,783 | — | 0,20 | — | — | 5,667 | — | 49,100 |
| III | — | 13,90 | 0,785 | 4,150 | 0,30 | 17,568 | — | 0,605 | — | — | 6,379 | — | 43,987 |
| IV | — | 8,354 | 0,152 | 1,650 | 0,20 | 17,144 | — | 0,250 | — | — | 6,155 | — | 33,905 |
| VI | — | 6,450 | 0,215 | 1,160 | 0,225 | 11,478 | — | 0,450 | — | — | 4,122 | — | 24,100 |
| VIII | — | 10,610 | 0,142 | 1,250 | 0,256 | 11,330 | — | 0,316 | — | — | 4,750 | — | 28,654 |
| IX | — | 6,400 | 0,225 | 0,850 | 0,150 | 12,619 | — | 0,250 | — | — | 4,531 | — | 25,025 |
| Gesammt-Resultat: | | | | | | | | | | | | | |
| I | 6,40 | 15,100 | 2,200 | 12,600 | 16,300 | 16,483 | 0,650 | 2,475 | 1,167 | 8,386 | 17,837 | 0,010 | 99,608 |
| III | 5,60 | 13,900 | 1,660 | 8,300 | 17,850 | 17,993 | 0,382 | 1,830 | 1,419 | 8,213 | 22,099 | 0,005 | 99,251 |
| IV | 13,70 | 8,354 | 2,077 | 3,375 | 18,100 | 17,694 | 0,250 | 1,500 | 0,630 | 8,236 | 24,905 | 0,005 | 98,826 |
| VI | 12,50 | 6,450 | 2,465 | 2,910 | 18,025 | 19,954 | 0,225 | 1,123 | 0,265 | 9,270 | 25,437 | 0,005 | 98,629 |
| VIII | 12,40 | 10,610 | 1,917 | 2,800 | 13,806 | 18,170 | Spur | 3,316 | 0,864 | 14,229 | 22,338 | 0,005 | 100,455 |
| IX | 12,20 | 8,600 | 1,075 | 1,800 | 15,500 | 18,697 | Spur | 0,675 | Spur | 19,048 | 21,265 | 0,005 | 98,865 |

Hieraus ergiebt sich in bezug auf das Gesammt-Resultat, daß die erdigen Bestandtheile und das Eisenoxyd zuerst niedergeschlagen werden, daß die Mengen des Zinkoxyds, des Bleioxyds und der Schwefelsäure aus den verschiedenen Theilen des Canalsystems sich ziemlich gleich bleiben, dagegen die Menge der condensirten arsenigen Säure mit der Entfernung von den Essen stark zunimmt. Es dürfte sich dies daraus erklären, daß die erste Gruppe der Stoffe überwiegend wenn nicht ausschließlich in den gröberen, mechanisch mit übergerissenen Erztheilchen enthalten ist, welche sich zuerst niederschlagen, daß das Zinkoxyd und Bleioxyd, sowie die wasserfreien Vitriole in der feinsten Vertheilung sich in größerer Entfernung von dem Heerd stärker niederschlagen, dagegen näher demselben Blei und Zink sich mehr in den fortgerissenen und theilweise oxydirten Erztheilen finden dürften, und daß endlich die arsenige Säure in Folge der starken Abkühlung des Rauchs auf 100 bis 200° C. sich plötzlich in krystallinischer Gestalt abscheidet und dann leichter niederfällt, als die feinst vertheilten nicht flüchtigen Vitriole. In Bezug auf die Löslichkeit des Flugstaubes ergiebt sich, daß der im Wasser lösliche Theil mit der Entfernung vom Flammofen wächst und fast ganz aus Zinkvitriol und schwefeliger Säure besteht, indem von dem zuerst condensirten Flugstaub nur ein Viertel, von dem an der hohen Esse gesammelten die Hälfte in Wasser sich löst, die in verdünnter Salpetersäure lösliche Menge überall nahezu ein Viertel beträgt, und der unlösliche Rückstand hauptsächlich aus Erztheilchen und schwefelsaurem Bleioxyd bestehend von der Hälfte allmälig zu einem Viertel sich vermindert. Der Schluß erscheint deshalb vollkommen gerechtfertigt, daß auch noch jetzt die aus dem Schornstein mit fortgeföhrten festen Bestandtheile hauptsächlich aus arseniger Säure und Vitriolen, namentlich löslichem Zinkvitriol bestehen. Die am 24. Mai 1864 ausgeführten Rauchanalysen aus der hohen Esse rechtfertigen diesen Schluß, denn sie ergeben bei 5 arbeitenden Flammöfen im Kubikmeter 4,385 Gramm noch condensirbare Bestandtheile, und zwar in 100 Gewichtstheilen:

11,41 Prozent Kieselsäure,
 4,25 Prozent arsenige Säure,
 33,64 Prozent schwefelsaures Bleioxyd,
 38,53 Prozent schwefelsaures Zinkoxyd,
 3,42 Prozent Zinkoxyd,
 3,42 Prozent Eisenoxyd und Thonerde,
 5,33 Prozent Schwefelsäure, theils mit der vorigen ververbunden,
 theils frei.

Summa 100,00 Prozent.

Da nun nach den Schätzungen des Oberbergrath Reich 1 Milligr. im Kubikmeter 0,01767 Ctr. im Rauch während 24 Stunden entsprach, so entwichen mit dem Rauch von 5 Flammöfen in einem Tage durch die Esse:

8,84 Ctr. Kieselsäure,
 3,30 Ctr. arsenige Säure,
 26,06 Ctr. schwefelsaures Bleioxyd,
 29,86 Ctr. schwefelsaures Zinkoxyd,
 2,65 Ctr. Zinkoxyd,
 2,65 Ctr. Eisenoxyd und Thonerde,
 4,13 Ctr. Schwefelsäure.

Den Gehalt an schwefeliger Säure fand er im Mittel aus 23 Beobachtungen zu 0,077 Volumprozenten, was einem Quantum von 45,6 Ctr. pro 24 Stunden entspricht.

In der zweiten Hälfte des Jahres wurden die Bestimmungen noch einmal gemacht, welche hinreichend übereinstimmende Resultate in der Beschaffenheit des Hüttenrauchs, dagegen, wie zu erwarten war, eine größere Ausbeute an Flugstaub gaben. In 1035 täglichen Flammöfen wurden 67828 Ctr. Erz und 112748 Ctr. Bleischlacken verschmolzen, und dabei 4110 Ctr. Flugstaub erhalten, so daß ein täglicher Ofen 3,9712 Ctr. lieferte, worin 1,320 Ctr. schwefelsaures Bleioxyd, 1,564 Ctr. schwefelsaures Zinkoxyd und 0,439 Ctr. arsenige Säure enthalten waren.

Von den flüchtigen gefährlichen Bestandtheilen von fünf arbeitenden Flammöfen würden demnach:

| | |
|--|--|
| als Flugstaub in den Kanälen und Kammern | durch die hohe Esse in die Luft treten |
| zurückbleiben | |

| | |
|------------------------------------|------------|
| Arsenige Säure 2,195 Ctr. | 3,30 Ctr. |
| Schwefelsaures Bleioxyd 6,600 Ctr. | 26,06 Ctr. |
| Schwefelsaures Zinkoxyd 7,820 Ctr. | 35,13 Ctr. |
| Schwefelige Säure – | 45,60 Ctr. |

so daß von der arsenigen Säure 2/5, vom schwefelsaurem Bleioxyd 1/5, vom Zinkvitriol 2/11 der bei der Flammofenarbeit verflüchtigten Mengen durch Condensation wieder gewonnen werden, während der Rest sammt der gesammten schwefeligen Säure in die Luft tritt.

Die im Jahre 1865 wiederholt ausgeführten Untersuchungen der in die hohe Esse eintretenden Luft ergaben erheblich kleinere Mengen von schwefelsaurem Zinkoxyd, noch geringere Quantitäten von schwefelsaurem Bleioxyd, dagegen erheblich mehr arsenige Säure. Es wurde aus den Ergebnissen der fünf vorgenommenen Bestimmungen berechnet, daß fünf arbeitende Flammöfen in 24 Stunden in die hohe Esse senden:

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|-------------------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|
| Arsenige Säure | 5,146 Ctr | 3,980 Ctr. | 2,240 Ctr. | 2,125 Ctr. | 6,415 Ctr |
| Schwefelsaures Bleioxyd | 2,495 Ctr | 8,315 Ctr. | 6,290 Ctr. | 3,585 Ctr. | 9,560 Ctr |
| Schwefelsaures Zinkoxyd | 16,320 Ctr | 7,195 Ctr. | 16,775 Ctr. | 17,040 Ctr. | 11,865 Ctr |

Zur Erklärung dieser auffallenden Veränderung des Hüttenrauchs dient, daß inzwischen die Condensationsvorrichtungen vervollkommen waren, und daß insbesondere der Zug bedeutend verlangsamt und die Temperatur der abziehenden Gase sehr vermindert worden war, da die in die hohe Esse eintretende Luft die Temperatur hatte

| bei Versuch | I. | II. | III. | IV. | V. |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 59° C. | 60° C. | 91° C. | 88° C. | 66° C. |

Außerdem arbeiteten bei Versuch I. und V. nur 3 Flammöfen, und bei den drei übrigen vier Flammöfen.

Der Gehalt an schwefeliger Säure wurde zwar auch ziemlich schwankend, doch im großen Durchschnitt der früheren Zahl von 0,077 Volumprozent nahe gefunden. Die Resultate dieser ebenso schwierigen als mit großer Umsicht ausgeführten Analysen ergeben:

1) daß es zwar unmöglich ist, auch nur annähernd genau den Hüttenrauch auf seinen Gehalt an schädlichen Substanzen zu bestimmen, weil seine Zusammen-

setzung nach dem Betriebe und der Natur der Erze zu sehr wechselt, von vielen veränderlichen Faktoren abhängt, und überhaupt nur durch Schlüsse aus sehr kleinen analysirten Mengen auf das ganze, schätzungsweise zu bestimmende Rauchquantum ermittelt werden kann;

- 2) daß jedoch durch zweckmäßige Condensation und durch Alles, was die Zuggeschwindigkeit und die Temperatur des Rauchs vermindert, die Menge der darin enthaltenen schädlichen Metallverbindungen wesentlich verringert wird, und zwar am meisten die der Bleisalze, am wenigsten die arsenige Säure;
- 3) daß insbesondere das schwefelsaure Zinkoxyd in sehr erheblichen Mengen und demnächst die arsenige Säure in die Luft geführt, und auf die Vegetation niedergeschlagen, wesentliche Berücksichtigung verdiensten.

Was die Menge der schwefeligen Säure betrifft, welche durch den gesammten Hüttenbetrieb in einem Jahre in die Luft gejagt wird, so sind darüber genaue Festsetzungen noch weniger möglich, weil die verschiedenen Erze einen zu ungleichartigen Gehalt an Schwefel besitzen und auch ein nicht unbeträchtlicher Procentsatz davon in den Schlacken und in dem condensirten Flugstaube zurückbleibt. Im Jahre 1864 wurden bei einer Anlieferung von 456433 Ctr. Erzen, Gekrätszen und anderen Schmelzgütern nach dem Bericht des Oberbergrath Reich höchstens 220000 Ctr. Erze in den Röstöfen der Muldner Hütte abgeröstet, welche im Durchschnitt 16 bis 17% Schwefel enthielten, wovon höchstens 12% in den Rauch übergeführt wurden, so daß hierbei 53000 Ctr. schwefelige Säure entwichen. Dazu kommen die auf 13600 Ctr. veranschlagte schwefelige Säure aus der hohen Esse, sodann circa 20 Procent des Quantums, welches in der Schwefelsäurefabrik zu Schwefelsäure umgewandelt war (28433 Ctr. 66grädiger Schwefelsäure entsprechend circa 18200 Ctr. schwefeliger Säure) mit 3640 Ctr., und endlich nicht unbeträchtliche Mengen schwefeliger Säure beim Rösten der Steine in Röststadeln, bei den übrigen Hüttenprocessen, sowie durch die Verbrennung der großen Massen schwefelhaltiger Kohlen. Es kann deshalb wohl nicht angezweifelt werden, daß in jenem Jahre gegen 100000 Ctr. schwefelige Säure in die Luft gejagt, und in der Schwefelsäurefabrik nur 18200 Ctr. zu 28433 Ctr. 66grädiger Schwefelsäure verdichtet wurden.

Daß so große Mengen schwefeliger säure, welche aus den Schornsteinen der Röstöfen zu 1/165, der Röststadeln zu 1/250 und der Flammöfen zu 1/620 bis 1/1250 der Luft ausströmten und sich theilweise rasch in Schwefelsäure umwandelten, unter ungünstigen Bedingungen die Vegetation solcher nahegelegenen Grundstücke beschädigen mußten, auf welche die noch geschlossene Rauchsäule sich niedersenkte, kann nicht bezweifelt werden, und ebensowenig kann geleugnet werden, daß eine Beschädigung der Gesundheit der Thiere durch den Genuß solcher Gewächse möglich ist.

Es erscheint deshalb zunächst geboten, genau und scharf in's Auge zu fassen, welche Bestandtheile des Freiberger Hüttenrauchs eine schädliche Wirkung

- a) auf die Vegetation, und
- b) auf das Wohlbefinden der damit genährten Thiere ausüben können.

Was zunächst die schädliche Wirkung auf die Vegetation betrifft, so kann dieselbe entweder darin bestehen, daß:

A., der Boden selbst, auf welchem die Pflanzen wachsen, durch Beimischung schädlicher Stoffe unfruchtbar, d. h. unfähig wird, die landwirthschaftlichen Cultur-Pflanzen normal hervorzubringen, oder daß die oberirdischen Theile der

davon befallenen Vegetabilien beschädigt resp. vernichtet werden.

Als schädliche Stoffe können nur gelten:

- 1) die sauren Dämpfe der schwefeligen und Schwefelsäure;
- 2) die im Wasser löslichen Metallverbindungen, arsenige Säure und Zinkvitriol; 3) die im Wasser unlöslichen Bestandtheile des Hüttenrauchs, das Bleioxyd, das schwefelsaure Bleioxyd, das Zinkoxyd, die Schwefelmetalle enthaltenden Erztheilchen und der Kohlenstaub.

A., Was zunächst die Veränderungen des Ackerlandes selbst betrifft, dem durch Hüttenämpfe schwefelige Säure und Schwefelsäure zugeführt werden, so stelle ich auf Grund aller meiner Beobachtungen und Erfahrungen auf das entschiedenste in Abrede, daß culturfähiges Land in seiner Bodenbeschaffenheit nachtheilig verändert wird.

Hierbei kann überhaupt nur die Wirkung der verdünnten Schwefelsäure in Betracht kommen, weil die schwefelige Säure sich schon in der feuchten Luft rasch oxidirt und weil die mit der atmosphärischen Feuchtigkeit dem Boden etwa noch zugeführte schwefelige Säure in der allerkürzesten Zeit durch den im Boden vorhandenen ozonisirten Sauerstoff in Schwefelsäure übergeführt wird. Als Beleg für diese Behauptung dient, daß ich bei Analysen von frisch gefallenem in der Nähe von Röstöfen in der Windrichtung aufgefangenem Regenwasser nur dann Spuren von schwefeliger Säure finden konnte, wenn ich die Prüfung unmittelbar an Ort und Stelle vornahm, daß dagegen später dieselbe vollständig in Schwefelsäure umgewandelt war. Ebenso konnte ich in keiner der zwanzig Proben Schneewasser, welche ich aus der Nähe der Kupferkammerhütte und Eckartshütte der Mansfelder Gewerkschaft 1870 analysirt habe, auch nur Spuren von schwefeliger Säure finden. Damit stimmen die Schneewasser-Analysen des Oberbergrath Reich aus den Jahren 1863 und 1864, sowie die des Professor Richter aus dem vorigen Jahre ganz überein.

Die gebildete Schwefelsäure muß sich vermöge ihrer Natur sehr schnell mit Basen verbinden, und so neutralisiert werden. Dieser Vorgang beginnt schon in der Luft, weil die analysirten Regen- und Schneewasser zuweilen neutral, jedenfalls nur schwach sauer reagiren, und um so schwächer, je weiter von den Hütten dieselben gesammelt worden sind. Die noch unverbundene Schwefelsäure muß in den Boden eindringend sofort sich mit den hier stets vorhandenen kohlensauren Salzen namentlich des Kalks, der Magnesia und des Ammoniaks derart zersetzen, daß Kohlensäure entweicht und schwefelsaure Salze zurückbleiben.

Ich habe die wässrigen Auszüge von mehr als Hundert Bodenproben, welche fast immer sauer reagirten, mit aller Vorsicht auf einen Gehalt von freier Schwefelsäure geprüft, aber nie auch nur Spuren davon nachweisen können. Damit stimmen die Resultate der sämmtlichen Analysen der wässrigen Auszüge von Böden aus der Umgebung von Freiberg überein, welche Professor Stöckhardt zu verschiedenen Zeiten ausgeführt hat. Die kleinen Mengen von schwefelsauren Salzen, welche unzweifelhaft unter solchen Bedingungen in der Ackererde sich bilden, können unter keinen Umständen nachtheilig wirken; denn selbst da, wo der Boden Ueberfluß an löslichen Sulphaten besitzt, werden schwefelsaurer Kalk, schwefelsaure Magnesia und schwefelsaures Natron rasch von dem Wasser gelöst und theils in den Untergrund, theils

mit dem Wasser noch weiter fortgeführt. Die Analysen der Bodenarten von Stöckhardt aus dem Jahre 1854 haben in der That ergeben, daß der Gehalt an Sulphaten ein relativ nur sehr geringer ist, obgleich seit mehreren Hundert Jahren die Hütten schwefelsaure Dämpfe in die Luft getrieben haben. Da nun die Pflanzen der schwefelsauren Dämpfe nothwendig bedürfen, um den Schwefel zur Bildung der schwefelhaltigen organischen Stoffe zu verwenden, daß ferner die Bewurzelung der Pflanzen in einem Boden, welcher schwefelsauren Kalk enthält, sich viel kräftiger entwickelt, und weil endlich die Schwefelsäure, resp. die schwefelsauren Salze sich zum Fixiren des Ammoniaks und zur zweckmäßigen Verbreitung der mineralischen Pflanzennährstoffe im Boden am Besten eignen, so versetzt man in allen rationell betriebenen Wirthschaften die Düngerhaufen, die Jauche und fast alle Hülfs- und Nebendünger, das Knochenmehl, den phosphorsauren Kalk, den Guano mit Schwefelsäure, bestreut die Viehställe mit Gyps oder in neuerer Zeit mit schwefelsaurer Kali-Magnesia, und bringt sogar mit nicht unerheblichem Kostenaufwande verdünnte Schwefelsäure oder noch häufiger Gypspulver direct auf den Acker. Es ist zwar möglich, daß die im Boden befindlichen Silikate hierdurch etwas schneller aufgeschlossen werden, dann werden aber nicht blos lösliche Kieselerde, sondern gleichzeitig alle anderen darin enthaltenen mineralischen Nährstoffe in einen für die Pflanzen aufnehmbaren Zustand in größeren Quantitäten übergeführt. Wenn also durch die Vermittlung der in den Röstgasen enthaltenen schwefeligen Säure den benachbarten Feldern Schwefelsäure unentgeldlich und in sehr geringem Maße, aber gleichförmig zugeführt wird, so kann hierin nur eine Verbesserung des Ackers gefunden werden, weil dadurch im Allgemeinen eine üppigere Vegetation entstehen kann, ohne daß die Bildung von Pflanzen mit abnormen Gehalt an Kieselerde und Holzfaser bedingt wird; da durch keinen Versuch bewiesen ist, daß auf einem Boden, welcher die hinreichende Menge der nöthigen mineralischen Nährstoffe besitzt, durch Zufuhr von Schwefelsäure resp. schwefelsaurer Salze die Pflanzen einen höheren Gehalt an Kieselerde und Holzfaser zeigten. Hiermit stimmt auch Stöckhardt in seinem Gutachten vom 1. März 1855 und Dr. Julius Lehmann in seinem Bericht vom 16. Mai 1866 vollkommen überein.

2) Was sodann die Veränderung des Ackerlandes betrifft und den Einfluß auf die Wurzeln der Pflanzen und Bäume, welchen die löslichen Sulphate und die arsenige Säure ausüben, welche durch den Hüttenrauch, Haldenstaub und durch das Regenwasser und den Schnee auf die Felder gebracht werden, so habe ich über die Wirkungen derselben im Laufe mehrerer Jahre die eingehendsten Untersuchungen angestellt. Um zunächst festzustellen, bei welcher Concentration der wässerigen Lösungen die Pflanzen zu Grunde gehen, erzog ich mir Mais-, Bohnen- und andere Culturpflanzen, in wässriger Lösung, welche im Liter

| | |
|------------------------|------------|
| Salpetersaures Kali | 1,0 Gramm, |
| Salpetersaures Natron | 1,0 Gramm, |
| Schwefelsauren Kalk | 0,3 Gramm, |
| Schwefelsaure Magnesia | 0,3 Gramm, |
| Chlornatrium | 0,4 Gramm, |
| Summa: | 3,0 Gramm |

und außerdem einige Tropfen Eisenchlorid enthielt, und in welcher frischgefällter phosphorsaurer Kalk suspendirt war. Nachdem die Pflanzen hinreichend groß und

kräftig geworden und namentlich lange weiße Wurzeln mit einer großen Zahl Nebenwurzeln erhalten hatten, setzte ich dieselben in Cylinder, in welchen sich nur reine Lösungen der einzelnen Metallsalze von bestimmter Concentration befanden, ließ dieselben jedesmal 48 Stunden in dieser Lösung, brachte sie dann wieder längere Zeit in die Nährflüssigkeit, darauf wieder in die Metallsalzlösung und beobachtete scharf, bei welcher Concentration die Pflanzen aufhörten das Wasser lebhaft aufzunehmen, anfingen welk zu werden und demnächst eingingen. Die Resultate dieser Versuche waren, daß meine Versuchspflanzen in einem Wasser, welche 1/80 Procent arsenige Säure, 1/50 Procent schwefelsaures Zinkoxyd, 1/40 Procent schwefelsaures Kupferoxyd, 1/25 Procent schwefelsaures Kobaltoxyd, 1/15 Procent schwefelsaure Nickeloxyd und 1/5 Procent schwefelsaures Eisenoxyd enthielten, sicher zu Grunde gingen; daß dieselben dagegen in der fünffachen Verdünnung ungestört fortwuchsen. Dieselben enthielten, wie die spätere Untersuchung ergab, nachweisbare Mengen der Metalloxyde, in deren Lösungen sie vegetirt hatten. Dr. Nobbe, welcher 1864 zu Chemnitz bei in Nährstoffflüssigkeiten gezogenen Pflanzen die Schädlichkeitsgrenze des salpetersauren Bleioxyds und der arsenigen Säure ebenfalls festzustellen versuchte, fand für salpetersaures Bleioxyd 1/30 Procent, und von arseniger Säure sogar 1/1000 Procent als denjenigen Zusatz zu Nährstoffflüssigkeiten, bei welchem Gersten- und Wickenpflanzen sicher zu Grunde gehen.

In Bezug auf arsenige säure muß ich meine Bestimmungen für die richtigeren erklären, da ich in neuerer Zeit wiederholt constatirt habe, daß 1/500 Procent arsenige Säure in wässriger Lösung den Culturpflanzen nicht schadet. Hierbei bemerke ich ausdrücklich, daß die Pflanzen in wässrigen Lösungen aller Salze bei einem bestimmten Concentrationsgrade, welcher bei keinem 1 Procent erreichen darf, zu Grunde gehen, und daß dies auch bei den für die Pflanzenernährung absolut nothwendigen Mineralstoffen, den Eisensalzen, den Kalisalzen u. s. w. Platz greift. Darf man diese Erscheinungen auch für die im Erdboden wurzelnden Pflanzen als gültig annehmen, so folgt hieraus, daß die Bodenflüssigkeit nur sehr geringe Mengen der löslichen Salze enthalten darf. Das von mir untersuchte Regen- und Schneewasser, die in Freiberg ausgeführten Analysen, sowie der wässrige Auszug aller Aecker, auf welchen die Möglichkeit einer schädlichen Wirkung angenommen werden konnte, bleiben weit hinter dem Grenzwerthe zurück, bei welchem die Salzlösungen den Pflanzenwurzeln Gefahr bringen. Aber sollte es nicht denkbar sein, daß durch jahrelanges Ueberstreuen der Felder mit minimalen Mengen solcher löslichen Metallsalze endlich die zur Vernichtung der Vegetation erforderliche Concentration eintritt? Hierauf muß mit vollster Bestimmtheit „Nein“ geantwortet werden. Jeder fruchtbare Acker enthält in sich die Bedingungen der Abwehr solcher schädlicher Einflüsse. Derselbe kann keine Vegetation hervorbringen, wenn nicht kohlensaure Verbindungen, namentlich kohlensaurer Kalk, kohlensaure Magnesia und außerdem Eisenoxydhydrat vorhanden sind. Aber gerade diese Stoffe bewirken, daß die arsenige Säure unlösliche Verbindungen eingeht, daß die schwefelsauren Salze der Metalloxyde in unlösliche kohlensaure umgewandelt werden, während sich schwefelsaurer Kalk und schwefelsaure Magnesia bilden und in tiefere Schichten des Bodens dringen. Die Absorptionsfähigkeit des Bodens für lösliche Metallsalze ist so groß, daß, wenn nicht ganz ungewöhnliche Mengen auf den Acker geworfen werden, die Wirkung derselben nur derjenigen der unlöslichen Metallverbindungen gleichgesetzt werden kann, von welcher ich im folgenden Abschnitte sprechen werde. Je fruchtbarer ein

Acker, und je mehr derselbe kohlensauren Kalk enthält, um so rascher vollzieht sich dieser Prozeß. Unfruchtbare, magere und saure Böden werden durch Kalk- oder Mergeldüngung sofort geeignet gemacht, dieselben Umwandlungen der Sulphate zu bewirken. Hieraus erklärt sich auch, daß ich während einer ganzen Vegetationsperiode Erbsen, Weizen und Hafer täglich Morgens und Abends mit zehntenprozentiger Zinkvitriollösung stark begießen lassen konnte, welche der Hauptmasse nach in den Boden einsickern mußte, ohne irgend welche Störung in der Vegetation zu beobachten, und daß Weizenpflanzen in Töpfen mehrere Tage lang regelmäßig sogar mit einprozentiger Lösung begossen werden konnten, ohne daß eine Beschädigung sichtbar wurde.

Nur in dem den Hütten ganz nahe gelegenen Lande, welches ungedüngt und unbebaut Jahre lang todt liegen bleibt, kann eine Anhäufung löslicher Verbindungen bis zur schädlichen Wirkung stattfinden, aber auch dann ist durch ein starkes Kalken und Düngen dieser Uebelstand sofort beseitigt, wie durch Culturversuche des verstorbenen Geheimen Raths Dr. Hartstein in unmittelbarer Nähe der der Altenberger Gesellschaft gehörigen gr0ßen Zinkhütte bei Borbeck von 1868 an unzweifelhaft festgestellt ist.

In der Nähe der Freiberger Hütten kann übrigens selbstredend in dieser Hinsicht nur die arsenige Säure und der Zinkvitriol zur Sprache kommen, da die sämmtlichen im Hüttenrauch vertretenen Bleiverbindungen im Wasser unlöslich sind, und die anderen schwefelsauren Salze des Kupferoxyds, des Cadmiumoxyds, des Wismuthoxyds u. s. w. nur in Spuren darin vertreten sind.

3) Die im Wasser unlöslichen Bestandtheile des Hüttenrauchs, das Bleioxyd und das schwefelsaure Bleioxyd, sowie die im Boden durch Zersetzung gebildete unlösliche Verbindung der arsenigen Säure und des Zinkoxyds müssen sich offenbar im Laufe der Jahrzehnte und Jahrhunderte in der Ackerkrume der benachbarten Ländereien anhäufen.

Ueber die Einwirkungen des Zinkoxyds und seiner Verbindungen auf die Vegetation habe ich in den Mittheilungen der landwirthschaftlichen Akademie zu Poppelsdorf pro 1868 meine umfassenden Versuche veröffentlicht. Ich füge hier nur die Schlußfolgerungen an, zu denen ich gekommen bin; daß zwar alle Pflanzen, welche auf einem zinkhaltigen Boden wachsen, durch die saure Imbibitionsflüssigkeit der Zellwände der Wurzeln die abgelagerten Zinkverbindungen ohne Ausnahme in sich aufnehmen; daß die Menge des aufgenommenen Zinkoxyds nicht proportional mit der Quantität des im Boden befindlichen wächst, sondern zwischen engen Grenzen variiert, daß es von den Pflanzen, welche keineswegs das Vermögen der Auswahl auf die von ihnen aufzunehmenden Substanzen besitzen, als indifferenter Körper aufgenommen, mit den übrigen Stoffen von Organ zu Organ fortgeführt, und hauptsächlich in den Blättern, demnächst in den Stammtheilen und am wenigstens in den Saamen abgelagert wird, daß der Prozentgehalt an Zinkoxyd in einzelnen Pflanzentheilen bis zu einem Prozent der Asche beträgt; daß das Zinkoxyd keinen bemerkbaren Einfluß auf den Keimungs- und Wachsthumsproceß der Pflanzen ausübt, und ebensowenig Störungen in Bezug auf die Saamenbildung hervorbringt, daß von solchen Pflanzen herührende zinkhaltige Saamen ganz normal keimen, und daß sie wegen der außerordentlich geringen Quantitäten Zinkoxyd von Menschen und Thieren ohne Bedenken genossen werden können. Nur die Farbe der Blätter und Blüthen wird häufig dadurch modifizirt, indem die Farbe der jungen Blätter

viel heller und gelblich wird, wie ich an den jungen Getreide und Kleefpflanzen, welche auf alten Halden im Mansfeld'schen Revier gewachsen waren, regelmäßig beobachtete, und Professor Reichardt in Jena an einem durch Zufall mit Chlorzink begossenen großen Oleanderbaume 1867 wahrnahm, oder die Farbe der Blüthen, wie beim Galmeiveilchen sich ändert.

Ein Gehalt an Galmei, Zinkoxyd, Schwefelzink oder anderen unlöslichen Zinkverbindungen im Boden ist daher für die auf ihm erzeugte Vegetation ohne alle Bedeutung.

