Zeitschrift: Landwirthschaftliche Blätter von Hofwyl
Herausgeber: Emanuel Fellenberg
Band: 5 (1817)

Artikel: Untersuchungen über die physischen Eigenschaften der Erden
Autor: Schübler
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-394767

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 08.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Untersuchungen über die physischen Eigenschaften der Erden.

Von Dr. Schübler.

Die nähere Kenntniß der Erden ist ein so wichtiger Gegenstand für den Landbau, und für den Naturforscher überhaupt von so vielfachem Interesse, daß ich es einige Zeit zu einer meiner vorzüglichsten Beschäftigungen machte, ihre physischen Eigenschaften einer nähern Prüfung zu unterwerfen.

Ich bediente mich bei diesen Untersuchungen der Hauptformen der Erden, wie sich diese in der Natur selbst finden, nachdem ich mich durch wiederholte Versuche überzeugt hatte, daß die durch die Kunst chemisch-rein dargestellten einfachen Erden auch in ihren physischen Eigenschaften von den in der Natur sich findenden bedeutend abweichen. Durch die Operationen des Glühens, durch die Behandlung mit starken Säuren und Alkalien, sollten sie auch nur die mechanische Verkleinerung befördern,

erleiden die physischen Eigenschaften der Erden nicht selten solche Umänderungen, daß sie ganz entgegengesetzt auf die Vegetation einwirken; reiner Thon bildet in seinem natürlichen Zustande einen zu schweren konsistenten Boden, der für die Vegetation untauglich ist; derselbe Thon geglüht bildet in seinem fein pulverförmigen Zustand einen für die Dauer lockern, die Vegetation begünstigenden Boden. Hundert Theile reine kohlensaure Kalkerde in Form von Sand halten nur neunundzwanzig Theile Wasser zurück, während hundert Theile derselben Kalkerde in ihrem feinen pulverförmigen Zustande bis fünfundachtzig Theile Wasser aufnehmen; hundert Theile Kieselsand halten nur fünfundzwanzig Theile Wasser zurück, während hundert Theile feine, zuvor aufgelösete und durch Präcipitation erhaltene Kieselerde bis zweihundert und achtzig Theile Wasser aufnehmen können. In einem ähnlichen feinen Zustande bildet sie mit der Thonerde den eigentlichen Thon, in welchem immer die Quantität der Kieselerde bedeutend vorherrschend ist. Kalk und Kieselerde bilden in der ersten Form, wenn sie überwiegen, einen sehr trockenen hitzigen Boden, die Pflanzen welken und verdorren in ihnen durch Mangel an Feuchtigkeit; in der letztern Form bilden sie einen zu nassen Boden, die Pflanzen leiden an dem entgegengesetzten Uebel. [1]) Ich über-

1) Die bloß chemische Untersuchung wird nie im Stande sein, diese bedeutende Verschiedenheiten aufzufinden. Letzten Sommer hatte ich Gelegenheit, einen Thonmergel aus den Umgebungen von Stuttgard zu untersuchen; es gelang mir, durch bloßes mechanisches

zeugte mich durch diese Versuche, daß die bloß chemische Kenntniß der einfachen Bestandtheile einer Ackererde uns wenig genügen würde; daß wir bei den Erden wie bei den Pflanzen ihre sogenannten nähern Bestandtheile mit ihren Eigenschaften kennen lernen müssen, um über die Ursache ihres verschiedenen Einflusses auf die Vegetation Aufschlüsse zu erhalten und in zweifelhaften Fällen die Gründe dieser Verschiedenheiten aufzufinden.

Diese Hauptformen der Erden oder Grunderden, welche die obersten Schichten unserer Erde bedecken und in denen beinahe aller Landbau getrieben wird, sind folgende:

1) Quarzsand. Er findet sich beinahe in jeder Ackererde in mehr oder weniger feinem Zustande; er läßt sich durch bloßes Schlemmen vom Thon trennen, und enthält oft kleine Glimmerblättchen.

2) Kalksand. Er ist weniger häufig; gewöhnlich findet er sich in kalkhaltigen Bodenarten zugleich mit dem Quarzsand, welchem er auch in seinen physischen Eigenschaften sehr nahe steht; er

Reiben seine vorzüglichsten Eigenschaften umzuändern. In seinem frischen natürlichen Zustande hatte er die Eigenschaften eines trockenen, hitzigen, sehr lockern Bodens; in seinem fein zertheilten hingegen die eines nassen, mehr kalten, schwer zu bearbeitenden Bodens. Diese, durch die Kunst hervorgebrachte, schnelle Umwandelung scheint oft in der Natur im Großen durch langsame Verwitterung zu geschehen; die oft nur vorübergehende Wirksamkeit gewisser mineralischer Verbesserungsmittel erklärt sich zum Theil hieraus.

besteht aus kohlensaurer Kalkerde, und geht durch die Verwitterung nach und nach in diese feinere Erde über.

3) Lettenartiger Thon. Ich verstehe unter dieser Benennung (nach dem Vorgange von Thaer und Crome) einen Thon, aus welchem sich durch langes Sieden und Schlemmen 30 — 60 Prozent, im Mittel noch 40 Prozent, eines feinen Quarzsandes abscheiden läßt.

4) Lehmartiger Thon; ein Thon, aus welchem sich noch 15 — 30 Prozent, im Mittel 24 Proz., feiner Sand abscheiden läßt.

5) Klayartiger Thon, ein Thon, aus welchem sich noch 5 — 15, im Mittel noch 10,7 Proz. feiner Sand abscheiden läßt.

6) Reiner, feiner Thon, durch Sieden und Schlemmen von allem feinen Sand gereinigt. Der zu diesen Untersuchungen gebrauchte bestand, nach einer nähern chemischen Untersuchung, aus 58 Proz. Kieselerde, 36,2 Proz. Thonerde und 5,8 Eisenoxyd; er hatte eine bläulich-graue Farbe und ein feines etwas fettes Anfühlen.

Diese Thonarten sind sehr häufig und in vielen Ackererden in größerer oder geringerer Menge.

7) Feine pulverförmige kohlensaure Kalkerde. Sie findet sich in sehr verschiedenem Grade der Feinheit in der Ackererde, im Mergel, im Erdkalk; am reinsten erhält man sie durch Präzipitation aus einer Auflösung in Säuren, oder durch langes Liegen von gebranntem reinem Kalk an der Luft, bis er wieder kohlensauer geworden ist. Sie ist so fein, daß sie sich durch Schlemmen

wie Thon vom Sand trennen läßt und im Wasser etwas suspendirt bleibt; vom Mergel, der sie zum Theil bildet, kann sie bloß durch Säure geschieden werden.

8) Humus oder Dammerde. Ich bediente mich bei dieser Untersuchung des sogenannten oxydirten (nicht sauern) Humus, weil er sich in dieser Form am häufigsten in jeder fruchtbaren Ackererde findet.

Ausser diesen gewöhnlichen Bestandtheilen der Ackererde untersuchte ich noch näher folgende seltener und gewöhnlich nur in geringerer Menge in der Ackererde sich findende Erdarten:

9) Kohlensaure Bittererde oder Talkerde. Die Naturforscher sind schon längst verschiedener Meinung über die Wirkung dieser Erde auf die Vegetation; einige halten sie für sehr fruchtbar, andere für schädlich: um so mehr glaubte ich ihre physische Eigenschaften näher bestimmen zu müssen. Ich bediente mich der reinen kohlensauern Bittererde, wie man sie durch Präzipitation aus Säuren erhält.

10) Erdiger Gips oder Gipserde. Er findet sich nicht selten in der Ackererde in der Nähe von Gipsgebirgen; er ist wohl zu unterscheiden von dem gebrannten Gips.

Diesen einfachern Erden fügte ich endlich noch einige zusammengesetzte fruchtbare Erden bei. Ich wählte hierzu:

11) Fruchtbare leichte schwarze Gartenerde. Sie bestand aus 52,4 Prozent Thon, 36,5 Proz.

Quarzsand, 1,8 Proz. Kalksand, 2,0 Proz. Kalkerde und 7,2 Proz. Humus.

12) Gewöhnliche Ackererde von einem der Felder von Hofwyl. Sie bestand aus 51,1 Thon, 42,7 Quarzsand, 0,4 Kalksand, 2,3 Kalkerde und 3,4 Humus.

13) Ackererde von einem Thal des benachbarten Jura. Sie bestand aus 63 Proz. Quarzsand, 33,3 Thon, 1,2 Kalksand, 1,2 Kalkerde, und 1,2 Humus.

Die physischen Eigenschaften, welche ich näher untersuchte, sind:

1) Das spezifische Gewicht mit der nähern Bestimmung eines bestimmten Volumens,
   a) im trockenen Zustand;
   b) im nassen Zustand.
2) Die wasserhaltende Kraft.
3) Die Festigkeit und Konsistenz des Bodens,
   a) im trockenen Zustand,
   b) im nassen Zustand.
4) Die verschiedene Fähigkeit, an der Luft auszutrocknen.
5) Die Volumensverminderung durch das Austrocknen.
6) Die Absorbtion von Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft.
7) Die Absorbtion von Lebensluft aus der atmosphärischen Luft und Zersetzung derselben.
8) Ihre spezifische Wärme, und wärmehaltende Kraft.
9) Ihre Erwärmung durch das Sonnenlicht.

10) Ihr elektrisches und galvanisches Verhältniß.

11) Ihren Einfluß auf die Keimung im reinen Zustand.

Schwere der Erden.

Das Gewicht der Erden ist sehr verschieden, je nachdem wir sie in Beziehung auf ein bestimmtes Volumen, wie eines Kubikschuhs, in ihrem trockenen pulverähnlichen oder durchnäßten Zustand, oder in Beziehung auf das Gewicht ihrer einzelnen Erdtheilchen miteinander vergleichen; am leichtesten sind sie in ihrem trockenen pulverähnlichen Zustand, schwerer in ihrem durchnäßten Zustand, noch schwerer ist das Gewicht ihrer einzelnen Theile in Vergleichung mit dem Gewicht des Wassers. Jede dieser Bestimmungen erfordert eine eigene Untersuchung.

Spezifisches Gewicht der Erden.

Um das spezifische Gewicht der Erden genau zu bestimmen, ist es nicht hinreichend, das Gewicht eines Kubikzolls oder Kubikschuhs Erde mit dem Gewicht von einem gleichen Volumen Wasser zu vergleichen; man würde auf diese Art immer ein zu geringes spezifisches Gewicht erhalten, indem zwischen den einzelnen Erdtheilchen viele Luft enthalten ist, welche sich auch durch das dichteste Zusammendrücken nur zum Theil davon trennen läßt. Genau erhält man hingegen das spezifische Gewicht

der einzelnen Theilchen einer Erde durch folgendes Verfahren.

Man füllt ein mit eingeriebenem Stöpsel versehenes Gefäß mit destillirtem Wasser und wiegt es auf einer feinen Wage, schüttet nun in das wieder ausgeleerte Gefäß eine abgewogene zuvor getrocknete Menge der zu untersuchenden Erde, füllt hierauf das Glas mit Wasser an und verschließt es; wobei übrigens sehr Sorge zu tragen ist, daß an der Erde oder im Glase keine Luftblasen hängen bleiben. Nun bringt man das abgetrocknete Glas wieder auf die Wagschale, und legt in die andere Wagschale soviel Gewicht hinzu, als zur Herstellung des Gleichgewichts erforderlich ist. Wird das zugelegte Gewicht vom Gewicht der Erde abgezogen, so zeigt die Differenz, wieviel Wasser die Erde aus dem Gefäß verdrängt habe. Dividirt man nun das Gewicht der Erde durch das Gewicht des verdrängten Wassers, so erhält man das gesuchte spezifische Gewicht der Erde. [2]) Z. B. die zu untersuchende Erde wog 240 Gran, das Gefäß mit Wasser gefüllt wog 600 Gran; das Gefäß mit Erde und Wasser zugleich gefüllt wog 744 Gran; die Zunahme des Gewichts durch die Erde betrug daher 744 — 600

2) Davy, in seinen Elementen der Agrikultur-Chemie, gibt folgende Vorschrift zur Bestimmung des spezif. Gewichts der Erden. Man fülle eine Flasche, welche ein bestimmtes Quantum Wasser faßt, halb mit Wasser und schütte dann die Erde zu, bis das Wasser an die Mündung steigt; der Unterschied zwischen dem Gewicht des Wassers und der Erde wird das verlangte Resultat geben. Bestimmter ist obiges Verfahren.

= 144 Gran; es wurden daher 240 — 144 = 96 Gran Wasser durch die Erde verdrängt (oder 240 Gran Wasser nehmen einen so großen Raum ein, als 96 Gran dieser Erde), und das gesuchte spezifische Gewicht der Erde ist daher $\frac{240}{96} = 2,50$ wenn das Gewicht des Wassers = 1 gesetzt wird. Die Berechnung ist daher kurz, jedesmal folgende:

$$744 - 600 = 144$$
$$240 - 144 = 96$$
$$\frac{240}{96} = 2,50$$

oder auch in einem Ausdruck:

$$\frac{240}{600 + 240 - 744} = 2,50.$$ [3])

Um aus dem spezifischen Gewicht eines Körpers sein absolutes Gewicht zu finden, hat man bei zusammenhängenden Körpern nur ihr spezifisches Gewicht mit dem Gewicht eines Kubikzolls oder Kubikschuhs Wasser zu multipliziren. Diese Berechnungsart ist aber bei den Erden nicht anwendbar, man würde hier immer ein zu großes Gewicht erhalten; vielmehr ist es nöthig, zu dieser Bestim-

3) Wird im Allgemeinen das Gewicht der Erde, welche zur Untersuchung genommen wird, mit a, das Gewicht des Gefäßes, wenn es bloß mit Wasser gefüllt ist, mit p, und das Gewicht des Gefäßes, wenn es mit Erde und Wasser zugleich gefüllt ist, mit P bezeichnet, so erhält man das spezifische Gewicht der Erde x durch folgende Formel:

$$\frac{a}{p + a - P} = x$$

mung ein bestimmtes Volumen von jeder einzelnen Erde besonders abzuwiegen. Da es bei dieser Bestimmung sehr auf den verschiedenen Grad der Feuchtigkeit der Erde ankommt, so hielt ich es für zweckmäßig, das Gewicht jeder Erde zweimal zu bestimmen:

1) In ihrem völlig möglichst getrockneten Zustand;

2) In ihrem völlig durchnäßten Zustand.

Getrocknet nehme ich eine Erde an, wenn sie bei einer Temperatur von 30 bis 40° R., in welcher sie als ein feines zerreibliches Pulver eine halbe Stunde lang getrocknet wird, nichts mehr an Gewicht verliert; ich vermeide es, sie in einer höhern Temperatur völlig auszutrocknen, weil bei Erden, welche Humus enthalten, dieser dadurch leicht verflüchtigt und zersetzt wird. Völlig durchnäßt nehme ich sie an, wenn sie, auf einem Filtrum liegend, von darauf gegossenem Wasser nichts mehr abtropfen läßt.

Die Resultate dieser Untersuchungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt [4]); die Kubikzolle und Kubikschuhe sind nach altem Pariser Maas, die Gewichte in dem allgemein gebräuchlichen Nürnberger Medizinal-Gewicht angegeben, in welchem ein

4) Ich berechnete die gefundenen spezifischen Gewichte alle auf die größte Dichtigkeit des Wassers, welche bei + 3,48° R. statt findet, nach der von Professor Tralles hierüber entwickelten Formel in Gilberts Annalen der Physik, Band 27, S. 263.

Pariser Kubikzoll Wasser bei 4° R. 319,14 Gran [5]) und ein Kubikschuh 95,72 Pfund wiegt, das Pfund zu zwölf Unzen gerechnet. [6])

Gewicht der Erden.

Tab. I.

Erdarten.	Spezif. Gewicht das des Wassers = 1.	Gewicht eines Pariser Kubikzolls im trocknen fein. Zustand.	Gewicht eines Pariser Kubikzolls im durchnäßten Zustand	Gewicht eines Par. Kubikschuhs im trocknen fein. Zustand.	Gewicht eines Par. Kubikschuhs im durchnäßten Zustand.
Kalksand .	2,822	505 gr.	628 gr.	151,5 lb.	188,5 lb.
Quarzsand .	2,753	495	605	148,5	181,5
Gipserde .	2,358	408	573	122,6	170,2
Lettenartiger Thon	2,701	435	577	130,4	171,6
Lehmartiger Thon	2,652	393	551	118,0	165,5
Klayartiger Thon	2,603	357	531	107,1	159,5
Reiner Thon	2,591	334	515	100,3	154,5
Feine Kalkerde	2,468	244	460	71,7	138,0
Humus .	1,225	154	346	46,4	109,0
Talkerde .	2,232	75	339	21,1	101,7
Gartenerde .	2,332	364	457	91,7	137,0
Ackererde von Hofwyl	2,401	376	529	112,7	158,9
Ackererde vom Jura	2,526	414	515	124,1	154,5

5) Nach Prof. von Bohnenbergers Versuchen über das Gewicht des Wassers, in den Tübinger Blättern für Naturwissenschaft und Arzneikunde, erster Band, S. 67 und 96.