Ganz ähnliche Untersuchungen habe ich darauf über die Einwirkung eines Gehaltes an Kupferoxyd, Schwefelkupfer und anderer unlöslicher Kupferverbindungen im Boden auf die Pflanzen-Vegetation gemacht, und bin fast genau zu denselben Resultaten gekommen. Alle Versuchspflanzen ohne Ausnahme wurden kupferhaltig, ohne daß jedoch irgend welche abnorme Erscheinungen in dem Vegetations-Proceß derselben bemerkbar waren. Die Asche der einzelnen Planzenteile enthielt von 0,05 bis 0,3 Procent Kupferoxyd. Auch hier waren die Saamen, obgleich deutlich kupferhaltig, keimungsfähig und konnten ebensogut, wie die ganzen Pflanzen ohne jede Gefahr von den Thieren genossen werden. Hiermit stimmen die Beobachtungen von Professor Wiecke in Göttingen und Anderer, welche das Kupfer als sehr verbreitet in der Pflanzenwelt und deshalb natürlich auch in den Körpern der Menschen und Thiere, welche von den kupferhaltigen Pflanzen leben, nachgewiesen haben. Professor Nobbe kommt bei seinen Versuchen, welche er mit Gerste- und Wickenpflanzen in mit Bleiverbindungen vermischt Erdboden anstellte, ebenfalls zu dem Schluß, daß die benutzten Bleiverbindungen sich indifferent erwiesen haben. Ebenso nehmen die Pflanzen von den übrigen Schwermetallen etwas auf, wenn ihre Wurzeln dieselben im Boden treffen, ohne auffallende physiologische Veränderungen zu erfahren, und habe ich diese Fähigkeit insbesondere für Nickeloxyd und Kobaltoxyd nachgewiesen, während Wiecke in der Asche der Rinde einer ganz normalen Buche 5,97% und Gorup Besanez in der Asche der *Trapa natans* sogar 14,7 Procent Manganoxydul fand. Daß endlich das Eisen ein ganz allgemein verbreiteter Bestandtheil der Pflanzen ist, ohne das dieselben gar nicht vegetiren können, indem es zur normalen Bildung des Chlorophylls den Pflanzen ebenso unentbehrlich ist, wie zur Erzeugung der rothen Blutkörperchen im thierischen Organismus, ist eine unbestreitbare wissenschaftliche Wahrheit.

Ich bin durch alle diese Thatsachen zu dem Schluß gekommen, daß die Pflanzen das Vermögen der Auswahl in Bezug auf die von ihnen durch die Wurzeln aufzunehmenden Substanzen nicht besitzen, daß sie vielmehr gezwungen sind, alles, was sich ihnen im Boden als resorbirbar darbietet, aufzunehmen, daß sie jedoch von solchen Stoffen, welche in der Bodenflüssigkeit nicht gelöst sind, niemals soviel aufnehmen, daß die Existenz der Pflanze gefährdet wird. Dies gilt ganz besonders von den unlöslichen Metallverbindungen.

Ich halte es deshalb für vollkommen erwiesen, daß das culturfähige Land in den Umgebungen der Freiberger Hütten durch die ihm im Hüttenrauch zugeführten Metallverbindungen in seiner Bodenbeschaffenheit ebensowenig nachtheilig verändert wird, wie durch die verdünnte Schwefelsäure, und daß von einer Vergiftung desselben durch die Hüttenrauchdämpfe gar nicht die Rede sein kann.

B. Wesentlich anders liegt die Frage über die Einwirkung der Hüttdämpfe auf die oberirdischen Theile der Vegetation.

Was zunächst die sauren Dämpfe betrifft, so habe ich dieselben in sehr eingehender Weise studirt, und diejenigen Versuche, welche auf die schwefelige Säure Bezug nehmen, in den Mittheilungen der Akademie zu Poppelsdorf pro 1869 niedergelegt. Ich habe mit aller Schärfe festgestellt, daß trockne Luft, welche bis $\frac{1}{4}$ Procent schwefelige Säure enthält, auf lufttrocknen Pflanzen keine bemerkbaren, schädlichen Wirkungen ausübt. Ebenso haben meine Versuche ergeben, daß durch Begießen der Pflanzen mit Wasser, welches bis 0,1 Procent schwefelige Säure enthält, kein Nachtheil für die Vegetation eintritt.

Ich halte mich deshalb zu dem Schlusse berechtigt, daß die in den Hüttdämpfen, resp. den Verbrennungsgasen enthaltene schwefelige Säure weder bei heiterem trockenem Wetter, noch bei Regenwetter auf die Vegetation selbst der zunächst gelegenen Grundstücke schädlich einwirken kann, weil es undenkbar ist, daß ein Viertelprocent schwefeliger Säure in trockener Luft und ein Zehntelprocent schwefeliger Säure im Regenwasser in der Nähe solcher Etablissements sich finden kann, aus welchen große Mengen schwefeliger Säure entweichen.

Wenn dagegen schwefelige Säure in feuchte Luft tritt, oder wenn sie Pflanzen trifft, welche schwach benetzt, z. B. bethaut sind, so daß eine Ausfällung der schwefeligen Säure aus der Luft und ein Niederschlag derselben mittelst der Wassertröpfchen auf die Blätter stattfindet, so tritt schon bei einem geringen Procentgehalt der Luft an schwefeliger Säure eine Beschädigung der Gewächse in kürzester Zeit sichtbar ein. Die Chlorophyllmasse der feuchten grünen Blätter aller Pflanzen wird derart alterirt, daß sie aufhört zu functioniren. Schon nach wenigen Stunden erscheinen die Blätter wie vom Rost befallen, theils gebändert, weiß, gelb und braun tätowirt, die glatte Seite nach innen gekehrt und theilweise schraubenzieherförmig zusammengerollt; später schrumpfen sie zusammen, werden welk und sterben ab. Häufig tritt die Beschädigung des Blattes an dem Rande oder der Spitze des Blattes auf, wenn das schwefelig saure Wasser von dem Blatte sich dahin zieht und dann verdunstet. Während der Blüthe können die Staubgefäße davon ergriffen werden, welche dann vertrocknen und die Fruchtbildung verhindern. Diese schädlichen Wirkungen bringt mäßig concentrirte Schwefelsäure und auch sehr verdünnte Schwefelsäure bei rascher Verdunstung des Wassers hervor, weshalb die von den Thautropfen absorbierte schwefelige Säure bei Einwirkung des Sonnenlichtes von dem lebensthätigen Blattorgan rasch zu Schwefelsäure oxydirt und durch Verdunstung des Wassers concentrirt, dieselben Corrosionen hervorruft. Der Gehalt an schwefelsauren Verbindungen nimmt in den Blättern selbstverständlich zu. Andere nachtheilige Veränderungen und Störungen im Lebensproceß der Pflanzen habe ich nicht beobachten können. Pflanzen und Bäume, deren Blätter durch schwefelige Säure vernichtet worden sind, schlagen von Neuem aus, bringen neue Blätter hervor und entwickeln sich ganz normal, wenn die Bedingungen, unter denen die schwefelige Säure allein schädlich wirkt, nicht mehr vorhanden sind. Die schädliche Einwirkung tritt übrigens nicht bei allen Blättern gleich stark auf. Die saftigen jungen Blätter mit noch sehr zarten Zellenwandungen und geringem wachsartigen Tegument werden

am schnellsten und kräftigsten davon ergriffen, und alles andere gleich angenommen leiden die blattreichsten Gewächse am meisten.

Bäume und Sträucher leiden mehr, als Gemüse und landwirtschaftliche Culturgewächse, und zwar am stärksten und frühesten an der Krone, weil dieselben bis in höhere Luftschichten ragen, welche möglicherweise noch einen Procentgehalt an schwefeliger Säure haben, welcher beschädigt, und weil sie in stärkerem Maße Wasserdampf verdichten und so größere Mengen schwefeliger Säure absorbiren. Unter den Waldbäumen sind die Nadelhölzer, Fichten und Tannen, und unter den Laubhölzern die Weiden und Birken am empfindlichsten; widerstandsfähiger zeigen sich die Akazien, Ellern und Eichen und am unempfindlichsten sind die Pappeln und Rüstern. Von den Obstbäumen leiden am meistens die Süßkirschen-, Nuß- und Pflaumenbäume, während die Sauerkirsch- und Apfelbäume mehr aushalten und die Birnbäume, Maulbeeräume und Wildlinge am längsten widerstehen. Unter den strauchartigen Gewächsen tritt die Verheerung am stärksten bei Weißdornhecken, den Nosen-, Hagebutten- und Johannisbeersträuchern sowie dem Weinstock auf, während die Stachel- und Himbeersträucher weniger, und die Maulbeerhecken, die Haselnußstaude, quitten-, Liguster- und Hollundersträucher am wenigsten leiden.

Durch eine ausgedehnte Versuchsreihe habe ich festgestellt, daß der Procentgehalt der Luft an schwefeliger Säure mehr als 0,003 Procent betragen muß, wenn eine solche corrodirende Wirkung bei irgend einem Gewächs unter den ungünstigsten Verhältnissen eintreten soll. Bei einem geringeren Procentgehalt findet keine Beschädigung statt, selbst wenn längere Zeit ununterbrochen solche feuchte Luft die Pflanzen umgibt. Ein bloßes Siechthum der Vegetation wird demnach unter keinen Umständen durch solche Luft bewirkt.

Ganz ähnlich beschreibt Dr. Nobbe in seinem Berichte vom 18. November 1864 die Wirkungen des Freiberger Hüttenrauchs auf die davon getroffenen Pflanzen, ohne jedoch näher zu untersuchen, welchen Antheil die einzelnen Bestandtheile des Rauches an diesen Wirkungen nahmen.

Obgleich Apotheker Sußdorf zehn Jahre früher die schädlichen Wirkungen der schwefeligen Säure auf Corrosionen der daraus entstandenen und durch Verdunstung des Wassers concentrirten Schwefelsäure ebenfalls ganz richtig zurückführt, so bleibt derselbe hierbei nicht stehen, sondern nimmt auf Grund seiner schon kritisch beleuchteten Nachweisungen erheblicher Mengen von freier Schwefelsäure in den vom Hüttenrauch befallenen Gewächsen an, daß dieselbe sowohl von den Blattorganen, als auch durch die Wurzeln aufgesogen werde, sich durch den ganzen Körper der Pflanzen verbreite, dieselben durchsäuere und dieselben ärmer an Nährstoffen, besonders Proteinstanz und reicher an Holzfaser und Kieselerde mache.

Dieser Ansicht schloß sich Professor Haubner vollständig an, und schrieb, wie schon gesagt, der freien Schwefelsäure die Ursache zu der in dortiger Gegend häufig und verheerend auftretenden Knochenbrüchigkeit oder sogenannten Säurekrankheit zu.

Auch Professor Stöckhardt hält es in seinem Berichte vom 1. März 1855 für nicht unwahrscheinlich, daß die freie Schwefelsäure, wenn sie im Futter in größerer Menge vorhanden sei, eine Störung in dem normalen verdauungs- und Ernährungsprozesse der Thiere hervorzubringen vermöge, unterläßt es jedoch

durch chemische Prüfung der Futtermittel festzustellen, ob sich überhaupt freie Schwefelsäure in denselben befindet.

Von da ab wurde durch die chemische Analyse in dem befallenen Trockenfutter zwar meistentheils ein größerer Gehalt an Schwefelsäure nachgewiesen, jedoch bei keiner Untersuchung festgestellt, ob dieser Mehrgehalt, oder wenigstens ein Theil davon sich als freie Schwefelsäure vorfindet. Ebensowenig ist das angeblich nährstoffarme Futter auf seine näheren organischen und unorganischen Bestandtheile genau geprüft worden.

Erst 1867 versuchte Dr. Lehmann zu Pommeritz durch das directe Experiment diese wichtige Frage aufzuklären.

Am 25. Juni früh Morgens begoß er die Hälfte eines gleichbestandenen Kleestücks mit Wasser, in welchem 2,5 Procent schwefelige Säure gelöst war. Ein so stark saures Wasser, welches gegen 9 Volumina gasförmige schwefelige Säure enthielt, brachte, nachdem die Sonnenstrahlen nur zwei Stunden auf den Klee eingewirkt hatten, schon eine starke Affection der betroffenen Blätter hervor, dieselben erlitten starken Saftverlust, schrumpften zusammen und erhielten eine rostbraune bis schwärzliche Farbe. Am vierten Tage wurde der in der Zwischenzeit zweimal beregnete Klee gehauen und die Blätter sowohl des gesunden, als auch des befallenen sorgfältig gesammelt, getrocknet, gepulvert und analysirt. Die wässrigen Auszüge beider Proben reagirten schwachsauer, enthielten aber keine Spur freier Schwefelsäure, die daraus erhaltenen Aschen waren alkalisch und enthielten kohlensaure Salze. Beide zeigten einen gleichen Prozentgehalt an Eiweiß, dagegen enthielten 1000 Gramm wasserfreie Substanz der gesunden Blätter 1,295 Gramm, der befallenen Blätter 2,850 Gramm Schwefelsäure.

In 1000 Gramm wasserleerer Substanz enthielten:

| | |
|---|--------------------------|
| von gesunden Blättern: | von befallenen Blättern: |
| Stickstoffhaltige Nährstoffe 354,50 Gramm | 376,68 Gramm |
| Kohlenhydrate 381,90 Gramm | 373,41 Gramm |
| Fett 44,82 Gramm | 49,16 Gramm |
| Rohfaser 99,17 Gramm | 105,65 |
| Mineralstoff (mit Sand) 119,61 Gramm | 95,10 Gramm |
| Summa: 100,00 Gramm. | 1000,00 Gramm. |

Und als Asche:

| | | |
|---------------------------------|---------------|--------------|
| Kali und Natron | 14,44 Gramm | 13,01 Gramm |
| Kalkerde | 44,68 Gramm | 34,76 Gramm |
| Magnesia | 9,87 Gramm | 5,79 Gramm |
| Eisenoxyd | 1,40 Gramm | 1,31 Gramm |
| Phosphorsäure | 8,28 Gramm | 6,21 Gramm |
| Schwefelsäure | 2,22 Gramm | 7,89 Gramm |
| Kieselsäure | 9,64 Gramm | 0,57 Gramm |
| Chlor | 1,36 Gramm | 1,05 Gramm |
| Kohlensäure | 31,52 Gramm | 16,40 Gramm |
| Sand und Verlust | 5,50 Gramm | 8,34 Gramm |
| | 119,91 Gramm. | 95,33 Gramm. |
| Davon | | |
| der dem Chlor äquiv. Sauerstoff | 0,30 Gramm. | 0,23 Gramm. |
| Summa | 119,61 Gramm. | 95,10 Gramm. |

Lehmann schloß aus den Resultaten dieser Analyse, daß die in die Blattsubstanz eingedrungene kleine Menge von Schwefelsäure theilweise den darin enthaltenen pflanzensauren Salzen das Alkali entziehe und so die Pflanzensäure frei mache, welche sich bei der Verbrennung verflüchtige ohne zur Bildung von Kohlensäure in der Asche beizutragen, theilweise die Mineralstoff – insbesondere Kalk, Magnesia und Phosphorsäure – löslich mache und zum Fortwandern veran lasse, wodurch der Verlust von 25% Phosphorsäure, 22% Kalk und sogar 42% Magnesia sich erklärt. Da auch er von der vorgefaßten Meinung ausging, daß die sogenannte Säurekrankheit des Rindvieh's nach Haubner's Vorgange den Einwirkungen der sauren Hüttdämpfe zugeschrieben werden müsse, aber unzweifelhaft nachgewiesen hatte, daß sich keine Spur freier Schwefelsäure in den Blättern befindet, also auch als solche nicht schädlich auf den Organismus einwirken könne, und daß die in den Blättern enthaltenen näheren organischen Substanzen, insbesondere die Proteinstoffe und das Fett dadurch gar keine Veränderung erfahren haben, so schloß, er daß die zuerst auftretenden Krankheitserscheinungen heftige Diarrhöe und Durchsäuerung des ganzen Körpers auf die durch die Schwefelsäure freigemachten Pflanzensäuren und die späteren, namentlich die Knochenleiden, auf den ebenfalls durch die Säure bedingten Mangel an Mineralstoffen, insbesondere an Kalk und Phosphorsäure, zurückzuführen sei. So viel Verlockendes diese Hypothese auch hat, indem es ja unleugbar feststeht, daß die fragliche Krankheit eine Folge fehlerhafter Ernährung ist, und die Mineralstoffe, besonders phosphorsaurer Kalk, eine Hauptrolle spielen, daß sie bei Milchkühen insbesondere während des Tragens und beim Jungvieh, wo die Aufnahme derselben am nöthigsten und am stärksten ist, sich auch am verheerendsten zeigt, so kann ich derselben doch nicht beitreten. Einmal erscheint es nicht gerechtfertigt, auf Grund eines einzigen Experiments und der dazu gehörigen Analyse, wobei noch dazu eine so concentrirte Lösung von schwefeliger Säure angewendet wurde, wie sie in einem concreten Hüttenrauchsfall nie vorkommen kann, so schwerwiegende Schlußfolgerungen zu ziehen. Sodann ist auch hier nur indirect durch die Abnahme der Kohlensäure in der Asche auf das Vorhandensein der freien Pflanzensäuren geschlossen, ohne auch nur eine Andeutung über die Natur derselben zu geben. Die Menge kann jedenfalls nur sehr gering sein, da ja ein Theil der Schwefelsäure zur Zersetzung und Aufschließung der Phosphate dienen soll. Ebensowenig wird motivirt, warum die geringe Vermehrung freier Pflanzensäure im Klee und Wiesenhen – denn eine kleine, wechselnde Menge findet sich in jedem normal gewachsenen vor – so nachtheilig wirken soll, während viele andere Nahrungsmittel des Rindvieh's, wie Braunheu, Sauerheu, Schlempe, Rübenpreßrückstände einen ungleich höheren Gehalt an freien organischen Säuren besitzen, und die fragliche Krankheit doch nicht erzeugen. Noch weniger erklärt sich, wo die durch die Schwefelsäure löslich gemachten Mineralstoffe bleiben. Die Untersuchungen von Lehmann ergeben, daß selbst unter den allerungünstigsten Verhältnissen von sauren Dämpfen befallener Klee nach wenigen Tagen keine Spur freier Schwefelsäure, dagegen eine Verminderung des Gehalts an allen Mineralstoffen mit alleiniger Ausnahme der Schwefelsäure zeigt. Deshalb müssen saure phosphorsaure Salze in die Stammtheile der Pflanzen zurücktreten. Nun sind zwei Fälle denkbar. Entweder findet auch hier eine Störung des vegetativen Lebens und eine theilweise Ausscheidung der schon aufgenommenen unentbehrlichen mineralischen Pflanzennährstoffe durch die Wurzeln statt, wodurch allein eine Verminderung der Mineral-

salze in den gesammten Futtermitteln durch Schwefelsäure erklärlich wäre; oder die aus den corrodiren, nicht mehr productionsfähigen Blättern in die Stammtheile der Pflanzen zurücktretenden Nährstoffe, wozu auch die phosphorsauren Salze gehören, werden hier rasch neutralisiert, und von den Pflanzen als Reservestoffe zu weiterer organischer Stoffmetamorphose benutzt. In dem letzteren Falle findet offenbar keine Verringerung der Aschenbestandtheile, insbesondere des phosphorsauren Kalks, sondern nur eine Wanderung derselben in der Pflanze statt. Welcher der beiden Fälle wirklich eintritt, darüber kann aber kein Zweifel herrschen.

Alle Beobachter stimmen darin überein, daß wo Pflanzenblätter durch saure Dämpfe beschädigt werden und verdorren, die Pflanzen in kürzester Zeit neue Blätter treiben, und wenn die Beschädigung nicht wiederkehrt, normal sich fortentwickeln. Andernfalls kommen abermals Blätter zur Entwicklung und wiederholt sich dieser Vorgang, bis alle disponibeln Reservestoffe der Pflanzen erschöpft sind. Erst dann stirbt der Stamm ab, während Wurzelausschläge noch in Menge auftreten.

Es kann daher keinem Zweifel unterliegen, daß die sauren Dämpfe des Hüttenrauchs bei hinreichender Concentration nur einen sichtbaren Schaden der Vegetation in der Weise zufügen, daß sie die befallenen Organe corrodiren und genau in den Zustand versetzen, in welchen sie beim Erlöschen der Vegetation von selbst kommen. Was insbesondere die Blätter betrifft, so wird das Chlorophyll degenerirt und insbesondere der Farbstoff derart zerstört, daß von Stoffassimilation nicht mehr die Rede ist. Das Blatt stirbt allmählig ab, indem der Saft und die wesentlichsten Pflanzennährstoffe, ähnlich wie im Herbst, in die Stammtheile zurücktreten. Von einer Vergiftung der ganzen Pflanze kann nicht die Rede sein; und eine Abnahme in dem Nährwerth der Futtermittel bei sichtbarer Beschädigung der Blätter kann nur in der verringerten Befähigung Kohlensäure zu zersetzen und daraus organische Materie zu produciren, gesucht werden.

2) Was die im Freiberger Hüttenrauch enthaltenen im Wasser löslichen Metallverbindungen betrifft, so beschränke ich mich auf Zinkvitriol, Kupfervitriol und arsenige Säure. Wenn dieselben im wasserfreien, staubigen Zustande auf bethaute, oder sonst schwach benetzte grüne Blätter von pflanzen aller Art auffallen, so findet einen Corrosion der Blätter statt, welche in ihrem Verlauf und den äußersten Erscheinungen große Aehnlichkeit mit den vorher ausführlich beschriebenen Verletzungen durch zu concentrirte Säuren haben. Die an Weizen, Erbsen, Hafer und Kleefpflanzen schon früher ausgeführten Versuche wiederholte ich im Laufe der Vegetationsperiode des Jahres 1871 mit Klee und Luzerner, welche ich zu diesem Zwecke im Poppelsdorfer Versuchsgarten angebaut hatte. Wenn ich die trockenen Pflanzen mit feingepulvertem wasserfreien Kupfervitriol, Zinkvitriol oder arseniger Säure bestäubte, so konnte ich später keine Beschädigungen wahrnehmen. Als ich jedoch die Pflanzen vor dem Bestäuben aus einer Gießkanne mit Wasser besprengte, beobachtete ich, daß Kupfer- und Zinkvitriol keine sichtbaren Veränderungen hervorbrachten, die arsenige Säure dagegen nach etwa 24 Stunden auf den Blättern zerstreute, gelblichbraune Flecken erzeugte, und daß diese Blätter sich krümmten,

welk wurden und vertrockneten. Als ich am 17. Juli Morgens gegen 6 Uhr den Klee schwach bethaut fand, bestäubte ich drei Streifen desselben mit je wasserfreiem Kupfervitriol, Zinkvitriol und arseniger Säure. In Folge der starken Erwärmung bei intensivem Sonnenschein verschwanden die Thautropfen, und jetzt zeigten sich überall an diesen Stellen gelblich braune Flecken, so daß auch die wasserfreien Vitriole die Chlorophyllmasse der Blätter zu zerstören vermögen. Es bedarf natürlich nicht mehr des Beweises durch das Experiment, daß in diesem Falle kleine Mengen der Metall-Verbindungen ebenfalls in die Blätter eindringen. Dagegen habe ich nicht die geringste Störung in der Vegetation beobachtet, wenn ich die Pflanzen mit zehntelprozentigen Lösungen obiger Metallverbindungen während der ganzen Vegetationsperiode täglich begoß. So concentrirte Lösungen führt der Regen unter keinen Umständen selbst auf die den Freiberger Hütten zunächst gelegenen Felder und Wälder. Ich erkläre daher mit aller Bestimmtheit, daß die Vegetation in der nächsten Umgebung der Hütten nur insoweit durch die löslichen Metallverbindungen beeinträchtigt werden kann, als die letzteren im staubigen Zustande auf die bethauten resp. benetzten Blätter fallen, daß dagegen Regen die Beschädigung ganz ausschließt, indem er die Niederschläge abspült oder doch zur Unwirksamkeit verdünnt.

3) Was endlich die unlöslichen Metallverbindungen, Zinkoxyd, Bleioxyd und schwefelsaures Bleioxyd betrifft, welche sich gleichzeitig mit auf den Blättern der Pflanzen niederschlagen, so vermögen dieselben keine qualitativ andere, oder quantitativ beträchtlichere Störung auf das Pflanzenwachsthum auszuüben, als gewöhnlicher Straßenstaub.

Dies könnte ja nur stattfinden, wenn das auf die Blätter niedergefallene Metalloxyd entweder sich in dem atmosphärischen Wasser löst und in das Innere der Blattzellen eindringt, oder daß es ähnlich wie von den Wurzeln durch eine etwaige saure Imbibitionsflüssigkeit der Blattzellwände corrodirt und aufgesogen wird. Beide fälle erscheinen undenkbar. Einmal nämlich wird Zinkoxyd von Regenwasser, welches ich ein ganzes Jahr lang damit in Berührung ließ, so wenig aufgelöst, daß ich nach dieser Zeit in dem abgehobenen, abfiltrirten und eingedampften Regenwasser dasselbe selbst in Spuren nicht nachweisen könnte. Da das Zinkoxyd sich in Ammoniak und kohlensauren Ammonik löst, und in der Atmosphäre, also auch in den Niederschlägen Ammoniaksalze, jedoch nirgends in größerer Menge als zu 0,005% des Regenwassers, resp. des Thaues oder Nebels aufgefunden worden sind, so setzte ich dem Regenwasser 0,1% seines Gewichtes kohlensaures Ammoniak, resp. salpetrigs aures, resp. salpetersaures Ammoniak zu und brachte in diese Proben Zinkweiß. Auch in diesem Falle gelang es mir nicht in dem Wasser gelöstes Metalloxyd nachzuweisen. Zu denselben Resultaten ist auch der Regierungsrath Dr. Pappenheim gekommen, der aus ähnlicher Veranlassung diese Versuche ebenfalls angestellt hat. Andererseits widerspricht es den Forschungen der Pflanzenphysiologie, daß das Metalloxyd durch den Zellsaft der Blätter corrodirt und aufgesogen werden soll. wir haben es hier mit einer sauren Imbibitionsflüssigkeit der Zellwände nicht zu thun, wie bei den Wurzeln. Die Blätter sind vielmehr bekanntlich mit einem wachsähnlichen Ueberzuge versehen, welcher sie vor äußerem Verletzungen schützt. Trotzdem aus diesen Gründen a priori mit Recht geschlossen werden darf, daß das auf die Pflanzen gewehte Zinkoxyd nicht anders, wie jeder indifferente

Staub, einwirkt, so habe ich doch während der ganzen Vegetationsperiode des Jahres 1867 täglich Weizen-, Erbsen-, Hafer- und Kleepflanzen, sowie Kartoffelkraut mittelst eines Apparates, wie er zum Schwefeln der Weinstöcke bei vorhandenem Oidium benutzt wird, mit Zinkweiß bestäubt; wobei ich ausdrücklich bemerke, daß die Pflanzen bei trockenem Wetter vorher begossen wurden, weil sonst das Zinkweiß an den Blättern nur wenig haftete. Obgleich dieser Versuch bis Anfang August fortgesetzt wurde, so konnte eine nachtheilige Wirkung auf die Pflanzen in keiner Weise bemerkt werden.

Dr. Pappenheim giebt in seinem Berichte vom 21. October 1864 an, daß er die Blätter einer Erdbeerpfanze, einer Cineraria im Topfe, einzelner im Topfe gezogenen Weizen- und Roggenpflanzen, von im Freiem stehenden Kohlrabi-, Stachelbeer- und Wegebreitpflanzen, sowie die Blüthen des Weißdorns derart mit Zinkweiß in Berührung gebracht habe, daß dasselbe mit den Fingern auf beide Flächen der Blätter vorsichtig aufgerieben wurde, und daß das übereinstimmende Resultat dieser Versuche das Ungestörtbleiben der Pflanzen in ihrer Vegetation und auch das Ungestörtbleiben der betroffenen Blätter für die Zeit der Beobachtung gewesen sei.

Da weiter Bleioxyd und ganz besonders schwefelsaures Bleioxyd in den oben angeführten Lösungsmitteln ganz unlöslich ist, so bedurfte es eigentlich des Experiments nicht, die Unschädlichkeit derselben auf den Blättern für die Vegetation nachzuweisen. Trotzdem habe ich im Laufe dieser Vegetationsperiode dieselben Versuche mit Bleioxyd und schwefelsaurem Bleioxyd ausgeführt, konnte jedoch dabei eine Störung der Vegetation in keiner Weise bemerken.

Nach alledem muß es als eine unzweifelhafte Thatsache feststehen, daß die von der Hütte verwehten Metalloxyde, welche auf die oberirdischen Pflanzenteile niederfallen, weder directe schädliche Wirkungen auf die Pflanzen ausüben, noch eine wirksame Verstopfung der Spatöffnungen bewirken.

Dagegen können die auf den Blättern der Futtergewächse haftenden Metalloxyde und Salze dem thierischen Organismus gefährlich werden. Denn nicht bloß die im Wasser löslichen Verbindungen, sondern auch Zinkoxyd und Bleioxyd dürften sich in dem normal sauren Magensaft lösen und selbst das schwefelsaure Bleioxyd ist nicht absolut unlöslich, löst sich vielmehr in 22800 Theilen reinen Wassers, und ist in alkalischem Wasser sogar leicht löslich. Da nun die Galle, der Pankreatische Saft und der Darmsaft alkalisch reagiren, so darf ohne vorhergegangene gründliche Versuche a priori nicht geschlossen werden, daß das schwefelsaure Bleioxyd im thierischen Organismus sich absolut indifferent verhalte. Ich halte es deshalb nicht bloß für möglich, sondern für sehr wahrscheinlich, daß die wiederholt constatirten Vergiftungen einzelner Haustiere durch die auf den Blättern besonders des Grünfutters haftenden Metallverbindungen verursacht worden sind.

Die wissenschaftliche Commission zur Untersuchung der Hüttenrauchsschäden veranlaßte weiter, daß auf dem akademischen Gute zu Tharand vergleichende Fütterungsversuche zum Zwecke der Ermittelung der nachtheiligen Wirkungen des im Hüttenrauch gewachsenen Futters ins Leben traten. Zuerst wurde im Jahre 1863 eine Versuchskuh mit 20 Ctr. Grummet, welches auf dem rechten Gehänge der Hilbersdorfer Schlucht gewachsen war, angeblich das Rindvieh beim Verfüttern krank machte und 2,203 Procent Schwefelsäure und deutliche Spuren Arsenik enthielt, und mit 20 Ctr. Haferstroh von den Erbgerichtsfeldern aus der Nähe der fiscalischen

Ziegelhütte herrührend und 0,16 Procent Schwefelsäure und 0,0076% Blei und deutliche Spuren Arsenik enthaltend, und daneben eine Controllkuh mit ähnlichem Futter vom Folgengute bei Tharandt gefüttert. Dieser Fütterungsversuch ergab keine entscheidenden Resultate. Da nach der Ansicht der Commission bei den Kühen die doppelte Verwendung des Futters zu Milch- und Fleischproduction, die verschiedene Zeit des Kalbens und des Rinderns die Ergebnisse weniger sicher hervortreten ließen, so wurde ein neuer Versuch mit zwei circa sechsjährigen Ochsen vom 7. Juni 1864 an auf dem Folgengute in der Weise ausgeführt, daß der Vergleichsochse täglich 30 Pfd. gesundes, schönes Heu vom Folgengute mit 2,56% Stickstoff und 0,2124% Schwefelsäure erhielt; der Versuchsochse dagegen bis zum 20. August mit 30 Pfd. Heu von Schubert in Conradsdorf gefüttert wurde, welches von der Commission wegen Hüttenrauchsschäden zu 40% beschädigt erklärt war, 2,35% Stickstoff, 0,6715% Schwefelsäure, 0,022% Arsen und Spuren von Zink enthielt, und wovon das Thier im Mittel täglich 29,68 Pfd. verzehrte; vom 21. August 1864 an mit 30 Pfd. des auf den fiskalischen Wiesen in der Conradsdorfer Flur gewachsenen Heu's, welches nach der Angabe des Commissar Weber 25% an seinem Werthe durch den Hüttenrauch verloren hatte und 2,7% Stickstoff und 0,6967% Schwefelsäure enthielt, ernährt wurde, wovon derselbe jedoch bis zum 21. November 1864, so lange Professor Stengel diesen Versuch leitete und überwachte, nur 25,62 Pfd. täglich im Durchschnitt verzehrte.

Der Bericht des Professor Stengel ergiebt, daß während der ersten Fütterungsperiode vom 7. Juni bis 20. August – 75 Tage – durchaus keine Störungen in dem Befinden des Versuchstieres sich zeigten, daß sein Lebengewicht von 962 Pfd. auf 1025 Pfd., also um 63 Pfd., d. i. pro Tag 0,84 Pfd. zugenommen habe, während das Vergleichstier sein Lebendgewicht von 941 Pfd. auf 1022 Pfd. gebracht, dasselbe also im Ganzen um 81 Pfd. und pro tag um 1,08 Pfd. vermehrt habe; daß dagegen in der zweiten Periode vom 21. August bis 21. November – 93 Tage – das Versuchstier zuweilen Durchfall und überhaupt in der Farbe veränderte und übelriechende Ausleerungen gehabt habe, und in dieser Zeit bei einer durchschnittlichen täglichen Futteraufnahme von nur 25,62 Pfd. Heu von 1003 Pfd. auf 1072 Pfd., also im Durchschnitt täglich um 0,74 Pfd. an Lebendgewicht zunahm, während das Lebendgewicht des Vergleichstieres bei täglicher Aufnahme von 30 Pfd. Heu von 1015 Pfd. auf 1109 Pfd., also täglich um 1,01 Pfd. stieg.

Hieraus ergiebt sich zunächst, daß die Zunahme beider Ochsen eine nur mäßige war, und daß das Versuchstier das auf der fiskalischen Wiese zu Conradsdorf gewachsene Heu weniger gern fraß, als das von Schubert angekauft, indem es in der zweiten Periode nur 25,62 Pfd. täglich aufnahm. Hätte dasselbe ebenfalls, wie das Vergleichstier die 30 Pfd. täglich consumirt, und wäre die Gewichtszunahme nur proportional dem Futterquantum gestiegen, so hätte es auch in dieser Periode täglich statt um 0,74 Pfd. um 0,86 Pfd. zugenommen. Von da ab wurde der Fütterungsversuch von dem Oeconomie-Commissar von Engel zu Tharandt fortgesetzt, und wurde ermittelt, daß das Versuchstier vom 22. November 1864 bis zum 27. April 1865 – 157 Tage – bei einer durchschnittlichen täglichen Aufnahme von 21,4 Pfd. Heu, sein Körpergewicht von 1072 Pfd. auf 1045 Pfd. also pro Tag um 0,17 Pfd. verringert habe, während der Vergleichsochse in derselben Zeit bei einer täglichen Aufnahme von 30,6 Pfd. Heu von 1109 Pfd. auf 1210 Pfd., also durchschnittlich pro Tag um 0,64 Pfd. an Gewicht zunahm.

Hieraus folgt abermals, daß die Zunahme an Lebendgewicht bei dem Vergleichsthiere eine nur sehr mäßige war, und daß das Versuchsthier eine steigende Abneigung gegen die ausschließliche Ernährung mit dem vom Hüttenrauch befallenen Heu an den Tag legte, so daß dasselbe in Folge zu geringer Aufnahme von Futter an Körpergewicht nicht zunehmen konnte.

Am 27. April 1865 wurde das Vergleichsthier verkauft, und das Versuchsthier vom 28. April bis zum 8. November 1865 – 195 Tage – mit dem Wiesenheu der fiskalischen Grundstücke ausschließlich weiter gefüttert. Der Widerwille des Thieres steigerte sich derart, daß es gegen Ende des Versuchs täglich nur 14 Pfd. und während der ganzen Periode nur 16,6 Pfd. Heu fraß, und in Folge dessen sein Körpergewicht von 1045 Pfd. auf 820 Pfd., also pro Tag um 1,15 Pfd. verminderte.

Die vom Akademischen Docenten und Amtsttierarzt Weber am 29. Sept. 1865 vorgenommene Untersuchung des fraglichen Ochsen ergab, daß derselbe abgemagert, daß sein Haar am ganzen Körper aufgerichtet, struppig und glanzlos, seine Haut trocken, spröde und fest auf den Rippen anliegend, und daß die Knochen der Knie- und Sprunggelenke aufgetrieben seien. Die Schleimhäute seien blaß, die Freßlust äußerst gering, der Mist schwärzlich von dickbreiiger Consistenz, der Puls sei klein und weich, das Athmen langsam ohne Geräusch, und die Bewegung des Thieres äußerst langsam, mühsam und mit dem Hintertheil schwanken. Das ganze Krankheitsbild des Ochsen deutet unzweifelhaft auf die schon früher beschriebene Knochenbrüchigkeit hin, und dürfte durch diesen Fütterungsversuch unzweifelhaft erwiesen sein, daß bei ausschließlicher Fütterung mit Heu von den fiskalischen Wiesen aus Conradsdorf die Knochenbrüchigkeit des Rindvieh's entstehen kann; daß jedoch dieselbe am rapidesten ihren Verlauf nahm, als das Thier mit dem im trocknen Jahre 1865 gewonnenen Heu gefüttert wurde. Was dagegen in dem Heu die Ursache zu dieser Erkrankung ist, darüber giebt der Versuch auch nicht die geringste Andeutung. Nur das geht unzweifelhaft hervor, daß dasselbe keine Gifte in solcher Menge enthielt, daß eine acute Vergiftung eintreten mußte. Das ganze Leiden des Ochsen war ein chronisches, hervorgebracht durch mangelhafte Ernährung, und wies darauf hin, daß dem Heu offenbar Bestandtheile fehlten, welche dem thierischen Organismus zur normalen Stoffassimilation nothwendig sind, woraus sich auch der allmählig steigernde Widerwille des Thieres gegen dieses Futter erklärt.

Es ist sehr zu beklagen, daß dieses Futter keiner vollständigen Analyse unterworfen worden ist, daß vielmehr nur der Stickstoffgehalt als normal und der Schwefelsäuregehalt circa dreimal so hoch, wie im gewöhnlichen Heu gefunden ist.

Daß in der That selbst durch eine anderthalbjährige ausschließliche Fütterung mit diesem Heu noch keine Verletzung und gefährliche Degeneration der inneren Organe eingetreten war, beweist der weitere Verlauf des Versuchs. Vom 9. November 1865 an erhielt das äußerst heruntergekommene Versuchsthier wieder normales Futter, bestehend aus 10 Pfd. Heu, 10 Pfd. Stroh, 15 Pfd. Rüben und 4 Pfd. Roggenkleie. Dasselbe erholte sich zusehends, fraß gut, und vermehrte bis zum 4. Februar 1866 – in 88 Tagen – sein Lebendgewicht von 820 Pfd. auf 1080 Pfd., also im Durchschnitt pro Tag um 2,95 Pfd., ein Resultat, welches bei der Ochsenmast als ein sehr günstiges betrachtet werden muß. Vom 5. Februar an wurde der Ochse allmählig auf immer kräftigeres Mastfutter gesetzt und wog am 29. April,

dem Tage vor seinem Schlachten 1153 Pfd. Während dieser Periode wurde das Aussehen des Ochsen von Woche zu Woche besser, das Wasser in den Muskelzellen wurde immer mehr durch Fett ersetzt; nur die Steifigkeit und die Schmerzen in den Gelenken nahmen zu, und ein fortgesetztes Knochenleiden war unverkennbar.

Der Sectionsbefund ergab: 1. daß die Schleimhaut des Pansens und Labmagens an verschiedenen Stellen derart verändert war, daß diese Stellen das Ansehen vernarbter Geschwüre zeigten; 2. daß die Leber und Galle nicht von normaler Beschaffenheit waren; und 3. daß die Knochen krankhaft aufgetrieben und mit Fett überladen sich zeigten. Alle übrigen Organe und Substanzen des Versuchstieres erwiesen sich durchaus normal und gesund.

Die aufgetriebenen Gelenkknochen strotzten dermaßen von Fett, daß dieses beim ruhigen Liegen der zerschlagenen Knochen in der Form eines farblosen Oels in Menge daraus ablief. Unter dem Mikroskop zeigten dieselben ein abnorm schwammiges Gewebe, wogegen die Röhrenknochen zwar auch zu reich an Fett, doch noch ein dichteres Gefüge besaßen. Die chemische Analyse dieser Knochen, von Professor Stöckhardt ausgeführt, ergab, daß sich in 100 Pfd. fanden:

| | der frischen Gelenkknochen: | der frischen Röhrenknochen: |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Fett | 41,908 | 8,98 |
| Phosphorsaurer Kalk | 26,280 | 49,36 |
| Kohlensaurer Kalk . | 3,132 | 5,56 |
| Knorpel | 16,142 | 26,98 |
| Wasser | 12,538 | 9,12 |
| Summa 100,00 | | 100,00 |

Die wasser- und fettfreie Knochenmasse erwies sich demnach in beiden Knochen ziemlich normal, da sie in 100 Pfd. enthielt in den:

| | Gelenkknochen: | Röhrenknochen: |
|---------------------|----------------|----------------|
| Phosphorsauren Kalk | 58,0 | 60,5 |
| Kohlensauren Kalk . | 6,5 | 6,8 |
| Knorpel | 35,5 | 32,7 |
| Summa 100,0 | | 100,0 |

Es folgt daraus, daß ein allgemeiner Schwund der Knochensubstanz und zwar gleichmäßig der Mineralstoffe und der leimgebenden Masse ganz besonders in den Gelenkknochen stattgefunden hat, und daß die entstandenen Zwischenräume anfangs mit Wasser, und später bei der kräftigern Fütterung mit Fett ausgefüllt wurden.

Die scheinbar vernarbten Geschwüre im Pansen und Labmagen brauchen nicht mit der Knochenbrüchigkeit in Zusammenhang gebracht zu werden, indem dieselben möglicherweise durch die an dem Futter haftenden Metallverbindungen erzeugt sein können. Ein letzter Fütterungsversuch mit zwei Ochsen von 3 bis 4 Jahren aus der Gegend von Dahlen wurde in den Jahren 1869 und 1870 auf dem Folgengute bei Tharandt von dem Administrator Oscar Lehmann zu dem Zwecke angestellt, um zu beobachten, welche Wirkung eine tägliche Beigabe von 3 Loth nach Professor Julius Lehmanns Vorschrift bereiteten Pulver, bestehend aus 80% phosphorsaurem Kalk, 15% kohlensaurem Kalk und 5% kohlensaurem Kali, zu dem vom Hüttenrauch befallenen Futter ausübe.

Es wurden zu dem Behufe von der Crescenz des Jahres 1868 zusammen

86 Ctr. 62 Pfd. Heu angekauft und auf das Beste mit einander vermischt, und zwar:

- 18 Ctr. 8 Pfd. von Schroth in Hohentanne,
- 18 Ctr. 31 Pfd. von Wetzig in Rothenfurth,
- 21 Ctr. 14 Pfd. von Ludwig in Rothenfurth am Teich,
- 29 Ctr. 9 Pfd. von demselben.

Die chemischen Analysen ergaben, daß sich in 100 Gewichtstheilen fanden:

| | von Schroth | von Wetzig | von Ludwig I | von Ludwig II |
|-------------------------------|-------------|---------------|--------------|---------------|
| Wasser ... | 10,4 | | 10,3 | 9,9 |
| Proteinstoffe . | 10,3 | | 10,1 | 6,4 |
| Stickstofffreie Extractstoffe | 47,4 | | 44,9 | 45,7 |
| Fett (Aetherauszug) | 3,6 | | 3,5 | 2,3 |
| Rohfaser .. | 20,4 | | 23,8 | 29,6 |
| Mineralstoffe . | 7,9 | | 7,4 | 6,1 |
| und darin | | | | |
| Schwefelsäure . | 0,878 | ... 0,608 ... | 0,888 ... | 0,546 |
| Arsenige Säure | 0,0083 | ... Spur ... | 0,0224 ... | Spur |
| Zinkoxyd .. | Spur | ... 0,006 ... | Spur ... | Spur. |

Es waren dieselben offenbar von Hüttenrauch betroffen, enthielten aber nur ganz geringe Mengen von Metallverbindungen, und waren in ihrer Mischung von mittlerer Güte.

Von diesem Heu bekam jeder der beiden Versuchsochsen täglich 21 Pfd. und der Ochse I. dabei je 3 Loth des Lehmann'schen Pulvers.

Beim Beginn der Fütterung am 18. Februar 1869 wog Ochse I. 918 Pfd., am 3. Juli nach 136 Tagen bei täglicher Durchschnittsaufnahme von 20,3 Pfd. Heu 1078 Pfd., so daß er pro Tag 1,18 Pfd. zugenommen hat.

Der Ochse II., welcher kein Pulver erhalten hatte, wog Anfangs 1012 Pfd., und am 3. Juli bei täglicher Durchschnittsaufnahme von 19,05 Pfd. Heu 1076 Pfd., so daß er pro Tag 0,49 Pfd. an Lebendgewicht zugenommen hat.

Beide Ochsen befanden sich übrigens durchaus wohl und im normalen Zustande. Um zu constatiren, ob das Pulver auf den Appetit und die größere Zunahme an Lebendgewicht beim Ochsen I. eingewirkt habe, wurde vom 4. Juli an diesem das Pulver entzogen, und dem Ochsen II. von da ab täglich 3 Loth desselben zum Futter gemischt. Am 25. August nach 53 Tagen wog der Ochse I. bei täglicher Durchschnittsaufnahme von 20,75 Pfd. Heu 1131 Pfd., so daß er in dieser Periode pro Tag 1 Pfd. an Lebendgewicht zunahm. Der Ochse II. dagegen, bei täglicher Durchschnittsaufnahme von 18,77 Pfd. Heu und 3 Loth Pulver 1062 Pfd., so daß eine Abnahme des Körpergewichts um täglich 0,27 Pfd. stattgefunden hatte.

Der Gesundheitszustand beider Ochsen war auch jetzt in jeder Beziehung zufriedenstellend, und stellte sich später heraus, daß der Ochse II. an Zahnwechsel litt, und deshalb weniger Heu aufnahm, und an Körpergewicht verloren hatte.

Berücksichtigt man, daß bei dem ersten Fütterungsversuche der Vergleichsochse bei nahezu gleichem Körpergewicht bei täglicher Aufnahme von circa 30 Pfd. ganz gesunden Heu's von Phleum pratense vom Folgengute während 325 Tagen nur 0,83 Pfd. täglich im Durchschnitt an Lebendgewicht zunahm, so folgt ganz

unzweifelhaft, daß das während der 189 Tage an die beiden Ochsen verfütterte Heu von Hohentanne und Rothenfurth mindestens denselben Nähreffekt gehabt hat, daß in dieser Periode das Lehmann'sche Pulver ohne Einfluß gewesen, und daß die Schwankungen in der Aufnahme und Verwerthung des Futters bei den beiden Versuchstieren nur in der Individualität und dem vom Futter unabhängigen Gesundheitszustand der Letzteren zu suchen sind.

Mit dem 26. August 1869 begann die Verabreichung des in diesem Jahre in der Nähe der Halsbrückner Hütten auf den fiskalischen Conradsdorfer Feldwiesen gewachsenen Heu's. Dasselbe bestand nach der Untersuchung von Professor Nobbe zum allergrößten Theil aus hartem Straußgras (*Agrostis vulgaris*), was nach dem Ausspruch des Administrator Lehmann die fraglichen Grundstücke wegen der äußerst dürftigen Beschaffenheit des Bodens und wegen der Nähe der Hütten allein zu tragen vermöchten. Lehmann fügt in seinem Berichte vom 30. September 1869 hinzu, daß so wenig geschätzt dieses Gras als Futter an und für sich sei, so dürfte in dem gegebenen um so weniger Nährstoffreichthum erwartet werden, als dasselbe nahezu reif geerntet und bei der Ernte berechnet worden wäre. Leider ist keine Untersuchung auf die näheren Bestandtheile dieses Heu's gemacht worden, sondern sind nur die vom Hüttenrauch hinzugekommenen Stoffe in vier verschiedenen Proben bestimmt worden. Daraus folgt, daß dieses Heu im Mittel aus denselben in 100 Gewichtstheilen enthielt:

Schwefelsäure ... 0,7363,
Arsenige Säure .. 0,0131,
Zinkoxyd 0,0107

und außerdem deutliche Spuren von Bleioxyd und Kupferoxyd. Hieraus folgt, daß das fragliche Gras viel stärker vom Hüttenrauch befallen war, als das bis dahin verfütterte von Rothenfurth und Hohentanne.

Vom 26. August bis zum 4. December erhielten nun die beiden Versuchsochsen je 21 Pfd. dieses Heu's und der Ochse II außerdem täglich 3 Loth des Lehmann'schen Pulvers.

Der Ochse I hatte am 25. August 1131 Pfd. gewogen und wog am 5. December – nach 101 Tagen – 1042 Pfd. Er hatte bei einer täglichen Futterconsumtion von 15,7 Pfd. Heu 0,88 Pfd. an Lebendgewicht verloren. Der Ochse II wog am 25. August 1062 Pfd. und am 5. December – nach 101 Tagen – 909 Pfd. Er hatte bei einer durchschnittlichen Futterconsumtion von 12,4 Pfd. Heu und 3 Loth Pulver täglich 1,5 Pfd. an Lebendgewicht verloren.

Beide Thiere befanden sich in schlechtem Zustande, zeigten geringere Munterkeit und die Symptome der beginnenden Knochenbrüchigkeitskrankheit, trockenes staubiges Haar, eine festanliegende Haut, Steifigkeit in den Gelenken; und besonders Ochse II ließ befürchten, daß bei fortgesetzter Fütterung mit diesem absolut ungeeigneten und unzureichenden Futter sein Absterben in gar nicht langer Zeit zu gewärtigen sein dürfte. Deshalb erhielten dieselben vom 5. December 1869 an kräftiges Futter, und zwar Anfangs neben dem Heu pro Kopf 20 Pfd. Rüben, 2 Pfd. Rapsmehl, 2 Pfd. Roggenkleie und 3 Loth Salz, und da sie das Rapsmehl verschmähten, statt dessen 10 Pfd. Kartoffeln und noch 1 Pfd. Roggenkleie. Vom 18. Januar 1870 bis zum Schluß des Versuchs wurden endlich noch pro Kopf je 10 Pfd. Kartoffeln und 3 Pfd. Erbsenschrot zugesetzt.

Ochse I wog am 5. December 1042 Pfd. und am 28. Februar 1870 1260 Pfd.,

hatte also in 85 Tagen 218 Pfd., d. i. pro Tag 2,56 Pfd. an Körpergewicht zugenommen und dabei neben dem gereichten Kraftfutter täglich im Durchschnitt, wie vorher 15,7 Pfd. des fraglichen Heu's consumirt.

Ochse II wog am 5. December 909 Pfd. und am 6. März 1210 Pfd., hatte also in 92 Tagen 301 Pfd., d. i. pro Tag 3,27 Pfd. an Körpergewicht zugenommen, und dabei neben dem gereichten Kraftfutter täglich im Durchschnitt 12,6 Pfd. des Heu's und 3 Loth Lehmann'sches Pulver verzehrt.

Beide Ochsen befanden sich nach dem Gutachten der Thierärzte, Docent Weber und Bezirksthierarzt Franze in gutem, normalen Ernährungszustande und ergaben die Sectionsberichte über die am 1. resp. 8. März geschlachteten Ochsen, daß sich nur in den Labmägen beider Thiere Erscheinungen zeigten, welche auf Entzündung resp. Anäzung und auf Geschwürbildung der Magenschleimhaut hinwiesen, daß dieselben beim Ochsen I. stärker hervortraten, und daß beim Ochsen II die Knochensubstanz in den Röhrenknochen der Gliedmaßen etwas schwammiger und poröser, und das Mark etwas flüssiger als im normalen Zustande erschienen, sonst aber bei der genauesten Untersuchung nichts Abnormes an den Thieren entdeckt werden konnte.

Aus den Resultaten dieser Fütterungsversuche lassen sich nur folgende Schlüsse mit Zuverlässigkeit ziehen:

- 1) die ausschließliche Fütterung ruhig im Stall stehender Ochsen mit selbst untadelhaftem Heu erweist sich als nicht geeignet;
- 2) das verfütterte Heu von Hohentanne und Rothenfurth unterschied sich von dem auf dem Folgengute gewachsenen Phleum pratense in seinen Wirkungen nicht;
- 3) das auf den Conradsdorfer fiskalischen Feldwiesen 1869 gewachsene Heu dagegen würde bei fortgesetzter ausschließlicher Fütterung mit demselben ebenso die Knochenbrüchigkeit erzeugt haben, wie dies bei dem 1865 gewachsenen constatirt worden ist;
- 4) daß dieses Heu jedoch bei gleichzeitiger Gabe von Kraftfutter von den Thieren nicht verschmäht wird, und zur regulären Ernährung derselben beiträgt, ohne jene Krankheit weiter zu entwickeln;
- 5) daß die geringen entzündungen und Anätzungen der Schleimhäute des Labmagens den mit dem Futter in den Magen gelangten Metallverbindungen zugeschrieben werden dürfen; und
- 6) daß aus dem letzten Fütterungsversuch auf die Wirkung des Lehmann'schen Pulvers kein brauchbarer Schluß gezogen werden kann.

Dabei kann ich schließlich nicht verschweigen, daß comparative Fütterungsversuche mit je einem Versuchs- und einem Vergleichsthiere stets mißlich sind, da die Individualität jedes Thieres eine außerordentlich wichtige Rolle spielt, welche selbstredend nicht in Rechnung gebracht werden kann.

Inzwischen hatte das Oberhüttenamt ununterbrochen in der anerkennenswerthesten Weise allen Scharfsinn aufgewendet, um durch zweckmäßige Vorkehrungen die schädlichen Bestandtheile des Hüttenrauchs auf beiden Hütten immer mehr zu condensiren, soweit es der technische Betrieb irgend zuließ. Es suchte dies einmal in der Vergrößerung und Vervollkommnung des Bleikammersystems zur Gewinnung der Schwefelsäure, und zweitens durch Vermehrung und Verbesserung der Flugstaubkammern und Canäle, durch Erniedrigung der Temperatur und Verminderung

der Ausströmungsgeschwindigkeit der Dämpfe. Bei meiner wiederholten Besichtigung beider Hüttenwerke erhielt ich die Ueberzeugung einer derartigen Vervollkommnung des ganzen Hüttenbetriebes, daß der weltbekannte Ruf Freibergs, wenn auch jetzt in anderer Beziehung, sich hier durch von Neuem bewährt hat. Die schwierigsten Erze, welche es überhaupt giebt, werden auf ihre einzelnen Stoffe mit derselben Sorgfalt und nach denselben Methoden verarbeitet, wie die Scheidung im Kleinen in chemischen Laboratorien ausgeführt zu werden pflegt. Ich halte es daher für meine Pflicht mich dahin auszusprechen, daß ich bei meiner wiederholten eingehenden Besichtigung der meisten Hüttenwerke unseres deutschen Vaterlandes und der benachbarten Länder an keinem Orte etwas Aehnliches angetroffen habe, und daß ich insbesondere zur Beseitigung der schädlichen Bestandtheile des Hüttenrauchs hier die zweckentsprechendsten Vorkehrungen angetroffen habe.

Im Jahre 1870 wurden auf der Muldner Hütte nach Ausweis der Acten 115935,5 Ctr. Erz in den Schüttrösten derart abgeröstet, daß die Röstgase in den Bleikammern auf Schwefelsäure verarbeitet wurden. Dabei gewann man 6990,9 Ctr. Flugstaub = 6,03% der Röstpost mit 4093,3 Ctr. arseniger Sure = 3,53% der Röstpost und 58,55% des Flugstaubes, und 77051,5 Ctr. 66grädige Schwefelsäure mit 24660 Ctr. Schwefel = 21,25% der Röstpost.

Nimmt man an, daß seit 1864 der Schwefelgehalt der Erze sich nicht wesentlich geändert hat, wo 456433 Ctr. Erz, Gekrätz und andere Schmelzgüter verarbeitet wurden, und ca. 18200 Ctr. schwefelige Säure zu 28433 Ctr. 66grädiger Schwefelsäure verarbeitet wurden und ca. 100000 Ctr. schwefelige Säure in die Luft gingen, so würden 1870 bei einer Verarbeitung von 332545 Ctr. Erz und Schmelzgut und einer Verarbeitung von 49320 Ctr. schwefeliger Säure zu 77051,5 Ctr. Schwefelsäure nur noch 36800 Ctr. schwefelige Säure in die Luft gegangen sein. Dieses Quantum, anscheinend noch immer sehr groß, da im Durchschnitt pro Tag etwas über 100 Ctr. schwefelige Säure entwichen, bringt jedoch nach meiner vollen Ueberzeugung die schädlichen Folgen auf die Gesundheit des Rindvieh's unter keinen Umständen hervor. Einmal nämlich haben die sichtbaren Beschädigungen der Vegetation, und diese sind es allein, welche von den sauren Dämpfen erzeugt werden können, in den letzten Jahren und proportional den verbesserten Condensationseinrichtungen außerordentlich abgenommen. Außerdem werden aber von anderen Hütten ungleich größere Mengen schwefeliger Säure in die Luft geschickt, welche die Vegetation stellenweise auch sichtbar beschädigen, in deren Umgebung ich jedoch selbst bei der sorgfältigsten Nachforschung niemals von dem Auftreten der Knochenbrüchigkeit, d. h. Säurekrankheit etwas erfahren konnte. So entwichen 1869 durch die Schornsteine der Gottesbelohnungshütte bei Mansfeld ausweislich der Acten nach meinen Berechnungen 23421 Ctr. Schwefel als schwefelige Säure und Schwefelsäure gegen 18400 auf der Muldner Hütte, und auf der Zinkhütte der Gesellschaft la vieille montagne zu Borbeck bei Essen im Jahre 1864 durch das Abrösten der Blende sogar 100000 Ctr. schwefelige Säure in die Luft, ohne daß sich in Folge dessen auch nur die geringste Erkrankung des Rindvieh's gezeigt hätte.

Noch günstiger stellt sich das Verhältniß in Bezug auf schwefelige Säure unter gleichen Voraussetzungen auf der Halsbrückner Hütte, denn hier wurden im Jahre

1870 nur 190922 Ctr. Erz, Gekrätz und andere Schmelzgüter verarbeitet, welche bei gleichem Schwefelgehalt wie die der Muldner Hütte 49443 Ctr. schwefelige Säure liefern. Da aber 1870 auf der Halsbrückner Hütte 57191,35 Ctr. 66grädige Schwefelsäure ausgebracht worden sind, welche 36615 Ctr. schwefeliger Säure entsprachen, so sind nur 12828 Ctr. schwefeliger Säure in diesem Jahre, also pro Tag circa 35 Ctr. in die Luft getreten.

Ueber die Menge des metallischen Flugstaubes, welcher aus den Schornsteinen der beiden Hütten noch jetzt in die Luft tritt, lassen sich selbst schätzungsweise keine Zahlen aufstellen. Nur soviel steht fest, daß bei den wesentlich verbesserten Condensationseinrichtungen dieselbe sich stark verringert haben muß. Ueber die Natur derselben ist ein annähernder Schluß aus der Beschaffenheit des in der Nähe der Schornsteine condensirten Flugstaubes möglich.

A. Muldner Hütte.

B.

Von dem Flugstaub der Röstöfen sind in der letzten Zeit 3 bis 4 Procent von der gerösteten Masse in dem 151689 Kubikfuß fassenden Condensationsraum bei mittlerer Temperatur der in die obere Kammer eintretenden Gase von 148°C und der austretenden von 113°C und der in die untere Kammer eintretenden von 140°C und der austretenden von 80°C condensirt worden.

Die am 12. Mai 1871 ca. 30 Ellen von der Esse entnommene Probe enthielt nach Beilage II. bei 100°C getrocknet:

| | | |
|--------|----------|---|
| 50,51 | Procent | arsenige Säure, |
| 23,06 | Procent | Bleioxyd, |
| 4,36 | Procent | Eisenoxyd, |
| 2,64 | Procent | Zinkoxyd, |
| 0,61 | Procent | Kalkerde, |
| 0,25 | Procent | Magnesia, |
| 8,23 | Procent | Schwefelsäure, |
| 1,34 | Procent | Schwefel, |
| 3,40 | Procent | Kohle, |
| 4,81 | Procent | Quarz, Ziegelbröckchen und dergleichen, |
| 1,46 | Procent | Verlust und nicht bestimmte Stoffe. |
| 100,67 | Procent | Sa. Davon |
| 0,67 | Procent | dem Schwefel äquivalenter Sauerstoff. |
| 100,00 | Procent. | |

In Wasser löslich waren davon nur neben der arsenigen Säure 1,10% Zinkoxyd, 0,11% Eisenoxyd und 2,02% Schwefelsäure.