6) In einzelnen Schriften finde ich die spezifischen Gewichte mehrerer Erden geringer als = 2, das des Wassers = 1 gesetzt, angegeben; diese Angaben scheinen auf der Vergleichung des Gewichts eines bestimmten Volumens Erde (eines Kubikzolls oder Kubikschuhs) mit dem Gewicht eines gleichen Volumens Wasser zu beruhen, wodurch man bei den meisten Erden ein zwischen 1 — 2 wechselndes spezifisches Gewicht erhalten würde, wie aus der obigen Tabelle näher zu ersehen ist, nicht aber auf der spezifischen Gewichtsbestimmung der einzelnen Erdtheilchen.

Die allgemeinen Resultate, welche hieraus hervorgehen, sind:

1) Der Sand ist sowohl im trockenen als nassen Zustande der schwerste Theil der Ackererde.

2) Kalksand und Quarzsand sind in dieser Beziehung nur wenig von einander verschieden; der Kalksand ist selbst noch etwas schwerer.

3) Die Thonarten sind desto leichter, je weniger Sand und je mehr Thon sie enthalten, und umgekehrt.

4) Die feine pulverförmige Kalkerde kommt unter den gewöhnlichen Bestandtheilen der Ackererde dem Humus in Ansehung des Gewichts am nächsten.

5) Der Humus selbst hat das geringste spezifische Gewicht unter allen Bestandtheilen der Ackererden.

6) Obgleich das spezifische Gewicht der Bittererde noch bedeutend größer ist als das des Humus, so wiegt demungeachtet ein Kubikzoll Bittererde, sowohl im trockenen als nassen Zustande, wenn sie auch möglichst zusammengedrückt wird, bedeutend weniger als ein Kubikzoll Humus, indem die einzelnen Theile der Bittererde sich äusserst locker aufeinander anlegen. Wahrscheinlich ist diese auffallend große Lockerheit und Mangel an Festigkeit eine der Ursachen, wenn sie auf die Vegetation nachtheilige Wirkungen äussert.

7) Eine zusammengesetzte Erde ist gewöhnlich desto schwerer, je mehr Sand sie enthält; hingegen desto leichter, je mehr Thon und feine Kalkerde, vorzüglich aber je mehr Humus sie besitzt. Wir

können daher schon vorläufig aus dem Gewicht eines Bodens auf seine Bestandtheile schliessen. 7)

8) Die bei den Landwirthen gewöhnliche Benennung eines schweren und leichten Bodens bezieht sich weder auf das spezifische noch absolute Gewicht desselben (die Thonarten sind sowohl im trockenen als nassen Zustande leichter, als reiner Sand), sondern auf den größern oder geringern Widerstand, welchen die Erden den Ackerwerkzeugen entgegensetzen, wovon näher in der Folge die Rede sein wird.

Künstliche Mengungen von Erden zeigten mir in Ansehung ihres Gewichts eine merkwürdige Erscheinung; man hätte nämlich erwarten sollen, ein Gemenge von zwei Erdarten, deren Gewicht einzeln bekannt ist, würde ein Gewicht erhalten, welches dem arithmetischen Mittel des Gewichts zwischen den beiden einzelnen Erden gleich wäre; es ist aber dieses nie der Fall, vielmehr zeigten mir diese künstlichen Gemenge immer ein größeres Gewicht, als sich nach dem arithmetischen Mittel

7) Davy sagt in seiner Agrikultur-Chemie, S. 182: „Es ist von Wichtigkeit, das spezifische Gewicht eines Ackerlandes zu erforschen, weil man daraus auf die Menge animalischer und vegetabilischer Substanzen, die in ihm enthalten sind, schliessen kann; diese Substanzen kommen stets in leichtem Erdreich in reichlicherer Menge vor. Dieser Satz zeigt sich nach dem Obigen im Allgemeinen bestatigt; daß er aber nicht genüge, und welche nähere Bestimmungen er bei einzelnen und zusammengesetzten Erden erhalte, zeigt obige tabellarische Zusammenstellung.

erwarten liesse, sie mochten dem Gewicht oder dem Volumen nach zusammengemengt werden, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht.

Erdarten.	Gewicht von 5,7 Kubikzoll.	Arithmetisches Mittel.	Gewichtszunahme. Das Gemenge wurde schwerer um
Gewöhnlicher Flußsand	2840 Gran.		
Klayartiger gelblicher Thon	2020		
Blauer Thonmergel	1790		
Gleiche Theile Thon u. Sand dem Gewicht nach	2545 gr.	2430	115 gr.
Gleiche Theile Thon u. Sand d. Volumen nach	2685	2430	255
2 Theile Thon 1 Theil Sand dem Gewicht nach	2390	2293	97
1 Theil Sand 2 Theile Thon dem Volumen nach	2470	2293	177
2 Theile Sand 1 Theil Thon dem Gewicht nach	2740	2566	174
2 Theile Sand 1 Theil Thon dem Volumen nach	2825	2566	259
Gleiche Theile Thonmergel und Sand dem Gew. nach	2267	2315	48

Diese Zunahme des Gewichts bei künstlichen Erdmengungen muß wohl in einem engern Zusammentreten und nähern Aneinanderlagern der einzelnen Erdtheilchen begründet sein. Es reiht sich diese Erscheinung an mehrere andere, vorzüglich an die, daß durch das Zusammenschmelzen von zwei verschiedenen Metallen Metallkompositionen entstehen, deren spezifisches Gewicht größer ist, als das

Mittel des spezifischen Gewichts der beiden einzelnen Metalle.

Wasserhaltende Kraft der Erden.

Die wasserhaltende Kraft der Erden, oder ihr Vermögen, eine größere oder geringere Masse Wasser in ihre Zwischenräume aufzunehmen und zurückzuhalten, ohne es tropfenweise wieder fahren zu lassen, ist ohne Zweifel eine der wichtigsten Eigenschaften der Erden, die auf die Fruchtbarkeit eines Bodens einen bedeutenden Einfluß hat, da zum Theil von ihr die Masse der Feuchtigkeit abhängt, welche die Pflanzenwurzeln einsaugen können. Folgendes Verfahren, diese Kraft auszumitteln, glaube ich als das genaueste empfehlen zu dürfen.

Man nimmt 400 bis 500 Gran der zu untersuchenden Erde, trocknet sie mäßig bei 30 — 40° R. auf einem, auf erwärmtem steinernem Ofen oder Eisenblech liegenden, Papier, bis sie nichts mehr durchs weitere Trocknen verliert (etwa eine halbe Stunde lang), und rührt sie nun in einem gläsernen Gefäße mit Wasser zu einem dünnen Brei an; diesen schüttet man auf ein zuvor schon völlig durchnäßtes und im durchnäßten Zustande gewogenes Filtrum von Fließpapier, und spült dann alle zurückgebliebene Erde mit Wasser nach, damit alles aufs Filtrum komme. Das Filtrum selbst ist in einem gläsernen Trichter, oder ruht auf einer ausgespannten reinen Leinwand. Sobald von dem Filtrum kein Wasser mehr in Tropfen ablauft, wird

es mit seinem Inhalt gewogen; aus der Zunahme des Gewichts ergibt sich die Quantität des absorbirten Wassers und damit die wasserhaltende Kraft der Erde. Die Berechnung selbst ergibt sich aus folgendem Beispiel:

Das Gewicht der trockenen Erde sei	400 Gr.
Das Gewicht des nassen Filtrums	110 Gr.
So wiegen beide zusammen	510 Gr.
Die mit Wasser gesättigte Erde zugleich mit dem Filtrum wiege	706 Gr.
So beträgt die Quantität des absorbirten Wassers . .	196 Gr.

Diese wurden von 400 Gr. Erde zurückgehalten; 100 Theile halten also zurück:

$$400 : 100 = 196 : x \text{ und } x = \frac{19600}{400} = \frac{196}{4} = 49.$$

Die wasserhaltende Kraft dieser Erde läßt sich daher durch 49 ausdrücken.

Die Resultate dieser Untersuchungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt; ich fügte in dieser noch eine Bestimmung bei, nämlich die Quantität von Erde und Wasser, welche in einem bestimmten Volumen der durchnäßten Erde enthalten ist. Sie geht durch eine einfache Regel Detri aus der wasserhaltenden Kraft der Erde und ihrem Gewicht im nassen Zustand hervor.

Wasserhaltende Kraft der Erden.

II.

Erdarten.	100 Theile halten Wasser zurück	Ein Paris. Kubikschuh der durchnäßten Erde enthält	
		an Wasser.	an Erde.
	Prozent.		
Quarzsand . . .	25	36,3 lb.	145,2 lb.
Gipserde	27	36,2	134,0
Kalksand	29	42,4	146,1
Lettenartiger Thon	40	49,1	122,9
Lehmartiger Thon	50	55,2	110,3
Klayartiger Thon .	61	60,5	99,0
Reiner Thon . . .	70	64,5	90,0
Feine Kalkerde . .	85	63,4	74,6
Humus	190	73,5	30,5
Talkerde	456	83,5	18,2
Gartenerde . . .	89	64,6	72,4
Ackererde von Hofwyl	52	54,4	104,5
Ackererde vom Jura	48	50,2	104,3

Die allgemeinen Resultate über die wasserhaltende Kraft der Erden wären hiermit folgende:

1) Der Quarzsand hat unter allen Erdarten die geringste wasserhaltende Kraft; sie ist am geringsten bei dem grobkörnigen Sande, wo sie zuweilen nur 20 Prozent beträgt. Bei sehr feinem Sande wird sie stärker, und steigt bis gegen 30 Prozent.

2) Der Kalksand hat, bei gleicher Größe der Körner, gewöhnlich eine etwas größere wasserhaltende Kraft, als der Quarzsand.

3) Der Gips hat zwar eine etwas größere wasserhaltende Kraft, als der Quarzsand; wird aber ein bestimmtes Volumen desselben mit dem des Sands verglichen, so enthält dieses selbst noch etwas weniger Wasser, als der durchnäßte Sand. Die feinen Theile des erdigen Gipses scheinen sich enger aufeinander anzulagern, als dieses bei den Sandkörnern in ihrem nassen Zustand der Fall ist.

4) Die wasserhaltende Kraft der Thonarten ist desto geringer, je mehr Sand sie enthalten, desto größer, je reicher an Thon sie sind.

5) Die wasserhaltende Kraft der in der Ackererde sich findenden kohlensauern Kalkerde ist sehr verschieden, je nachdem sie in Form von Sand oder von mehr oder weniger feinem pulverförmigem Kalk darin enthalten ist; diese beiden Formen des Kalks sollten daher bei jeder genauen Untersuchung einer Erde auch näher unterschieden werden, welches durch Schlemmen sehr leicht geschehen kann.

6) Der Humus hat unter den gewöhnlichen Bestandtheilen des Bodens die größte wasserhaltende Kraft; er nimmt beinahe sein doppeltes Gewicht an Wasser auf.

7) Die kohlensaure Bittererde hat eine auffallend größere wasserhaltende Kraft, als alle übrige Erden. Sie hält 4½ mal ihr eigenes Gewicht an Wasser zurück; eine wasserhaltende Kraft, welche für die Vegetation eher schädlich als nützlich sein kann.

8) Zusammengesetzte Erden, welche humusreich sind, haben daher gewöhnlich eine große wasserhaltende Kraft.

Festigkeit und Konsistenz des Bodens.

Die Festigkeit und Konsistenz eines Bodens ist sowohl auf die Vegetation als Bearbeitung desselben von großem Einflusse; auf ihr beruhen vorzüglich die bei dem Landmann so gewöhnlichen Benennungen eines schweren oder leichten Bodens, daher ich sie einer nähern messenden Untersuchung zu unterwerfen mich bemühte. Auch in dieser Beziehung prüfte ich die Erden wiederum besonders in ihrem trockenen und nassen Zustand.

a) Festigkeit oder Cohäsion der Erden im trockenen Zustande.

Ich bediente mich zu dieser Bestimmung folgender Methode: Ich formte von den einzelnen Erden in ihrem halb durchnäßten etwas zähen Zustand nach einer Form von Holz gleiche längliche Stücke, Parallelepipeda, von zwanzig Pariser Linien Länge, sechs Linien Höhe und sechs Linien Breite; nachdem sie vollkommen ausgetrocknet waren, brachte ich sie auf zwei Unterstützungspunkte, welche fünfzehn Linien von einander entfernt waren, und beschwerte sie so lange mit in der Mitte aufgehängten in einer Wagschale befindlichen kleinen Gewichten, bis sie zerbrachen. Die Menge der aufgelegten Gewichte diente mir als Maas ihrer Festigkeit.

Die Menge der Gewichte, welche ich bei den thonhaltigen Erden aufzulegen nöthig hatte, übertraf meine Erwartung; beim reinen Thon betrug

sie mehrere Pfunde, nämlich 178,300 Gran [8]), beim reinen feinen Kalk hingegen nur 99,5 Gran. Ich setzte die Festigkeit des Thons von 178300 = 100,0, und reduzirte hierauf alle übrige Zahlen;

8) Hr. Professor Gilbert zu Leipzig theilte in einem der neuern Hefte seiner schätzbaren Annalen der Physik (im November 1815) mehrere der Resultate meiner Untersuchungen in einem gedrängten Auszuge dem Publikum mit, übersetzt aus einem Briefe von mir an Hrn. Professor Pictet in Genf, welcher dieses Schreiben in die Bibliotheque britannique hatte einrücken lassen. Ich finde in dieser Uebersetzung der Zahl 178300 ein Fragzeichen beigefügt; sie könnte allerdings zu groß erscheinen, sie kam aber in der That nicht durch einen Druck- oder Schreibfehler in diese Zeitschrift. Ich mußte bei dem reinen an der Luft getrockneten Thon über dreißig Pfunde auflegen (5760 . 30 = 172800), so daß die gewöhnliche Wagschale zur Haltung der Gewichte nicht mehr zureichte, deren Gewicht selbst immer zugleich mit in Rechnung gezogen wurde. Es versteht sich wohl von selbst, daß ich jeden dieser Versuche mehrere mal wiederholte, und nur die Mittelzahlen gut übereinstimmender Versuche als Resultat in folgende Tabelle einsetzte. Ich bediente mich bei den Versuchen, als kleinster Gewichte, der Grane, indem die Cohäsion bei sandreichen Erden nur sehr gering ist. Ich setzte die Festigkeit des Thons = 100,0, weil unter allen bisher von mir untersuchten Erdarten ich keine fand, welche eine größere Cohäsion gehabt hätte, ohne damit sagen zu wollen, daß gewisse chemische Verbindungen mit Thon nicht noch eine größere Festigkeit besitzen könnten, wie mir dieses von einigen Verbindungen

die Resultate sind in der sogleich folgenden Tabelle zusammengestellt.

b) Konsistenz des Bodens im durchnäßten Zustande, und Anhängen oder Adhäsion derselben an Ackerwerkzeuge.

Bei der Bearbeitung einer Erde im feuchten Zustand ist nicht nur die Cohäsion der Erde selbst, sondern vorzüglich ihr Anhängen oder ihre Adhäsion an Ackerwerkzeuge, zu überwinden. Ich bediente mich daher folgenden Verfahrens, um die bei Bearbeitung verschiedener Bodenarten anzuwendende Kraft einer Vergleichung unterwerfen zu können. Ich ließ mir gleich große runde Scheiben von Eisen und Buchenholz verfertigen (den beiden zu Ackerwerkzeugen am häufigsten gebrauchten Substanzen), befestigte eine solche Scheibe wie eine Wagschale an den Arm einer empfindlichen Wage, und beschwerte die andere Schale so lange mit kleinen Gewichten, bis beide Arme der Wage im Gleichgewicht standen; nun brachte ich die Scheibe mit einer zu untersuchenden befeuchteten Erde in genaue Berührung, und legte auf die andere Schale so lange kleine Gewichte, bis die auf der Erde liegende Platte losriß; die Menge der aufgelegten Gewichte bestimmte mir jedesmal die Adhäsionskraft der Erde

aus Thon und feinem Kalk wahrscheinlich wird, so wenig man dieses auch nach der bloß chemischen Untersuchung erwarten sollte; sie werden sich übrigens auf diese Art immer unter sich und mit dem reinen Thon vergleichen lassen.

zu der Scheibe. Um die Erde in gleichförmig durchnäßtem Zustand vergleichen zu können, worauf hier so vieles ankommt, legte ich sie zuvor jedesmal so lange auf ein Filtrum von Leinwand, bis kein Wasser mehr abtropfte.