Es folgt hieraus, daß aus diesem Schornsteine der Hauptmasse nach arsenige Säure, demnächst schwefelsaures Bleioxyd und nur wenig schwefelsaures Zinkoxyd in die Luft treten.

Beim Abtreiben des Bleies wurden in den 9467 Kubikfuß enthaltenden Blechkammern und Verbindungs-Canälen im Durchschnitt 1870 0,356 Procent des vertriebenen Bleies an Flugstaub, fast nur aus Bleioxyd bestehend, erhalten. Im Bleirauchcondensationsapparat für den Hochofen II. wurden in dem Condensationsraume von 15865 Kubikfuß 0,317% Flugstaub ausgebracht; und in dem gesammten Condensationsraume von 128439 Kubikfuß des Bleirauchcondensationsapparats, aus welchem die Gase mit circa 20°C austraten, in den ersten Monaten

1871 1,267% Flugstaub gewonnen. Die chemische Analyse der am 12. Mai 1871 aus der am Ende des Bleirauchcondensationsapparates der untern Schachtöfen befindlichen Esse entnommenen pulverigen, graulich schwarzen Masse ergab bei 100°C getrocknet in 100 Gewichtstheilen nach Beilage II:

| | |
|--------|---|
| 38,71% | Schwefelblei, |
| 1,35% | Bleioxyd, |
| 1,30% | Kadmiumoxyd und Kupferoxyd, |
| 6,60% | Zinkoxyd, |
| 1,57% | Eisenoxyd, |
| 1,01% | Kalkeerde, |
| 0,25% | Magnesia, |
| 3,38% | Schwefelsäure, |
| 38,66% | Arsen, Arsensuboxyd und arsenige Säure, |
| 1,17% | Kohle, |
| 6,19% | Quarz, Ziegelbröckchen etc. |
| Summa | 100,19% |

Der wässrige Auszug enthielt außer verhältnismäßig wenig arseniger Säure 1,12% Zinkoxyd, 0,71% Eisenoxyd und 0,72% Schwefelsäure. Es folgt daraus, daß der hier entweichende Flugstaub überwiegend aus in Wasser unlöslichen Metallverbindungen, Schwefelblei, Arsen und Arsensuboxyd, vielleicht auch aus arsenigsauren Salzen bestehen dürfte, indem die Menge der arsenigen Säure und des Zinkvitriols wesentlich zurücktritt.

Flammofenflugstaub von der Entzinkungsarbeit auf der Muldner Hütte wurden endlich in Reminiscere 1870 nach 50 Betriebstagen bei Verschmelzung von 12556 Ctr. in dem gesammten Condensationsapparate von 346,425 Kubikfuß 1621,9 Ctr. = 12,917% von der Schmelzmasse bei einer durchschnittlichen Austrittstemperatur der Gase aus der untern Kammer mit 29°C und aus der obern mit 18°C ausgebracht. Davon fanden sich in dem Kanal hinter der Kammer bis zur hohen Esse 74 Ctr. = 0,59% der Schmelzpost mit 19,351% Bleioxyd und 26,567% Zinkoxyd. Die am 13. Juni 1871 am Fuße der hohen Esse entnommene gelblich graue Probe von grießiger Beschaffenheit bestand bei 100°C getrocknet nach Beilage II aus:

| | | |
|-------|---------|---------------------------------------|
| 5,39 | Procent | arseniger Säure, |
| 26,23 | Procent | Bleioxyd, |
| 45,85 | Procent | Zinkoxyd, |
| 0,96 | Procent | Eisenoxyd, |
| 0,44 | Procent | Kalkeerde, |
| 13,59 | Procent | Schwefelsäure, |
| 6,12 | Procent | Quarz, Ziegelbröckchen etc. |
| 1,42 | Procent | Verlust und nicht bestimmten Stoffen. |
| Summa | 100,00 | Procent. |

Hieraus ergiebt sich, daß der aus der hohen Esse entweichende Flugstaub hauptsächlich aus Zinkoxyd, schwefelsaurem Zinkoxyd, Bleioxyd und schwefelsaurem Bleioxyd und aus nur kleinen Mengen arseniger Säure resp. deren Salzen besteht.

Damit stimmt die chemische Analyse des von mir am 1. Juni 1871 östlich von der hohen Esse auf einem Brachstücke gesammelten gelblich weißen Anflugs, welcher bei 100°C getrocknet in 100 Theilen enthielt:

| | | |
|--------|---------|-------------------------------------|
| 4,96 | Procent | arsenige Säure, |
| 17,17 | Procent | Bleioxyd, |
| 64,82 | Procent | Zinkoxyd, |
| 0,75 | Procent | Eisenoxyd, |
| Spuren | Procent | Kalkerde, |
| 10,92 | Procent | Schwefelsäure, |
| 1,38 | Procent | Verlust und nicht bestimmte Stoffe. |
| Summa | 100,00 | Procent. |

C. Halsbrückner Hütte.

Von dem Flugstaub der Muffelröstöfen wurden in dem 56179,41 Kubikfuß fassenden Condensationsapparate, aus welchem die Gase mit 80°C austraten, in der letzten Zeit 2 bis 3 Procent vom gerösteten Erz gewonnen, während in dem 17060 Kubikfuß großen Condensationsapparat der Schachtöfen bei einer Temperatur der austretenden Gase von 40 bis 50°C in der ersten Hälfte des Jahres 1870 nur 0,3773 Procent davon aufgefangen wurden. Die am 20. mai 1871 vom Boden der am Ende des Condensationsapparates befindlichen Esse entnommenen Proben grauschwarzen fein pulverigen Flugstaubes bei 100°C getrocknet enthielten laut Beilage II:

| | | |
|--------|----------|---------------------------------------|
| 61,88 | Procent | arsenige Säure, |
| 17,53 | Procent | Bleioxyd, |
| 0,02 | Procent | Kupferoxyd und Kadmiumoxyd, |
| 0,56 | Procent | Zinkoxyd, |
| 1,63 | Procent | Eisenoxyd, |
| 0,43 | Procent | Kalkerde, |
| 0,15 | Procent | Magnesia, |
| 7,95 | Procent | Schwefelsäure, |
| 0,60 | Procent | Schwefel, |
| 3,75 | Procent | Kohle, |
| 2,53 | Procent | Quarz, Ziegelstückchen etc. |
| 3,27 | Procent | Verlust und nicht bestimmte Stoffe. |
| 100,30 | Procent | davon ab: |
| 0,30 | Procent | dem Schwefel äquivalenter Sauerstoff. |
| 100,00 | Procent. | |

Der wässrige Auszug enthielt neben der arsenigen Säure 0,43% Zinkoxyd, 0,35% Eisenoxyd und 1,90% Schwefelsäure.

Diese Analyse ergiebt, daß aus dem Schornstein wie bei dem entsprechenden der Muldner Hütte überwiegend arsenige Säure und daneben schwefelsaures Bleioxyd entweichen, während alle übrigen Verbindungen, insbesondere die des Zinks nur in verschwindender Menge darin auftreten.

Bei meiner zweiten Anwesenheit in Freiberg in der Woche vom 30. Mai bis zum 3. Juni 1871 habe ich die Felder der Umgebungen beider Hütten in Begleitung des landwirtschaftlichen Commissars Weber eingehend besichtigt und verschiedene Viehställe, in welchen sich angeblich erkrankte Kühe befanden, besucht. Leider war auch jetzt auf dem ziemlich rauen Hochplateau der Freiberger Gegend die Vegetation im Allgemeinen noch ziemlich zurückgeblieben. In der Nähe der Halsbrückner

Hütte fand in nur den Roggen auf Gotzeld's Grundstück an der Rheinischweiner Brücke an seinen Blättern in der charakteristischen Weise verändert, daß hier unbestreitbar eine Beschädigung durch den Hüttenrauch angenommen werden mußte. Andere Beschädigungen der Vegetation durch die Hüttenräucherei konnten jedoch nicht aufgefunden werden; denn der weiße, abwaschbare Anflug, welcher sich auf den obersten saftreichsten Blättern des Winterroggens, zum Theil auch auf den Halmen rings um die Muldner Hütten, auf Schlag 7 und 8 des südlichen Theils der Flur des Erbgerichts Hilbersdorf, auf Schlag 6 der früher Küchenmeister'schen Felder, auf Schlag 2 der nördlichen Seite des Erbgerichtsguts, auf dem Kühn'schen Felde hinter dem Gottesacker, und endlich auf dem linken Ufer der Mulde auf den Freiberger Fluren überall am 1. Juni zeigte, erwies sich bei der späteren Untersuchung als ein Pilzgebilde, welches mit dem Hüttenrauche nichts zu thun hatte, und auch nur auf dem Winterkorn vorkam, da weder auf Sommerkorn, noch auf Gerste, Hafer und Klee etwas Aehnliches beobachtet werden konnte. Bei Besichtigung der Viehställe in verschiedenen Gehöften zu Halsbrücke, auf dem Sand, in Conradsdorf, Rothenfurth und Hohentanne konnte mir keine Kuh gezeigt werden, welche von der sogenannten Säurekrankheit befallen war. Im Allgemeinen fand ich das Rindvieh zwar nicht im besten Fütterungszustande, doch auch nicht krank. Am häufigsten wurde darüber geklagt, daß die Kühe häufiger an Husten und an Diarrhöe litten. Die Einrichtungen der Ställe waren namentlich bei den kleinern Wirthen dürftig und zugig, welchem Umstande manche Erkrankungen zugeschrieben werden dürfen. Die Wittwe Leideritz auf dem Sand klagte insbesondere, daß ihre erst im December vorigen Jahres gekaufte, 9 Jahre alte weiße Kuh mit rothem Hals krank sei. Nach dem Ausspruch des Thierarztes war dieselbe jedoch nicht krank, sondern fühlte sich nur vereinsamt, weil sie aus einem großen Kuhstall gekommen sei.

Gleich nach meiner Abreise hatten am 4. und 5. Juni bei starkem Regenwetter und Nebel nach Aussage des Commissar Weber auf einem Theil der Halsbrückner Flur bedeutende Hüttenrauchsniederschläge stattgefunden. Besonders galt dies von den 450 bis 500 Schritt von den Hüttenwerken entfernten Grundstücken von Hensel.

Es wurden mir in Folge dessen unter dem 9. Juni 1871 größere Proben:

- XII. von getrocknetem Thimotheegras, welches zu 40%,
- XIII von getrocknetem Klee, der zu 60%, und
- XIV von Winterkorn, welches in Bezug auf Körner zu 20% und auf Stroh zu 15% beschädigt angenommen worden ist, sämmtlich von Hensel's Grundstücken mit dem Ersuchen übersandt, dieselben einer chemischen Untersuchung zu unterwerfen.

Unter dem 19. Juli wurden mir weitere Proben:

XV. von Wiesenheu und

XVI. von Kleeheu

zu demselben Zwecke überschickt, welche am 10. Juli von dem Commissar Weber und dem Gutsbesitzer Gelfert in Falkenberg gemeinschaftlich von den Grundstücken des Gutsbesitzers Pretzschner in Rothenfurth entnommen waren.

Außerdem wurde mir von dem zweiten Schnitt desselben Kleestücks, welcher zu 5% beschädigt erklärt ist,

- XVII. eine Probe Kleeheu und von Pretzschner's Hafer, welcher gleichfalls zu 5% beschädigt angenommen ist, zwei Proben:

XVIII. von dem Grundstücke vor der Wiese, und
 XIX. von dem Grundstücke auf der Höhe in Rothenfurth,
 zur chemischen Analyse übersendet.

In der Zeit vom 23. bis 26. August besichtigte ich abermals die sämmtlichen Umgebungen der beiden Hüttenwerke.

Auf der westlichen Seite der Muldner Hütte, also auf dem linken Ufer der Mulde konnte ich die Einwirkungen des Hüttenrauchs auf einzelne Gewächse deutlich erkennen, ohne daß jedoch starke Beschädigungen stattgefunden hätten. So konnte ich auf der Roßwiese des Kaufmanns Schumann in Freiberg an dem eigentlichen Grase keine Veränderungen wahrnehmen, während die in Menge vorkommenden breitblätterigen Gräser, Wegebreit, Wiesendistel und Schafgarbe, sowie das auf dem Nachbarstücke befindliche, sehr üppige Kartoffelkraut hier und da Verletzungen zeigten, welche wie aufgespritzt erschienen. Stärker hatte offenbar der der Hütte zunächst befindliche Theil des auf der Höhe gelegenen Flachsfeldes vom Vorwerksbesitzer Voigt zu Freiberg durch den Hüttenrauch gelitten, indem hier nicht nur ein Theil der Blätter braun und wie verdarrt erschien, sondern auch der Bast ab und zu braune Flecken zeigte. Diese Erscheinungen ließen sich aber nur bis zum Eisenbahnkörper beobachten. Jenseits der Eisenbahn, wo nach der Meldung des Voigt Hafer, Klee und Gras ebenfalls durch Hüttenrauch in der letzten Zeit beschädigt sein sollte, ließ sich bei der genauesten Prüfung Nichts derartiges constatiren. Der Hafer stand überaus üppig und voll, kein Blatt war durch Hüttenrauch beschädigt. Der Flitterhafer, welcher sich mitunter darin zeigte, wurde von Voigt irrthümlich als Folge des Hüttenrauchs bezeichnet. Unter diesem Hafer und von ihm ganz bedeckt stand junger Klee, auf dessen Blättern sich zwar braune Flecken zeigten, welche aber nicht vom Hüttenrauch herrührten. Auf der hinter dem Eisenbahndamm befindlichen Wiese des Voigt fanden sich ebenfalls keine Spuren einer Beschädigung, indem nur das schilfartige Gras an den Spitzen rothbraun war, was sich an demselben um diese Jahreszeit überall zeigt. Diese Thatsache war mir ein schlagender Beweis dafür, daß alle abnormalen Erscheinungen an den Früchten der nächsten Umgebungen von den Besitzern ohne weitere Prüfung den Einwirkungen des Hüttenrauchs zugeschrieben werden.

Auf dem rechten Ufer der Mulde erschienen süd-südöstlich von der hohen Esse die Eichensträucher auf der der Hütte abgekehrten Seite mit einem schwarzblauen Ueberzuge versehen. Ebenso sollte das Winterroggenstroh auf Schlag 7 und 8 des Erbgerichtsgutes Hilbersdorf beim Mähen mit einem blaugrauen Anfluge überzogen gewesen sein. Um mich über die Natur dieses Anfluges zu orientiren, entnahm ich eine größere Menge Eichenblätter und eine Probe Roggen vom Felde zur weiteren Untersuchung. Die Eichenblätter sahen schon bräunlich gelb aus und waren theilweise von Insecten stark angefressen. Die mikroskopische wie die chemische Untersuchung dieses schwarzblauen Anflugs auf den Eichblättern wie auf den Roggenpflanzen ergab, daß derselbe keine Metallverbindung, sondern organischen Ursprungs war, und daß derselbe offenbar mit dem Hüttenrauch nichts zu thun hatte. Außerdem konnte ich auf den Hilbersdorfer Fluren und insbesondere auf den fiskalischen Gütern nichts Abnormes wahrnehmen und muß besonders betonen, daß der Kuhstall des Pächter Ranft sich im besten Zustande befand, und an keinem einzigen Thiere sich irgend welche Verkümmерung zeigte. Ebenso fand ich auf den Feldern des Rittergutes Halsbach und den Conradsdorfer Grundstücken überall die

Sommerfrüchte, den Klee, das Gras, die Kartoffeln und Rüben im besten Stande und nirgends auch nur Spuren einer Beschädigung. Erst in der Nähe der Halsbrückner Hütte zeigten sich auf den sogenannten Hufenfeldern des Wirthschaftsbesitzers Bötsch an dem zweiten Schnitt Klee geringe Spuren von Beschädigung durch die Hüttenrämpfe. Die Felder auf dem Sand gaben bei dieser Gelegenheit zu keiner Bemerkung Veranlassung. Auf dem linken Muldenufer besichtigte ich sodann zu Halsbrücke die auf der Höhe ca. 200 Schritt süd-südostlich von der Schwefelsäurefabrik entfernten Grundstücke des Wirthschaftsbesitzers Marbach. An dem Gartengras und angeblichen Klee, denn es fanden sich nur hin und wieder Kleefpflanzen, war absolut keine Beschädigung zu sehen. Da jedoch der erste Schnitt von der Commission zu 70% beschädigt abgeschätzt worden ist, und derselbe angeblich nicht zu verwerthen gewesen und deshalb unter den Dünger geworfen worden sei, so entnahm ich von dem trotzdem noch vorhandenen Vorrath eine Probe, welche ich als Nr. XX der chemischen ausführlichen Analyse unterwarf.

Auf Veranlassung einer eingelaufenen Anzeige des Hausbesitzers Bachmann zu Halsbrücke wurde auch dessen Grundstück besichtigt. Es fand sich auf einer scharf begrenzten Fläche von ca. 3 Quadratruthen desjenigen Theils des Gemüsegartens und des anstoßenden Klee- und Grasstücks, welches durch das Wohnhaus vor den Dämpfen der Schwefelsäurefabrik absolut geschützt war, an den Blättern von Kohlrabi, Mohrrüben, Klee, Gras, sowie der Zierpflanzen und Sträucher sehr auffallende Beschädigungen, während rings herum keine Spur von Einwirkungen des Hüttenrauchs wahrzunehmen war. Die Kohlblätter erschienen theils ganz weiß, theils mit erbsen- bis bohnengroßen weißen Flecken bedeckt, das Möhrenkraut war gelblichweiß bis ins Bräunliche verändert und offenbar durch Uebergießen mit concentrirter Schwefelsäure in diesen Zustand gebracht. Ich entnahm eine Anzahl Kohlblätter sowie Mohrrübenkraut mit nach Bonn, und fand in dem sauren Auszuge derselben keine freie Schwefelsäure; dagegen betrug der Schwefelsäuregehalt in den Kohlblättern 0,873% und in dem Möhrenkraut 0,695%. Offenbar war aus böswilliger Absicht der beschädigte Theil des Gartens von Bachmann mit Schwefelsäure übergossen worden. Ein deutlicher Beweis, mit welchen Faktoren man bei der Beurtheilung von Hüttenrauchsschäden zu rechnen haben kann.

Dagegen war nach den Angaben des Commissar Weber am 9. August Abends 6 Uhr bei nebeliger, feuchter Witterung auf der Halsbrückner Hütte eine Bleipfanne mit 60grädiger Säure ausgelaufen und die Dämpfe derselben waren in die Luft getreten. Hierdurch sei der Klee und das Gartengras des südlich von der Schwefelsäurefabrik gelegenen Grundstücks von Hensel sehr stark beschädigt; weit weniger die Felder von Kohl, Zehl und Göhler, während der nach der Hüttenstraße zu gelegene Theil von Hensel gar nicht gelitten hatte, und überhaupt eine scharfe Abgrenzung der Beschädigung durch die schwefelsauren Dämpfe wahrnehmbar war. Bei meiner Besichtigung dieser Grundstücke am 24. und 25. August war nur noch wenig von dieser Beschädigung zu bemerken.

Außerdem wurden die Felder von Hohentanne und Rothenfurth, insbesondere die an den Teichhäusern, sowie die dortigen Viehställe inspiziert.

Auf dem dem Posthalter Walter zu Freiberg gehörigen Erbgericht Hohentanne wurden die Kleefelder einer genauen Besichtigung unterworfen, weil angeblich die Kühe in Folge des Genusses desselben an Diarrhöe litten und Lungenseuche sich einstelle. Die Ränder des ganz jungen Klee waren zwar etwas gebräunt, doch

rührte dies nicht vom Hüttenrauche her. Das circa 200 Schritt westlich vom Gute gelegene Kleestück, von welchem augenblicklich gefüttert wurde, ließ augenscheinlich Nichts zu wünschen. Obgleich auch nicht der entfernteste Zusammenhang zwischen diesem Klee und der Lungenseuche denkbar ist, so wurde doch eine größere Probe davon entnommen, getrocknet und als Nr. XXI analysirt.

Von da wurden die Fluren der theils zu Hohentanne, theils zu Rothenfurth gehörigen Teichhäuser besichtigt. Dieselben liegen in nordwestlicher Richtung circa $\frac{3}{8}$ Meilen von den Halsbrückner Werken entfernt. Auf den zu Rothenfurth gehörigen Feldern des Wirthschaftsbesitzers Böhme zeigten sich geringe Beschädigungen am zweiten Schnitt Klee. Ebenso waren die Grannenspitzen der Gerste auf einem Stück Gerstgemenge an dem Wege zwischen der Rothenfurter und Hohentanner Flur gebleicht, während an den Haferpflanzen keine Veränderungen wahrgenommen werden konnten. In dem Stalle des Böhme standen drei Kühe und zwei Ziegen. Bei zwei Kühen und den Ziegen war Nichts abnormes zu bemerken, die dritte Kuh dagegen hatte starke Diarrhöe. Da dieselbe jedoch kurze Zeit vorher gekalbt hatte, und zu ihrer Reinigung eine Abkochung von Ochsenzungenblättern erhalten hatte, so erschien es nicht nötig ihren Zustand auf die Wirkung des Hüttenrauchs zurückzuführen.

Ebenso sollten die Kühe des Gutsbesitzers Ludwig daselbst am Durchfall leiden und den Klee nicht fressen wollen. Bei der Besichtigung dieses Kuhstalles konnte jedoch an den Thieren Nichts abnormes, insbesondere keine Diarrhöe und kein Husten wahrgenommen werden. Die Kühe waren zwar nicht fett, aber ganz gesund.

Circa 120 Schritt nordwestlich von Böhme liegt die zu Hohentanne gehörige Wirthschaft von Fritsche, dessen Felder angeblich zwischen dem 10. und 12. August befallen waren. Die Spitzen der Aehren des Sommerweizens waren auffallend braun mit weißen Flecken und die Grannen weißlich grau. Auf einem Haferfelde mit eingesätem Klee konnte an dem Hafer gar keine Veränderung wahrgenommen werden, dagegen schien der junge Klee am Wege etwas gelitten zu haben. Im Garten des Wirthschaftsbesitzers Lantzsch sollten die Obstbäume vom Hüttenrauch beschädigt sein. In der That hatten besonders die älteren viel dürres Holz. An den Blättern derselben fanden sich jedoch keine vom Hüttenrauch bewirkten Veränderungen. Die Blätter eines mittleren Apfelbaumes erschienen zwar bräunlich und zusammengerollt, es enthielten dieselben aber stets Insekten und deren Brut. Daneben standen zwei Pflaumenbäume mit schönem grünen und gesunden Laub. Da diese nun am empfindlichsten sind, so unterliegt es keinem Zweifel, daß hier, wie an vielen anderen Orten, der vorhergegangene Winter die Verheerungen an den Obstbäumen bewirkt hatte.

Daß übrigens in den Augusttagen der Hüttenrauch an dieser Stelle sich niedergeschlagen hatte, konnte an einem Hollunderstrauch und an Stachelbeersträuchern vor dem Hause der Wittwe Dietze constatirt werden. Die Dämpfe waren offenbar durch das Haus aufgehalten, hatten sich deshalb vorzugsweise auf diesen Gewächsen niedergeschlagen und die Blätter charakteristisch verändert.

Endlich konnten auch an dem zweiten Schnitt Klee hinter der Teichschenke der verehelichten Böttger Spuren der Beschädigungen wahrgenommen werden.

Ich überzeugte mich bei diesen Besichtigungen, daß die Ländereien der Teichhäuser, insbesondere rings um den Teich von dem Hüttenrauch am wahrnehmbarsten betroffen waren. Vergebens bemühte ich mich auf dem Rückwege insbesondere an

dem zweiten Schnitt Klee z. B. des Erbrichters Steude zu Rothenfurth, an Sommerweizen, Gerste und Hafer auch nur eine Spur von Veränderungen zu constatiren, obgleich diese Grundstücke der Halsbrückner Hütte weit näher liegen.

Bei meiner letzten Anwesenheit zu Freiberg vom 12. bis 14. September kam es mir besonders darauf an, nochmals die Viehställe von Rothenfurth bis Krummenhennersdorf und demnächst die der Muldner Hütte zunächst gelegenen Waldungen zu besichtigen.

Mittwoch den 13. September 1871 begab ich mich in Begleitung des Herrn Commissars Weber zunächst nach Rothenfurth zu dem Wirthschaftsbesitzer Störr. Dort fanden sich zwei Kühe, von denen die schwarzstriemige an der Thüre stehende ein entzündetes Euter und anscheinend rheumatische Schmerzen im linken Hinterfuße hatte. Nach Aussage des Thierarztes Franze ist die Ursache davon, der Zug durch die Thüre bei dem herrschenden Ostwinde, da die Kuh erst 14 Tage im Stalle steht und bis 14 Kannen Milch gegeben hatte. Die daneben stehende rothbraune Kuh hatte noch am Sonntag heftiges Fieber gehabt, an Obstruction gelitten und war aufgelaufen, war jedoch in der Zwischenzeit durch ärztliche Hülfe wieder geheilt. Die Ziege war gesund. Von dem Gartengras, welches nur an der Spitze etwas gelbbraun gefärbt war, wurde eine größere Probe entnommen und als Probe XXII analysirt. Am Klee zeigten sich ebenfalls nur vereinzelt geringe Spuren von Beschädigung. Da angeblich das Futterkraut von dem Vieh ungewaschen nicht gefressen wird, und dasselbe einen weißlich blauen Ueberzug hatte, so wurde auch davon eine Probe mitgenommen, und als Probe XXIII später chemisch untersucht.

Außerdem wurde mir eine Probe Hafer des Wirthschaftsbesitzer Böhme zu Rothenfurth übersandt, welche zu 5% beschädigt angenommen war, und welche ich als XXIV analysirt habe.

In der Rothenfurter Mühle behauptete der Rechnungsführer Fischer, daß auch sein Kraut vom Hüttenrauch befallen sein müsse, weil die Kühe es nicht fräßen. Der Hüttenrauch habe in der letzten Zeit Nachts mehrmals auf seinem Grundstück gelegen, und einen unangenehm süßlichen Geruch gehabt. Das Vieh war nicht krank, aber auch nicht in gut genährtem Zustande.

In Krummenhennersdorf waren wir zuerst bei dem Gutsbesitzer Weichelt, dessen Vieh gut genährt war. Derselbe klagte nur darüber, daß die Kühe schwer tragend würden. Auch das Jungvieh war ganz gut genährt. Gutsbesitzer Heede hatte ebenfalls sein Vieh, besonders das Jungvieh in gutem Futterzustande und waren nur zwei Kühe, eine grauschwarze und eine rothscheckige etwas magerer. Nach Aussage des Heede müßten sie durch Hüttenrauch gelitten haben, obgleich in diesem Jahre nie auf seinen Grundstücken Niederschläge wahrzunehmen waren, und die Haut sich weich und locker anfühlte. Auch wurde nirgends Husten bemerkt. Abermals ein Beweis, daß die Grundbesitzer sich daran gewöhnt haben, jede sie treffende Calamität den Wirkungen des Hüttenrauchs zuzuschreiben.

Donnerstag den 14. September früh fuhren wir nach Weißenborn zum Förster Klitsch des Grafen Hohenthal, welchen wir jedoch nicht antrafen. Wir waren deshalb genöthigt allein den Wald zu besichtigen, und begaben uns zunächst an die Grenze des zum Rittergute gehörigen Waldes in der Nähe der Pulverfabriken. Hier trafen wir den Waldaufseher der Hilbersdorfer fiscalischen Waldungen, welchen wir als Führer benutzten.

An den jungen Fichten zeigte sich meistentheils der neue Trieb vertrocknet, und galt dies ganz besonders von denen am Wege von der Pulvermühle nach Weißenborn hin. Außerdem waren größere Fichten dürr geworden, und erschienen die Nadeln nicht üppig grün, sondern mehr in's Gelbliche. Die Kiefern waren überall gesund, ebenso alles Laubholz, insbesondere die Eichenpflanzungen. Wo hier an den Blättern Beschädigungen stattgefunden hatten, ließen sich dieselben stets auf Insecten zurückführen. Ob auch Hüttenrauch Schaden verursacht hat, ist zweifelhaft, zumal da im Monat Juni noch starker Reif und Spätfröste stattgefunden haben, auch sonst die Bäume durch den Frost im letzten Winter stark gelitten hatten, weshalb es bedenklich erscheint, in diesem Jahre die Hüttenbeschädigung aus dem Zurückbleiben des Triebes und Zuwachses nach der Methode der Forst-Commission mittelst des Zuwachsbohrers bestimmen zu wollen. Da im December 1868 in jenem Walde die geschlossenen stärkeren Bestände durch starken Windbruch sehr gelichtet worden sind, so fehlt auch den noch vorhandenen Bäumen der nötige Schluß und Schutz, weshalb sich hier viele dürre Aeste zeigen.

Von da begaben wir uns in den in der Nähe der Muldner Hütte gelegenen Ober-Loßnitzer Wald, dem Rittergutsbesitzer Börner in Freibersdorf gehörig. Hier hatte der Windbruch ebenfalls stark verwüstet, und erschienen von den Neupflanzungen die Fichten durchaus verkümmert, dagegen standen die Eichen daselbst sehr schön.

Fasse ich meine eigenen Beobachtungen und Wahrnehmungen nochmals kurz zusammen, so muß ich meine Ueberzeugung nach Pflicht und Gewissen dahin aussprechen:

- 1) Die sichtbaren Beschädigungen der Vegetation durch die Dämpfe der beiden Hütten waren im Allgemeinen nur gering und zeigten sich genau in der Weise, wie die sauren Dämpfe der Schwefelsäure und die wasserfreien im Wasser löslichen Metallverbindungen nach meinen Beobachtungen und denen anderer Forscher solche hervorbringen, wenn sie auf schwach bethaute Blätter sich niederschlagen.
- 2) Beobachtete ich Beschädigungen durch Hüttenrauch nur längst des Muldenthal auf Fluren, welche der Mulde nahe waren und außerdem auf den Feldern der Teichhäuser rings um den Teich.

Als Ursache dieser Erscheinung erlaube ich mir schon jetzt anzuführen, daß ich überall, wo ich Hütten in Flußthälern erbaut fand, die Beobachtung machte, daß der Hütten dampf bei ruhiger Luft vorzugsweise in der Richtung des Wassers fortzieht, wenn nicht der Wind, oder plötzliche starke Thalkrümmungen ihn daran verhindern. Da nun bei trockner Witterung vom Wasser stets Dünste aufsteigen und theils zum Bethauen der Pflanzen beitragen, theils in der Luft das raschere Ausfällung der sauren Dämpfe und der Metallverbindungen bewirken, so kann es nicht auffallen, daß grade die westlich, nordwestlich und nördlich von den Hütten Muldeabwärts befindliche Vegetation bei trockenem Ost-, Südost- und Südwind und zwar namentlich des Nachts und am frühen Morgen selbst bis auf Entferungen von $\frac{3}{8}$ Meile vom Hüttenrauch befallen werden, während in größerer Nähe keine Beschädigungen wahrzunehmen sind, weil der Hüttenrauch noch zu hoch zieht und von den aus dem Wasser aufsteigenden Dünsten noch nicht erreicht wird. Die Beschädigungen an den Teichhäusern von der Mulde entfernt, widersprechen dem nicht, da ein Theil des Dampfes der Halsbrückner Hütte den plötzlichen starken

Krümmungen der Mulde nicht zu folgen vermag, sondern sich in der oberhalb der Grube Isaak befindlichen Thalschlucht nach den Theichhäusern hinzieht, sich senkt, und hier ebenfalls durch den aus dem Teiche aufsteigenden Wasserdunst ausgefällt wird.

3) Die Mehrzahl der besichtigten Rindviehställe war mangelhaft eingerichtet und häufig geeignet durch Zug Erkrankungen des Vieh's zu bewirken. Die Kühe selbst fand ich fast ohne Ausnahme in nur mäßigem Futterzustande, was unzweifelhaft auf eine ungenügende Ernährung hindeutet. Nirgends konnte mir jedoch ein Thier gezeigt werden, was der Knochenbrüchigkeit oder dort sogenannten Säurekrankheit verfallen war. Die erkrankten Kühe litten theils an Diarrhöe, deren Grund zuweilen nachweisbar war, theils an Husten, welcher auf Lungenaffection dentete, theils an rheumatischen Leiden, welche Erkältungen zugeschrieben werden mußten.

Commissar Weber und des Vorsitzenden der Commission für die Abschätzung der Hüttenrauchsschäden Amtshauptmann von Oppen überein.

Nach denselben haben die sichtbaren Schäden in den letzten Jahren sich außerordentlich vermindert, was besonders der veränderten Betriebsweise auf der Halsbrückner Hütte und der Einstellung des Flammofenbetriebes zugeschrieben wird. Während im Jahre 1868 für Feldfrüchte und Vieh 8467 Thlr. 20 Ngr. 1 Pf. Schadenersatz festgestellt war, verringerte sich derselbe

1869 auf 2458 Thlr. 29 Ngr. 4 Pf.,
1870 auf 1546 Thlr. 13 Ngr. 5 Pf., und
1871 auf 1190 Thlr. 24 Ngr. 7 Pf.,

und betrug die Entschädigung für die Obstbäume während der drei Jahre 1868 bis 1870 zusammen nur 142 Thlr. 4 Ngr. 3 Pf.

Trotzdem erklärt der Amtshauptmann von Oppen in seinen neuesten Berichten an das Königliche Finanz-Ministerium vom 18. Januar und 23. Mai 1872, so erfreulich auch die Abnahme der sichtbaren Beschädigungen durch Hüttenrauch seien, sein Befremden, daß in der neueren Zeit die Viehschäden wieder wesentlich mehr überhand nähmen, und auch da vorkämen, wo an der Vegetation gar keine oder auch nur ganz geringe Beschädigungen zu constatiren seien. Vorzugsweise sei es die Lungentuberkulose, welche in manchen Orten innerhalb des Hüttenrauchrayons sehr häufig vorkomme, und oft sehr rapid verlaufe. Der Bezirksthierarzt Franze erklärt in seinem Bericht an mich vom 24. October 1871, sowie an die Amtshauptmannschaft vom 1. Mai 1872, daß nach seiner Meinung die schon seit länger als 2 Jahren in dem dortigen Bezirk herrschende und in der neuesten Zeit stärker auftretende Tuberkulose auf die metallischen Bestandtheile des Hüttenrauchs zurückgeführt werden dürften. Den Zusammenhang erklärt er jedoch in den beiden Berichten ganz verschieden. In dem an mich gerichteten spricht er sich dahin aus, daß die Rinder den auf den Feldfrüchten abgelagerten Metallstaub einathmeten, und daß der so mechanisch in die Lungen gelangende Staub die Tuberkulose erzeuge. Als Beleg führt er an, daß auch außerhalb des Hüttenrayons in der Nähe der Erzwäschereien, wo das Waschwasser über die Wiesen lief, z. B. in den Dörfern St. Michaelis und Erbisdorf die Lungenseuche stark herrsche. In dem an die Amts-

hauptmannschaft gerichteten scheint er dagegen anzunehmen, daß die Selbstentwickelung der Tuberkulose dem Arsenik mit verschiedenen metallischen Verbindungen in der Art zuzuschreiben sei, daß dieselben aus den Verdauungsorganen in das Blut und mit dem Blute in alle anatomischen Gebilde, also auch in die Lungen gelangen; der Tuberkelkrankheit liege eine besondere Blutbeschaffenheit zu Grunde (Dyskrasie) und diese müsse durch das häufige Vorkommen in dem Hüttenrauchrayon bei Rindern von den Hüttenrauchniederschlägen erzeugt werden. Diese Auseinandersetzungen des sachverständigen Thierarztes beweisen klar, daß ihm die Zurückführung der Tuberkulose auf den Hüttenrauch zur Zeit noch dunkel ist. Da er sich bewußt ist, daß die metallischen Stoffe im Futter sich chemisch genau bestimmen lassen, so wurden mir auf den Vorschlag des Thierarztes Franze unter dem 16. Februar 1872 noch zwei Proben besonders verdächtigen Futters, und zwar:

- XXV. Kleegrummet von dem Wirtschaftsbesitzer Dietrich und
 XXVI. Wiesengrummet von dem Wirtschaftsbesitzer Carl Gottlieb Lantzsch,

beide auf den Hohentanner Teichhäusern wohnhaft, zur Analyse übersandt.

Da mir aus den mündlichen Mittheilungen des Bezirksthierarztes Franze und aus den Berichten über das Veterinärwesen im Königreich Sachsen von Haubner bekannt war, daß sowohl Tuberkulose, als auch die Lecksucht und Knochenbrüchigkeit häufig und sehr verheerend auf dem Kamme des Erzgebirgs in Gegenden herrschen, wo es gar keine Hüttenwerke giebt, und die letztere Krankheit mit geringen Abweichungen genau dieselben Symptome und denselben Verlauf zeigt, wie die sogenannte Säurekrankheit in der Umgebung der Freiberger Hütten, und daß deren Entstehung von Haubner in seinem Bericht 18 59/60 auf mangelhafte dürftige Ernährung, saures und besonders hartstengeliches Futter, Unordnung in Fütterung und Wartung, Unreinlichkeit im Stall und in den Gefäßen und auf ungesunde schlechte Stallungen dort zurückgeführt wird, so ersuchte ich den pp. Franze mir über diese im Erzgebirge vorkommenden Krankheiten seine Erfahrungen mitzutheilen und mir wo möglich aus solchen Gegenden Futterproben zu besorgen.

Der Bericht des Bezirksthierarztes Franze über die in den Gerichtsamsbezirken Altenberg, Frauenstein und Sayda vorkommende Lecksucht und Knochenbrüchigkeit ergiebt, daß diese Krankheit schon längst in den armen Erzgebirgsgegenden namentlich in trocknen Jahren stark aufgetreten, und eigentlich nie ganz verschwunden, und daß sie mit der auch an andern Orten in Folge mangelhafter Ernährung und schlechter Pflege auftretenden Knochenbrüchigkeit, und im Ganzen auch mit der sogenannten Säurekrankheit identisch ist.

Durch seine Vermittelung erhielt ich:

- XXVII. Wiesenheu von Schellerhau,
 XXVIII. Kleeheu ebendaher,
 XXIX. Wiesenheu von Bärenburg,
 XXX. Kleeheu ebendaher,

wo vorzugsweise Lecksucht und Knochenbrüchigkeit herrschen sollen;

- XXXI. Wiesenheu des Gutsbesitzers Haubold in St. Michaelis, welches in der Nähe der Sandhalden der Grube Himmelsfürst gewachsen ist, und

XXXII. Wiesenheu des Gutsbesitzers Kämpfe in Erbisdorf, dessen Fluren in der Nähe der Sandhalden von der Grube Gelobt Land, Revier Himmelsfürst, liegen,

weil auf beiden Höfen die Tuberkulose stationär ist;

XXXIII. Kleeheu vom Gutsbesitzer Köhler in Erbisdorf, Nachbar des Vorigen, dessen Fluren ebenfalls in der Nähe der Sandhalden von der Grube Gelobt Land liegen, wo sich bisher noch nie Tuberkulose gezeigt hat, und endlich

XXXIV. Heu von den zu Erbisdorf gelegenen Feldern des Bezirksthierarzt Franze selbst, welches er als ganz gesund bezeichnet.

Endlich übersandte mir der Bezirksthierarzt Franze unter dem 18. Nov. 1871 von einem 8 Wochen alten und nachdem dasselbe 14 Tage am Durchfall gelitten hatte, am 15. November gestorbenen Kalbe des Gutsbesitzers Pretzschnner, die vier Mägen, einen Theil der Dünnd- und der Dickdärme, sowie Futter aus dem Magen und vom Darm-Inhalt, um durch die chemische Analyse festzustellen, ob und welche schädlichen Bestandtheile des Hüttenrauchs durch das Futter in den Körper des Kalbes gelangt seien, und den Tod des Thieres verursacht haben können.

Die chemische Analyse dieser thierischen Objekte habe ich derart ausgeführt, daß ich den Inhalt des Magens, in welchem sich noch viel Grasmasse fand, und den Darminhalt filtrirte und mit Wasser auswusch. Das Filtrat wurde sorgfältig auf freie Schwefelsäure geprüft, jedoch keine gefunden. Dann habe ich darin den Gehalt an Schwefelsäure bestimmt. Der getrocknete und gewogene Rückstand wurde durch Königswasser oxydirt, der darin unzersetzbare Rückstand abfiltrirt, getrocknet, geäugt und nochmals mit etwas Säure extrahirt. In allen vereinigten Flüssigkeiten habe ich dann die Metalloxyde bestimmt. Den Magen selbst, den Dünndarm und den Dickdarm habe ich jeden für sich sofort mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure oxydirt, die fettartige gebildete Substanz abfiltrirt, getrocknet, verbrannt, die Asche mit Säure extrahirt und diese Flüssigkeiten mit den vorigen vereinigt, und darin die Metalloxyde bestimmt. Das Resultat der Untersuchung war, daß sich fanden:

| | im Mageninhalt: | im Darminhalt: |
|---|-----------------|----------------|
| Bei 100°C. getrocknete im Wasser unlösliche Substanz | 64,128 Gramm | 3,82: Gramm |
| Darin Sand und ähnliche fremdartige in Säuren unlösliche Stoffe ... | 13,025 Gramm | 0,032 Gramm |
| Schwefelsäure | 0,0135 Gramm | 0,0044 Gramm |
| Arsenige Säure | 0,0012 Gramm | Spuren, |
| Zinkoxyd | 0,0103 Gramm | 0,0038 Gramm |
| Bleioxyd | Spuren, | Keins, |
| Kupferoxyd | Keins, | Keins, |
| und in der Substanz des | | |
| | Magens: | Dünndarms: |
| Arsenige Säure ... | 0,0023 Gramm | 0,0028 Gramm |
| Zinkoxyd | 0,0248 Gramm | 0,0049 Gramm |
| Bleioxyd | 0,0015 Gramm | Spuren |
| | Dickdarms: | |
| | | 0,0028 Gramm |
| | | 0,0052 Gramm |
| | | Spuren. |

Dasselbe ergiebt unzweifelhaft, daß auf dem von dem Kalbe gefressenen Gras, resp. Heu aus dem Hüttenrauch sich metallische Verbindungen niedergeschlagen hatten. Bei der außerordentlich geringen Menge derselben besonders in dem noch unverdauten Mageninhalt halte ich es für unzulässig, denselben die Todesursache des Kalbes zuzuschreiben. Großes Gewicht lege ich darauf, daß sich in dem Magen- und Darminhalt nur sehr geringe Menge schwefelsaure Salze und keine Spur freier Schwefelsäure fand.

Was die Untersuchung der vierunddreißig mir von Freiberg nach und nach zugekommenen Pflanzenproben betrifft, von denen die Nummern I bis XI der Crescenz von 1870 und die übrigen der von 1871 angehören, so erschien es mir zunächst erforderlich, in allen Proben die Mengen der freien Säure, der darin enthaltenen Schwefelsäure, und insbesondere, ob ein Theil derselben im freien Zustande sich findet, und außerdem bei den innerhalb des Hüttenrauch-Rayons gewachsenen auch die Metalloxyde möglichst genau quantitativ zu bestimmen.

Zur Prüfung auf freie Schwefelsäure, sowie auf freie organische Säuren, resp. saure Salze habe ich je 100 Gramm der fein geschnittenen und innig gemischten einzelnen Proben einmal mit 2½ Liter destillirten Wasser von 15 bis 18°C übergossen, häufig geschüttet, und nach 3 Stunden ein Liter abfiltrirt, und dieses mit Zehntel-Normal Natronlauge titriert. Ein zweites abfiltrirtes Liter wurde in Platinschalen im Wasserbade unter Zusatz von Zuckerlösung zur Trocken verdunstet, und der Rückstand im Luftbade bei einer Temperatur von 100 bis 110°C ganz getrocknet. Dabei trat in keiner Probe eine Schwärzung oder der Geruch nach verbranntem Zucker auf. Die Rückstände waren stets hart, rochen warm ähnlich dem frisch gebackenem Brod, und sahen gelblich braun aus. Ich erkläre deshalb auf das Bestimmteste, daß sich in keiner einzigen der von mir untersuchten 34 Futterproben freie Schwefelsäure selbst nur in Spuren vorgefunden hat.

Da die von mir bestimmte Menge freier organischer Säure in den 9 ersten Proben nicht hinreichend mit den von Dr. Heiden zu Pommritz gefundenen übereinstimmte, und ich auf die Vermuthung kam, daß der wäßrige Auszug von Pflanzen bei Sommerwärme sich rasch zu zersetzen und organische Säuren zu bilden anfängt, welche ursprünglich in der Pflanze noch nicht vorhanden waren, so habe ich auch eine zweite Probe von je 100 Gramm mit 2½ Liter Wasser 48 Stunden stehen gelassen, dann filtrirt und abermals titriert. Endlich habe ich noch je 100 Gramm im Dampfbade sechs Stunden lang derart mit 2½ Liter Wasser extrahirt, daß die Dämpfe in einem senkrechten Kühler condensirt wieder zurückflossen. Auch diese Flüssigkeit habe ich auf den Gehalt an freier Säure titriert. Die freie Säure habe ich auf Schwefelsäure berechnet, um einen Vergleich mit den Ermittelungen des Dr. Heyden zu erleichtern. Nur die unter XXIII aufgeführten Krautblätter blieben von dieser Untersuchung ausgeschlossen, weil die Menge derselben nur ausreichte, die Bestimmung der Schwefelsäure und der Metalloxyde zu machen.

Dagegen habe ich zur Vergleichung noch Wiesenheu und Klee, in den Jahren 1871 und 1872 in hiesiger Gegend gewachsen, sowie Klee, welchen ich 1871 in der Nähe der Eckartshütte bei Mansfeld, und Klee, welchen ich in der Nähe der Röst- und Schmelz-Zinkhütte der Altenberger Gesellschaft bei Borbeck 1872 selbst entnommen hatte, in derselben Weise analysirt.

Die Resultate finden sich in der folgenden Tabelle nebst denjenigen der Schwefelsäure und der Metallocoxyde, welche ich in nachfolgender Weise ausgeführt habe.

Je 100 Gramm wurden mit 2 Liter destillirten Wasser und 25 Gramm concentrirter Salzsäure sechs Stunden lang im Dampfbade mit senkrechtem Kühler digerirt, filtrirt, ausgewaschen, der Rückstand getrocknet, verkohlt, und die Kohle mit salzsäurehaltigem Wasser ausgekocht und ebenfalls filtrirt. Die vereinigten Filtrate wurden auf circa 1 Liter eingedampft, und dann durch Chlorbarium die Schwefelsäure nebst organischer Substanz gefällt. Der abfiltrirte und getrocknete Niederschlag wurde gegläut, dann mit (verdünntem) salzsäurehaltigem Wasser ausgekocht, abermals filtrirt, gut ausgewaschen, getrocknet, gegläut, gewogen und daraus die Menge der Schwefelsäure berechnet. Nach Abscheidung des Baryts durch verdünnte Schwefelsäure wurde die heiße Flüssigkeit so lange mit Schwefelwasserstoff behandelt, als ein Niederschlag entstand. Dieser abfiltrirte Niederschlag wurde mit Schwefelammonium digerirt und filtrirt. Aus diesem Filtrat wurde das Arsen in bekannter Weise als arsensaure Ammoniak-Magnesia bestimmt. Das Blei habe ich als schwefelsaures Bleioxyd gewogen und das Kupfer galvanisch auf Platin niedergeschlagen. Die von den Schwefelmetallen abfiltrirte saure Flüssigkeit habe ich mit Ammoniak und Schwefelammonium behandelt. Der entstandene Niederschlag wurde abfiltrirt, getrocknet und bei möglichst niedriger Temperatur verkohlt, dann mit Salzsäure extrahirt, mit Ammoniak übersättigt, mit Essigsäure angesäuert, filtrirt, und nun das Zink aus der essigsauren Lösung als Schwefelzink gefällt und als Zinkoxyd gewogen.

Auf andere Metalle noch zu prüfen hielt ich für überflüssig, da dieselben jedenfalls nur in minimalen Mengen vorhanden sein konnten, und die an und für sich sehr zeitraubende Arbeit noch erschwert hätten.

Diese sämmtlichen Analysen ergaben, daß sich in 100 Gewichtstheilen der Trockensubstanzen fanden:

| | Freie Säure. | | | Schwefelsäure. | Arsenige Säure. | Zinkoxyd. | Bleioxyd. | Kupferoxyd. |
|---|--|--|--|----------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| | Nach 3 Stunden Behandlung mit kaltem Wasser. | Nach 48 stünd. Extraction mit kaltem Wasser. | Nach 6 stünd. Extraction im Dampfbade. | | | | | |
| I. Klee von Böhme, Niederbrobrtzsch | 1. 0,12 | 2. 0,62 | 3. 0,50 | 4. 0,297 | 5. 0,0015 | 6. 0,0008 | 7. 0,0006 | 8. – |
| II. Klee von Halsbach . | 0,08 | 0,49 | 0,42 | 0,318 | 0,0062 | 0,018 | 0,0142 | 0,0006 |
| III. Sommerkorn von das. | 0,05 | 0,24 | 0,20 | 0,574 | 0,0065 | 0,014 | 0,0008 | – |
| IV. Klee von Drechsler, Grüneburg | 0,09 | 0,20 | 0,24 | 0,241 | 0,0010 | 0,009 | 0,001 | – |
| V. Wiesenheu v. Halsbach | 0,16 | 0,55 | 0,64 | 0,580 | 0,0025 | 0,005 | 0,0054 | Spuren |
| VI. Wiesenheu von das. | 0,14 | 0,60 | 0,56 | 0,433 | 0,0011 | 0,0012 | 0,0006 | – |
| VII. Gerste von das .. | 0,10 | 0,34 | 0,30 | 0,691 | 0,0022 | 0,0016 | Spuren | – |
| VIII. Klee von das.... | 0,3 | 1,15 | 0,86 | 0,312 | Spuren | Spuren | – | – |

| | Freie Säure. | | | Schwefelsäure. | Arsenige Säure. | Zinkoxyd. | Bleioxyd. | Kupferoxyd. |
|---|--|--|--|----------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| | Nach 3 Stunden Behandlung mit kaltem Wasser. | Nach 48 stünd. Extraction mit kaltem Wasser. | Nach 6 stund. Extraction im Dampfbade. | | | | | |
| IX. Wiesenhen v. Halsbach | 0,12 | 0,48 | 0,55 | 0,448 | Spuren | Spuren | — | — |
| X. Klee von Kleinschirma | 0,18 | 1,26 | 0,95 | 0,188 | — | — | — | — |
| XI. Wiesenheu von das... | 0,15 | 0,65 | 0,70 | 0,203 | — | — | — | — |
| XII. Thimotheegras v. Hensel | 0,24 | 0,64 | 0,80 | 0,562 | 0,0085 | 0,016 | 0,0122 | 0,0008 |
| XIII. Klee, 1. Schnitt, v. Hensel | 0,16 | 0,36 | 0,46 | 0,625 | 0,0058 | 0,017 | 0,0085 | 0,0010 |
| XIV. Winterkorn von Hensel | 0,06 | 0,32 | 0,36 | 0,395 | 0,0062 | 0,023 | 0,0104 | 0,0009 |
| XV. Klee, 1. Schnitt, von Pretzschner .. | 0,12 | 0,28 | 0,26 | 0,285 | 0,0015 | 0,0078 | 0,0011 | 0,0002 |
| XVI. Heu von Pretzschner .. | 0,15 | 0,44 | 0,40 | 0,352 | 0,0022 | 0,0085 | 0,0016 | 0,0005 |
| XVII. Klee, 2. Schnitt, von Pretzschner .. | 0,18 | 0,32 | 0,32 | 0,316 | 0,0034 | 0,0096 | 0,0037 | 0,0004 |
| XVIII. Hafer von Pretzschner | 0,08 | 0,24 | 0,26 | 0,338 | 0,0019 | 0,0060 | 0,0010 | — |
| XIX. Hafer von Pretzschner | 0,09 | 0,28 | 0,30 | 0,419 | 0,0027 | 0,0078 | 0,0015 | Spuren |
| XX. Klee von Marbach .. | 0,20 | 0,35 | 0,40 | 0,758 | 0,008 | 0,0110 | 0,0085 | 0,0003 |
| XXI. Klee von Walter, Hohentanne | 0,12 | 0,26 | 0,24 | 0,321 | 0,0027 | 0,009 | 0,0040 | — |
| XXII. Gartengras von Störr | 0,16 | 0,38 | 0,36 | 0,362 | 0,0032 | 0,0075 | 0,0030 | — |
| XXIII. Krautblätter von Störr | — | — | — | 1,215 | 0,0062 | 0,0120 | 0,0095 | Spuren |
| XXIV. Hafer von Böhme .. | 0,07 | 0,22 | 0,26 | 0,374 | 0,0020 | 0,0065 | 0,0009 | — |
| XXV. Wiesengrummet von Lantzsch | 0,10 | 0,28 | 0,33 | 0,692 | 0,0031 | 0,0065 | 0,0022 | Spur |
| XXVI. Kleegrummet v. Dietrich | 0,16 | 0,38 | 0,55 | 0,440 | 0,0075 | 0,0129 | 0,0070 | Spur |
| XXVII. Wiesenheu v. Schellerhau | 0,10 | 0,24 | 0,20 | 0,236 | — | — | — | — |
| XXVIII. Kleeheu von das. .. | 0,08 | 0,16 | 0,18 | 0,195 | — | — | — | — |
| XXIX. Wiesenheu v. Bärenburg | 0,14 | 0,18 | 0,22 | 0,220 | — | — | — | — |
| XXX. Kleeheu von das. .. | 0,12 | 0,21 | 0,27 | 0,214 | — | — | — | — |
| XXXI. Wiesenheu von Haubold in St. Michaelis .. | 0,20 | 0,38 | 0,50 | 0,442 | — | — | — | — |
| XXXII. Wiesenheu von Kämpfe in Erbisdorf ... | 0,18 | 0,32 | 0,38 | 0,317 | — | — | — | — |
| XXXIII. Kleeheu von Köhler in Erbisdorf..... | 0,12 | 0,36 | 0,42 | 0,283 | — | — | — | — |
| XXXIV. Wiesenheu von Franze in Erbisdorf | 0,12 | 0,30 | 0,38 | 0,194 | — | — | — | — |
| XXXV. Wiesenheu, 1871 bei Bonn gewachsen .. | 0,05 | — | — | 0,183 | — | — | — | — |
| XXXVI. Klee, 1871 in Poppelsdorf gewachsen ... | 0,03 | — | — | 0,116 | — | — | — | — |

| | Freie Säure. | | | Schwefelsäure. | Arsenige Säure. | Zinkoxyd. | Bleioxyd. | Kupferoxyd. |
|--|--|--|--|----------------|-----------------|-----------|-----------|-------------|
| | Nach 3 Stunden Behandlung mit kaltem Wasser. | Nach 48 stünd. Extraction mit kaltem Wasser. | Nach 6 stünd. Extraction im Dampfbade. | | | | | |
| XXXVII. Klee, 1871 bei Mansfeld gewachsen ... | 0,04 | — | — | 0,131 | — | 0,029 | — | 0,018 |
| XXXVIII. Wiesenheu, 1872 bei Bonn gewachsen .. | 0,08 | 0,73 | 0,64 | 0,161 | — | — | — | — |
| XXXIX. Klee, 1872 in Poppelsdorf gewachsen ... | 0,15 | 1,86 | 0,95 | 0,108 | — | — | — | — |
| XXXX. Klee, 1872 in Borbeck gewachsen | 0,16 | 0,68 | 0,75 | 0,206 | — | 0,012 | — | — |

Diese Resultate ergaben:

1) In keiner der untersuchten Pflanzenproben findet sich freie Schwefelsäure.

2) Die Menge der Schwefelsäure ist in dem Klee, welcher im Erzgebirge selbst an Orten gewachsen war, wohin kein Hüttenrauch gelangt, wie die Proben X, XXVIII, XXX und XXXIII beweisen, um mehr als die Hälfte, bis doppelt so groß, wie in dem bei Bonn gewonnenen, und nahezu ebenso groß, wie bei dem im Hüttenrauchrayon der Eckartshütte bei Mansfeld und der Zinkhütte bei Borbeck angebauten Klee.

Innerhalb des Hüttenrauchrayons der Freiberger Hütten findet nur eine mäßige Zunahme da statt, wo keine sichtbare Beschädigung wahrgenommen wurde, indem von den 1870 gewachsenen Proben der Gehalt von 0,241% in Probe IV bis 0,318% in Probe II schwankt, und von der Crescenz des Jahres 1871 selbst der angeblich beschädigte zweite Schnitt von Pretzschner nur 0,316% Schwefelsäure zeigt. Dagegen steigt derselbe schon mehr in dem Kleegrummet von Dietrich XXVI auf 0,44% und ist in dem offenbar stark beschädigten Klee von Hensel (XIII) auf die unnatürliche Höhe von 0,625% und von Marbach (XX) sogar auf 0,758% gestiegen.

Etwas ähnliches gilt von dem Wiesenheu, obgleich hier der Vergleich weit schwieriger ist, da dasselbe in den einzelnen Proben aus verschiedenen Gräsern, und in sehr wechselnden Mengen besteht.

Während das Heu von Franze XXXIV, von Kleinschirma XI, von Bärenburg XXIX und Schellerhau XXVII nur wenig reicher daran ist, als das im Rheinthal gewachsene, steigt der Gehalt an Schwefelsäure in dem Heu von Haubold XXXI schon auf mehr als das Doppelte, und wird unter dem im Hüttenrauchrayon gewachsenen nur von dem zu Halsbach (V) gewachsenen, und von dem stark beschädigten Thimotheegras des Hensel (XII) und dem Wiesengrummet von Lantzsch (XXV) übertroffen.

Dagegen erscheint der Schwefelsäuregehalt in den Cerealien keineswegs abnorm. Professor Ritthausen fand in kräftig entwickelten Roggenpflanzen 0,447%, in Haferpflanzen 0,326% (Mittheilungen des landw. Centralvereins für Schlesien 9.

und 12. Heft 1858) und Dr. H. Scheven (J. f. pr. Ch. Bd. 68 S. 193) in fast gleichaltrigen Gerstenpflanzen 0,537% Schwefelsäure der Trockensubstanz.

Was endlich den Schwefelsäuregehalt der Krautblätter von Störr betrifft, so erscheint derselbe größer als im normalen Zustande; wenigstens enthielten nach den Untersuchungen von Reich vom 8. November 1857 100 Theile Trockensubstanz von Bräunsdorfer Krautblättern nur 0,79%, dagegen gesunde Krautblätter von Hilbersdorf aus dem Jahre 1857 3,04% Schwefelsäure.

Der Schwefelsäuregehalt ist deshalb nur in den sichtbar stark veränderten Pflanzen vermehrt, und am auffallendsten in den blattreichen, während die blattärmeren Cerealien, wenn sie auch stark vom Hüttenrauch gelitten haben, wie Hensel's Winterkorn XIV, ihren Schwefelsäuregehalt nur wenig vermehren. In keinem Falle kann die geringe Vergrößerung der schwefelsauren Salze in den Futtermitteln die Gesundheit des Rindvieh's beeinträchtigen.

3) Was die Menge der freien Säure, resp. der sauren Salze betrifft, welche ein rasch bereiteter Auszug zeigt, so ist dieselbe je nach der Gattung der Grasarten zwar verschieden (von 0,08 bis 24% schwankend), wächst jedoch keinesfalls mit der Schwefelsäure, indem der Klee von Kleinschirma 0,18% und der Poppelsdorfer Klee von 1872 0,15% freie Säure, bei nur 0,188% resp. 0,108% Schwefelsäure zeigt, während die stark befallenen Kleestücke XIII von Hensel und XX von Marbach bei einem Schwefelsäuregehalt von 0,625% resp. 0,758% nur 0,16% resp. 0,20% freie Säure enthielten. Wässrige Auszüge von Pflanzen erfahren übrigens besonders in der Wärme rasch Veränderungen unter Säurebildung, so daß die Bestimmung der freien Säure in Pflanzensaften etwas Mißliches hat, indem bei zu kurzer Extractionszeit zu wenig, bei zu langer dagegen zu viel Säure gefunden wird. Ich lege deshalb meinen Bestimmungen der freien Säure nur den Werth bei, nachgewiesen zu haben, daß die kleinen Mengen der durch die Blätter in die Pflanzen tretenden Schwefelsäure nicht dazu beitragen die Pflanzen zu durchsäuern, die etwaigen pflanzensauren Salze zu zersetzen und die organische Säure in erheblicher Weise frei zu machen.