Die Stärke der Adhäsion übertraf meine Erwartung; eine eiserne Adhäsionsscheibe von 3,4 Quadratzoll Fläche erforderte über tausend Grane, um von der Gartenerde losgerissen zu werden. Die nähern Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt; um einen allgemeinen Vergleichungspunkt zu haben, und die bedeutende Größe dieser Kraft auch in Beziehung auf den Kraftaufwand im Großen beurtheilen zu können, reduzirte ich alle Versuche, welche ich übrigens mit gleich großen Flächen anstellte, auf die Fläche eines Pariser Quadratschuhs, nach den früher schon erwähnten Gewichten.

Festigkeit und Konsistenz des Bodens.

III.

Erdarten.	Im trockenen Zustand. Festigkeit od. Cohäsion, die des feinen Thons = 100,0 gesetzt.	Im nassen Zustand. Anhängen an Ackerwerkzeuge, Adhäsion an eine Fläche von einem Pariser Quadratschuh	
		von Eisen	von Holz.
Quarzsand . .	0	mit 5,1 lb.	5,7 lb.
Kalksand . .	0	5,5	5,9
Kalkerde . . .	5,0	19,1	20,8
Gipserde . . .	7,3	14,3	15,8
Humus . . .	8,7	11,8	12,5
Talkerde . . .	11,5	7,8	9,5
Lettenartiger Thon	57,3	10,6	11,9
Lehmartiger Thon	68,8	14,1	15,2
Klayartiger Thon	83,3	23,0	25,3
Reiner feiner Thon	100,0	36,0	39,0
Gartenerde . .	7,6	8,6	10,0
Ackererde von Hofwyl	33,0	7,8	8,6
Ackererde vom Jura	22,0	7,1	8,0

Allgemeine Resultate aus diesen Versuchen.

1) Die bei den Landwirthen gewöhnliche Benennung eines schweren oder leichten Bodens beruht auf dieser Cohäsion und Adhäsion der Erden zu sich und zu den Ackerwerkzeugen, und diese Benennungen bezeichnen daher vielmehr einen schwer oder leicht zu bearbeitenden, mehr oder weniger zusammenhaltenden Boden.

Durch das oben angegebene Verfahren läßt sich die Größe dieser Kraft bei den verschiedenen Bo-

denarten mit einer für diesen Zweck hinreichenden Genauigkeit finden. Ein Boden ist sehr leicht zu bearbeiten, dessen Festigkeit im trockenen Zustand nicht über 10,0 steigt; er ist hingegen schon ziemlich schwer, wenn diese Festigkeit bis 40,0 zunimmt. Im nassen Zustand ist ein Boden leicht zu bearbeiten, wenn eine Fläche von einem Pariser Quadratschuh nur mit einer Kraft von fünf bis acht Pfunden zurückgehalten wird; er ist hingegen schon bedeutend schwer, wenn hierzu eine Kraft von zwanzig Pfunden nöthig ist; sie steigt beim reinen Thon bis neununddreißig Pfunde.

Die gewöhnlichen Ackererden stehen zwischen diesen Extremen mit sehr verschiedenen Graden ihrer Festigkeit, wie dieses die Tabelle näher angibt.

2) Die Festigkeit und Konsistenz eines Bodens steht mit seiner wasserhaltenden Kraft nicht in direktem Verhältniß. Die feine Kalkerde und der Humus besitzen eine große wasserhaltende Kraft, die bedeutend größer ist, als die des Thons; demungeachtet ist ihre Festigkeit, sowohl im trockenen als nassen Zustand, bedeutend geringer: sie bilden einen leicht zu bearbeitenden Boden.

3) Leichte Bodenarten (Sandbodenarten) gewinnen durch Feuchtigkeit bedeutend an Zusammenhang; der Zusammenhang ist bei dem reinen trockenen Sand völlig aufgehoben, mit Wasser befeuchtet schon ziemlich bedeutend, vorzüglich in Vergleichung mit dem Thon.

4) Die Adhäsion an eine Fläche von Holz ist immer größer, als an eine gleich große Fläche von

Eisen. Diese Erscheinung zeigt sich bei jeder einzelnen Erde [9]); sie zeigt sich ebenfalls im Großen auf verschiedene Art bestätigt. [10])

9) Die Ursache dieser größern Adhäsion bei Holz als bei Eisen scheint mir hier vorzüglich auf der größern Menge von Berührungspunkten zu beruhen, welche eine übrigens gleich große Fläche von Eisen und Holz einer Erde darbietet, indem sich in die kleinen Spalten und Ritzen auch des bearbeiteten Holzes immer mehr feuchte Erde ansetzen und Berührungspunkte finden kann, als bei dem blanken Metall. Ich versuchte in dieser Beziehung auch andere Holzarten, vorzüglich Eichenholz; dieses zeigte mir eine noch etwas größere Adhäsion, als das Buchenholz; seine Oberfläche wird auch durch Befeuchtung poröser und rissiger, wenn es gleich trocken vollkommen eben bearbeitet wird. Daß übrigens die verschiedene Cohäsion der feuchten Erde zu sich selbst im Allgemeinen sehr auf diese Adhäsion einfliesse, und daß wir auch hier mehr die Größe dieser Cohäsion als Adhäsion zu überwinden haben, und diese eigentlich messen, wird sehr wahrscheinlich, wenn wir die Resultate über die Cohäsion mit diesen über die Adhäsion vergleichen, und sie mit den Versuchen in Verbindung setzen, welche erst vor Kurzem hierüber Hr. Doktor Ruhland in München mit verschiedenen andern Körpern über diesen Gegenstand anstellte. S. Schweigg. Journal der Chemie und Physik, eilfter Band, zweites Heft. 1814.

10) Eine im Großen vorkommende Erscheinung könnte diesem Satze zu widersprechen scheinen; sie ist diese: Es kommt dem praktischen Landwirth nicht selten vor, daß schwerer Boden bei nasser Witterung leichter mit hölzernen Eggen zu bearbeiten ist, als mit eisernen.

5) Im Allgemeinen ist die Konsistenz einer zusammengesetzten Erde desto größer, je mehr Thon sie enthält.

Verminderung der Festigkeit durch das Durchfrieren der Erde.

Bekannt ist es, wie sehr durch das Durchfrieren eines frisch gepflügten Landes die Festigkeit der einzelnen Erdschollen vermindert und das Ganze lockerer gemacht wird. Um näher diese Erscheinung zu verfolgen, verschaffte ich mir von verschiedenen Erden gleich große längliche Stücke, setzte sie in ihrem feuchten Zustand einige Tage strenger Winterkälte aus, so daß sie völlig durchfrieren konnten, und ließ sie nun im bewohnten Zimmer langsam zugleich mit andern, welche ich zuvor nicht dem Frost ausgesetzt hatte, austrocknen. Ihre Cohäsion bestimmte ich auf die früher erwähnte Art. Die dem Frost ausgesetzten hatten alle ihre Cohäsion bedeutend vermindert; einige beinahe um die Hälfte; die des lehmartigen Thons von 688 bis 450; die der Hofwyler Ackererde von 330 bis 200; reiner Thon lies sich durch den Druck der Finger in ein feines Pulver verkleinern, welches bei demselben ohne Einwirkung des Frosts erhärteten Thon nicht

Diese schwerere Bearbeitung bei einer eisernen Sage beruht aber in diesem Fall nicht auf einer größern Adhäsion der feuchten Erde zum Eisen, sondern darin, daß dieses eiserne Instrument durch sein bedeutend größeres Gewicht tiefer in den Boden eingreift, und daher weit mehr Kraftaufwand erfordert, um sich durch das Feld durchführen zu lassen.

möglich war. Feuchtigkeit ist zu diesem Erfolge nothwendig; zuvor getrocknete Erden dem Froste ausgesetzt, verändern sich nicht. — Die durch die Kälte veranlaßte Kristallisation des Wassers, welche unter bestimmten Winkeln und Richtungen erfolgt, scheint die Ursache dieser Erscheinung zu sein, indem dadurch die einzelnen Erdtheilchen aus ihrer vorigen Lage gebracht und ihre Berührungspunkte vermindert werden. Die Verminderung der Konsistenz und Festigkeit einer Erde durch Frost ist daher nicht immer von langer Dauer; wird die wieder aufgethaute Erde stark durchknetet und bearbeitet, so erhält sie wieder dieselbe Konsistenz und Festigkeit bei dem Austrocknen, wie zuvor. Es erklärt sich hieraus der vortheilhafte Einfluß des Pflügens im Herbst; der Frost kann dadurch tiefer in die Erdoberfläche eindringen; das ganze Erdreich wird besser durchfrieren, dadurch lockerer, und im Frühjahr auch länger seine Lockerheit behalten, weil nun weniger starke Bearbeitung mehr nöthig ist, wodurch bei etwas feuchter Witterung die durch den Frost bewirkte Auflockerung zum Theil wieder verloren geht. Wie schädlich es ist, im Frühling bei nasser Witterung ein Feld zu bearbeiten, ist jedem Landwirth bekannt; die Folgen davon sind bei Thonboden oft Monate lang sichtbar. [11])

11) Durch das Brennen eines Bodens wird ebenfalls die Konsistenz desselben bedeutend vermindert, welche nähere Veränderungen in chemischer und physischer Hinsicht durch diese Operation in dem Boden veranlaßt werden, bin ich so eben näher zu untersuchen beschäftigt; die meisten physischen Eigenschaften

Fähigkeit der Erden, mehr oder weniger schnell auszutrocknen.

Die Eigenschaft der Erden, die aufgenommene Feuchtigkeit wieder mehr oder weniger schnell an die atmosphärische Luft abzugeben, ist für die Vegetation nicht weniger wichtig, als ihre wasserhaltende Kraft, indem es von bedeutendem Einflusse sein muß, ob ein Boden das aufgenommene Wasser schnell oder langsam wieder fahren lasse.

Durch folgende Methode gelang es mir, diese Fähigkeit mit ziemlicher Genauigkeit einer messenden Vergleichung zu unterwerfen. Ich ließ mir aus dünnem Eisenblech eine runde, flache, am Rande mit einer kleinen Einfassung versehene Scheibe von zehn Pariser Quadratzollen Oberfläche verfertigen. Die Fläche selbst brachte ich an den Arm einer empfindlichen Wage, und verbreitete auf ihr gleichförmig die zu untersuchende Erde in ihrem völlig (auf die früher angegebene Art) durchnäßten Zustand [12]). Ich bemerkte das Gewicht der

scheinen dadurch auf lange Zeit verändert zu werden. Reiner Thon, der vorher den schwersten Boden bildete, wird dadurch locker und verliert seine bedeutende Konsistenz und Zähigkeit; die bloße Befeuchtung mit Wasser ist nicht mehr hinreichend, ihm diese wieder zu geben. In vielen Gegenden Schottlands ist es allgemein Sitte, den Boden durch Brennen des Thons zu verbessern. Siehe Biblioth. britann. agricult. nouv. serie. Vol. I. pag. 75. 1816.

12) Bei einer Fläche von zehn Quadratzoll wandte ich immer 200 Gran der trockenen Erde an, bei einer

mit durchnäßter Erde beschwerten Scheibe, und überließ das Ganze bei einer Temperatur von 15° R. vier Stunden lang ruhig in einem geschlossenen Zimmer der Verdünstung, und bemerkte das Gewicht alsdann aufs Neue, wodurch ich die Menge des verdünsteten Wassers erhielt. Nachher ließ ich die Erde noch vollkommen durch künstliche Wärme austrocknen, wodurch ich die ganze Quantität des Wassers erhielt, welche die Erde Anfangs aufgenommen hatte. Um einen allgemeinen Vergleichungspunkt zu haben, reduzirte ich jedesmal die Quantität des aufgenommenen Wassers auf 100 oder 1000. Die Berechnung selbst geht näher aus folgendem Beispiel hervor:

Gewicht einer durchnäßten Erde	310 Gr.
Gewicht derselben Erde nach vier Stunden	260 Gr.
Gewicht der vollkommen trockenen Erde	200 Gr.
Menge des in vier Stunden verdünsteten Wassers	50 Gr.
Menge des Wassers, welches die Erde Anfangs aufgenommen hatte	110 Gr.

Nun läßt sich fragen: wenn von 110 Theilen aufgenommenen Wassers 50 verdünsteten, wieviel verdünsten von 100?

$$110 : 50 = 100 : x \text{ und } x = \frac{5000}{110} = 45{,}5 \text{ Theile.}$$

Fläche von fünfzig Quadratzollen 1000 Gran: wieviel durchnäßte Erde nöthig sei, um gerade 200 Gran trockene Erde zu erhalten, konnte ich leicht aus der wasserhaltenden Kraft berechnen.

Die Resultate dieser Versuche sind in folgender Tabelle zusammengestellt. Um auch näher die verschiedenen Zeiten vergleichen zu können, welche die Erden zu ihrer Austrocknung bis auf einen gewissen Grad unter übrigens gleichen Umständen nöthig haben, fügte ich noch eine zweite Kolumne mit dieser Bestimmung bei. Ich wählte nicht vollkommene Austrocknung, indem diese bei einer Temperatur von 15° R. in der freien Atmosphäre nie statt findet.

Fähigkeit der Erden, in verschiedener Zeit auszutrocknen.

IV.

Erdarten.	Fähigkeit auszutrocknen.	
	Von 100,0 Theilen absorbirten Wassers verdünsteten bei 15° R. Temp. in 4 Stunden	Von 100,0 Theilen aufgenommenen Wassers verdünsteten 90,0 Theile bei einer Temper. von 15° R.
Quarzsand . .	88,4 Theile	in 4 Stund. 4 Min
Kalksand . .	75,9	— 4 — 44 —
Gipserde . . .	71,7	— 5 — 1 —
Lettenartiger Thon	52,0	— 6 — 55 —
Lehmartiger Thon	45,7	— 7 — 52 —
Klayartiger Thon	34,9	— 10 — 19 —
Reiner Thon .	31,9	— 11 — 17 —
Feine Kalkerde .	28,0	— 12 — 51 —
Humus . . .	20,5	— 17 — 33 —
Talkerde . . .	10,8	— 33 — 20 —
Gartenerde . .	24,3	— 14 — 49 —
Ackererde von Hofwyl	32,0	— 11 — 15 —
Ackererde vom Jura	40,1	— 8 — 58 —

Allgemeine Bemerkungen über diese Versuche.

1) Die Benennung eines hitzigen oder kalten, trockenen oder nassen Bodens beruht vorzüglich auf dieser Eigenschaft der Erden, das aufgenommene Wasser in so verschiedenen Zeiten wieder abzugeben. Die Ursache dieser Verschiedenheit beruht theils auf der verschiedenen Anziehung der Erden zum Wasser, theils auf ihrer verschiedenen Fähigkeit die Wärme zu leiten, welche bei der Verdünstung des Wassers gebunden wird. Crome nannte aus dem letztern Grunde diese Eigenschaft der Erden überhaupt ihre wärmeleitende Kraft [13]), welcher Benennung ich aber nicht beistimmen kann, indem diese Eigenschaft mehr auf der verschiedenen Anziehung der Erden zu dem Wasser, und auf der von der Erde aufgenommenen Wassermenge überhaupt, begründet ist, wie aus der Vergleichung dieser

13) Crome suchte die wärmeleitende Kraft der Erden so zu bestimmen, daß er die verschiedenen Erden auf durchnäßten Papierfiltern auf gleicher Unterlage von Holz bei gleicher Temperatur trocknen ließ. (Siehe Hermbstädts Archiv der Agrikultur-Chemie, fünfter Band, S. 410.) Diese Methode hat aber das Unangenehme und Unsichere, daß man ohne eine bestimmte Form die Erden nur sehr schwer auf eine gleiche Oberfläche ausbreiten kann, und man daher leicht über eine und dieselbe Erde sehr verschiedene Resultate erhält, wovon mich mehrere Versuche überzeugten; das verschiedene Trocknen der Papiere, die zugleich mitgewogen werden, muß diese Methode ebenfalls unsicher machen. Beides wird bei dem oben angegebenen Verfahren vermieden.

Resultate mit den über die wasserhaltende Kraft erhaltenen näher hervorgeht. [14])

2) Sand und Gips trocknen am schnellsten unter allen Erden wieder aus; sie bilden daher den hitzigsten Boden.