4) Alle aus dem Hüttenrauchrayon herstammenden Pflanzen enthielten wenigstens Spuren von Metalloxyden. Darunter nahm die erste Stelle das Zinkoxyd, demnächst die arsenige Säure und dann das Bleioxyd ein. Im Allgemeinen fanden sich in den Proben, wo der Schwefelsäuregehalt größer war, auch mehr Metalloxyde, auf den blattreicherem Gewächsen mehr, als auf den andern, und auf denjenigen, welche eine sichtbare Beschädigung erfahren hatten, die relativ größten Mengen. Das relativ am stärksten befallene Thimotheegras von Hensel enthielt in 10000 Gramm (20 Pfd.) Trockengewicht, 0,85 Gramm arsenige Säure, 1,6 Gramm Zinkoxyd und 1,22 Gramm Bleioxyd. Ich halte es daher für möglich, daß die Verdauungsorgane, insbesondere der Magen von Thieren, welche mit solchem Futter fast ausschließlich ernährt werden, leiden und daß insbesondere ein entzündlicher Zustand und Geschwürbildung eintreten können. Da ferner die Leber vorzugsweise das Organ ist, welches die in die Säfte übergegangenen Metallverbindungen wieder abscheidet, so ist bei ununterbrochen fort-

gesetzter Ernährung mit solchem Futter eine Degeneration der Leber nicht ausgeschlossen. Dagegen scheint es nach den bisherigen Erfahrungen der Praxis wie der Wissenschaft noch ganz ungerechtfertigt, die Knochenbrüchigkeit, oder gar die Lungentuberkulose auf diese Ursache zurückführen zu wollen.

Um über die Natur der in dortiger Gegend wachsenden Futtermittel mir Aufklärung zu verschaffen, habe ich die sämmtlichen Klee- und Grasproben und das auf Hensel's Grundstück gewachsene Winterkorn, sowie zum Vergleich den 1872 zu Poppelsdorf und zu Borbeck gewachsenen und Ende Mai geschnittenen Klee einer eingehenden genauen Untersuchung auf die näheren organischen und unorganischen Stoffe in folgender für alle übereinstimmenden Weise ausgeführt.

Die bei 100 bis 110°C vollkommen getrockneten Proben wurden ganz fein gepulvert, innig gemengt, und dann darin der Stickstoff durch Verbrennen mit Natronkalk mittelst Platinchlorid ermittelt und der Proteingehalt durch Multiplication desselben mit 6,25 berechnet; je 5 Gramm wurden zunächst mit Aether extrahirt, und dann mit verdünnter Schwefelsäure und mit verdünnter Natronlauge und zuletzt mit destillirtem Wasser so lange ausgekocht und ausgewaschen, als sich etwas löste. Der getrocknete gewogene Rückstand wurde verbrannt, die Asche wieder gewogen und in der Differenz die Menge der Cellulose gefunden. Andere 20 Gramm wurden je zweimal in großen Platschalen eingeäschert, die Rohasche gewogen, im Kohlensäureapparat der Gehalt an Kohlensäure bestimmt, die durch Salzsäure zersetzte Asche zur Trockne verdunstet, mit etwas Säure befeuchtet und mit kochendem Wasser ausgelaugt. Der unlösliche Rückstand wurde mit Natronlauge ausgekocht, und so die lösliche Kieselsäure und der Sand, Thon und die sonstigen mechanischen Verunreinigungen bestimmt. Die Reinasche ergab sich in der Differenz der Rohasche und der Summe der Kohlensäure und der mechanischen Verunreinigungen. Was nach Abzug der Proteinkörper, des Aetherextracts der Cellulose und der Reinasche noch fehlte, wurde als stickstofffreie Extractsubstanz nebst Verlust angesetzt. In einer der Reinaschenlösungen fällte ich die Schwefelsäure durch Chlorbarium, dann durch kohlensauren Baryt und Aetzbaryt alle fällbare Substanz außer Kalk und Alkalien, bestimmte in diesem Niederschlage die Gesamtsumme der Phosphorsäure durch molybdänsaures Ammoniak und ermittelte nach Entfernung des Kalks und Baryts durch kohlensaures und opalssaures Ammoniak die Menge des Kali und Natron. Die zweite Reinaschenlösung versetzte ich mit Ammoniak und Essigsäure, das unlösliche phosphorsaure Eisenoxyd wurde abfiltrirt, dann der Kalk durch opalssaures Ammoniak gefällt, und die phosphorsaure Magnesia durch Uebersättigen mit Ammoniak niedergeschlagen.

Weiter habe ich 100 Gramm der Substanz, wie schon früher beschrieben mit 2½ Liter Wasser von 15 bis 18°C 48 Stunden und andere 100 Gramm mit 2½ Liter Wasser 6 Stunden im Dampfbade extrahirt; je ein halbes Liter in einer Platschale zur Trockne verdunstet, bei 110°C getrocknet, gewogen, und darin auch den Stickstoffgehalt bestimmt, und ein anderes halbes Liter eingedampft, eingeäschert und den Aschengehalt bestimmt und analysirt. In den stärker befallenen Proben habe ich endlich in einem weiteren Liter der Lösungen die Menge der Schwefelsäure und der löslichen Metallverbindungen ermittelt.

Zunächst erlaube ich mir in nachfolgenden Tabellen die Resultate dieser sämmtlichen Analysen zusammenzustellen und bemerke nur, daß alle Zahlen den Procentgehalt auf 100 Gewichtstheile Trockensubstanz angeben.

Analyse der Kleeproben.

| Herrührend von: | Gesamtmasse. | | | | | | | Im Wasser von 15–18°C löslich. | | | Im 6stündigen Dampfbade extrahirt | | | | | | | | |
|--------------------------------------|--------------|-----------------|--------------|------------|------------|----------------|----------------|---|--------|----------------|-----------------------------------|--------------|--------|----------------|---------------------------------|--------------|--------|-------------------------|--------------|
| | Rohasche. | Sand, Thon etc. | Kohlensäure. | Reinasche. | Cellulose. | Proteinkörper. | Aetherextract. | Stickstoffreie Extractstoffe und Verlust. | Asche. | Proteinkörper. | Stickstofffr. org. Substanz. | Gesamtmasse. | Asche. | Proteinkörper. | Stickstofffr. org. Substanz. | Gesamtmasse. | Asche. | Organische Substanz. | Gesamtmasse. |
| I. Böhme in Niederbobritzsch 1870 .. | 7,24 | 0,19 | 0,59 | 6,46 | 26,12 | 16,95 | 3,42 | 46,86 | 4,11 | 2,15 | 10,57 | 16,83 | 3,92 | 2,46 | 12,71 | 19,09 | 2,60 | 78,31 | 80,91 |
| II. Halsbacher Flur 1870 | 8,16 | 0,23 | 0,73 | 7,20 | 25,86 | 18,33 | 3,44 | 44,94 | 4,43 | 2,73 | 8,76 | 15,92 | 4,58 | 2,98 | 9,20 | 17,76 | 2,98 | 79,26 | 82,24 |
| IV. Drechsler in Grüneburg 1870 ... | 6,91 | 0,41 | 0,62 | 5,88 | 25,46 | 17,74 | 3,50 | 4701 | 3,82 | 2,31 | 10,06 | 16,19 | 3,71 | 2,84 | 12,42 | 18,97 | 2,40 | 78,63 | 81,03 |
| VIII. Halsbacher Flur 1870 | 7,68 | 0,36 | 0,85 | 6,47 | 24,90 | 18,91 | 3,69 | 45,67 | 4,37 | 2,49 | 8,61 | 15,47 | 4,59 | 3,19 | 11,05 | 18,83 | 2,36 | 78,81 | 81,17 |
| X. Kleinschirma 1870 | 5,49 | 0,13 | 0,56 | 4,80 | 26,74 | 16,21 | 3,47 | 48,65 | 3,22 | 2,07 | 11,96 | 17,25 | 2,97 | 2,54 | 14,07 | 19,58 | 2,05 | 78,37 | 80,42 |
| XIII. Hensel zu Halsbrücke 1871 | 14,07 | 0,18 | 0,79 | 13,10 | 22,26 | 21,87 | 3,53 | 39,06 | 7,65 | 4,36 | 10,28 | 22,19 | 6,95 | 4,71 | 14,96 | 26,62 | 6,21 | 67,17 | 73,38 |
| XV. Pretzschner i. Rothenfurth 1. | 10,89 | 0,16 | 0,65 | 10,08 | 25,43 | 17,62 | 3,37 | 43,04 | 6,22 | 2,88 | 6,56 | 15,66 | 5,97 | 3,37 | 11,35 | 20,69 | 4,19 | 75,12 | 79,31 |
| Schnitt 1871 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XVII. Pretzschner i. Rothenfurth 2. | 10,49 | 0,21 | 0,82 | 9,46 | 28,60 | 16,83 | 3,46 | 41,44 | 5,87 | 2,95 | 8,26 | 17,08 | 5,21 | 3,24 | 10,68 | 19,13 | 4,34 | 76,53 | 80,87 |
| Schnitt 1871 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XX. Marbach zu Halsbrücke 1871 ... | 11,92 | 0,86 | 0,71 | 10,35 | 24,90 | 18,77 | 3,62 | 41,50 | 6,78 | 3,47 | 8,32 | 18,57 | 6,58 | 3,85 | 11,57 | 22,00 | 4,47 | 73,53 | 78,00 |
| XXI. Walter in Hohentanne 1871 ... | 10,12 | 0,09 | 0,58 | 9,45 | 26,13 | 15,27 | 3,40 | 45,66 | 5,69 | 3,05 | 7,79 | 16,53 | 5,82 | 3,16 | 11,24 | 20,22 | 3,66 | 76,12 | 79,78 |
| XXVI. Dietrich in Hohentanne 1871 | 8,12 | 0,61 | 0,74 | 6,77 | 33,38 | 10,32 | 3,17 | 45,75 | 3,90 | 2,94 | 11,77 | 18,61 | 4,97 | 4,62 | 19,59 | 29,18 | 2,37 | 68,45 | 70,82 |
| ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XXVIII. Schellerhau 1871 | 7,68 | 0,11 | 0,77 | 6,80 | 36,91 | 9,26 | 3,22 | 42,70 | 3,42 | 2,76 | 6,64 | 12,82 | 3,49 | 3,00 | 10,33 | 16,82 | 3,51 | 79,67 | 83,18 |
| XXX. Bärenburg 1871 | 8,06 | 0,17 | 0,86 | 7,03 | 37,12 | 9,41 | 3,16 | 42,11 | 3,67 | 2,59 | 6,31 | 12,57 | 3,90 | 3,12 | 10,12 | 17,14 | 3,21 | 79,65 | 82,86 |
| XXXIII. Köhler in Erbisdorf 1871 ... | 9,37 | 0,26 | 0,55 | 8,56 | 30,74 | 10,62 | 3,09 | 46,73 | 4,11 | 2,89 | 7,72 | 14,72 | 3,98 | 3,17 | 11,31 | 18,46 | 4,61 | 76,93 | 81,54 |
| XXXIX. Poppelsdorf bei Bonn 1872 | 8,44 | — | 1,28 | 7,16 | 20,81 | 22,00 | 3,78 | 46,25 | 6,02 | 4,25 | 15,58 | 25,85 | 5,31 | 4,62 | 18,71 | 29,14 | 1,97 | 68,89 | 70,86 |
| ... | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XXXX. Borbeck bei Essen 1872 | 8,64 | 0,14 | 1,70 | 6,80 | 19,15 | 25,26 | 3,90 | 44,75 | 4,63 | 8,08 | 11,97 | 24,68 | 4,52 | 10,34 | 19,22 | 34,08 | 2,49 | 63,43 | 65,92 |

Zusammensetzung der Aschen der Kleeproben.

| Herrührend von: | Gesammtasche der Proben. | | | | | | | Asche des in Wasser von 15–18°C. Gelösten. | | | | | | | Asche des im Dampfbade Gelösten. | | | | | | | | | |
|---|--------------------------|--------------|----------------|----------------|-------|-----------|---------|--|--------------|----------------|----------------|-------|-----------|---------|----------------------------------|--------------|----------------|----------------|-------|-----------|-------|---------|-------|-------|
| | Reinasche. | Kieselsäure. | Schwefelsäure. | Phosphorsäure. | Kalk. | Magnesia. | Natron. | Gesammtasche. | Kieselsäure. | Schwefelsäure. | Phosphorsäure. | Kalk. | Magnesia. | Natron. | Gesammtasche. | Kieselsäure. | Schwefelsäure. | Phosphorsäure. | Kalk. | Magnesia. | Kali. | Natron. | | |
| I. Böhme in Niederbobritzsch 1870 ... | 6,46 | 0,753 | 0,389 | 0,813 | 1,272 | 0,276 | 2,685 | 0,127 | 4,11 | 0,188 | 0,371 | 0,543 | 0,418 | 0,200 | 2,198 | 0,102 | 3,92 | 0,192 | 0,362 | 0,507 | 0,402 | 0,196 | 2,213 | 0,108 |
| II. Halsbacher Flur 1870 | 7,20 | 0,876 | 0,376 | 0,953 | 1,463 | 0,306 | 3,012 | 0,113 | 4,43 | 0,206 | 0,350 | 0,583 | 0,392 | 0,211 | 2,506 | 0,094 | 4,58 | 0,185 | 0,346 | 0,579 | 0,426 | 0,223 | 2,613 | 0,160 |
| IV. Drechsler in Grüneburg 1870 | 5,88 | 0,665 | 0,258 | 0,775 | 1,206 | 0,257 | 2,480 | 0,119 | 3,82 | 0,172 | 0,239 | 0,568 | 0,356 | 0,183 | 2,096 | 0,103 | 3,71 | 0,165 | 0,246 | 0,429 | 0,324 | 0,192 | 2,148 | 0,111 |
| VIII. Halsbacher Flur 1870 | 6,47 | 0,846 | 0,329 | 0,826 | 1,312 | 0,295 | 2,582 | 0,126 | 4,37 | 0,194 | 0,307 | 0,632 | 0,598 | 0,215 | 2,214 | 0,109 | 4,59 | 0,180 | 0,312 | 0,610 | 0,589 | 0,230 | 2,373 | 0,116 |
| X. Kleinschirma 1870 | 4,80 | 0,592 | 0,189 | 0,681 | 1,083 | 0,222 | 1,837 | 0,146 | 3,22 | 0,109 | 0,162 | 0,697 | 0,425 | 0,152 | 1,422 | 0,118 | 2,97 | 0,112 | 0,169 | 0,517 | 0,341 | 0,146 | 1,510 | 0,112 |
| XIII. Hensel in Halsbrücke 1871 | 13,10 | 0,795 | 0,678 | 2,867 | 2,948 | 0,670 | 4,241 | 0,276 | 7,65 | 0,174 | 0,656 | 1,293 | 0,956 | 0,432 | 3,582 | 0,179 | 6,95 | 0,198 | 0,638 | 1,089 | 0,873 | 0,408 | 3,624 | 0,182 |
| XV. Pretzschnner in Rothenfurth 1871 .. | 10,08 | 0,565 | 0,510 | 1,577 | 1,946 | 0,431 | 3,925 | 0,219 | 6,22 | 0,102 | 0,362 | 0,738 | 1,136 | 0,238 | 3,338 | 0,154 | 5,97 | 0,115 | 0,371 | 0,637 | 0,928 | 0,245 | 3,429 | 0,176 |
| XVII. Pretzschnner in Rothenfurth 1871 | 9,46 | 0,672 | 0,452 | 1,586 | 1,787 | 0,411 | 3,719 | 0,186 | 5,87 | 0,125 | 0,403 | 0,654 | 0,978 | 0,251 | 3,109 | 0,138 | 5,21 | 0,107 | 0,395 | 0,486 | 0,749 | 0,226 | 3,012 | 0,141 |
| 2. Schnitt 1871 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XX. Marbach in Halsbrücke 1871 | 10,33 | 0,823 | 0,700 | 1,538 | 2,114 | 0,460 | 3,866 | 0,192 | 6,78 | 0,213 | 0,618 | 0,882 | 1,107 | 0,292 | 3,426 | 0,158 | 6,58 | 0,187 | 0,624 | 0,791 | 0,964 | 0,279 | 3,417 | 0,166 |
| XXI. Walter in Hohentanne 1871 | 9,45 | 0,612 | 0,405 | 1,168 | 1,896 | 0,422 | 3,843 | 0,173 | 5,69 | 0,140 | 0,359 | 0,617 | 0,821 | 0,215 | 3,289 | 0,128 | 5,82 | 0,135 | 0,350 | 0,604 | 0,839 | 0,227 | 3,400 | 0,150 |
| XXVI. Dietrich in Hohentanne 1871 ... | 6,77 | 0,776 | 0,584 | 0,805 | 1,478 | 0,306 | 2,417 | 0,138 | 3,90 | 0,095 | 0,318 | 0,616 | 0,335 | 0,188 | 2,084 | 0,112 | 4,97 | 0,265 | 0,441 | 0,596 | 0,738 | 0,199 | 2,304 | 0,119 |
| XXVIII. Schellerhau 1871 | 6,80 | 0,964 | 0,239 | 0,816 | 1,482 | 0,408 | 2,513 | 0,152 | 3,42 | 0,213 | 0,293 | 0,324 | 0,312 | 0,200 | 1,926 | 0,136 | 3,43 | 0,194 | 0,287 | 0,317 | 0,308 | 0,216 | 2,037 | 0,123 |
| XXX. Bärenburg 1871 | 7,03 | 0,896 | 0,241 | 0,976 | 1,561 | 0,391 | 2,590 | 0,137 | 3,67 | 0,187 | 0,306 | 0,381 | 0,549 | 0,186 | 1,934 | 0,119 | 3,90 | 0,196 | 0,328 | 0,418 | 0,587 | 0,204 | 2,025 | 0,127 |
| XXXIII. Köhler in Erbisdorf 1871 | 8,56 | 0,963 | 0,318 | 1,409 | 1,893 | 0,446 | 3,125 | 0,162 | 4,11 | 0,226 | 0,322 | 0,418 | 0,371 | 0,291 | 2,321 | 0,147 | 3,98 | 0,210 | 0,309 | 0,391 | 0,360 | 0,267 | 2,271 | 0,151 |
| XXXIX. Poppelsdorf bei Bonn 1872 | 7,16 | 0,083 | 0,225 | 0,782 | 2,117 | 0,608 | 3,128 | 0,140 | 6,02 | 0,065 | 0,178 | 0,496 | 1,506 | 0,492 | 3,074 | 0,128 | 5,31 | 0,071 | 0,165 | 0,402 | 1,071 | 0,427 | 2,993 | 0,106 |
| XXXX. Borbeck bei Essen 1872 | 6,80 | 0,142 | 0,356 | 0,691 | 1,908 | 0,587 | 2,913 | 0,129 | 4,63 | 0,096 | 0,307 | 0,385 | 1,103 | 0,416 | 2,274 | 0,107 | 4,52 | 0,081 | 0,296 | 0,396 | 0,872 | 0,410 | 2,296 | 0,118 |

Analyse der Wiesenheu-Proben und des Winterkorns von Hensel.

| Herrührend von: | Der Gesammtmasse der Trockensubstanz. | | | | | | | | Im Wasser von 15–18°C löslich. | | | | 6 Stunden im Dampfbade extrahirt | | | | | | |
|--|---------------------------------------|----------------------|--------------|------------|------------|----------------|----------------|---|--------------------------------|----------------|-----------------------------|--------------|----------------------------------|----------------|-----------------------------|--------------|--------|----------------------|--------------|
| | | | | | | | | | | | | | a) löslich | | | b) unlöslich | | | |
| | Rohasche. | Sand, Steinchen etc. | Kohleusäure. | Reinasche. | Cellulose. | Proteinkörper. | Aetherextract. | Stickstoffreie Extractstoffe und Verlust. | Asche. | Proteinkörper. | Stickstoffr. org. Substanz. | Gesamtmasse. | Asche. | Proteinkörper. | Stickstoffr. org. Substanz. | Gesamtmasse. | Asche. | Organische Substanz. | Gesamtmasse. |
| V. Grasgarten des Ritterg. Halsbach 1870 | 8,53 | 0,44 | 0,29 | 7,80 | 24,77 | 13,82 | 3,50 | 49,67 | 3,76 | 1,88 | 7,04 | 12,68 | 4,16 | 2,31 | 12,48 | 18,95 | 3,86 | 77,19 | 81,05 |
| VI. Lochwiese des Ritterg. Halsbach unterhalb des Teichdammes 1870 ... | 7,11 | 0,32 | 0,16 | 6,63 | 25,89 | 13,11 | 3,41 | 50,64 | 3,62 | 1,68 | 6,54 | 11,84 | 4,08 | 2,43 | 10,68 | 17,19 | 2,80 | 80,01 | 82,81 |
| IX. Ebendaher von der Mitte d. Wiese 1870 | 6,91 | 0,21 | 0,18 | 6,52 | 26,21 | 13,08 | 3,41 | 50,57 | 3,65 | 1,59 | 6,72 | 11,96 | 3,92 | 2,46 | 10,49 | 16,87 | 2,75 | 80,38 | 83,13 |
| XI. Kleinschirma 1870 | 6,64 | 0,42 | 0,25 | 5,97 | 28,71 | 12,46 | 3,60 | 48,84 | 3,54 | 1,49 | 7,12 | 12,15 | 3,87 | 2,19 | 10,39 | 16,45 | 2,41 | 81,14 | 83,55 |
| XII. Hensel in Halsbrücke 1871 ... | 10,27 | 1,83 | 0,32 | 8,12 | 20,31 | 13,56 | 3,82 | 52,36 | 4,97 | 2,26 | 7,83 | 15,06 | 7,33 | 3,31 | 12,30 | 22,94 | 2,50 | 75,44 | 77,06 |
| XVI. Pretzschnner in Rothenfurth 1871 | 9,27 | 1,92 | 0,24 | 7,11 | 23,71 | 12,81 | 3,10 | 51,35 | 4,22 | 2,17 | 5,29 | 11,68 | 5,00 | 3,24 | 13,25 | 21,58 | 4,08 | 74,34 | 78,42 |
| XXII. Störr in Rothenfurth 1871 ... | 9,81 | 0,74 | 0,11 | 8,96 | 24,39 | 15,48 | 3,36 | 47,07 | 4,05 | 2,58 | 8,26 | 14,89 | 5,51 | 2,82 | 14,45 | 22,78 | 4,12 | 73,10 | 77,22 |
| XXV. Lantzsch in Hohentanne 1871 | 10,50 | 2,27 | 0,04 | 8,19 | 25,62 | 15,00 | 3,15 | 45,77 | 3,71 | 2,49 | 9,00 | 15,20 | 5,22 | 2,43 | 15,70 | 23,39 | 5,14 | 71,47 | 76,61 |
| XXVII. Schellerhau 1871 | 5,47 | 0,36 | Spur | 5,11 | 38,16 | 8,62 | 3,51 | 45,24 | 2,93 | 1,85 | 5,16 | 9,94 | 3,87 | 2,48 | 6,51 | 12,86 | 1,56 | 85,58 | 87,14 |
| XXIX. Bärenburg 1871 | 5,81 | 0,41 | Spur | 5,40 | 37,52 | 8,89 | 2,37 | 45,41 | 3,06 | 2,11 | 5,64 | 10,81 | 4,13 | 2,31 | 7,21 | 13,65 | 1,69 | 84,66 | 86,35 |
| XXXI. Haubold in St. Michaelis 1871 | 6,91 | 0,53 | 0,08 | 6,30 | 30,86 | 11,31 | 2,97 | 48,03 | 3,11 | 1,73 | 7,51 | 12,35 | 4,39 | 2,59 | 14,90 | 21,88 | 2,58 | 75,54 | 78,12 |
| XXXII. Kämpfe in Erbisdorf 1871 | 7,26 | 0,46 | 0,10 | 6,70 | 31,49 | 10,85 | 3,26 | 47,24 | 3,45 | 1,89 | 6,52 | 11,86 | 4,16 | 2,41 | 13,00 | 19,57 | 2,86 | 77,57 | 80,43 |
| XXXIV. Franze in Erbisdorf 1871 | 5,30 | 0,14 | Spur | 5,16 | 37,92 | 6,63 | 2,48 | 47,67 | 3,15 | 1,91 | 5,57 | 10,63 | 4,07 | 2,25 | 8,68 | 15,00 | 1,34 | 83,66 | 85,00 |
| XIV. Winterkorn v. Hensel i Halsbrücke 1871 | 8,15 | 0,41 | Spur | 7,74 | 36,12 | 9,98 | 2,67 | 43,08 | 3,53 | 2,07 | 5,59 | 11,19 | 6,24 | 2,21 | 8,29 | 16,74 | 2,03 | 81,23 | 83,26 |

Die untersuchten Winterroggenpflanzen bestanden aus 76% Stengel, 12,7% Blätter und 11,3% Aehren.

Zusammensetzung der Aschen der Wiesenheu-Proben und des Winterkorns von Hensel.

| Herrührend von: | Gesammtasche der Proben. | | | | | | | Asche des in Wasser von 15–18°C Gelösten. | | | | | | | Asche des im Dampfbade Gelösten. | | | | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------|----------------|----------------|-------|-----------|---------|---|--------------|----------------|----------------|-------|-----------|---------|----------------------------------|--------------|----------------|----------------|-------|-----------|-------|---------|-------|-------|
| | Reinasche. | Kieselsäure. | Schwefelsäure. | Phosphorsäure. | Kalk. | Magnesia. | Natron. | Gesammtasche. | Kieselsäure. | Schwefelsäure. | Phosphorsäure. | Kalk. | Magnesia. | Natron. | Gesammtasche. | Kieselsäure. | Schwefelsäure. | Phosphorsäure. | Kalk. | Magnesia. | Kalk. | Natron. | | |
| V. Grasgarten des Rittergutes Halsbach 1870 | 7,80 | 2,748 | 0,624 | 0,626 | 0,602 | 0,204 | 1,987 | 0,179 | 3,76 | 0,109 | 0,593 | 0,342 | 0,279 | 0,159 | 1,495 | 0,152 | 4,16 | 0,805 | 0,581 | 0,274 | 0,194 | 0,137 | 1,416 | 0,147 |
| VI. Lochwiese des Rittergutes Halsbach unterhalb des Teichdammes | 6,63 | 2,203 | 0,436 | 0,487 | 0,514 | 0,186 | 1,835 | 0,215 | 3,62 | 0,089 | 0,417 | 0,339 | 0,263 | 0,143 | 1,483 | 0,187 | 4,08 | 0,746 | 0,415 | 0,269 | 0,182 | 0,126 | 1,392 | 0,153 |
| IX. Ebendaher von der Mitte der Wiese 1870 | 6,52 | 2,198 | 0,428 | 0,493 | 0,527 | 0,184 | 1,840 | 0,206 | 3,65 | 0,091 | 0,415 | 0,344 | 0,265 | 0,139 | 1,487 | 0,189 | 3,92 | 0,729 | 0,417 | 0,265 | 0,182 | 0,129 | 1,397 | 0,156 |
| XI. Kleinschirma 1870 | 5,97 | 1,725 | 0,275 | 0,521 | 0,473 | 0,216 | 1,643 | 0,211 | 3,54 | 0,083 | 0,268 | 0,418 | 0,319 | 0,187 | 1,528 | 0,200 | 3,87 | 0,648 | 0,271 | 0,326 | 0,215 | 0,157 | 1,402 | 0,187 |
| XII. Hensel in Halsbrücke 1871 | 8,12 | 2,592 | 0,747 | 0,892 | 0,688 | 0,346 | 1,882 | 0,278 | 4,97 | 0,048 | 0,584 | 0,692 | 0,386 | 0,214 | 1,673 | 0,245 | 7,33 | 1,315 | 0,562 | 0,775 | 0,453 | 0,324 | 1,746 | 0,254 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XVI. Pretzschnner in Rothenfurth 1871 ... | 7,11 | 2,666 | 0,414 | 0,631 | 0,816 | 0,141 | 1,726 | 0,173 | 4,22 | 0,075 | 0,394 | 0,452 | 9,641 | 0,120 | 1,610 | 0,164 | 5,09 | 1,027 | 0,364 | 0,396 | 0,476 | 0,104 | 1,684 | 0,169 |
| XXII. Störr in Rothenfurth 1871 | 8,96 | 3,857 | 0,482 | 0,596 | 0,782 | 0,226 | 1,829 | 0,314 | 4,05 | 0,104 | 0,423 | 0,386 | 0,394 | 0,153 | 1,418 | 0,290 | 5,51 | 1,316 | 0,409 | 0,372 | 0,381 | 0,143 | 1,759 | 0,294 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| XXV. Lantzsch in Hohentanne 1871 | 9,19 | 3,703 | 0,756 | 0,415 | 0,702 | 0,175 | 1,783 | 0,206 | 3,71 | 0,076 | 0,674 | 0,240 | 0,234 | 0,112 | 1,631 | 0,201 | 5,22 | 1,275 | 0,635 | 0,268 | 0,334 | 0,132 | 1,781 | 0,195 |
| XXVII. Schellerhau 1871 | 5,11 | 1,973 | 0,332 | 0,450 | 0,337 | 0,107 | 1,263 | 0,185 | 2,93 | 0,069 | 0,298 | 0,271 | 0,187 | 0,081 | 1,148 | 0,163 | 3,87 | 1,132 | 0,281 | 0,243 | 0,162 | 0,091 | 1,196 | 0,170 |
| XXIX. Bärenburg 1871 | 5,40 | 2,093 | 0,312 | 0,463 | 0,346 | 0,103 | 1,398 | 0,225 | 3,06 | 0,080 | 0,306 | 0,280 | 0,206 | 0,085 | 1,200 | 0,211 | 4,13 | 1,117 | 0,295 | 0,237 | 0,188 | 0,095 | 1,284 | 0,196 |
| XXXI. Haubold in St. Michaelis 1871 ... | 6,30 | 2,294 | 0,479 | 0,489 | 8,386 | 0,114 | 1,641 | 0,311 | 3,11 | 0,056 | 0,458 | 0,263 | 0,254 | 0,092 | 1,304 | 0,262 | 4,39 | 0,941 | 0,462 | 0,342 | 0,353 | 0,137 | 1,437 | 0,275 |
| XXXII. Kämpfe in Erbisdorf 1871 | 6,70 | 2,517 | 0,492 | 0,517 | 0,398 | 0,109 | 1,763 | 0,276 | 3,45 | 0,104 | 0,460 | 0,336 | 0,249 | 0,087 | 1,453 | 0,211 | 4,16 | 1,012 | 0,448 | 0,212 | 0,197 | 0,093 | 1,383 | 0,195 |
| XXXIV. Franz in Erbisdorf 1871 | 5,16 | 1,483 | 0,274 | 0,483 | 0,361 | 0,215 | 1,706 | 0,273 | 3,15 | 0,097 | 0,270 | 0,395 | 0,240 | 0,146 | 1,382 | 0,248 | 4,07 | 0,916 | 0,259 | 0,262 | 0,198 | 0,087 | 1,473 | 0,263 |
| XIV. Winterkorn von Hensel in Halsbrücke . | 7,74 | 1,792 | 0,497 | 0,834 | 0,596 | 0,227 | 2,416 | 0,214 | 3,53 | 0,041 | 0,357 | 0,558 | 0,166 | 0,201 | 1,351 | 0,160 | 6,24 | 1,145 | 0,358 | 0,647 | 0,243 | 0,208 | 2,307 | 0,203 |

Tabelle der in den wässrigen Auszügen enthaltenen Metalloxyde.

| Von 100 Theilen Trockensubstanz des | Im Wasser v.e 15–18°C. löslich. | | | | Im Dampfbade löslich. | | | |
|---|---------------------------------|-----------|-----------|-------------|-----------------------|-----------|-----------|-------------|
| | Arsenige Säure. | Zinkoxyd. | Bleioxyd. | Kupferoxyd. | Arsenige Säure. | Zinkoxyd. | Bleioxyd. | Kupferoxyd. |
| XII. Wiesenheu von Hensel. | 0,0053 | 0,0082 | – | – | 0,0071 | 0,0096 | – | Spuren |
| XXIII. Kleeheu von Hensel .. | 0,0041 | 0,0093 | – | – | 0,0050 | 0,0103 | – | – |
| XIV. Winterkorn von Hensel . | 0,0049 | 0,0083 | – | – | 0,0057 | 0,0115 | – | – |
| XX. Kleeheu von Marbach . | 0,0061 | 0,0067 | – | – | 0,0064 | 0,0089 | – | Spuren |
| XXV. Wiefengrummet von Lantzsch | Spuren | 0,0051 | – | – | Spuren | 0,0055 | – | – |
| XXVI. Kleegrummet v. Dietrich | 0,0058 | 0,0069 | – | – | 0,0056 | 0,0083 | – | – |

Nachfolgende Thatsachen dürften sich aus der Vergleichung sämmtlicher obigen Resultate ergeben:

Was zuerst die Metallverbindungen betrifft, so folgt, daß der größte Theil der arsenigen Säure und etwa die Hälfte des Zinkoxyds im Wasser sich lösen, so daß dieselben in löslicher Form als Anflug auf den Pflanzen haften geblieben angesehen werden können. Es ist sehr wahrscheinlich, daß sich dieselben als arsenige Säure und schwefelsaures Zinkoxyd darauf befinden. Dagegen scheinen das Bleioxyd und die ganz geringen Mengen Kupferoxyd in unlöslichem Zustande vorhanden zu sein, weil von Bleioxyd gar nichts und von Kupferoxyd nur in zwei Proben Spuren in den wässrigen Lösungen nachgewiesen werden konnten.

Die Kleeproben ergeben zunächst im Allgemeinen, daß der in dem Erzgebirge cultivirte Klee, mag er in der Nähe der Freiberger Hütten, oder fern davon gebaut sein, außerordentlich reich an Cellulose und Kieselsäure, dagegen arm an Kalk und Magnesia ist, während das Kali und die Phosphorsäure darin hinreichend vertreten sind. Da diese Erscheinung sich in gleicher Weise bei dem in Kleinschirma, Erbisdorf, Schellerhau und Bärenburg gewachsenen zeigt, wohin die Hüttenämpfe nicht gelangen, so folgt von selbst, daß dieselbe ausschließlich der Bodenbeschaffenheit und vielleicht auch den klimatischen Verhältnissen zugeschrieben werden muß. Der Schwefelsäuregehalt der Aschen ist fast ohne Ausnahme etwas größer gefunden, wie in dem sauren Extract, weil der Schwefel der Proteinstanz zur Vermehrung der Schwefelsäure beiträgt. Daß derselbe in den sichtbar beschädigt gewesenen Proben am größten ist, war zu erwarten. Die Gesamtmenge der Reinasche erscheint bei den auf den Fluren von Halsbrücke, Rothenfurth und Hohentanne 1871 gewachsenen Proben mit Ausnahme des Kleegrummet von Dietrich, welches sich überhaupt abnorm verhielt, fast doppelt so groß, als in der Crescenz von 1870; die Zusammensetzung der Aschen ist aber ganz ähnlich, so daß sich kein mineralogischer Stoff in auffallender Weise vermehrt hat. Der Proteingehalt ist wieder mit Ausnahme des Kleegrummet von Dietrich bei allen im Hüttenrauchrayon gewachsenen reichlich und fast doppelt so viel vorhanden,

als in dem von Schellerhau, Bärenburg und Erbisdorf herrührenden. In der stark befallenen Probe von Hensel ist er wohl deshalb procentisch am größten, weil diese am fröhsten geschnitten worden ist. Dasselbe gilt von dem im Wasser von gewöhnlicher Temperatur und im Dampfbade löslichen Theil dieser Proben. Es tritt die größere Löslichkeit wieder bei dem stark befallenen Klee von Hensel hervor, welcher schon Anfangs Juni geschnitten ist, und in dieser Beziehung den Poppelsdorfer und Borbecker Proben ähnelt, welche am 25. Mai abgenommen sind.

Außerdem fällt die starke Löslichkeit des Dietrich'schen Kleegrummet im Dampfbade bei einem relativ geringen Aschen- und Stickstoffgehalt auf. Auch die Zusammensetzung der Asche ist abnorm, so daß ich die Vermuthung habe, daß dieses Grummet, vielleicht feucht eingebracht, eine Zersetzung erfahren hat, und deshalb zur Vergleichung sich nicht eignet.

Wenn schon die Vermischung des Klee's mit verschiedenen Gräsern, sowie die verschiedene Zeit der Ernte weitere und tiefer eingehende Schlüsse in ihrem Werthe zweifelhaft erscheinen lassen müssen, weshalb ich zur Zeit davon Abstand nehme; so gilt dies von den eingesandten Heuproben in noch viel höherem Grade. Zunächst muß ich hervorheben, daß das Heu überwiegend aus den geringeren, als Futter weniger beliebten Gräsern bestand, welche theils lang und dünn aufgeschossen waren, was auf eine mangelhafte Ernährung derselben aus dem Boden deutet, theils hart und dickstenglich waren, woraus folgt, daß man in der dortigen Gegend die Futterkräuter zu spät schneidet. Die Vermuthung, daß in Folge des Hüttenrauchs der Boden nur noch im Stande sei, die geringeren Gräser, namentlich *Agrostis vulgaris* (Straußgras), *Festuca ovina* (Schaafschwengel), *agropyrum repens* (Quecken), *holeus lanatus* (wolliges Honiggras), und die *Rumex*arten zu tragen und auch diese nur dürftig zu ernähren, welche wiederholt in den Akten sich ausgesprochen findet, ist deshalb ganz ungerechtfertigt, weil auch das zu Erbisdorf, Schellerhau und Bärenburg gewachsene Heu zu derselben Bemerkung Veranlassung giebt.

Was sodann die Ergebnisse der chemischen Analyse dieser Heuproben betrifft, so erlaube ich mir folgende Bemerkungen zu machen:

- 1) Der Gehalt an Proteinkörpern ist in den im Hüttenrauchrayon gewachsenen Gräsern erheblich größer, als von den auf offenbar schlechterem Boden gewachsenen zu Erbisdorf, Schellerhau und Bärenburg; während gerade diese fast die Hälfte mehr Holzfaser haben, wie jene, und im Allgemeinen der Jahrgang 1870 reicher daran ist, als der 1871. Dieß widerlegt die Behauptung Haubners, daß durch die Hüttenwälder die Futtergewächse vorzugsweise hartstenglich und holzfaserreich würden.
- 2) Sämtliche Aschen sind auffallend reich an Kieselsäure, und bedingt dieselbe vorzugsweise den Unterschied im Procentsatze. Nach Abzug derselben schwankt der Aschengehalt der im Hüttenrauchrayon gewachsenen zwischen 4 und 5% der Trockensubstanz und steigt nur in dem Timotheegras von Hensel auf 5,528%, während die bei Erbisdorf, Schellerhau und Bärenburg gewachsenen nur zwischen 3 und 4% variieren. In der Crescenz von 1870 ist der Kieselsäuregehalt kleiner (circa 30%), während der Gehalt in den 1871 producirten von 29% bis 45% schwankt. Dabei muß ich besonders hervorheben, daß das Wiesengrummet von Lantzsch (XXV), welches das Maximum an Kieselsäure (45,2% der Asche) zeigt, reich an Eiweißstoffen

(15%) und keineswegs reich an Holzfaser (25,62%) ist, und dagegen das Heu von Franze in Erbisdorf (XXXIV) bei nur 29% Kieselsäure in der Asche nur 6,63% Protein, dagegen 37,92% Holzfaser enthält. Hieraus folgt, daß in den Futtergewächsen keineswegs der Kieselsäuregehalt mit dem der Holzfaser proportional wächst, und die darauf gegründeten Schlüsse ihre Basis verlieren.

3) Wenn der Aschengehalt sämmtlicher dort gewachsener Gräser sehr niedrig gefunden ist, so gilt dies nicht von sämmtlichen mineralischen Stoffen. Auch hier entfernt sich der Gehalt des Kali und der Phosphorsäure nicht wesentlich von dem Normalgehalt in Wiesenheu, und entspricht dem Proteingehalt, dagegen tritt der Gehalt an Kalk und Magnesia auch hier, wie bei den Kleeproben sehr zurück, indem nach den Tabellen von Emil Wolff als Durchschnitt der vorhandenen Heuanalysen sich in 100 Pfd. Trockengewicht 0,39% Magnesia und 0,9% Kalk finden. Da diese Erscheinung bei allen Futterproben der dortigen Gegend sich gleichmäßig zeigt, so kann dieselbe unmöglich mit dem Hüttenrauch in Verbindung gebracht werden.

4) Die Löslichkeit derselben in gewöhnlichem Wasser, sowie im Dampfbade erscheint gering, wenn man damit die Angaben von Professor Stohmann (Zeitschr. d. Cent. Ver. für die Prov. Sachsen 1869. S. 9) vergleicht, welcher in einem 1866 gewonnenen Wiesenheu von Wiedenbrück in Westphalen, wo die Knochenbrüchigkeit stationär ist, nur 22,61%, dagegen in dem Heu der Saalwiesen 29,96 % in Wasser löslicher Bestandtheile gefunden hat.

Wenn ich somit durch die eingehende Untersuchung der verschiedenen im Sächsischen Erzgebirge gewachsenen Futterstoffe ermittelt habe, daß dieselben ohne Unterschied, ob sie im Hüttenrauch-Rayon gewachsen waren, oder nicht, sich durch einen relativ größeren Gehalt an Holzfaser und Kieselsäure, und durch einen wesentlich geringeren an Aschenbestandtheilen, besonders an Kalk und Magnesia auszeichnen, außerdem im Wasser weit weniger lösliche Bestandtheile abgeben, woran also der Hüttenrauch durchaus keine Schuld trägt, so fragt es sich nun zunächst, ob diese eigenthümliche Beschaffenheit derselben zur Erzeugung resp. Unterhaltung der in dortiger Gegend herrschenden sogenannten Säurekrankheit und Tuberkulose beiträgt.

Was zunächst die sogenannte Säurekrankheit betrifft, so habe ich die Symptome derselben nach Haubner schon ausführlich beschrieben. Dieselben stimmen mit denen der auch an vielen anderen Orten auftretenden Knochenbrüchigkeit, wie dieselben von Professor Roloff in Halle und einer Reihe anderer Thierärzte (Magazin f. ges. Thierheilkunde, Bd. 33, S. 365 und Bd. 34, S. 425) geschildert sind, so vollkommen überein, daß wir es mit ein und derselben Krankheit zu thun haben. Um Mißverständnisse von vorne herein zu beseitigen, bemerke ich, daß zwei Formen der Knochenbrüchigkeit bekannt sind, indem einmal das Glutogen der Knochensubstanz eine Degeneration erfährt, in Folge dessen der Stickstoffgehalt derselben erheblich abnimmt, die Aschenbestandtheile sich sogar vermehren können, und die sogenannte Sklerosis eintritt. Diese Krankheit trat z. B. in den futterarmen Jahren 1865 und 1866 im nördlichen Böhmen auf, und ist in Erdmann Journ. f. pr. Ch., Bd. 101, S. 129, von Professor Hoffmann besprochen worden. Die

zweite viel häufiger vorkommende Form besteht in einer eigenthümlichen Metamorphosirung des Knochengewebes, wobei dasselbe sich in Markgewebe umwandelt und die Knochensalze gelöst und ausgeführt werden, in Folge dessen die Knochen porös und locker, die kleinen Hohlräume und Kanäle stark erweitert und theils mit wässriger Flüssigkeit, theils mit flüssigem Oel angefüllt werden. Dieses Leiden ist mit der Säurekrankheit identisch, denn hier gehen dieselben Symptome vorher, und erklärt Professor Roloff die Leckseuche, welche im Sächsischen Erzgebirge stationär und von Haubner in seinem Berichte über das Veterinärwesen im Königreich Sachsen 18 58/59 und 18 59/60 beschrieben ist, für ein Stadium jener Krankheit.

Alle zuverlässigen Analysen von Knochen eines Rindes, welches diesem Uebel verfallen war, stimmen darin überein, daß das Verhältniß zwischen Glutogen und Mineralstoffen sich nicht wesentlich geändert, daß dagegen die Summe der organischen Substanz durch das hinzugetretene Fett und vielleicht durch andere organische Stoffe sehr vermehrt wird. So fanden Schloßberger in solchen veränderten Knochen nur 28 % Knochenerde, und Keuscher und von Gorup in 100 Theilen Trockensubstanz:

eines normalen Knochen bei der Knochenbrüchigkeit

| | | |
|---------------------------|-------------|------|
| Mineralische Substanz ... | 60,02 | 32,5 |
| Organische Substanz | 39,98 | 67,5 |

Von den Analysen der Knochen knochenbrüchiger Rinder erlaube ich mir nur die eines Beckenknochens von Professor Hellriegel in Dahme (I) (4. und 5. Jahresbericht der Versuchsstation Dahme, S. 69), eines Knochens – offenbar Gelenkknochens – von Th. von Gohren (II) (Centralbl. für die gesammte Landeskultur in Böhmen 1865, S. 344) und eines Gelenkknochens (III) und eines Röhrenknochens (IV) des am 30. April 1866 geschlachteten Versuchsochsen, welchem auf dem Folgengute bei Tharandt durch systematische ausschließliche Ernährung mit mangelhaftem Heu in den Jahren 1864 und 1865 die Knochenbrüchigkeit in hohem Grade angefüttert worden ist, von Professor Stöckhardt anzuführen.

Dieselben enthielten in 100 Gewichtstheilen Trockensubstanz:

| | I. | II. | III. | IV. |
|------------------------|----------|------------|------------|----------|
| Fett | 49,5 .. | 26,452 .. | 47,915 .. | 9,881 |
| Knorpel | 26,8 .. | 30,815 .. | 18,456 .. | 29,687 |
| Phosphorsäuren Kalk . | | 20,2 | 30,048 .. | 54,314 |
| Kohlensauren Kalk .. | 3,4 .. | 42,733 .. | 3,581 .. | 6,118 |
| Andere Mineralstoffe . | 0,1 .. | | — .. | — |
| Summa: | 100,0 .. | 100,000 .. | 100,000 .. | 100,000; |

von Gohren fand übrigens bei der Untersuchung der Mineralstoffe einen Ueberschuß von Säuren, weshalb er schließt, daß der phosphorsaure Kalk der Formel $8 \text{ Ca } 0,3 \text{ PO}_5$ entspreche, welche von Bibra und Weber bei cariösen Zähnen bestätigt fanden, während für gesunde Knochen die Formel $3 \text{ Ca } 0, \text{ PO}_5$ gilt; sodaß hiernach ein direchter Kalkmangel in den Vordergrund tritt.

Was die Verbreitung dieser Krankheit betrifft, so muß man diejenigen Gegenden, wo dieselbe stationär ist, so daß das Rindvieh stets daran leidet, von denjenigen unterscheiden, wo das Leiden nur ganz ausnahmsweise nach besonders trocknen und heißen Sommern auftritt. Die ersten zerfallen in Gebirgs- und in Moor- und Bruchland und zeichnen sich durch eigenthümliche Bodenbeschaffenheit aus. Die

bekanntesten Gebirgs-Distrikte unseres Vaterlandes sind neben dem Sächsischen Erzgebirge mit seinen Gneißboden, der Mansfelder Gebirgskreis, die gebirgigen Gegenden des südlichen Theiles der Rheinprovinz, Rheinhessens und der Rheinpfalz, und hebe ich hier besonders die Gebirgsgegend zwischen Nahe und Mosel mit ihrem Grauwackeboden hervor, wo die Krankheit ganz in derselben Weise auftritt, wie im Erzgebirge, und wo sich keine Montan-Industrie befindet. In und nach heißen trocknen Jahren ist dieselbe am verheerendsten. Außerdem ist die Krankheit auch in der Ebene unter Anderm auf dem Diluvialsandboden der Bocker Heide zwischen Neuhaus und Lippstadt, bei Wiedenbrück in Westphalen, sowie im Obrabruich bei Wollstein, Prov. Posen, ebenfalls ohne jede verdächtige Industrie stationär. Nach den trocknen Jahren 1857 und 1858, ganz besonders aber während des Winters 1865–1866 herrschte die Knochenbrüchigkeit fast in allen Provinzen des Preußischen Staats, besonders stark in der Nähe der Punkte, wo dieselbe stationär ist, wie im Saal- und Mansfelder See-Kreise, den Ascherslebener und Kalber Kreisen, in Westphalen und in den Regierungsbezirken Coblenz und Trier.

Der Krankheitsursache ist vielfach nachgeforscht worden. Einmal suchte man sie in dem Auftreten gewisser Pflanzen. Haubner sprach in seinem Bericht von 18 59/60 den Verdacht gegen Meum athamanticum aus, und glaubte auch durch Fütterungsversuche in der Thierarzneischule zu Dresden denselben bestätigt zu finden. Daß jedoch diese Pflanze unschuldig ist, beweist allein der Umstand, daß sie auf den Wiesen des Eupener Kreises in der Eifel in Masse auftritt, ohne daß dort die Knochenbrüchigkeit sich zeigt. Das Königlich Preußische Ministerium der landwirtschaftlichen Angelegenheiten beauftragte den Dr. Müller zu Lippstadt, die Flora der Boker Heide, welche unter Aufwand großer Kosten zu Rieselwiesen umgewandelt war, und wo die Knochenbrüchigkeit partiell stationär ist, unter Berücksichtigung der verschiedenen Bodenarten während der Vegetationsperiode genau zu untersuchen, und womöglich festzustellen, ob gewisse Pflanzen sich vorzugsweise auf den die Krankheit erzeugenden Wiesen fänden. Die sehr fleißige und eingehende Arbeit constatirt, daß die Knochenbrüchigkeit beim Rindvieh dort nur hervortritt, nach ausschließlicher Fütterung mit Heu des früheren Heidebodens; daß durch Beigabe von phosphorsaurem Kalk dieselbe verhütet werde, und daß die sorgfältigste Prüfung aller Pflanzen nach Qualität und Quantität erwiesen habe, daß nicht besondere schädliche Pflanzen diese böse Wirkung hervorbrächten, sondern daß die Ursache allein der mangelhaften Beschaffenheit des Hen's in Bezug auf die darin enthaltenen Nahrungsstoffe zugeschrieben werden müsse.

Von anderer Seite wird das saure Futter, insbesondere die sogenannten sauren Gräser, welche besonders auf Bruch- und Moorböden gedeihen, als die Krankheitsursache angesehen; worauf ja auch allein die Theorie von der schädlichen Wirkung des Freiberger Hüttenrauchs aufgebaut wird. Mit vollem Rechte sagt Departementsthierarzt Erdt und mit ihm Professor der Thierheilkunde Dr. Roloff zu Halle in dem Bericht Mag. für Thierheilkunde 1867 S. 370: Die Beschuldigung der sogenannten sauren Gräser ist noch ein Ueberbleibsel alter hypothetischer Ansichten, denn einerseits ist es noch nirgends nachgewiesen, daß diese Gräser, welche auf einem, landwirtschaftlich sauer genannten, Boden gedeihen, wirklich Säuren enthalten, und anderseits hat es sich auch noch nie bestätigt, daß gerade ein Säuregehalt des Futters die Knochenbrüchigkeit

hervorbringen kann. Nicht bestimmte Pflanzen, sondern bestimmte Bodenverhältnisse sind die Ursachen dieser Krankheit. Die Hypothesen über die sogenannten Säurekrankheiten schweben völlig in der Luft.

In der That gehört auch eine durchaus primitive Anschauung über die physiologischen Vorgänge im thierischen Körper dazu, wenn man dieses Leiden, welches Roloff als eine Erkrankung des Knochengewebes erklärt, auf einen Gehalt an freier Säure in der Nahrung, auf eine Durchsäuerung aller Säfte des Körpers und auf Auflösung der Mineralstoffe zurückführen will.

Von der überwiegenden Mehrzahl der sachverständigen Thierärzte und Physiologen wird die Ursache der Krankheit in dem mangelhaften Gehalt der Futtergewächse an knochenbildender Substanz gesucht. Hierbei können sowohl der leimbildende Stoff, als auch die Mineralsalze in Frage kommen. Darüber, ob in dem verdächtigen Heu die Proteinsubstanz oder die Aschenbestandtheile nicht hinreichend vertreten sind, kann nur die chemische Analyse Aufschluß geben. Leider existieren in dieser Beziehung bisher nur wenig brauchbare Untersuchungen. Dieselben haben nie einen auffallenden Mangel an Eiweißkörpern ergeben, dagegen stets eine Abnahme der Asche. So fand Dr. Karmroth bei seiner Untersuchung einer Probe feinen Heu's von dem am Hochwald belegenen Ringenberg, wo die Knochenbrüchigkeit herrscht, bei etwas größerem Proteingehalt nur circa $\frac{1}{3}$ des Gehaltes an Magnesia und nicht ganz $\frac{2}{3}$ des Kalks, wie in dem groben Heu von Hopftäten an der Nahe, 2½ Stunden vom Hochwald entfernt, wo diese Krankheit noch nie vorgekommen ist. Professor Stohmann fand bei der schon erwähnten Analyse des 1866 bei Wiedenbrück in Westphalen geworbenen Heu's, welches die Knochenbrüchigkeit erzeugt, bei gleichem Stickstoffgehalt, wie des der Saalwiesen, nur 0,24 % Magnesia, 0,7 % Kalk und 0,26 % Phosphorsäure, während Heu von Wiedenbrück, welches auf einer mit phosphorsaurem Kalk gedüngten Parzelle gewachsen war, und die Krankheit nicht erzeugte, 0,51 % Phosphorsäure und 1,16 % Kalk enthielt. Auch die oben angeführten Resultate der vielen aus der Umgebung der Freiberger Hütten und aus dem Erzgebirge von mir ausgeführten Analysen ergeben, daß nicht ein Mangel an Proteinkörpern, auch nicht an Phosphorsäure, sondern an den alkalischen Erden, Kalk und Magnesia diese Futtermittel von denjenigen unterscheiden, welche als normal betrachtet werden können, und daß dieselben sich weiter durch eine geringere Löslichkeit und deshalb auch geringere Verdaulichkeit auszeichnen.

Es erscheint deshalb höchst wahrscheinlich, daß das wesentlich bedingende Moment zur Erzeugung der Knochenbrüchigkeit in einem Mangel an Kalk und Magnesiasalzen der Nahrungsmittel und insbesondere des Heu's zu suchen ist.

Eine Bestätigung dieser Hypothese finde ich in den Mittheilungen des Sanitätsraths Dr. Rupprecht, Physicus des Mansfelder Gebirgskreises, wonach im Winter 18 65/66 und 1866 auch das Federvieh, Hühner, Puten, Gänse, Enten und ganz besonders die Tauben von einem ähnlichen Knochenleiden befallen wurden und zu Grunde gingen, daß insbesondere eine ungewöhnliche Zahl weichhäutiger Eier, in deren Schalen Kalksalze sich nicht abgelagert hatten, gelegt wurden, und die Brutzeit auf das ungünstigste verlief. Um einen weiteren Beitrag zur Lösung dieser hochwichtigen Frage zu liefern, werde ich aus allen Gegenden, in welchen die Knochenbrüchigkeit stationär ist, Wiesenheu und Kleeheu aus dem Jahrgange 1872 sammeln,

und diese Proben in derselben Weise einer eingehenden chemischen Analyse unterwerfen. Gleichzeitig sollen die in der Nähe von Freiberg, von Mansfeld, von Borbeck und von Dortmund im Hüttenrauchrayon gewachsenen Futtermittel ebenso untersucht werden, und behalte ich mir vor, darüber seiner Zeit einen Zusatzbericht abzugeben.

Aber schon jetzt bin ich in der Lage auf Grund der vorliegenden Thatsachen und der vorhergehenden Erörterungen mein Gutachten nach bestem Wissen dahin abzugeben, daß die Bestandtheile des Hüttenrauchs der Freiberger Hütten in keiner Weise als die ursächlichen Momente zur Erzeugung der Knochenbrüchigkeit angesehen werden können, und daß die Hypothese über die Erzeugung der sogenannten Säurekrankheit durch dieselben jede reelle Unterlage entbehrt.

Was sodann die in jüngster Zeit dort stärker auftretende Lungentuberkulose betrifft, so ist weder von dem Bezirksthierarzt Franze, noch von dem Professor Haubner, noch von irgend einem anderen Sachverständigen ein thatsächlicher Beweis für die Beziehungen des Hüttenrauchs zu dieser Seuche in Form von Ursache zur Wirkung erbracht worden. Alle aufgestellten Behauptungen sind absolut unmotivirt, und lassen sich in dieser Weise alle außergewöhnlichen Erscheinungen und jede Calamität der dortigen Gegend auf den Hüttenrauch ebensogut zurückführen. Ein wissenschaftlich gebildeter Mann sollte sich eines derartigen Raisonnements enthalten: „Weil ich den wahren Grund der in der Freiberger Umgebung grassirenden Tuberkulose nicht auf andere Ursachen zurückzuführen weiß, vermuthe ich, daß der Hüttenrauch daran Schuld ist.“

Der Tuberkelkrankheit liegt, wie Thierarzt Franze sehr richtig sagt, eine besondere Blutbeschaffenheit (Dyskrasie) zu Grunde, welche sowohl vererbt, als auch durch mangelhafte Grnährung erzeugt werden kann. Unzweifelhaft steht es nun fest, daß die Ernährung des Rindvieh's im Erzgebirge mangelhaft ist; ebenso wird von den Thierärzten derjenigen Distrikte, wo die Knochenbrüchigkeit zu Hause ist, berichtet, daß auch dort die Tuberkulose sich vielfach zeige, wo es gar keine Hütten giebt. Wozu bedarf es nun noch der Annahme, daß der Hüttenrauch Veranlassung zu dieser Seuche gebe. Die einzige glaubliche Hypothese, daß die Rinder den auf den Feldfrüchten abgelagerten Metallstaub einathmeten und daß der so mechanisch in die Lungen gelangende Staub die Tuberkulose erzeuge, hat man bisher noch gar nicht durch chemische und mikroskopische Untersuchungen als richtig zu erweisen versucht.

Deshalb kann ich meine Ueberzeugung nur dahin aussprechen, daß zur Zeit noch kein anderer Beweis für die Zurückführung der Tuberkulose des Rindvieh's auf die Wirkungen des Hüttenrauchs erbracht ist, als daß sie zufällig beide an dem selben Orte auftreten.

Fasse ich schließlich die Endergebnisse zusammen, zu denen ich auf Grund meiner Localbesichtigungen, der ausgeführten chemischen Analysen, der mir zur Verfügung gestellten Acten, der literarisch publicirten Ergebnisse anderer Forscher und der mir sonst innenwohnenden Kenntniß kommen mußte, so spreche ich mein Gutachten über den Einfluß des Hüttenrauchs bei den fiskalischen Hüttenwerken zu Freiberg auf die Vegetation der benachbarten Grundstücke und ganz besonders auf die Gesundheit des Rindvieh's in nachfolgenden Sätzen kurz aus:

- 1) Die schwefelige Säure, die Schwefelsäure, die arsenige Säure und die Zinksalze im Hüttenrauch der Freiberger Hütten können unter ungünstigen Bedingungen auch noch bei den heutigen Condensations-Einrichtungen der Vegetation der benachbarten, besonders längs der Mulde oder an Teichen gelegenen Grundstücke einen stets sichtbaren Schaden in der Weise zufügen, daß sie bei hinreichender Concentration auf den schwach bethauten Blättern ausgefällt, beim Verdunsten des Wassers die befallenen Organe corrodiren und genau in den Zustand versetzen, in welchen sie beim Erlöschen der Vegetation von selbst kommen. Diese Beschädigungen lassen sich stets schon durch den Augenschein, und bei der chemischen Analyse durch Bestimmung der aus dem Hüttenrauch stammenden Stoffe constatiren.
- 2) Von einer Vergiftung des Bodens oder der ganzen Pflanze kann hierbei unter keinen Umständen die Rede sein.
- 3) Die Annahme einer unsichtbaren Beschädigung der Vegetation durch die Hüttenwälder und eines darauf basirten Schadenersatzes ist unstatthaft und unzweckmäßig, denn sie widerspricht dem Grundprincip aller exacten Forschung und giebt der urtheilslosen Masse Veranlassung, immer neue Ansprüche für angeblich durch die Hütten erlittene Verluste zu erheben.
- 4) Eine Abnahme in dem Nährwerth der Futtermittel bei sichtbarer Beschädigung der Blätter kann nur in dem Verlust dieser Blätter und in der verringerten Befähigung der Pflanzen Kohlensäure zu zersetzen und daraus organische Materie zu produciren gesucht werden.
- 5) Die auf den Blättern der Futtergewächse haftenden Metalloxyde und Metallsalze können dem thierischen Organismus in der Weise gefährlich werden, daß dieselben Entzündungen und Anätzungen der Schleimhäute der Verdauungsorgane, und unter sehr ungünstigen Umständen selbst den Tod veranlassen können. Diese Thatsache läßt sich aber stets durch die Section und die chemische Analyse sicher feststellen.
- 6) Der Annahme, nach welcher die in dortiger Gegend unter dem Rindvieh auftretende, sogenannte Säurekrankheit, sowie die Tuberkulose durch die Bestandtheile des Freiberger Hüttenrauchs erzeugt werden soll, fehlt jede reelle Unterlage, und muß derselben auf das Bestimmteste widersprochen werden.