14) In dem vor Kurzem erschienenen Archiv für Medizin, Chirurgie u. s. w. (Aarau, 1816) findet sich ein Aufsatz von Hrn. Prof. Thilo, „über das Verhältniß der Ausdünstung auf dem Meere und auf dem Lande" nach welchem es wahrscheinlich wird, daß stellenweise die Ausdünstung auf dem Lande größer ist, als auf dem Meere, vorzüglich wenn wir zugleich das Pflanzenreich berücksichtigen; es wird dabei, in Ermangelung wirklicher Versuche mit Erden, einer Bemerkung von Saussure gedacht, daß Wasser mit Erde vermischt schneller verdünste als reines Wasser, welches Saussure (Essais sur l'hygrometrie, Neuchatel 1783. §§. 257 — 261) aus einem Versuche von Wallerius über das schnellere Verdünsten des Kalkwassers folgerte. Nähere Versuche hierüber zeigten mir Folgendes: Ich ließ auf gleich großen Flächen Wasser und mit Wasser gesättigte Erden ruhig im Schatten verdünsten. Wenn ich die Oberfläche der befeuchteten Erde so vollkommen wie möglich verebnet hatte, so betrug die Verdünstung von der Erde so viel als vom Wasser; sie betrug hingegen etwas mehr als vom Wasser, wenn ich die Erde uneben mit Erhöhungen und Vertiefungen auf dieselbe Fläche verbreitete, wie es im Großen immer mehr oder weniger der Fall ist. Im Verhältnisse, wie die Erde nach und nach austrocknete, betrug die Verdünstung in gleichen Zeiten weniger. Dem Sonnenlicht ausgesetzt verdünstete von durchnäßten Erden mehr als vom Wasser; erstere, als

3) Die kohlensaure Kalkerde zeigt auch hier wieder, je nach ihrer verschiedenen Form, große Verschiedenheit; der Kalksand bildet einen sehr hitzigen Boden, während die feinste pulverförmige Kalkerde die Feuchtigkeit sehr lange zurückbehält, selbst länger als der Thon; demungeachtet besitzt sie vor dem Thon den bedeutenden Vorzug, daß sie die Säure tilgt, chemisch auf den Humus einwirkt und locker bleibt.

4) Der Humus bildet im reinen Zustand, ohne Beimischung einer Erde, eine nasse schwammige Masse, welche die Feuchtigkeit lange zurückbehält.

5) Die Bittererde behält die Feuchtigkeit auffallend länger zurück als alle übrige Erden, beinahe doppelt so lange als selbst reiner Humus; sie würde in ihrem reinen feinen Zustande einen sehr nassen kalten Boden bilden.

Volumensverminderung durch das Austrocknen.

Die meisten Erdarten ziehen sich durch das Austrocknen in einen engern Raum zusammen; es entstehen dadurch oft Risse und Sprünge im Boden,

mehr dunkle undurchsichtige Körper, erhielten zugleich eine höhere Temperatur. Uebrigens fand diese größere Verdünstung nur kurze Zeit, nämlich nur so lange statt, als hinreichende Feuchtigkeit vorhanden war. Die weiter unten bei der Wärme anzuführenden Beobachtungen zeigen, wie sich diese Erscheinung im Großen abändert.

welche in hohem Grade selbst schädlich auf die Vegetation einwirken, indem die feinen Pflanzenwurzeln, welche der horizontalen Richtung sich mehr oder weniger nähern und den Pflanzen gerade die meiste Nahrung zuführen, dadurch theils von Erde entblößt, theils zerrissen werden. In einigen Gegenden bedient sich der Landmann selbst eines Mittels, die Güte eines Bodens zu prüfen, welche zum Theil auf dieser Eigenschaft der Erden begründet ist. [15]) Man gräbt im geschlossenen ungepflügten Lande eine Grube, und füllt sie wieder mit der ausgegrabenen Erde aus; läßt sich die Grube mit der ausgeworfenen Erde wieder vollkommen ausfüllen, und bleibt selbst von der Erde noch etwas übrig, so soll dieses ein Zeichen eines guten Bodens sein; im entgegengesetzten Fall aber, wenn sich die Grube kaum oder nicht mehr damit anfüllen läßt, soll dieses einen schlechten Boden andeuten.

Um diese Eigenschaft der Erden einer messenden Vergleichung zu unterwerfen, bediente ich mich folgenden Verfahrens:

Ich formte von den verschiedenen Erden in ihrem gleichförmig durchnäßten Zustand gleich große regelmäßige Stücke von zehn Linien Höhe, Länge und Breite, also tausend Kubiklinien Inhalt, ließ sie im Schatten im Zimmer in einer Temperatur, welche zwischen zwölf bis fünfzehn Grad wechselte,

15) Schon ältere Schriftsteller, Virgil, Columella, führen dieses Mittel an, die Güte eines Bodens zu prüfen.

langsam austrocknen.[16]) Ich ließ sie einige Wochen liegen, so lange bis sie nichts mehr an Gewicht verloren, und bestimmte nun ihre Größe durch Hilfe eines genauen Maasstabs, mit welchem ich jede Seite bis auf 1/10 Linie messen und sein Volumen dadurch berechnen konnte; ich erhielt folgende Resultate:

Erdarten.	1000 Kub. Lin. verminderten ihr Volumen bis auf	1000 Theile verminderten daher ihr Volumen um
Feine kohlensaure Kalkerde	950 Kub. Lin.	50 Theile.
Lettenartiger Thon .	940	60
Lehmartiger Thon .	911	89
Klayartiger Thon .	886	114
Reiner Thon . .	817	183
Kohlensaure Bittererde	846	154
Humus	800	200
Gartenerde . . .	851	149
Ackererde von Hofwyl	880	120
Ackererde vom Jura	905	95

16) Durch höhere Temperaturen läßt sich zwar noch eine größere Volumensverminderung veranlassen; bekanntlich bediente sich so Wedgwood eines Würfels von Thon als eines Maaßes und Thermometers für die höhern Temperaturgrade; je größer die Hitze ist, desto geringer wird sein Volumen. Zweckmäßiger hielt ich es, hier bloß eine Temperatur anzuwenden, wie sie gewöhnlich in unserer Atmosphäre statt findet, um so mehr, da sich der Humus bei höhern Temperaturen verflüchtigt und kalkhaltige Erden in kaustischen Zustand übergehen würden.

Quarzsand, Kalksand und Gips verminderten ihr Volumen gar nicht oder nur sehr unbedeutend; sie zerfielen bei der leichtesten Berührung.

Allgemeine Bemerkungen über diese Versuche.

1) Der reine Humus erleidet unter allen Erdarten die größte Volumensverminderung durch das Austrocknen; er zieht sich um ein Fünftheil seines Volumens zusammen. Er erhält sein größeres Volumen wieder, so bald er befeuchtet wird. Hiermit stimmt eine Erscheinung zusammen, welche sich in humusreichen, feuchten Torfniederungen zeigt; man bemerkt in solchen Gegenden nicht selten eine bedeutende Erhöhung der Erdoberfläche, welche vorzüglich auffallend wird, wenn nach vorausgegangener feuchter Witterung strenge Kälte einfällt; das Erdreich wird dadurch nicht selten um mehrere Zolle erhöht; die Kristallisation des gefrierenden Wassers, welche immer mit einer Volumensvergrößerung verbunden ist, trägt zu dieser Erhöhung des Erdreichs hier noch mehr bei.

2) Unter den humusreinen Erden zeigt der Thon die größte Volumensverminderung durch das Austrocknen; durch Zusatz von Sand und Kalk vermindert sich diese Eigenschaft bedeutend.

3) Die Volumensverminderung durch das Austrocknen steht mit der wasserhaltenden Kraft der Erden in keinem gleichförmigen Verhältnisse, wie man etwa vermuthen könnte. Die feine kohlensaure Kalkerde besitzt eine sehr große wasserhaltende Kraft, demungeachtet beträgt ihre Volumensverminderung nur wenig; sie beträgt auf 1000 Theile nur 50,

während die des Thons bis auf 182 steigt. Eben so wenig steht diese Eigenschaft mit der Festigkeit und Konsistenz des Bodens in direktem Verhältnisse; der Humus besitzt eine weit geringere Konsistenz, als der Thon, demungeachtet ist seine Volumensverminderung durch das Austrocknen größer.

4) Das Zerfallen des Mergels unter dem Einflusse der Atmosphäre erklärt sich zum Theil aus dieser großen Verschiedenheit der Volumensverminderung, welchen Thon und feiner Kalk, die Bestandtheile des Mergels, durch die Feuchtigkeit erleiden; die einzelnen Theile werden dadurch in ihrem Gefüge und Zusammenhalt verändert, sie zerfallen.

5) Es erklärt sich hieraus zum Theil aber auch der vortheilhafte Einfluß des Kalkmergels vor der bloßen Beimischung des Sands zum Thon. Der feine Kalk vermindert die Konsistenz und Festigkeit des Bodens, während er zugleich eine große wasserhaltende Kraft und Lebensluftabsorbtion, chemische Wirkung auf Säure und Humus, besitzt, Fähigkeiten, welche der Sand nur in sehr geringem Grade und zum Theil gar nicht ersetzen kann.

6) Daß das oben erwähnte Mittel, durch Graben einer Grube die Güte des Bodens zu beurtheilen, sehr trügen könne, geht von selbst aus diesen Untersuchungen hervor. Die Humusquantität einer Erde wird sich daraus nie mit einiger Genauigkeit beurtheilen lassen, da die verschiedene Menge von Thon, Kalk und Sand so bedeutend die Zusammenziehung der Erde abändern können. Uebrigens stimmt diese alte Regel im Allgemeinen

mit diesen Versuchen überein; eine humusreiche Erde, welche aus einer Grube frei an die Luft kommt, kann sehr leicht durch Absorbtion von Feuchtigkeit ein größeres Volumen annehmen, welche nach den sogleich folgenden Versuchen bei humushaltigen Erden sehr bedeutend ist.

Ueber die Eigenschaft der Erden, in ihrem trockenen Zustand Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft zu absorbiren.

Wie vortheilhaft diese Eigenschaft der Erden auf die Vegetation einfliessen müsse, glaube ich hier nicht näher auseinandersetzen zu müssen; sie wird vorzüglich bei trockener Witterung die Fruchtbarkeit eines Bodens sehr befördern, wo den Tag über eine so große Verdünstung statt findet, welche die Nacht hindurch zum Theil wieder durch Absorbtion ersetzt werden kann.

Um diese Eigenschaft der Erden einer vergleichenden Untersuchung zu unterwerfen, bediente ich mich einer einfachen Scheibe von dünnem Eisenblech (der in Vorigem erwähnten ähnlich), auf welche ich gleiche Quantitäten der verschiedenen Erden in eine gleiche Oberfläche verbreitete; bei 200 Gran trockener feiner Erde auf eine Fläche von 10 Pariser Quadratzollen, bei 1000 Gran Erde auf 50 Quadratzolle. Um diese Erde einer gleich stark mit Wasserdünsten versehenen Luft auszusetzen, brachte ich die Scheibe jedesmal auf einem kleinen Träger unter eine Glasglocke von gleicher Größe

bei 10 Quadratzoll Fläche unter eine Glocke von 30 Pariser Kubikzoll Inhalt, welche unten mit Wasser gesperrt war.

Nach 12, 24, 48 und 72 Stunden wog ich jedesmal genau die Erde mit der Scheibe, und erhielt dadurch die Quantität der absorbirten Feuchtigkeit; die Temperatur des Zimmers wechselte bei diesen Versuchen zwischen 12 — 15° R. Die Resultate derselben sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

Absorbtion von Feuchtigkeit.

V.

Erdarten.	Fähigkeit, Feuchtigkeit zu absorbiren. 1000 Gran Erde in eine Fläche von 50 Quadr. Zoll verbreitet absorbirten			
	in 12 Std.	in 24 Std	in 48 Std.	in 72 Std.
Quarzsand . .	0	0	0	0
Kalksand . .	2 Gr.	3	3	3 Gr.
Gipserde . .	1	1	1	1
Lettenartiger Thon	21	26	28	28
Lehmartiger Thon	25	30	34	35
Klayartiger Thon	30	36	40	41
Reiner Thon .	37	42	48	49
Feine Kalkerde .	26	31	35	35
Talkerde . . .	69	76	80	82
Humus . . .	80	97	110	120
Gartenerde . .	35	45	50	52
Ackererde von Hofwyl	16	22	23	23
Ackererde vom Jura	14	19	20	20

Allgemeine Bemerkungen über diese Eigenschaft der Erden.

1) Die Erden absorbiren immer am meisten in den ersten Stunden; in dem Verhältnisse, als die Erden Feuchtigkeit aufgenommen haben, absorbiren sie weniger. Nach einigen Tagen hört gewöhnlich alle weitere Absorbtion auf; die Erden scheinen gesättigt zu sein. Sie absorbirten mehr bei Nacht als bei Tage, wahrscheinlich wegen der geringern Temperatur bei Nacht.

2) Der Humus absorbirt unter allen Erdarten die meiste Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft, selbst mehr als die Bittererde.

2) Die Thonarten absorbiren destomehr Feuchtigkeit, je weniger Sand sie enthalten; sie absorbiren übrigens nie so viel als der Humus.

3) Reiner Quarzsand und Gipserde sind die einzigen Erden, bei welchen ich gar keine oder nur unbedeutende Absorbtion von Feuchtigkeit bemerken konnte: sie werden daher auch in dieser Hinsicht, wo sie überwiegen, einen sehr unfruchtbaren, trockenen, hitzigen Boden bilden. Gebrannter Gips zeigt gerade das Gegentheil. Dieser absorbirt sehr viel; künstlich durch Schwefelsäure aus einer salzsauern Kalkauflösung durch Präzipitation erhaltener absorbirt ebenfalls bedeutend; 1000 Gr. absorbirten in 24 Stunden 25 Gran. Den obigen hatte ich durch Zerstoßen und Pulverisiren aus weißem natürlichen Gips erhalten.

4) Obgleich zusammengesetzte Erden im Allgemeinen desto mehr Feuchtigkeit absorbiren, je mehr Humus sie enthalten, so läßt sich demungeachtet

die Fruchtbarkeit eines Bodens aus diesem Kennzeichen nicht hinreichend beurtheilen, weil auch feiner reiner Thon, feine Kalkerde und Bittererde ohne allen Humusgehalt sehr viele Feuchtigkeit absorbiren. In der obigen Tabelle sind einige Fälle dieser Art angeführt. Eine sehr fruchtbare Gartenerde von 7,2 Prozent Humusgehalt absorbirte in zwölf Stunden 35 Gran, eine fruchtbare Ackererde 16 Gran, während reiner unfruchtbarer Thon in derselben Zeit 37, Kalkerde 26, und Bittererde 69 Gran absorbirten. [17])

17) Davy sagt, in seinen Elementen der Agrikultur-Chemie, S. 209 der deutschen Ausgabe: „Ich habe das Vermögen, welches mehrere Arten von Ackererden besitzen, Feuchtigkeit zu absorbiren, verglichen, und stets gefunden, daß es in den fruchtbaren Erden am größten war, so daß dieses ein Kennzeichen von der Fruchtbarkeit des Bodens abgibt.“ Davy bestimmte ihre Absorbtion auf folgende Art: 1000 Theile der Erde wurden bei 212° Fahrenh. getrocknet, und eine Stunde lang einer mit Feuchtigkeit gesättigten Luft bei einer Temperatur von 62° Fahr. ausgesetzt; er erhielt folgende Resultate:

1000	Theile einer, 9 Prozent vegetabilischer Substanz enthaltenden, sehr fruchtbaren Ackererde von Ormiston absorbirten . . .	18 Gran.
1000	— eines fruchtbaren Bodens von den Ufern des Flusses Parret . .	16 —
1000	— einer Ackererde von Bersea, wovon der Aere 45 Schilling werth war	13 —
1000	— von Essex, 28 Schilling werth	11 —
1000	— grober Sand, 15 Schilling werth	8 —
1000	— Heide von Bagshot . . .	3 —

5) Diese Fähigkeit der Erden steht zwar oft, jedoch nicht immer, in direktem Verhältnisse mit schwer wasserhaltender Kraft; eben so wenig steht sie immer im indirekten Verhältnisse mit ihrer Fähigkeit auszutrocknen, indem die verschiedene Oberfläche und das Volumen der Erde sehr viel hierauf einfliessen.

Ueber die Absorbtion der Lebensluft durch die Erden.

Schon vor mehrern Jahren machte Alexander von Humboldt [18]) auf diese merkwürdige Eigen-

Trommsdorff führt, in seinen Anfangsgründen der Agrikultur-Chemie, Gotha 1816, S. 97, ebenfalls diese Erfahrungen von Davy an.

Da Davy nicht die Fläche angibt, auf welche er die Erden bei diesen Versuchen ausbreitete, auch nicht ihre chemische Bestandtheile, so lassen sie sich nicht näher mit den obigen Versuchen vergleichen.

Daß fruchtbare Erden vorzüglich viele Feuchtigkeit absorbiren, und daß sich auch bei Ackererden, welche ähnliche chemische Bestandtheile haben und mehr bloß in Beziehung auf ihren Humusgehalt von einander verschieden sind, durch dieses Mittel auf ihre Fruchtbarkeit schliessen lasse, stimmt völlig mit meinen Versuchen überein; daß sich aber auf dieses Kennzeichen kein Fruchtbarkeitsmesser begründen lasse, geht deutlich aus den obigen Resultaten hervor.

18) Gilberts Annalen der Physik, erster Band, S. 512 der ältern Folge.

schaft der Erden aufmerksam; später wurde sie von einigen Naturforschern bezweifelt. Ich unterwarf sie in Beziehung auf die im Großen vorkommenden Erden aufs neue einer nähern vergleichenden Untersuchung, und hoffe durch folgende Versuche die Ursache dieser verschiedenen Meinungen aufgefunden zu haben. Die Art, wie ich diese Untersuchungen anstellte, ist folgende:

Ich brachte von jeder Erde 200 Gran in ihrem trockenen und völlig befeuchteten Zustande in gleich große gläserne Flaschen, welche 3 Pariser Kubikzoll atmosphärische Luft von 21 Prozent Lebensluftgehalt enthielten; verschloß sie luftdicht [19]), ließ sie bei einer mittlern Temperatur von 12 — 15° R. gleiche Zeiten stehen, und untersuchte alsdann die darüberstehende atmosphärische Luft auf ihren Gehalt an Lebensluft durch das Voltaische Eudiometer.

Um näher die Quantität der absorbirten Lebensluft mit der Quantität der absorbirten Feuchtigkeit vergleichen zu können, wandte ich größere Quantitäten von Erde und Luft an [20]); ich brachte

19) Am reinsten geschieht diese Verschliessung durch Glasstöpsel, die aussen verkittet und mit Wasser gesperrt werden können, indem durchnäßter Kork selbst schon etwas Lebensluft absorbirt, wie mir dieses einige Versuche zeigten.

20) Es liesse sich gegen die obigen Versuche über die Absorbtion der Feuchtigkeit die Einwendung machen, daß auf obige Art nicht nur die Menge der absorbirten Feuchtigkeit, sondern auch die der Lebensluft

1000 Gran Erde in 15 Kubikzoll Luft, und berechnete alsdann aus dem Volumen der absorbirten Luft ihr Gewicht, wobei ich das Gewicht eines Kubikzolls Lebensluft = 0,42 Gran setzte. Bei der Bittererde allein konnte ich dieses Verhältniß nicht wegen ihrer großen Leichtigkeit beibehalten; ich nahm nur die Hälfte derselben in Vergleichung mit den übrigen Erden.

Die Resultate dieser Untersuchungen sind in folgender Tabelle zusammengestellt; sie beruhen nicht auf einzelnen, sondern auf Mitteln von mehrern Versuchen.

zugleich mitgemessen würde; diese Versuche zeigten mir aber, daß die Menge der absorbirten Lebensluft dem Gewicht nach so wenig beträgt, daß sie in Vergleichung mit der der Feuchtigkeit nicht in Betrachtung kommt. Sie beträgt nur Grane und Theile derselben, während die der Feuchtigkeit bis auf Hunderte von Granen ansteigt. Hierzu kommt noch, daß bei trockenen Erden gar keine Lebensluftabsorbtion statt findet, und sie durch die Feuchtigkeit erst eingeleitet wird.

Absorbtion der Lebensluft durch die Erden.

VI.

Erdarten.	Absorbtion im völlig trockenen Zustand	Im durchnäßten Zustand absorbirten 1000 Gr. Erde aus 15 Kubikzollen atm. Luft, welche 21 Prozent Lebensluft enthielt, in 30 Tagen		
		nach Prozenten	dem Volumen nach	dem Gewicht nach
		Prozent.	in K. Zoll.	in Granen
Quarzsand . . .	0	1,6	0,24	0,10
Kalksand	0	5,6	0,84	0,35
Gipserde	0	2,7	0,40	0,17
Lettenartiger Thon	0	9,3	1,39	0,59
Lehmartiger Thon	0	11,0	1,65	0,70
Klayartiger Thon .	0	13,6	2,04	0,86
Reiner Thon . . .	0	15,3	2,29	0,97
Feine Kalkerde . .	0	10,8	1,62	0,69
Humus	0	20,3	3,04	1,29
Talkerde	0	17,0	2,55	1,08
Gartenerde . . .	0	18,0	2,60	1,10
Ackererde von Hofwyl	0	16,2	2,43	1,03
Ackererde vom Jura	0	15,0	2,25	0,95

1) Die Absorbtion der Lebensluft durch die Erden ist bedeutend verschieden, je nachdem sie in ihrem völlig trockenen oder durchnäßten Zustande sich befinden. Im erstern Falle findet keine Absorbtion statt [21]); im letztern Falle findet sie allge-

21) Ich ließ einige Erden, reine Thonerden und fruchtbare Ackererden, sieben Monate lang in ihrem ausge-

mein bei den im Großen beim Landbau vorkommenden Erden statt, wobei die einzelnen Erden selbst bedeutende Verschiedenheiten zeigten. Um sie völlig durchnäßt anzuwenden, sättigte ich sie zuvor mit Wasser je nach dem verschiedenen Grade ihrer wasserhaltenden Kraft, welche mir aus den frühern Versuchen bekannt war.

2) Die Absorbtion der Lebensluft durch die Erden findet nicht nur in ihrem gewöhnlich durchnäßten Zustande statt: sie geht auch dann noch von statten, wenn die Oberfläche der Erden selbst mit einer dünnen Schichte von Wasser bedeckt ist, wovon mich eine eigene Reihe von Versuchen überzeugte. Ich wandte hierzu dasselbe Quantum Erde an, verschloß sie in gleiche Gefäße, und setzte soviel Wasser zu, bis jede Erde zwei Linien hoch mit Wasser bedeckt war. Die Absorbtion fand ebenfalls statt; auch hier absorbirten Gips und Sand nur sehr wenig, während Thon, Humus und Bittererde sehr viele Lebensluft absorbirten. Bloßes Wasser in gleicher Quantität und gleichen Gefäßen absorbirte in derselben Zeit nichts oder höchstens Theile von Prozenten.

Ich glaube diese Versuche hier besonders deswegen anführen zu müssen, weil durch sie dem Einwurf begegnet wird, als geschähe die Absorbtion nicht an und durch die Erden, sondern durch das

trockneten Zustand in einem Gefäß luftdicht eingeschlossen; bei ihrer Eröffnung fand ich den Lebensluftgehalt noch wie zuvor: dieselben Erden befeuchtet, absorbirten die Lebensluft wie gewöhnlich.

Wasser. Daß Feuchtigkeit die Absorbtion befördert und begünstigt, und daß sie durch Vermittelung des Wassers geschieht, ist allerdings richtig; woher aber diese Verschiedenheit der Größe der Absorbtion, bei gleicher Bedeckung mit Wasser, wenn nicht die Erden selbst bei diesem Prozesse verschieden wirksam wären?

2) Die größte Lebensluft-Absorbtion zeigt unter den gewöhnlichen Erden der Humus; ihm nähern sich die Thonarten; die geringste zeigt der Sand; fruchtbare humusreiche Erden absorbiren im Allgemeinen immer mehr, als andere an Humus und Thon ärmere. Die über diesen Erden stehende Luft wird nach und nach so arm an Lebensluft, daß sie sich im Eudiometer mit brennbarer Luft nicht mehr entzündet (ich mußte ihr noch Lebensluft zusetzen, um sie zum Entzünden zu bringen); Lichter würden in ihr erlöschen und Thiere ersticken.

4) Die Absorbtion der Lebensluft durch die gewöhnlichen Erden (mit Ausnahme des Humus) scheint übrigens mit keiner innigen chemischen Verbindung zu geschehen. Werden die Erden in erhöhter Temperatur (von 60 bis 70° R.) getrocknet, so absorbiren sie nachher unter denselben Umständen wieder aufs neue Lebensluft, so daß sich mit derselben Erde mehrere mal derselbe Versuch wiederholen läßt.

5) Der Humus zeigt sich in dieser Beziehung von den gewöhnlichen Erden bedeutend verschieden; er erleidet durch die Absorbtion der Lebensluft eine wirkliche chemische Veränderung, indem sich ein Theil seiner kohlichten Theile mit der Lebens-

luft zu Kohlensäure verbindet, welche in die darüber stehende Luft übergeht, welches bei reinen Erden nie der Fall ist. Wird dieser Prozeß lange fortgesetzt, während zugleich der Humus mit Wasser bedeckt ist, so geht seine braune Farbe nach und nach in eine schwarze über, und es bildet sich sogenannter verkohlter Humus. Es gelang mir auf diese Art im Kleinen eine Erscheinung zu erhalten, welche so oft im Großen in sumpfigen Gegenden statt findet, wo sich nicht selten eine schwarze nasse sogenannte Torferde mit sauerm und verkohltem Humus findet, welche zuweilen selbst Phosphorsäure und Essigsäure enthält und für die Vegetation gewöhnlich untauglich ist.

6) Bei dieser Lebensluftabsorbtion durch die Erden findet eine wirkliche Volumensverminderung in der darüber stehenden Luft statt, nie eine Luftvermehrung, wie es etwa durch Wasserzersetzung geschehen könnte; bei der Oeffnung der Gefäße unter Wasser bemerkte ich ein schnelles Eindringen und Erhöhen des Sperrwassers. Um mich näher von dieser Volumensverminderung zu überzeugen, brachte ich die einzelnen Erden in Glasflaschen, deren oberes Ende ich durch eine abwärts gebogene feine Glasröhre mit Wasser sperrte; schon in wenigen Stunden konnte ich bei dieser einfachen Vorrichtung eine Volumensverminderung durch Erhöhen des Sperrwassers bemerken, bei derselben Temperatur und Schwere der umgebenden Luft; die Absorbtion währte mehrere Tage fort, so lange bis alle Lebensluft absorbirt war. Ob ausser Lebensluft auch Stickluft und brennbare Luft von den Erdarten

absorbirt werden, soll eine meiner nächsten Untersuchungen sein; die Absorbtion von Stickluft, wenn anders eine statt finden sollte, scheint übrigens nicht bedeutend zu sein, da meine eudiometrischen Versuche bis jetzt gut mit dieser Volumensverminderung übereinstimmen.

7) Wärme und Kälte haben bedeutenden Einfluß auf die Stärke dieser Lebensluftabsorbtion. Ich verschloß mehrere gleiche Quantitäten der Hofwyler Ackererde in gleich große Gefäße; die in einer Wärme von 15 — 22° stehenden absorbirten schneller die Lebensluft, als die in einer geringern Temperatur von 8 — 10° in einem Keller; gefrorne und mit einer dünnen Eisschichte überzogene absorbirten in zwanzig Tagen gar nichts, so wenig als völlig trockene Erden.

8) Die im Sonnenlicht stehenden zeigten mir eine merkwürdige Erscheinung. Ich hatte absichtlich über der Oberfläche der Erde einige Linien hoch Wasser stehen lassen; in Zeit von acht Tagen fand ich (im September) bei anhaltend heiterer Witterung die Oberfläche des Wassers mit der sogenannten Priestleyschen Materie (kleinen Konferven) bedeckt. Mit ihrer Bildung nahm die Quantität der Lebensluft in der darüberstehenden atmosphärischen Luft wieder zu; ich erhielt in einigen Tagen eine absolute Vermehrung der Lebensluft; in vierzehn Tagen hatte sie sich von 21 Prozent bis 28 Prozent vermehrt. Im Oktober wiederholte ich diese Versuche, die öfters wiederkehrende trübe Witterung war ihnen aber nicht mehr günstig. Ich bemerkte zwar nach zehn Tagen unter anfangender

Bildung der Priestleyschen Materie ebenfalls einige Lebensluftzunahme; mit der länger eintretenden trüben Witterung nahm aber ihre Bildung nicht weiter zu, und die Lebensluft selbst wurde wieder wie gewöhnlich bei den Erden absorbirt. Bei allen diesen Versuchen verschloß ich immer gleiche Quantitäten Erde in mehrere Gefäße, so daß ich alle vier oder fünf Tage eine vergleichende Analyse mit den im Schatten und Sonnenlicht stehenden vornehmen konnte.

In dem folgenden Sommer wiederholte ich diese Versuche. Ich brachte gleiche Quantitäten von Erde in vierzehn gleich große Gefäße, in allen überdeckte ich die Erde eine Linie hoch mit Wasser. Sieben davon setzte ich ins Freie, so daß das Sonnenlicht bei heiterer Witterung täglich gegen acht Stunden lang darauf einwirken konnte; die sieben übrigen stellte ich in Schatten; in sieben andere brachte ich völlig getrocknete Erde. Den 1 Mai verschloß ich alle Gefäße luftdicht; ich erhielt folgende Resultate:

Tag der Untersuchung	Lebensluftgehalt			Bemerkungen.
	über trockn. Erde	über feuchter Erde		
		im Schatt.	im Sonnenlicht	
1 Mai	21,1	21,1	21,1	Die Gefäße wurden luftdicht geschlossen.
25 Mai	21,1	13,6	22,6	Die Witterung war seither mehr trüb als heiter, so daß sich kaum eine Priestleysche Materie zu bilden anfing.
3 Juni	21,1	7,6	23,2	Wenige heitere Tage.
13 Juni	21,1	4,2	25,6	Die Priestleysche Materie hatte sich seither etwas vermehrt.
3 Juli	21,1	0	27,0	Einzelne heitere Sommertage, vermehrte Konferven.
15 Juli	21,1	0	22,8	Größtentheils trübe, oft rauhe nasse Witterung.
9 Augst	21,1	0	28,1	Seit vier Tagen sehr heitre schöne Sommerwitterung.

Diese Versuche zeigen, wie auffallend verschieden sich diese Lebensluft-Absorbtion, je nach den Umständen abändert; es erklärt sich vielleicht zum Theil hieraus, warum einzelne Naturforscher verschiedene Resultate erhielten. Sie zeigen aber aufs

Neue, daß wir der Einwirkung des Lichts auf die Vegetation vorzüglich die Wiedererzeugung der Lebensluft für unsere Atmosphäre zu danken haben.

8) Um die Lebensluft-Absorbtion durch eine dünne Wasserschicht hindurch weiter zu verfolgen, verschaffte ich mir eine eisenhaltige Auflösung von Kalkerde in Salzsäure aus einem blauen Kalkmergel, aus der ich durch kohlensaures Kali die Kalkerde und das Eisenoxyd zugleich präzipitirt hatte; ich erhielt einen weißgrauen Niederschlag, von welchem ich aus frühern Versuchen wußte, daß er sich, frei an der Luft liegend, durch weitere Oxydation des Eisens bald röthete.

Ich brachte gleiche Quantitäten dieses Niederschlags in mehrere gleich große zylinderförmige Gefäße, überdeckte sie mit verschiedenen Quantitäten von Wasser von einigen Linien bis fünf Zoll Höhe; einige dieser Gefäße verschloß ich luftdicht, während sie zugleich noch hinreichend Luft zur Absorbtion enthielten; andere verschloß ich völlig mit Wasser gefüllt ohne alle Luft. Ich beobachtete Folgendes:

Die nur einige Linien hoch mit Wasser überdeckten Erden erhielten schon in vierundzwanzig Stunden auf ihrer Oberfläche eine rothe Farbe als Folge der Oxydation; die Tiefe dieser geröthete-ten Schicht nahm täglich mehr zu, und erreichte nach und nach in sechs Wochen eine Breite von anderthalb Linien. Je breiter sie wurde, desto langsamer schien die Oxydation weiter in die Tiefe zu dringen; nach drei Monaten betrug sie bis zwei Linien an Tiefe. Die zwei bis fünf Zoll hoch mit

Wasser überdeckten Erden erhielten erst mehrere Tage später auf ihrer Oberfläche eine schwache Färbung, welche langsam tiefer ging; die bloß mit Wasser überdeckten, luftdicht von der atmosphärischen Luft abgeschlossenen Erden zeigten keine Spur von Oxydation; selbst nach drei Monaten konnte ich nichts davon bemerken. Bei den zum Theil mit Wasser und größtentheils mit Luft erfüllten, oben geschlossenen Gefäßen röthete sich die Erdoberfläche ebenfalls, jedoch bedeutend weniger, wenn das Gefäß nur wenig Luft enthielt; zugleich verminderte sich die darüberstehende Luft; ihre Lebensluft wurde absorbirt, wie mir dieses nachher die eudiometrische Prüfung zeigte. Von einer Wasserzersetzung und brennbaren Luftentwickelung konnte ich nichts bemerken.