Beilagen zu dem wissenschaftlichen Gutachten Seite 3 bis 73.

I.

Resultat der Untersuchung von Schnee, über welchen der Rauch der Freiberger Hütten seinen Weg genommen hat.

1. Rauch der Muldner Hütte.

Die Wegnahme von Schnee erfolgte am 21. Januar 1871 früh zwischen 9 und 10 Uhr, nachdem seit dem 19. Januar Abends 10 Uhr nicht unbedeutender Schneefall eingetreten war und bis den 20. Vormittags angehalten hatte. Die Windrichtung war von Mittag den 20. an nicht heftig aber ziemlich regelmäßig aus Süd- bis Süd-West gewesen. Die Stelle, an welcher der Schnee entnommen wurde, befindet sich auf dem rechten Muldenufer auf Halsbacher Flur und zwar ziemlich auf dem Plateau des Hammerberges 200 bis 220 Schritt links von der nach Dresden führenden Chaussee in der Nähe des Rasser'schen Hauses und desjenigen Punktes, von welchem das im vorigen Jahre untersuchte Sommerkorn und Kleegras von Rasser und Otto herrührt. Es wurde eine höchstens $\frac{1}{2}$ Zoll starke Schicht von der Oberfläche der Schneedecke auf einem Flächenraume von 1 sächs. @Ruthe = 57,5 @Elle oder 230 @Fuß abgehoben.

Der Rauch der Muldner Hütte nahm an dem betreffenden Morgen z. Th. seinen Weg im Thale abwärts, z. Theil zog er sich neben und zwischen dem hohen Hofe und Hilbersdorf herum und senkte sich, nachdem er die am oberen Abhange des Hammerberges liegenden Häuser und Grundstücke von Halsbach bestrichen, später ebenfalls in das Muldenthal. Sowohl in der Nähe der Hammerbrücke im Thale, als auch auf dem gegenüberliegenden rechten Gehänge, wo der Schnee weggenommen wurde, konnte man den eigenthümlichen Geruch des Hüttenrauchs schwach aber deutlich wahrnehmen. An der Muldner Hütte waren zu dieser Zeit im Betriebe:

a) bei der Schmelzhütte:

1) 5 mit Condensationsvorrichtungen versehene Sinterröstöfen, in denen in 24 Stunden

740 Ctr. Bleierzbeschickung (bestehend in 59,8 % rohem Erze, Bleiglanz und Dürererz, sowie 40,2 % bereits bei der Schwefelsäurefabrik vorgeröstetem Erze),

24 Ctr. Rückstand von der Arsensublimation,

Sa. 764 Ctr.

bei einem Verbrauch von 202,4 Ctr. Stein- und Braunkohlen abgeröstet wurden.

2) 4 ebenfalls mit Condensationsvorrichtungen versehene Röstöfen, in denen in 24 Stunden
 150 Ctr. bereits in Schüttöfen vorgeröstetes blendiges Erz zur Entzinkungsarbeit, sowie
 120 Ctr. Zinkblende zur Destillation bei der Zinkhütte,

Sa. 270 Ctr.

mit einem Brennmaterialaufwande von 96 Ctr. Steinkohlen geröstet wurden.

3) 1 achtförmiger Schachtschmelzofen mit Flugstaubkammern. In demselben wurden in 24 Stunden

175 Ctr. 2 mal gerösteter Bleistein,
 732 Ctr. Schlacken von verschiedenen Arbeiten,
 35 Ctr. bleihaltige Treibeheerdmasse und
 10 Ctr. Ofengeschur,

Sa. 952 Ctr.

mit einem Verbrauch von 108 Ctr. Coaks verschmolzen.

4) 1 vierförmiger Schachtofen mit Bleiarbeit. In demselben wurden in 24 Stunden
 228 Ctr. geröstete Bleierzbeschickung,
 20 Ctr. Ofengeschur und
 200 Ctr. Bleischlacken,

Sa. 448 Ctr.

bei einem Verbrauch von 64 Ctr. Coaks verschmolzen.

5) 1 vierförmiger Ofen mit Rohstein-Darstellung. In demselben wurden in 24 Stunden
 75 Ctr. roher Stuffkies,
 75 Ctr. gerösteter dergl.,
 300 Ctr. Bleischlacken und
 15 Ctr. Kalkstein.

Sa. 465 Ctr.

bei einem Verbrauch von 56 Ctr. Coaks verschmolzen.

6) 1 Flammofen mit Kupfersteinconcentration, welcher in 24 Stunden
 120 Ctr. gerösteten Kupferstein und
 25 Ctr. Quarz- und Flußspatherz,

Sa. 145 Ctr.

bei einem Verbrauch von 89 Ctr. Steinkohlen verarbeitete.

Endlich

7) 1 Bleisaigerofen, in welchem während 24 Stunden

100 Ctr. Frischblei

bei einem Verbrauch von 9,8 Ctr. Stein- und Braunkohlen gesaigert wurden.

b) bei der Schwefelsäurefabrikation:

13 Kilns, in welchen pro Tag 96 Ctr. Stuffkies, 36 Ctr. Bleistein und 38 Ctr. Abbrände,
 8 Schüttöfen, in welchen pro Tag 400 Ctr. diverse Erze geröstet wurden,

3 große Kammersysteme und
 1 kleines dergleichen,
 3 Dampfkessel mit pro Tag in Sa. 96 Ctr. Kohlenaufwand,
 3 Concentrationssysteme für 60gräd. Säure und
 2 Vitriolsiedepfannen.

c) bei der Zinkhütte:

3 Destillationsöfen mit Siemens'scher Gasfeuerung.

d) bei der Arsenikhütte:

7 Arsenröhrenöfen zur Darstellung von Schwefelarsen, sowie
 2 Galeerenöfen zu demselben Proceß,
 2 Läuteröfen für Rothglas,
 5 Weißglasöfen,
 1 mit Giftfang und Gasfeuerung versehener Röstofen, in welchem pro Tag 70 Ctr. Arsenerz
 abgeröstet wurden.

Das nach dem Thauen des Schnees erhaltene Wasser zeigte nicht die mindeste saure Reaction und ergab nach dem Filtriren 0,1712 Gramm schwarzen, mit organischen Theilen vermengten Rückstand.

A. Zusammensetzung des Rückstandes.

Eine geringe Menge davon in einem Glaskölbchen erhitzt, gab einen verhältnismäßig starken Spiegel von Arsen, es war sonach wahrscheinlich die größte Menge dieses Bestandtheils im metallischen Zustande resp. als Suboxyd vorhanden. Bei der weiteren Untersuchung wurde erhalten:

0,0251 Gramm Eisenoxyd,
 0,0080 Gramm Zinkoxyd,
 0,0021 Gramm Bleioxyd,
 0,0181 Gramm Arsenik,
 0,0212 Gramm Schwefelsäure,
 0,0074 Gramm Kalkerde,
 0,0835 Gramm in Säure unlöslicher schwarzer Rückstand,
 0,1654 Gramm.

Der Rückstand wurde nach dem Glühen hellgrau und verlor dabei 0,051 Gramm oder 61,0 pC. (Ruß und organische Bestandtheile).

Das Zurückgebliebene bestand hauptsächlich aus Kieselerde, außerdem fanden sich noch etwas Thonerde, Kalkerde und sehr geringe Mengen von Schwefelsäure und Eisenoxyd darin.

B. Flüssigkeit.

Dieselbe wurde in zwei Hälften getheilt, die eine Hälfte mit 1/100 Jodlösung titriert, zur andern Hälfte Chlorbarium gesetzt. In der vereinigten Lösung fand sich:

0,0146 Gramm Arsenige Säure,
 0,0247 Gramm Schwefelsäure,
 0,0080 Gramm Eisenoxyd,
 0,0140 Gramm Zinkoxyd,

außerdem waren sehr deutliche aber nicht bestimmbarer Mengen von Kalkerde und

Bleioxyd vorhanden. Die Titrirung mit Jod entsprach einer nur höchst geringen Menge von Arseniger Säure, ebenso stimmte der Gehalt an Schwefelsäure in beiden Hälften vollständig überein.

2. Rauch der Halsbrückner Hütte.

Die Wegnahme von Schnee geschah am 2. Februar desselben Jahres früh bald nach 10 Uhr auf dem Plateau des der Hütte unmittelbar gegenüber gelegenen rechten Muldengehänges, noch oberhalb des Weges, welcher von den an der Mulde gelegenen Häusern von Sand nach Krummenhennersdorf führt, in ungefähr derselben geraden Entfernung von der Hütte wie die Drechsler'schen Felder in Grüneburg. Der Wind hatte mit wenig Unterbrechung seit 2 Tagen hauptsächlich aus Süd geweht und daher die oben bezeichneten Punkte bestrichen. Durch den Geruch konnte man um die angegebene Zeit, trotzdem daß der Rauch immer noch seinen Weg über diese Grundstücke nahm, nichts von demselben wahrnehmen. Der Schnee lag schon seit mehreren Tagen und war bereits an der Oberfläche durch Einwirkung der Sonne mehr oder weniger dicht geworden, so daß die Entnahme einer dünnen Schicht nur mit Mühe bewerkstelligt werden konnte. Abgehoben wurde eine etwa $\frac{3}{4}$ Zoll starke Lage auf einem Flächenraume von 5 @Ellen oder 100 @Fuß.

An der Halsbrückner Hütte waren zu dieser Zeit im Betriebe:

1) 3 mit Condensationskammern versehene Sinteröfen, in denen in 24 Stunden

460 Ctr. Bleierzbeschickung in 54,5 % rohen Erzen (Bleiglanz und Dürerz) und 45,5 % gerösteten Erzen bestehend

bei einem Verbrauch von 157,2 Ctr. Steinkohlen geröstet wurden.

2) 1 Röstofen mit Rösten von Kupferconcentrationsstein, in welchem in 24 Stunden

30 Ctr. Stein mit 33,8 Ctr. Stein- und Braunkohlen geröstet wurden.

3) 2 achtförmige Schmelzöfen mit Condensationskammern. In dem einen dieser Ofen wurden in 24 Stunden verschmolzen:

90 Ctr. geröstetes Erz (angebatzt und in Kilns geröstet)

42 Ctr. roher Stein,

630 Ctr. Schlacken von verschiedenen Arbeiten und

24 Ctr. bleireiches Gekräzt

Sa. 786 Ctr. mit 70 Ctr. Coaks,

in dem anderen:

600 Ctr. geröstete Bleierzbeschickung,

12 Ctr. Rückstand von der Arsensublimation,

10 Ctr. Extractionsrückstände,

30 Ctr. roher Stein und

360 Ctr. Bleischlacken

Sa. 1012 Ctr. mit 90 Ctr. Coaks.

4) 1 Flammofen mit Kupfersteinconcentration, welcher in 24 Stunden

55 Ctr. rohen Spurstein,
65 Ctr. gerösteten dergl.,
35 Ctr. quarziges Erz und
20 Ctr. Schwerspath

Sa. 175 Ctr. mit 102 Ctr. Steinkohlen verarbeitete.

5) 1 Arsensublimationsofen mit Generator und Giftfang, in welchem in 24 Stunden

40 Ctr. Kilnsflugstaub bei einem Verbrauch von 12 Ctr. Coaks auf Arsenige Säure verarbeitet wurden.

6) 1 Bleiraffinirofen, in welchem in 24 Stunden

163 Ctr. Blei mit einem Aufgang von 20 Ctr. Steinkohlen raffinirt wurden.

Das nach dem Thauen des Schnees erhaltene Wasser zeigte ebenfalls keine saure Reaction und hinterließ nach dem Filtriren 0,069 Gramm schwarzen Rückstand.

A. Untersuchung des Rückstandes.

Die Erhitzung einer geringen Menge im Glaskölbchen ergab nur einen brenzlichen Geruch ohne einen deutlichen Anflug von Arsen. Bei der weiteren Untersuchung wurden erhalten:

0,0120 Gramm Eisenoxyd,
0,0018 Gramm Zinkoxyd,
0,0005 Gramm Arsenik,
0,0018 Gramm Schwefelsäure,
0,0030 Gramm Kalkerde,
0,0460 Gramm in Säure unlöslicher schwarzer Rückstand, sehr deutliche aber nicht wägbare Mengen von Blei

Sa. 0,0651 Gramm.

Der Rückstand wurde nach dem Glühen graulich weiß und verlor dabei 0,019 Gramm d. s. 41,3% (Ruß und organische Bestandtheile).

In dem Zurückgebliebenen fanden sich hauptsächlich Kieselerde, Spuren von Eisenoxyd, wenig Kalkerde und Schwefelsäure.

B. Flüssigkeit.

Die Lösung wurde wie bei dem Schneewasser von dem Rauch der Muldner Hütte in 2 Hälften getheilt und die eine Hälfte mit 1/100 Jodlösung titriert, die andere unmittelbar mit Chlorbarium versetzt. Die vereinigte Lösung enthielt:

0,0015 Gramm Arsenige Säure,
0,0048 Gramm Schwefelsäure,
0,0100 Gramm Eisenoxyd und
0,0015 Gramm Zinkoxyd.

Die Titrirung mit Jodlösung ergab kein Resultat; die Menge der Schwefelsäure in beiden Hälften stimmte völlig überein.

II. Resultat der Untersuchung des Flugstaubes von verschiedenen Röst- und Schmelzprozessen bei den Freiberger Hütten.

A. Muldner Hütte.

1. Flugstaub von der Röstung der Blei- und Zinkerze.

Die zur Untersuchung bestimmte Probe wurde am 12. Mai 1871 aus dem von den Condensationskammern nach der Esse führenden Canale in circa 30 Ellen Entfernung von dieser Esse entnommen, da an den letzterer näher gelegenen Punkten der Flugstaub in Folge des Eindringens von Nässe eine schlammige Beschaffenheit zeigte. Die Probe war pulvrig und von grauschwarzer Farbe.

Durch den Kanal und die erwähnte Esse war seit dem 14. April dss. Jahres der Rauch von 3 doppelheerdigen Sinterröstöfen, in denen die Beschickung für die Bleiarbeit geröstet wurde, sowie von 5 dergleichen Oefen, in denen man Zinkerze röstete, abgeführt worden.

Die 3 erstgenannten Oefen arbeiteten mit einem täglichen Durchsetzquantum von 528 Ctr. Bleierzbeschickung bestehend aus:

| | | |
|---------|-------------------------|--|
| 49,16 % | Bleierzen, | |
| 29,47 % | kiesigem Erz, | |
| 7,99 % | Zinkdestillationsrückst | } davon 46,49 % im rohen u. 53,51 % im |
| | and, | bereits geröstetem Zustande, |
| 7,23 % | quarzig kiesigem Erz, | |
| 6,15 % | quarzig spätigem Erz, | |
| | und | |

22 Ctr. Sublimationsrückstand (von der Gewinnung der Arsenigen Säure).

Sa. 550 Ctr.

Ferner wurden in 4 Sinterröstöfen pro Tag

248 Ctr. blendiges Erz für die Entzinkungsarbeit, sowie endlich
in einem dergleichen Ofen pro Tag

60 Ctr. Zinkblende für die Zinkdestillation
geröstet.

Der Aufgang an Brennmaterial bei den vorgenannten Röstarbeiten betrug in Summa während 24 Stunden:

266 Ctr. Steinkohlen und

12,8 Ctr. Braunkohlen.

Die untersuchte Flugstaubprobe hatte bei 100°c getrocknet folgende Zusammensetzung:

| | |
|---------|------------|
| 23,06 % | Bleioxyd, |
| 2,64 % | Zinkoryd, |
| 4,36 % | Eisenoxyd, |
| 0,61 % | Kalkerde, |

| | |
|----------|---|
| 0,25 % | Talkerde, |
| 8,23 % | Schwefelsäure, |
| 1,34 % | Schwefel, |
| 50,51 % | Arsenige Säure, |
| 3,40 % | Kohle, |
| 4,81 % | in Säure völlig unlöslicher Rückstand, aus Quarz, Ziegelbröckchen und dergleichen bestehend, Spuren von Kupfer und Kadmiumoxyd, |
| 0,67 % | dem Schwefel äquivalenter Sauerstoff, |
| 98,54 % | |
| 1,46 % | Bei stärkerem Erhitzen des Flugstaubes entweichendes Wasser, sowie Verlust und nicht bestimmte Stoffe. |
| 100,00 % | |

Ein wässriger Auszug des Flugstaubes, welcher so lange fortgesetzt worden war, bis sich nur noch geringe Spuren von Schwefelsäure in dem ablaufenden Wasser bemerkbar machten, enthielt außer bedeutenden Mengen von Arseniger Säure:

1,10 % Zinkoxyd,
0,11 % Eisenoxyd und
2,02 % Schwefelsäure.

2. Flugstaub von der Verschmelzung der Bleierze und bleihaltigen Producte,

Die Entnahme der Probe erfolgte am 12. Mai gedachten Jahres aus der am Ende des Bleirauchcondensationsapparates der untern Schachtöfen befindlichen Esse und zwar von der am Boden des Essenschachtes liegenden Masse. Dieselbe war vollkommen pulvrig und von graulich schwarzer Farbe.

Der Flugstaub rührte sowohl von der Verschmelzung der Bleierze über einen achtformigen Hohofen als auch von der des Bleisteins über einen vierförmigen Schachtofen her.

Bei dem achtformigen Hohofen verschmolz man in 24 Stunden durchschnittlich:

550 Ctr. Bleierzbeschickung bestehend aus:

47,69 % gerösteten Bleierzen,
27,74 % gerösteten kiesigen Erzen,
6,11 % Zinkdestillationsrückstand,
9,48 % quarzig kiesigen Erzen,
8,16 % quarzig späthigen Erzen und
0,82 % metallischen Massen, sowie

440 Ctr. Bleischlacken.

Sa. 990 Ctr.

mit einem Aufgange von 120 Ctr. Coaks.

Bei dem vierförmigen Schachtofen verarbeitete man pro Tag durchschnittlich:

120 Ctr. zugebrannten Bleistein,
 120 Ctr. Bleischlacken,
 24 Ctr. Kupfersteinconcentrationsschlacken,
 36 Ctr. Glättfrischschlacken,
 36 Ctr. Bleigekräzt und
 12 Ctr. Kalkstein,

Sa. 348 Ctr.

mit einem Aufgange von 56 Coaks.

Die untersuchte Flugstaubprobe, bei 100°C getrocknet enthielt:

38,71 % Schwefelblei,
 1,35 % Bleioxyd,
 1,30 % Kadmiumoxyd incl. geringer Mengen von Kupferoxyd,
 6,60 % Zinkoxyd,
 1,57 % Eisenoxyd,
 1,01 % Kalkerde,
 0,25 % Talkerde,
 3,38 % Schwefelsäure,
 38,66 % Arsenige Säure, wovon jedoch ein Theil auch als Arsen, resp. Arsensuboxyd vorhanden war,
 1,17 % Kohle und
 6,19 % in Säure völlig unlöslichen Rückstand, aus Quarz, Ziegelbröckchen etc. bestehend,

Sa. 100,19 %

Der wässrige Auszug des Flugstaubes enthielt außer verhältnismäßig sehr wenig arseniger Säure:

1,12 % Zinkoxyd,
 0,71 % Eisenoxyd und
 0,71 % Schwefelsäure.

3) Flugstaub von der Entzinkungsarbeit.

Die untersuchte Probe wurde am 13. Juni gedachten Jahres ziemlich am Fuße der hohen Esse von den innern Wänden derselben weggenommen. Sie zeigte eine gelblich graue Farbe, sowie grießige Beschaffenheit. Seit dem 6. Mai dss. Jahres waren zwei Flammöfen mit der angegebenen Arbeit und einem täglichen Durchsetzquantum von

70 Ctr. todtgeröstetem blendigen } gemengt mit 10,5 Ctr. Kokskläre,

Erz,

sowie 21 Ctr. Zinkdestillationsrückstan
d,

Sa. 91 Ctr.

im Betriebe gewesen. Der Aufgang an Kohlen hatte in 24 Stunden durchschnittlich 158 Ctr. betragen.

Die bei 100°C getrocknete Probe zeigte folgende Zusammensetzung:

26,23 % Bleioxyd,
 45,85 % Zinkoxyd,
 0,96 % Eisenoxyd,

| | |
|-------------|--|
| 0,44 % | Kalkerde, |
| 13,59 % | Schwefelsäure, |
| 5,39 % | Arsenige Säure, |
| 6,12 % | völlig unlöslicher, aus Quarz, Ziegelbröckchen etc. bestehender Rückstand, |
| Sa. 98,58 % | |
| 1,42 % | Verlust und nicht bestimmte Stoffe. |
| 100,00 % | |

In dem wässrigen Auszug des Flugstaubes fanden sich:

| | |
|--------|-------------------|
| 2,37 % | Zinkoxyd, |
| 0,03 % | Eisenoxyd, |
| 2,51 % | Schwefelsäure und |
| 0,06 % | Arsenige Säure. |

B. Halsbrückner Hütte.

Flugstaub von der Röstung der Bleierze.

Die zur Untersuchung bestimmte Probe wurde am 20. Mai desselben Jahres aus der Esse, welche sich am Ende des Röstrauch-Condensationsapparates befindet, und zwar vom Boden derselben entnommen; sie zeigte eine grauschwarze Farbe und feinpulverige Beschaffenheit.

Seit dem 12. April desselben Jahres war durch die Esse der Rauch von 2 doppelheerdigen, sowie von 1 einheerdigen Röstöfen entwichen.

In den beiden doppelheerdigen Röstöfen wurden pro Tag abgeröstet:

272 Ctr. Bleierzbeschickung bestehend aus:

| | | |
|---------|------------------|---|
| 47,15 % | Bleierzen, | |
| 38,36 % | kiesigen Erzen, | davon 57,31 % im rohen und 42,69 % im bereits |
| 6,96 % | quarzig kiesigen | gerösteten Zustande. |
| | Erzen und | |
| 7,53 % | Quarzergen, | |

In dem einheerdigen Röstofen wurden pro Tag

208 Ctr. Bleierzbeschickung von gleicher Zusammensetzung abgeröstet.

Sämmtliche 3 Oefen verbrauchten pro Tag:

78 Ctr. Steinkohlen und

48 Ctr. Braunkohlen

Sa. 126 Ctr.

Die Zusammensetzung der bei 100°c getrockneten Flugstaubprobe war folgende:

| | |
|---------|--------------------------|
| 17,53 % | Bleioxyd, |
| 0,02 % | Kupfer- und Kadmiumoxyd, |
| 0,56 % | Zinkoxyd, |
| 1,63 % | Eisenoxyd, |

| | |
|----------------|--|
| 0,43 % | Kalkerde, |
| 0,15 % | Talkerde, |
| 7,95 % | Schwefelsäure, |
| 0,60 % | Schwefel, |
| 61,88 % | Arsenige Säure, |
| 3,75 % | Kohle, |
| 2,53 % | völlig unlöslicher Rückstand aus Quarz etc. bestehend, |
| 0,30 % | dem Schwefel äquivalenter Sauerstoff, |
| <hr/> 96,73 % | |
| 3,27 % | bei stärkerem Erhitzen des Flugstaubes entweichendes Wasser, sowie Verlust und nicht bestimmte Stoffe. |
| <hr/> 100,00 % | |

Der wässrige Auszug enthielt außer großen Mengen von Arseniger Säure:

| | |
|--------|------------------------------|
| 0,43 % | Zinkoxyd, |
| 0,35 % | Eisenoxyd incl. Thonerde und |
| 1,90 % | Schwefelsäure. |

III.

Uebersicht der seit dem Jahre 1850 bei den fiscalischen Hüttenwerken bei Freiberg zur Verarbeitung angekauften Erze, Gekräfte und anderen Schmelzgütern, der bei diesen Werken ausgebrachten Arsenikalien und Schwefelsäure, sowie der gewährten Vergütungen für Hüttenrauchschäden.

1. Bei den Halsbrückner Hüttenwerken.

| Jahr. | Anlieferung von Erzen, Gekräten und anderen Schmelzgütern. | | | Ausgebrachte | |
|-------|--|---|--|----------------------------------|--|
| | Gewicht. Zoll-Centner. | Nach dem Tarif bezahlter Arsenikinhalt Centner. | Nach dem Tarif bezahlter Schwefelinhalt Centner. | Arsenikalien. Centner. | 66° Schwefel-Säure. Centner. |
| 1850 | 181775,183 | - | - | - | - |
| 1851 | 197511,42995 | - | - | - | - |
| 1852 | 210074,4385 | - | - | - | - |
| 1853 | 222017,4776 | - | - | - | - |
| 1854 | 215444,554 | - | - | - | - |
| 1855 | 220265,433 | - | - | - | - |
| 1856 | 236118,7705 | - | - | - | - |
| 1857 | 170398,68 | - | - | - | - |
| 1858 | 166362,5432 | - | - | - | - |
| 1859 | 121542,64965 | - | - | - | - |
| 1860 | 149836,8497 | - | - | - | - |
| 1861 | 180750,1922 | - | - | - | - |
| 1862 | 186940,26983 | - | - | - | - |
| 1863 | 195384,69105 | - | - | 573,9 | - |
| 1864 | 178931,04566 | - | - | 1880,15 | - |
| 1865 | 181230,21089 | - | - | 2033,395 | - |
| 1866 | 212964,03585 | - | 8909,745 | 1329,71 | 20223,73 |
| 1867 | 192359,2525 | - | 7999,95 | 2818,2 | 27876,65 |
| 1868 | 205756,09379 | 190,6 | 11771,3 | 2381,70 | 26421,99 |
| 1869 | 194468,10212 | - | 13069,24 | 2316,89 | 37830,005 |
| 1870 | 190922,2625 | - | 12059,1 | 2949,91 | 57191,37 |

2. Bei den Muldner Hüttenwerken.

| Jahr. | Anlieferung von Erzen, Gekrätszen und anderen Schmelzgütern. | | | Ausgebrachte | |
|--------------|--|--|--|-----------------|---------------------|
| | Gewicht. | Nach dem Carif bezahlter Arsenikinhalt | Nach dem Carif bezahlter Schwefelinhalt. | Arsenikalien. | 66° Schwefel-Säure. |
| | Zoll-Centner. | Centner. | Centner. | Centner. | Centner. |
| 1850 | 119696,30485 | . | . | . | . |
| 1851 | 149777,58 | . | . | . | . |
| 1852 | 198168,692 | . | . | . | . |
| 1853 | 194180,6499 | . | . | . | . |
| 1854 | 226700,301 | . | . | . | . |
| 1855 | 257345,26794 | . | . | . | . |
| 1856 | 272349,2108 | . | . | . | . |
| 1857 | 336614,7456 | . | . | 16,51 | 885,77 |
| 1858 | 339213,6335 | . | . | 9,97 | 861,49 |
| 1859 | 335386,8128 | . | . | 12,41 | 1531,17 |
| 1860 | 371279,6131 | . | . | 42,46 | 3027,08 |
| 1861 | 386937,7118 | . | . | 580,35 | 6271,14 |
| 1862 | 367812,6224 | . | . | 731,92 | 15073,435 |
| 1863 | 400603,7154 | 818,895 | — | 7579 | 13116,013 |
| 1864 | 456433,7686 | 1493,665 | — | 7517,55 | 28433,183 |
| 1865 | 410263,6992 | 3654,115 | — | 8111,855 | 42571,12 |
| 1866 | 412426,1542 | 4462,78 | 4414,08 | 11804,15 | 46635,72 |
| 1867 | 457052,5948 | 3184,005 | 16177,81 | 16147,36 | 39985,81 |
| 1868 | 397119,3365 | 4164,01 | 18449,525 | 18100,64 | 62035,742 |
| 1869 | 370038,5231 | 6909,47 | 20534,38 | 14374,1 | 75701,635 |
| 1870 | 332545,5697 | 9857,32 | 21778,705 | 16899,01 | 77051,475 |

3. Gewährte Vergütungen für Hüttenrauchschäden.

| Jahr. | Summe der gewährten Vergütungen für Hüttenrauchschäden. | | | Darunter befanden sich Vergütungen für alljährlich taxirte Futter-, Feldfrucht- und Viehschäden. | | | | | |
|-------|---|------|-----|--|------|-----|--------------------------------------|------|-----|
| | | | | Für die Umgebung der Halsbrückner Hütten. | | | Für die Umgebung der Muldner Hütten. | | |
| | Thlr. | Ngr. | Pf. | Thlr. | Ngr. | Pf. | Thlr. | Ngr. | Pf. |
| 1850 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1851 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1852 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1853 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1854 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1855 | 6164 | 5 | 8 | 4480 | 24 | — | 402 | 28 | 2 |
| 1856 | 6800 | 13 | 7 | 4722 | — | — | 798 | — | — |
| 1857 | 6832 | 13 | 8 | 4231 | — | — | 1321 | — | — |
| 1858 | 7692 | 17 | 3 | 4533 | 18 | — | 1878 | 15 | 5 |
| 1859 | 7730 | 23 | 6 | 5049 | 16 | 1 | 1400 | 23 | 7 |
| 1860 | 11426 | 19 | 1 | 7229 | 12 | 7 | 2546 | 11 | 2 |
| 1861 | 17874 | 17 | 3 | 8187 | 19 | 8 | 3786 | 6 | 2 |
| 1862 | 15999 | 17 | 3 | 6614 | 29 | 4 | 2854 | 3 | 5 |
| 1863 | 16391 | 29 | 6 | 7287 | 9 | 6 | 2000 | — | — |
| 1864 | 18599 | 18 | 8 | 8763 | 5 | 4 | 2702 | 19 | 5 |
| 1865 | 15560 | 25 | — | 6084 | 3 | 6 | 2177 | 14 | 2 |
| 1866 | 10374 | 26 | 5 | 6175 | 20 | 3 | 2250 | — | — |
| 1867 | 12787 | 25 | 3 | 7071 | 23 | — | 2009 | 29 | 1 |
| 1868 | 12600 | 5 | 9 | 7267 | — | — | 1387 | 20 | 3 |
| 1869 | 3714 | 24 | 8 | 2047 | 21 | 8 | 545 | 20 | — |
| 1870 | 1594 | 7 | 7 | 1242 | 28 | — | 303 | 25 | 5 |