Diese Versuche zeigen deutlich die Oxydation der Erden und Durchdringung der Lebensluft selbst durch eine dünne Wasserschicht hindurch, eine Erscheinung, welche sich bei der Oxydation des Blutkuchens durch das über ihm stehende Serum und selbst durch thierische Häute wohl auf ähnliche Art nachweisen liesse; sie machen es aber zugleich auch wahrscheinlich, daß die Absorbtion der Lebensluft durch die Ackererden ausser dem Humus vorzüglich durch die immer in ihnen sich findenden Eisenoxyde veranlaßt werde. Es erklärt sich zugleich aus diesen Versuchen, warum ich oben mit derselben Erde wiederholt denselben Versuch der Lebensluftabsorbtion anstellen konnte; die Oxydation dringt nur sehr langsam tiefer, und nur die oberste Schicht der angewandten Erde scheint sich mit Lebensluft

zu verbinden, so daß bei einem zweiten und dritten Versuch noch Erde genug zur Absorbtion vorhanden ist, abgesehen davon, daß sich beim Trocknen wieder Lebensluft verflüchtigen könnte; da diese Versuche nur mit befeuchteten Erden gelingen.

9) Um mich näher zu überzeugen, in wie fern Humustheile und Metalloxyde auf diese Lebensluftabsorbtion einfliessen, verschaffte ich mir folgende Erdarten: 1) eine gewöhnliche fruchtbare Gartenerde; 2) dieselbe Erde von den in Wasser und Kali auflöslichen Humustheilen durch wiederholtes Kochen mit Kaliauflösung gereinigt; 3) dieselbe Erde eine halbe Stunde lang im offenen Tiegel unter anhaltendem Umrühren geglüht (Humus, Pflanzenfasern und Kohle verflüchteten sich dadurch, und die Erde erhielt eine hellrothe Farbe durch Erhöhung der Oxydation ihres Eisenoxyds; 4) gewöhnlicher Lehm; 5) derselbe Lehm geglüht (er erhielt dadurch eine hochrothe Farbe); 6) Thonerde weiß durch Präzipitation aus reiner Alaunauflösung vermittelst Kali erhalten; 7) dieselbe Thonerde zuvor geglüht und von Eisenkalk gereinigt; 8) gewöhnlich weiße Kalkerde, etwas eisenhaltig; 9) weißer Cararischer Marmor pulverisirt; 10) derselbe geglüht; 11) gewöhnliche weiße kohlensaure Bittererde; 12) dieselbe zuvor geglüht; 13) gewöhnlicher weißer Gips, etwas eisenhaltig; 14) derselbe zuvor geglüht. Der Lebensluftgehalt der in die Gefäße eingeschlossenen atmosphärischen Luft war 21,1 Prozent. Ich erhielt folgende Resultate:

Erdarten befeuchtet.	Lebensluftgehalt nach 28 Tagen.
Fruchtbare Gartenerde . . .	10,4 Proz.
Dieselbe vom auflöslichen Humus rein	17,0
Dieselbe zuvor geglüht . . .	20,9
Gewöhnlicher gelblicher Lehm . .	18,1
Derselbe zuvor geglüht . . .	21,0
Weiße feine Thonerde . . .	16,3
Dieselbe zuvor geglüht . . .	21,1
Gewöhnliche weiße Kalkerde . .	17,1
Weißer Cararischer Marmor . .	20,9
Derselbe zuvor geglüht . . .	21,0
Gewöhnliche weiße kohlensaure Bittererde	13,8
Dieselbe zuvor geglüht . . .	21,1
Gewöhnlicher weißer Gips, etwas eisenhaltig	19,8
Derselbe zuvor geglüht . . .	20,9

Die gewöhnliche Kalkerde enthält fast immer Eisen; selbst der weiße kararische Marmor und kristallisirte Kalkspath sind nicht frei davon. Bei den Thonarten, selbst wenn sie weiß sind, ist dieses noch mehr der Fall; Thon und Alaun sind nur schwer völlig von Eisen zu reinigen.

Es wird aus diesen Versuchen sehr wahrscheinlich, daß die gewöhnlich beim Landbau vorkommenden Erden ihre Fähigkeit, die Lebensluft zu absorbiren, theils Eisenoxyden, theils Humustheilen zu danken haben, zwei Substanzen, welche sich in jeder Ackererde finden; durch Glühen werden die erstern in erhöhten Oxydationszustand gebracht und die letztern am sichersten verflüchtigt, so daß

die Lebensluftabsorbtion aus einem doppelten Grunde nach dem Glühen nicht mehr oder nur in sehr geringem Grade statt finden kann.

10) Ausser dieser durch das Eisenoxyd und den Humus vermittelten, mehr chemischen, Absorbtion von Lebensluft scheinen aber die Erden zugleich noch auf eine andere mehr physikalische Art die Lebensluft zu absorbiren, welche sich mehr an Adhäsion als eigentlich chemische Verbindung anschließt. Mehrere der obigen Erden zeigten mir noch immer eine Lebensluftabsorbtion, obgleich ich weder Humus noch Eisenoxyd in ihnen entdecken konnte; die durch ihre Lockerheit sich auszeichnende Bittererde zeigte dieses in auffallendem Grade. Diese Erscheinung schließt sich an die vor wenigen Jahren von Theodor v. Saussure angestellten merkwürdigen Versuche, denen zufolge [22]) die meisten lockern Körper die Fähigkeit besitzen, Luftarten zu absorbiren und in sich zu verdichten, ohne sie gerade chemisch mit sich zu verbinden; poröse zusammenhängende Körper lassen bei vermindertem Druck der Luft die absorbirten Luftarten wieder unverändert von sich. Ruhland zeigte vor Kurzem [23]), daß ausser den Erden viele Körper, welche auch keine oxydirbare Stoffe enthalten, die Fähigkeit besitzen, die Lebensluft vorzugsweise zu absorbiren, vorzüglich unter Vermittelung von Feuchtigkeit oder in höherer Temperatur. Durch Glühhitze verlieren sie diese Fähigkeit, sättigen sich gleichsam mit Lebens-

22) Gilberts Annalen der Physik, Bd. 47 S. 113.

23) Schweiggers Journal der Chemie, Bd. 18 S. 30.

luft, erlangen aber wieder diese Fähigkeit, wenn sie einige Zeit an der Luft liegen. Die Körper scheinen nach diesen Versuchen im Stande zu sein, nachdem sie schon eine chemische Verbindung eingegangen haben, noch über diese hinaus zu wirken, und eine neue weitere Anziehung zu äussern, welche aber doch nicht hinreichend ist, ein neues chemisches Produkt, eine höhere Oxydationsstufe, zu begründen.

Ich behalte im Allgemeinen die obigen Resultate der ersten Zusammenstellung bei, weil wir im Großen beim Landbau nicht mit chemisch-reinen Präparaten, sondern mit obigen Haupterdarten zu thun haben, und diese immer mehr oder weniger Lebensluft absorbiren, wovon mich einige hundert seit zwei Jahren wiederholt angestellte Versuche überzeugten.

Erscheinungen, welche sich aus dieser Lebensluftabsorbtion erklären.

1) Es ist durch eine Menge Thatsachen erwiesen, daß die Lebensluft eine der wichtigsten Rollen in der thierischen und Pflanzenökonomie spielt, daß sie die Entwickelung der organischen Theile, insbesondere (nach Saussure's und Decandolle's Beobachtungen) die Keimung der Samen beschleunigt; durch Bearbeitung, Pflügen und Auflockern, des Bodens werden abwechselnd andere Erdschichten mit der Luft in Berührung gebracht und durch Lebensluftabsorbtion gleichsam befruchtet. Es scheint dieses um so nöthiger zu sein, indem die Lebens-

luft nur langsam tiefer als einige Linien nach obigen Versuchen eindringt.

2) Vergleicht man verschiedene Lagen und Schichten von Ackererden, so bemerkt man immer, daß die tiefer liegenden weniger fruchtbar sind als die, welche unmittelbar mit der Atmosphäre in Berührung stehen, und daß es einige Zeit bedarf, um solche Erden, wenn sie auch übrigens chemisch in dem gehörigen Verhältnisse zusammengesetzt sind, zu einem gehörigen Ertrag zu bringen; bei neuen Umbrüchen oder bei zuvor fruchtbaren Erden, über welche zufällig lange Zeit andere Körper zu liegen kamen und den freien Luftgenuß abhielten, bemerkt man diese Erscheinung oft in einem auffallenden Grade.

3) Es erklärt sich zum Theil hieraus, warum Thon und humushaltige Erden, wenn sie zugleich die gehörige Lockerheit besitzen, gewöhnlich die fruchtbarsten sind; die Lebensluftabsorbtion wird bei ihnen vorzüglich leicht vor sich gehen.

4) Es erklärt sich hieraus die Erleichterung, welche man bei Lungensüchtigen bemerkt haben will, wenn sie die über frisch gepflügten Aeckern befindliche Luft einathmen, oder wenn große Haufen fruchtbare Gartenerden an ihre Betten gebracht werden; eine solche Luft muß verhältnißmäßig weniger Lebensluft und dagegen mehr Stickluft und kohlensaure Luft als gewöhnliche Luft enthalten.

5) Eine wichtige Folge dieser Lebensluftabsorbtion durch die Erden ist die Entstehung der erstikkenden Luftarten, der sogenannten bösen Wetter in

unterirdischen Behältnissen und Bergwerken; es wird sich in diesen Stickluft ansammeln, wenn die umgebenden feuchten Erdschichten (vorzüglich Thonarten) die Lebensluft absorbiren; es wird sich zugleich kohlensaure Luft bilden, wenn diese Erdschichten humus- und kohlenhaltig sind, wie bei Kohlenblende und Steinkohlen dieses der Fall ist, und es wird sich sogar brennbare Luft und Knallluft erzeugen, wenn die Lebensluftabsorbtion mit einer Wasserzersetzung (durch Metalle veranlaßt) verbunden ist.

6) Die Bildung des Salpeters und der Salpetersäure findet vorzüglich in den untern Schichten der Atmosphäre statt; sie ereignet sich insbesondere in humushaltigen Thonschichten: man errichtet in einigen Gegenden ganze Schichten und Mauern von Thon, um diese Salpeterbildung zu befördern. Die Kalkerde, welche bei dieser künstlichen Salpeterbildung mit Vortheil zugesetzt wird, trägt zur schnellern Zersetzung der thierischen Theile bei, während die Thonerden vorzüglich die Lebensluftabsorbtion befördern können; wahrscheinlich wird dieses, weil Stickluft theils in der atmosphärischen Luft, theils in den faulenden thierischen Substanzen in hinreichender Menge vorhanden ist, während sich die Salpetersäure vorzüglich durch ihren starken Gehalt an Lebensluft auszeichnet.

Ueber die wärmehaltende Kraft der Erden (spezifische Wärme).

Ich verstehe hier unter wärmehaltender Kraft der Erden die verschiedene Menge von Wärme, welche sie bei derselben Temperatur der umgebenden Luft in sich aufnehmen können, und welche sie, in eine niedrigere Temperatur gebracht, mehr oder weniger lang zurückbehalten. Ich stellte über diesen Gegenstand mehrere Versuche an: 1) durch Vermischen der Erden mit verschieden erwärmtem Wasser; 2) durch Lavoisiers Kalorimeter; 3) durch Erwärmung gleicher Quantitäten bis auf einen gleichen Temperaturgrad, und Beobachtung der Zeit, welche nöthig war, um wieder bis auf denselben Grad zu erkalten. Die zwei ersten Methoden haben in der Anwendung bei vergleichenden Versuchen viele Schwierigkeiten; die Erden selbst besitzen zu dem Wasser bedeutend verschiedene Anziehung, und verbinden sich nicht mit der gleichen Geschwindigkeit beim Vermischen mit demselben; bei Lavoisiers Kalorimeter sollte man immer gleiche Temperatur der verschiedenen Erden, gleich feines Eis, oder gleich stark im äussern Gefäß zusammengedrückten Schnee besitzen, welcher das geschmolzene Wasser in sich zum Theil aufnimmt, und wo möglich gleiche niedrige Temperatur der äussern umgebenden Luft anwenden können. Ich blieb so bei der letztern dritten Methode, welche sich mit weniger Schwierigkeiten vergleichend bei den Erden

anwenden läßt. [24]) Ich verglich die Erden alle bei gleichen Quantitäten dem Volumen nach, indem mir diese Vergleichungsart bei den Erden im Großen die einzige richtige zu sein scheint; ich

24) Dalton nimmt die verschiedenen Zeiten des Erkaltens genau der spezifischen Wärme der Körper entsprechend an (siehe dessen System des chemischen Theils der Naturwissenschaft, 1812, S. 68). Prof. Mayer zu Göttingen nimmt an, daß die Zeiten, in denen zwei Körper um gleich viel Grade erkalten, sich beinahe verhalten, wie die Produkte aus ihren Massen in die spezifische Wärme (siehe dessen Naturlehre, dritte Ausgabe, 1812). Langsdorff unterscheidet (in seinen Grundlehren der mechanischen Wissenschaften) das Selbstleitungsvermögen von ihrem Ableitungsvermögen. Ein Körper ist ein desto besserer Selbstleiter für Wärme, je kürzer die Zeit ist, welche er bei gleichem Volumen unter sonst gleichen Umständen braucht, um von einer bestimmten höhern Temperatur sich zu einer bestimmten niedern abzukühlen. Ein besserer Selbstleiter ist allemal ein schlechterer Ableiter, und umgekehrt. Hofrath Böckmann zu Karlsruhe stellte eine schätzbare Reihe von Versuchen über dieses Ableitungsvermögen der Körper für Wärme an; sie bestätigen die Verschiedenheit zwischen Ableiter und Selbstleiter (dessen Preisschrift über Wärmeleitung, 1812). Der Sand hat in Vergleichung mit den übrigen Erden nach diesen verschiedenen Benennungen das geringste Selbstleitungsvermögen, das größte Ableitungsvermögen, die geringste spezifische Wärme in gleichen Quantitäten dem Gewicht nach, die größte spezifische Wärme in gleichen Quantitäten dem Volumen nach. Ich begreife die auf obigem Wege erhaltenen Resultate unter

erhielt für den Sand durch die drei oben erwähnten Methoden bei gleichen Quantitäten dem Volumen nach die größte spezifische Wärme in Vergleichung mit den übrigen Erden.

Zur Bestimmung dieser wärmehaltenden Kraft bediente ich mich näher folgenden Verfahrens: Ich brachte die einzelnen bis auf 50° R. erwärmten Erden in ein reguläres Gefäß von dreißig Pariser Kubikzoll Inhalt, in dessen Mitte ein empfindliches Thermometer befindlich war, und bemerkte die Zeit, welche die einzelnen Erden nöthig hatten, um von 50° R. bis 17° R. zu erkalten; die Temperatur des Zimmers war + 13° R. Aus der verschiedenen Länge der Zeit, welche die Erden zu ihrer Abkühlung nöthig hatten, erhielt ich so ihre verschiedene wärmehaltende Kraft; ich setzte die des Sands = 100,0, und reduzirte hierauf die übrigen. Die Resultate dieser Versuche sind in folgender Tabelle zusammengestellt.

wärmehaltender Kraft der Erden, weil mir diese Benennung die Sache näher zu bezeichnen scheint, und dem Landmann verständlicher ist; ich nannte sie nicht bloß spezifische Wärme, weil auf diese zugleich die Leitungsfähigkeit der Körper für Wärme einzufliessen scheint, und diese wärmehaltende Kraft es eigentlich ist, wodurch sich die Erden im Großen in ganzen Feldern am meisten unterscheiden.

Wärmehaltende Kraft der Erden.

VII.

Erdarten.	Wärmehaltende Kraft, die des Kalksands = 100.0 gesetzt.	Länge der Zeit, welche 30 Kubikzoll der Erde nöthig hatten, um von 50° R. bis 17° R. zu erkalten, bei einer Temperatur der Luft von 13° R.
Kalksand . .	100,0	in 3 Stnd. 30 Min.
Quarzsand . .	95,6	— 3 — 27 —
Gipserde . . .	73,8	— 2 — 34 —
Lettenartiger Thon	76,9	— 2 — 41 —
Lehmartiger Thon	71,8	— 2 — 30 —
Klayartiger Thon	68,4	— 2 — 24 —
Reiner Thon .	66,7	— 2 — 19 —
Feine Kalkerde .	61,8	— 2 — 10 —
Humus . . .	49,0	— 1 — 43 —
Talkerde . . .	38,0	— 1 — 20 —
Gartenerde . .	64,8	— 2 — 16 —
Ackererde von Hofwyl	70,1	— 2 — 27 —
Ackererde vom Jura	74,3	— 2 — 36 —

Allgemeine Bemerkungen über diese Versuche.

1) Der Sand, sowohl Kalk-, als Quarzsand, wenn wir ihn in gleichen Quantitäten dem Volumen nach mit andern Erden vergleichen, besitzt die größte wärmehaltende Kraft; hat er eine gewisse Temperatur erlangt, so behält er diese bedeutend länger als andere Erden. Es erklärt sich hieraus

die größere Trockenheit und Hitze, welche Sandgegenden im Sommer besitzen; selbst nach Sonnenuntergang müssen solche Gegenden noch länger eine höhere Temperatur behalten als andere; die geringe Quantität von Wasser, welche ein Sandboden aufnimmt, muß zur Erhitzung desselben noch mehr beitragen, indem auf ihm durch Verdünstung zugleich weniger Wärme verzehrt wird.

2) Der Humus hat unter den gewöhnlichen Bestandtheilen des Bodens die geringste wärmehaltende Kraft, wenn wir gleiche Volumina mit einander vergleichen; hingegen eine sehr große, wenn wir gleiche Quantitäten dem Gewicht nach vergleichen.

3) Die Talkerde macht auch hier wieder eine Ausnahme von den gewöhnlichen Erden; sie steht in jeder Hinsicht auf dem Extrem.

4) Die wärmehaltende Kraft der Erden, wenn wir gleiche Quantitäten dem Volumen nach mit einander vergleichen, steht so ziemlich in direktem Verhältnisse mit ihrem Gewicht, so daß wir aus einem großen Gewicht mit ziemlicher Sicherheit auf eine größere wärmehaltende Kraft schliessen können. Der Sand in Vergleichung mit allen übrigen Erden zeigt dieses auffallend; auch bei dieser Vergleichung ist es aber nöthig, nicht bloß das spezifische Gewicht, sondern das eines bestimmten Volumens zu vergleichen.

Ueber die Erwärmung der Erden durch das Sonnenlicht.

Die verschiedenen Erdarten werden verschieden stark von den Sonnenstrahlen erwärmt, welches für die Vegetation vorzüglich im Frühjahr, wo die Erdoberfläche noch nicht durch Blätter beschattet ist, von großer Wichtigkeit sein muß. Die Benennungen eines kalten oder hitzigen Bodens beruhen zum Theil hierauf. Wenn gleich der Landmann mit diesen Benennungen nicht gehörig bestimmte Begriffe bezeichnet, so sind sie dennoch wirklich in der Natur begründet. Ein Boden, welcher aus einem hellgefärbten feuchten Thon besteht, wird weit langsamer und schwächer durch das Sonnenlicht erwärmt, als ein dunkelgefärbter trockener Sandboden; selbst nach Graden des Thermometers läßt sich dieses nachweisen. Schwarze humusreiche Gartenerde wird immer stärker erwärmt, als magere Kalk- oder Thonerde.

Die Stärke der Erwärmung der verschiedenen Erden hängt vorzüglich von folgenden vier Umständen ab:

1) Von der verschiedenen Farbe der Erdoberfläche.

2) Von dem verschiedenen Quale der Erde.

3) Von dem verschiedenen Grade der Feuchtigkeit, in welchem die Erde sich gerade befindet, wenn sie dem Sonnenlicht ausgesetzt wird.

4) Von dem verschiedenen Winkel, in welchem die Sonnenstrahlen auf die Erde auffallen.

Von jedem dieser Umstände insbesondere Folgendes:

1) Um näher den verschiedenen Einfluß der Farbe der Erdoberfläche auf die Erwärmung durch das Sonnenlicht zu verfolgen, stellte ich folgende Versuche an. Ich brachte von den verschiedenen Erden gleich große Quantitäten in gleich große Gefäße von vier Quadratzoll Fläche und einem halben Zoll Tiefe, in deren Mitte auf dem Grunde unter der Erde ich die Kugeln von kleinen korrespondirenden Thermometern befestigt hatte; durch sie konnte ich die Temperatur-Erhöhung bis $\frac{1}{10}$ Grad R. bemerken. Eines dieser Gefäße setzte ich mit natürlich gefärbter Oberfläche dem Sonnenlicht aus; bei dem zweiten färbte ich die Oberfläche schwarz durch Ueberstreuen einer feinen Schichte von gepülvertem Kienruß vermittelst eines Florsiebs; bei dem dritten weiß durch feine schneeweiße Bittererde. Ich ließ sie jedesmal gleiche Zeiten bei vollkommen heiterm Himmel dem Sonnenlicht ausgesetzt (in den Sommermonaten zwischen 11 und 3 Uhr gewöhnlich eine Stunde). Allgemein zeigte sich bei schwarzer Oberfläche eine bedeutend höhere Temperatur. Die Temperatur des weiß gefärbten Thons erhöhte sich durch das Sonnenlicht um 13,0 Grade (von 20 — 33,0° R.), während die Temperatur eines gleichen Quantums desselben Thons mit schwarzer Oberfläche sich in der gleichen Zeit um 19,1 Grade erhöhte; setze ich die Temperaturerhöhung der weißen Kalkerde von 13,0 Graden = 1, so veranlaßte hier die schwarze Farbe eine beinahe um die Hälfte größere Temperaturerhöhung

($\frac{13,0}{2} = 6,5$, und $13,0 + 6,5 = 19,5$; der Versuch gab 19,1). Diese größere Temperaturerhöhung durch schwarze Oberflächen veranlaßt ist nicht bloß vorübergehend, sondern bleibt anhaltend größer, so lange die Sonnenstrahlen auf die Erden einwirken. Ich ließ stundenlang dieselben Erdarten mit weißer und schwarzer Oberfläche dem Sonnenlicht im Sommer während der Mittagshitze ausgesetzt; die weiße Erdoberfläche behielt anhaltend eine geringere, die schwarze eine höhere Temperatur. [25]) Es gründet sich hierauf das Bestreuen des Schnees mit Asche und Erde, welches in einigen Gegenden im Frühling angewandt wird, um den Schnee schneller zum Schmelzen zu bringen; obgleich die Asche selbst schon eine helle Farbe besitzt, so läßt sie demungeachtet im Gegensatz zu dem weiß glän-

25) Es wurde aus diesem Grunde angerathen, die Mauern oder Wände, an welchen man Obst zieht, schwarz anzustreichen, indem solche Wände im Sonnenlicht eine bedeutend höhere Temperatur annehmen. Lampadius in Freiberg machte hiervon vor Kurzem eine glückliche Anwendung; es gelang ihm in dem kühlen Sommer 1813 im Klima des Erzgebirges reife Melonen in einem freien unbedeckten Kasten mit Erde zu erziehen. Die Oberfläche der Erde war zwei Zoll hoch mit gröblich verkleinerten Kohlen bedeckt, wodurch zur Zeit der Mittagssonne die Kohle auf der Erde gewöhnlich eine Temperatur von 30 bis 38 Graden erhielt, wenn auch das Thermometer im Schatten nur 12 bis 16 und in der Sonne 20 bis 30 Grade zeigte. (Erfahrungen im Gebiete der Chemie und Hüttenkunde von Lampadius. Weimar 1816. S. 173.)

zenden Schnee schon bedeutend mehr Wärme auf sich erwecken, wie mir dieses nähere Versuche zeigten.

2) Um die verschiedenen Erden miteinander vergleichen zu können, stellte ich gleichzeitige Versuche an, welche ich unter verschiedenen Abwechselungen mit weißer und schwarzgefärbter Oberfläche mehrmal wiederholte. Da es nicht möglich war, sie alle zugleich zu beobachten, so bediente ich mich als Vergleichungspunkt jedesmal der Temperatur des Sandes, und brachte dann die nöthigen Korrektionen an, wenn sich dieser mehr oder weniger als gewöhnlich erwärmt hatte. Ich wählte nach einem Mittel mehrerer Beobachtungen die Temperatur von 35,8° R., weil er diese an heitern Sommertagen zwischen 11 bis 3 Uhr bei einer Temperatur der Luft von 18 bis 20° R. auch in unserm Klima nicht selten schon in einer Stunde annimmt. An einzelnen heißen Sommertagen steigt seine Temperatur oft noch bedeutend höher. Wie bedeutend verschieden die Temperatur der obersten Erdschichten in Vergleichung mit der Temperatur der Luft ist, zeigen die sogleich anzuführenden Beobachtungen.[26])

26) Die genauesten Beobachtungen über die Erwärmung der Körper durch das Sonnenlicht verdanken wir Hrn. Prof. Böckmann in Karlsruhe in seiner gekrönten Preisschrift 1811. Sie enthält auch einzelne Versuche mit Erden, deren Resultate der Hauptsache nach mit den von mir erhaltenen übereinstimmen; auch diese Versuche zeigen, daß die Körper durch das Sonnenlicht verschiedene Temperaturen annehmen, wenn sie auch gleich dieselbe Farbe besitzen. Im schwarzen Zu-

3) Die verschiedene Menge von Feuchtigkeit fließt sehr bedeutend auf die Fähigkeit der Erden ein, von den Sonnenstrahlen erwärmt zu werden. Befeuchtete Erden zeigten mir anhaltend eine um mehrere Grade geringere Temperatur, als trockene Erden derselben Art; diese geringere Temperatur erhält sich selbst im Sonnenlicht so lange, bis die Feuchtigkeit verdünstet ist. Daß die zur Verdünstung des Wassers verwandte Wärme die Hauptursache dieser Erscheinung sei, läßt sich wohl nicht bezweifeln. Die Temperaturverschiedenheit betrug ziemlich gleichförmig fünf bis sechs Grade. [27]) Hell-

stand nahmen Wißmuthmetall, kohlensaures Natron und Tannenholzkohle die höchsten Temperaturen an, Holzarten, Pappe, Wolle u. s. w. die geringsten; die Erdarten standen zwischen den beiden Extremen. Ich stellte meine Beobachtungen nicht unter Glashüllen abgeschlossen an, wie es bei diesen Beobachtungen der Fall war, um auch die bei feuchten Erden vorzüglich durch Verdünstung veranlaßte Temperaturerniedrigung beobachten zu können.

27) Man könnte in dieser Beziehung der so verschiedenen Fähigkeit auszutrocknen mehr entsprechende Verschiedenheiten erwarten. Die Ursache dieser ziemlichen Gleichförmigkeit fand ich in Folgendem: Gleichs Flächen durchnäßten Sand- und Thonboden geben in derselben Zeit beinahe gleiche Quantitäten von Wasser an die darüber stehende Luft ab; der Sand trocknet aus dem Grunde schneller aus, weil er von Anfang an weit weniger Wasser enthält. Setzen wir die Quantität von Wasser, welche Thon und Sand anfangs enthalten = 100,0, wie es oben geschah, so wird der Sand in derselben Zeit gegen drei Viertheile

gefärbte Erden mit einer großen wasserhaltenden Kraft erwärmen sich daher vorzüglich langsam; sie bilden aus doppeltem Grunde einen kalten Boden; Sand bildet dagegen vorzüglich aus dem Grunde einen trockenen warmen Boden, weil die wenige Feuchtigkeit, welche er enthält, bald verdünstet ist.

In folgender Tabelle stellte ich die mittlern Resultate meiner hierüber in diesem und vorigem Sommer angestellten Beobachtungen zusammen, wobei ich jedesmal zugleich die natürliche Farbe der zu diesen Versuchen angewandten Erden beifügte, weil diese so bedeutend die Wärmeerweckung abändert; dunkel gefärbter trockener Thon erwärmt sich stärker, als heller Sandboden.

seines aufgenommenen Wassers durch Verdünstung verlieren können) während der Thon kaum ein Drittheil seines Wassers abgegeben hat, obgleich von gleichen Flächen in den ersten Stunden beinahe gleiche Wasserquantitäten verfliegen; die dadurch veranlaßte Temperaturerniedrigung wird daher anfangs auch nur wenig verschieden sein können.

Erdarten.	Mittlere höchste Temperatur der obersten Erdschichte im Sommer bei einer Wärme von 20° R.			
	natürlich gefärbte Oberfläche		trockene Erde	
	bei nasser Erde.	bei trockener Erde	bei weißer Oberfläche.	bei schwarzer Oberfläche.
	Grad	Grad	Grad	Grad
Quarzsand, hell gelblichgrau	29,8	35,8	34,6	40,7
Kalksand, weißlichgrau . .	29,9	35,6	34,6	40,9
Gips, heller weißgrau . .	29,0	34,9	34,8	41,0
Lettenartiger Thon, gelblich	29,4	35,3	33,9	39,8
Lehmartiger Thon . . .	29,8	35,6	33,7	39,6
Klayartiger Thon, gelblichgrau	29,9	35,7	33,5	39,3
Reiner Thon, bläulichgrau .	30,0	36,0	33,0	39,1
Kalkerde, weiß . . .	28,5	34,4	34,3	40,4
Talkerde, schneeweiß . .	28,1	34,1	34,1	39,7
Humus, schwärzlichgrau . .	31,8	37,9	34,0	39,5
Gartenerde, heller schwärzlichgrau	30,0	36,2	33,9	40,2
Ackererde von Hofwyl, grau	29,5	35,4	33,6	40,0
Ackererde vom Jura, grau .	29,2	35,0	34,3	40,4

4) Die verschiedene Neigung des Erdreichs gegen das einfallende Licht fließt endlich noch sehr bedeutend auf die Wärmeerweckung ein; die Erwärmung ist desto stärker, je mehr sich der Winkel, welchen die Neigung der Erdoberfläche mit dem auffallenden Sonnenlicht bildet, 90 Graden nähert. Setzen

wir die durch die Sonnenstrahlen veranlaßte Temperaturerhöhung = 20, wie es oft im Sommer der Fall ist, so wird sie nur halb so groß sein, wenn dasselbe Licht sich durch ein mehr schiefes Einfallen auf eine doppelt so große Fläche verbreitet (wenn der Sinus des Einfallwinkels nur halb so groß ist). Wie bedeutend je nach diesem Winkel die Hitze in südlichen Gegenden und auch in unserm Klima am Abhange von Gebirgen und Felsen oft vermehrt wird, halte ich für überflüssig hier näher auseinander zu setzen.

Vergleichen wir diese vier auf die verschiedene Erwärmung durch das Sonnenlicht einfliessende Umstände, so sind die durch die verschiedene Farbe, Feuchtigkeit und Neigung gegen das Sonnenlicht herbeigeführte von dem größten Einflusse; durch sie können Tage lang bei dem gleichen Lichtgenusse Temperaturverschiedenheiten von mehrern Graden entstehen. Weit geringer sind die durch das Quale der Erden an sich herbeigeführten Verschiedenheiten; die letztern betragen nur wenige Grade, während die erstern bis auf 10 — 11 Grade, und wenn wir zugleich den verschiedenen Neigungswinkel berücksichtigen, bis auf 15 — 20 Grade ansteigen können. [28])

28) Ich glaube diesen Gegenstand nicht verlassen zu dürfen, ohne hier noch die Resultate von fortlaufenden Beobachtungen über die Erdtemperatur in verschiedenen Tiefen, Temperatur des Wassers, Verdünstung von beiden u. s. w. anzuführen. Ich stellte sie in folgender Tabelle im Auszuge aus vielen täglichen

Beobachtungen zusammen, welche hierüber schon vor mehrern Jahren (in den Jahren 1796 und 1797) im botanischen Garten zu Genf regelmäßig angestellt wurden (man sehe Bibliothèque britannique Tom. 1). Sie geben uns nähere Aufschlüsse über manche theils hier, theils schon oben bei der Ausdünstung erwähnte Verhältnisse, je nach den verschiedenen Jahrszeiten. Die Temperatur der Erde wurde durch Thermometer bestimmt, welche sogleich unter der Erdoberfläche, in drei Zoll Tiefe, der gewöhnlichen Tiefe vieler Wurzeln, und vier Fuß Tiefe eingegraben waren. Der Baum, dessen Temperatur beobachtet wurde, war ein Kastanienbaum von zwei Schuh Durchmesser; das Thermometer war auf der Nordseite des Stammes sechs Zoll tief in ihn eingegraben. Die Größe der Verdünstung wurde durch Wägen des Wassers bestimmt, welches von einer Erdfläche von vier Quadratschuh Oberfläche verdünstete, und die Menge des verdünsteten Wassers der bessern Vergleichung wegen, wie bei dem Wasser, nach der Höhe desselben in Linien, angegeben. Die zu diesen Versuchen genommene Erde war gewöhnliche lockere fruchtbare Erde; sie war immer in dem Zustand der Feuchtigkeit, wie es die Veränderung der Witterung, der sie immer ausgesetzt blieb, gerade ergab, welches ihre Temperatur daher oft um einige Grade mehr erniedrigen mußte, als wenn bloß trockene Erde angewandt worden wäre.

Monate	Mittlere Temperatur der Luft	Mittlere Temperatur der Erdoberfläche		Temper. drei Zoll unter der Erde	Temper. 4 Schuh unter der Erde	Temperatur in einem Baum	Mittlere Temperatur einer Wasserfläche		Ausdünstung der Erde monatl.	Ausdünstung des Wassers monatl.	Menge des gefallen. Regen- u. Schneewassers
		Mittags	im Allgemeinen				Mittags	im Allgemeinen			
Januar	+ 2,73	+ 4,89	+ 2,73	+ 2,88	+ 3,28	+ 2,25	+ 3,64	+ 2,79	8,5 Lin.	2,0 Lin	23,7
Februar	+ 2,17	+ 6,10	+ 3,42	+ 3,46	+ 2,92	+ 2,41	+ 5,07	+ 3,81	12,1	2,2	49,5
März	+ 2,71	+ 9,42	+ 4,42	+ 4,97	+ 2,72	+ 2,44	+ 7,25	+ 4,94	15,8	20,4	4,6
April	+ 8,07	+ 20,85	+ 11,50	+ 12,75	+ 7,25	+ 8,77	+ 16,01	+ 11,69	10,3	60,4	4,1
Mai	+ 10,59	+ 21,38	+ 13,63	+ 14,40	+ 10.05	+ 10,09	+ 17,05	+ 13,61	14,1	48,5	17,5
Juni	+ 12,85	+ 25,48	+ 16,79	+ 18,49	+ 13,11	+ 11,88	+ 20,52	+ 16,06	29,3	51,1	43,1
Juli	+ 13,86	+ 27,30	+ 17,87	+ 18,37	+ 14,59	+ 12,99	+ 21,01	+ 17,02	25,8	65,4	35,1
August	+ 15,01	+ 28,44	+ 18,97	+ 19,95	+ 16,27	+ 14,63	+ 22,59	+ 18,75	17,4	97,4	19,0
Septbr.	+ 13,49	+ 22.55	+ 15,59	+ 16,98	+ 15,16	+ 13,50	+ 19,60	+ 16,22	14,8	72,5	18,1
Oktober	+ 8,81	+ 12,36	+ 9,02	+ 9,93	+ 11,90	+ 8,88	+ 11,48	+ 9,87	15,7	85,0	42,3
Novbr.	+ 4,23	+ 6,79	+ 4,66	+ 5,18	+ 7,55	+ 4,16	+ 6,71	+ 5,46	8,1	28,1	19,0
Dezemb.	— 0,03	+ 1,44	+ 0,22	+ 9,57	+ 3,09	— 0,19	+ 1,15	+ 0,79	7,9	3,1	20,7
Mittel	+ 7,87	+ 15,58	+ 9,90	+ 10,38	+ 9,03	+ 7,65	+ 12,67	+ 10,14	Summa 14″ 11,7	44″ 7‴	24″10‴

Die höchste Temperatur der Luft war + 24,3, den 10 August.

Die tiefste Temperatur der Luft war — 10,7, den 12 Dezember.

Die höchste Temperatur der Erdoberfläche war + 39, den 9 August.

Die tiefste Temperatur der Erdoberfläche war — 9,5, den 12 Dezember.

Die höchste Temperatur drei Zoll unter der Erde war + 27,7, den 21 Juli.

Die tiefste Temperatur drei Zoll unter der Erde war — 4,0, den 12 Dezember.

Die höchste Temperatur vier Schuh unter der Erde war + 16,7, vom 14 bis 18 August.

Die tiefste Temperatur vier Schuh unter der Erde war + 2,0, vom 19 bis 26 Dezember.

Die höchste Temperatur des Wassers war + 26,0, den 9 — 11 August.

Die höchste Temperatur des Baums war + 16,6, den 13 August.

Die tiefste Temperatur des Baums war — 3,0, den 12 und 13 Dezember; er erfror nicht.

Die größte Verdünstung des Wassers in vierundzwanzig Stunden betrug $6\frac{1}{12}$ Lin., den 17 August.

Die größte Verdünstung der Erde in vierundzwanzig Stunden betrug $3\frac{3}{12}$ Lin., den 14 Juni.

Im folgenden Jahr (1797) ergaben sich aus diesen Beobachtungen folgende Hauptresultate:

Die höchste Temperatur der Luft war + 26,5, den 30 Juli.

Die tiefste Temperatur der Luft war — 4,5, den 24 Januar.

Die höchste Temperatur der Erdoberfläche war + 41,5, den 30 Juli.

Die tiefste Temperatur der Erdoberfläche war — 3,5, den 21 Januar.

Die höchste Temperatur drei Zoll unter der Erde war + 30, den 26 bis 29 Juli.

Die tiefste Temperatur drei Zoll unter der Erde war — 0,5, den 23 und 24 Januar.

Die höchste Temperatur vier Schuhe unter der Erde + 18,3, den 1 bis 4 August.

Die tiefste Temperatur vier Schuhe unter der Erde + 1,7, den 26 Januar bis 13 Februar.

Die höchste Temperatur des Wassers war + 27,5, den 28 Juli.

Die höchste Temperatur des Baums war + 18,0, den 1 August.

Die tiefste Temperatur des Baums war — 1,5, den 16 Januar.

Die größte Verdünstung der Erde betrug in vierundzwanzig Stunden $3\frac{11}{12}$ Lin., den 23 Juni.

Die größte Verdünstung des Wassers betrug in vierundzwanzig Stunden $4\frac{4}{12}$ Lin., den 29 Juli.

Die Ursache der im Allgemeinen bedeutend geringern Verdünstung von der Erde als vom Wasser beruht vorzüglich darin, weil die Erde an der freien Luft nur kurze Zeit mit Wasser gesättigt bleibt, wo sie nach den obigen Beobachtungen ebenfalls auf kurze Zeit stark verdünstet, und weil sie gerade bei trockener heißer Witterung, wo das Wasser am stärksten ausdünstet, oft nur noch wenig Feuchtigkeit an die Luft abgeben kann.

Galvanisches und elektrisches Verhältniß der Erden.

Da gewöhnliche und galvanische Elektrizität bei chemischen und Lebensprozessen sich auf so verschiedene Art thätig zeigt, so hielt ich es für wichtig, auch in dieser Beziehung die Erden untereinander und vorzüglich in Beziehung auf den Humus zu vergleichen.

Ich untersuchte ihre Leitungsfähigkeit für Elektrizität, ihre Fähigkeit durch Reiben Elektrizität entwickeln zu lassen, und ihr Verhältniß in der geschlossenen galvanischen Kette.

Ihre Leitungsfähigkeit betreffend, so fand ich in ihrem vollkommen trockenen Zustand den reinen Sand, Kalk, Talk, Gips und Humus als Nichtleiter; die Thonarten zeigten sich mir immer als Halbleiter; zusammengesetzte thonhaltige Erden als schwache Halbleiter. Wahrscheinlich ist die, wenn gleich geringe, Quantität an Feuchtigkeit und Eisen, welche beinahe alle Thonarten der Ackererden enthalten, die Ursache dieser Erscheinung.

Durch Reiben werden alle Erden negativ elektrisch. Werden trockene länglichte Stücke der Erden mit einem Messer geschabt, und läßt man die feinen abspringenden Theilchen unmittelbar auf ein oben mit einer Scheibe versehenes Voltaisches Elektrometer fallen, so erhält man gewöhnlich eine Divergenz von vier bis fünf Graden an den Pendeln des Elektrometers, immer mit negativer Elektrizität; Eis auf dieselbe Art behandelt gibt positive Elektrizität.

Merkwürdiger ist das galvanische Verhältniß der Erden. Es ist längst erwiesen, daß die gewöhnlichen reinen Erden im Kreise der geschlossenen galvanischen Kette auf der negativen Seite stehen; um so merkwürdiger war es mir, daß der die einfachen Erden gleichsam befruchtende Humus auf die positive Seite der galvanischen Säule zu stehen kommt und bei Auflösungen auf diese übergeführt wird. Die Versuche, welche mir dieses zeigten, sind folgende:

1) Ich kochte eine gewöhnliche fruchtbare Ackererde mit destillirtem Wasser; ich erhielt, nachdem ich die Abkochung durch Fließpapier filtrirt hatte, eine hellweingelbe klare Flüssigkeit, welche den im Wasser auflöslichen Theil des Humus, den sogenannten Extraktivstoff desselben, aufgelöset enthielt. Ich brachte diese Flüssigkeit, nachdem ich sie zuvor, um sie mehr zu konzentriren, etwas abgedampft hatte, in einer verschlossenen Glasröhre, in welcher sich zwei Polardräthe endigten, auf die gewöhnliche Art in den Kreis einer galvanischen Säule (von fünfzig Plattenpaar jede von einem Zoll Durchmesser). Sobald die Säule zu wirken anfing, so zogen sich gegen den positiven Pol kleine Humusflocken, welche sich schon in wenigen Minuten stark angehäuft hatten und den Drath dicht umlagerten. Nach Beendigung des Versuchs fand ich den positiven Polardrath von in Wasser unauflöslichem sogenanntem oxydirten Humus dicht umgeben.

2) Noch deutlicher zeigte sich mir diese Erscheinung in folgendem Versuch. Ich kochte eine gewöhnliche fruchtbare Erde mit Kalkwasser; ich

erhielt dadurch eine weingelbliche Flüssigkeit, welche noch mehr Theile des Humus aufgelöset hatte als das reine Wasser. Ich brachte diese Flüssigkeit wie vorher in den Kreis der galvanischen Kette; schon in wenigen Minuten zeigte sich an beiden Polen ein deutlicher Niederschlag, um den positiven Pol sammelten sich braune Humusflocken, um den negativen Pol Kalkerde.

3) Ich kochte eine gewöhnliche Ackererde mit einer Auflösung von kohlensauerm Kali; ich erhielt dadurch eine dunkelgelbe bräunliche klare Flüssigkeit, welche den im bloßen Wasser unauflöslichen Theil des Humus, den sogenannten oxydirten Humus, aufgelöset enthielt.. Auch diese Flüssigkeit erlitt durch den Galvanismus eine schnelle Zersetzung; um den positiven Pol bildete sich in Kurzem ein großer Kopf von dunkelbraunem oxydirtem Humus, während sich um den negativen Pol das Kali ansammelte. Eine Abkochung mit kaustischem Kali, ebenso mit mildem und kaustischem Natron, zeigte dieselbe Erscheinung.

4) Ich kochte eine Ackererde mit Wasser, welches ich zuvor mit Gips gesättigt hatte; ich erhielt dadurch eine Flüssigkeit, welche Gips mit etwas Humus zugleich aufgelöset hatte. Durch den Galvanismus entstand eine Zersetzung dieser Flüssigkeit: am negativen Pol präzipitirte sich Kalkerde; am positiven Pol der Humus, zugleich aber auch etwas Schwefelsäure, welche von einer Zersetzung des Gipses durch den Galvanismus herrührte.

Ich bemühte mich vergebens, ähnliche auflösliche Verbindungen des Humus mit andern

Erden darzustellen, um sie zugleich der galvanischen Säule aussetzen zu können. Wahrscheinlich wird es mir, daß sich der Humus auch zum Thon (der Verbindung von feiner Kieselerde mit feiner Thonerde) positiv verhalte und mit diesen eine engere chemische Verbindung eingehe, und zwar aus folgenden Erscheinungen. Wird eine gewöhnliche humus- und thonhaltige Ackererde (wenn sie auch Jahre lang nicht gedüngt wurde) mit reinem Wasser gekocht, so erhält man durch bloßes Kochen derselben eine schwach gelbliche Flüssigkeit, eine Auflösung des sogenannten Extraktivstoffs des Humus; der übrige und größte Theil des Humus, der sogenannte oxydirte Humus, läßt sich auf diese Art nicht von dem Thon trennen, wenn das Kochen auch Stunden lang unter anhaltendem Umrühren fortgesetzt wird. Würde der Humus bloß mechanisch beigemengt sein, so müßte er sich bei seinem bedeutend geringern spezifischen und absoluten Gewicht auch durch mechanische Operationen wieder abscheiden lassen. [29]) Die Säuren, selbst die stärkern

29) Unrichtig ist das von Cadet de Vaux, in seiner Abhandlung über die Kenntniß des Bodens, Seite 24 der deutschen Ausgabe, angegebene Verfahren, den Humus abzuscheiden. Er sagt, man schütte die Erde in einen gläsernen Becher mit Wasser, rühre Alles mit einem Stöckchen wohl um, und läßt die Erde sich dann ruhig setzen; die spezifisch leichtere Dammerde wird dann in Form einer feinen schwarzen Erde obenauf schwimmen. Gießt man durch Neigung des Gefäßes, diesen Theil der Flüssigkeit ab, welche einen schwarzen Strahl bildet, so ist dieses der Antheil von

Mineralsäuren, sind eben so wenig im Stande, den Humus von dem Thon zu trennen; die Trennung und Auflösung geschieht aber schnell durch kohlensaure und noch schneller durch kaustische Alkalien in der Siedhitze; die kalische Auflösung nimmt dadurch gewöhnlich schon in wenigen Minuten eine dunkelbraune Farbe an, aus welcher Auflösung sich dann der Humus durch Säuren als ein braunes flockiges Pulver wieder niederschlagen läßt. (Thon und Kieselerde selbst gehen bekanntlich nur mit Alkalien in ihrem kaustischen Zustande chemische Verbindungen ein.)

Es scheint mir von Wichtigkeit zu sein, diese nähern chemischen und galvanischen Verhältnisse der Erden, wie sie sich als Ganze gegen einander verhalten, zu berücksichtigen, ehe wir sie sogleich weiter durch stärkere künstliche Mittel in ihre Elemente (den Humus in Kohle und die einfachern Luftarten und die Erden in ihre Metalloide und Lebensluft) zerlegen [30]), indem sie sich in der freien Natur

Dammerde, welche die Mischung enthält; ein schnelles leichtes Verfahren. Viele Versuche zeigten mir, daß der in bloßem, selbst in siedendem Wasser auflösliche Theil des Humus einer Erde oft nicht den vierten Theil des ganzen Humus beträgt.

30) Nach neuern Untersuchungen (Döbereiners Darstellung der Verhältnißzahlen der irdischen Elemente zu chemischen Verbindungen, Jena 1816) besteht die
Kieselerde aus 48,3 Theilen Lebensluft mit 51,7 Theilen Kieselmetall;
Thonerde aus 46,5 Theilen Lebensluft mit 53,5 Theilen Thonmetall;

vielleicht nie in diesen einfachern Formen finden, und sie auch in diesem Zustande bedeutend verschieden auf einander einwirken müssen.

Talkerde aus 39,4 Theilen Lebensluft mit 60,6 Theilen Talkmetall;
Kalkerde aus 27,2 Theilen Lebensluft mit 72,8 Theilen Kalkmetall;
Natron aus 25,4 Theilen Lebensluft mit 74,6 Theilen Natronmetall;
Kali aus 16,6 Theilen Lebensluft mit 83,4 Theilen Kalimetall;
Strontianerde aus 14,2 Theilen Lebensluft mit 85,8 Theilen Strontianmetall;
Schwererde aus 10,3 Theilen Lebensluft mit 89,7 Theilen Schwererdemetall.

Die Kieselerde enthält unter den einfachen Erden die meiste Lebensluft; sie verhält sich daher oft zu einzelnen Erden wie eine Säure und geht mit ihnen ähnliche chemische Verbindungen ein. Der Humus selbst scheint sich nach dem Obigen gegen den Thon (der Verbindung der Thonerde mit Kieselerde) wieder positiv zu verhalten. Daß er viele Lebensluft in mehr oder weniger enge gebundenem Zustand enthält, ist erwiesen; wird er destillirt, so erhält man Kohlensäure, Wasser mit etwas Ammonium, gekohltes Wasserstoffgas, etwas schwarzes brenzliches Oel, — Produkte, welche alle wieder Lebensluft enthalten; im Rückstand bleibt Kohle, die zu Asche verbrannt aus kohlensauerm Kali mit etwas Kalk und Kieselerde zusammengesetzt ist. Der Humus findet sich vorzüglich in drei verschiedenen Stufen der Oxydation: am wenigsten Lebensluft enthält er als Extraktivstoff; mehr enthält der oxydirte und am meisten der saure

Tab. IX. (Zu Seite 87.)

Physische Eigenschaften der Erdarten, aus welchen gewöhnlich die Ackererden zusammengesetzt sind.

Erdarten.	Spezifisches Gewicht der einzelnen Theile.	Gewicht eines Pariser Kubikschuhs		Wasserhaltende Kraft.	Festigkeit und Konsistenz des Bodens			Fähigkeit auszutrocknen.		Volumensverminderung durch das Austrocknen.	Absorbtion von Feuchtigkeit aus der atmosphärischen Luft	Absorbtion von Lebensluft aus der atmosphärischen Luft		Wärmehaltende Kraft		Erwärmung der Erde durch das Sonnenlicht; Temperatur der obersten Erdschichte bei 20 Grad R. Lufttemperatur				Elektrisches und galvanisches Verhältniß	
		im trockenen Zustand.	im durchnäßten Zustand.	100 Theile der Erde halten an Wasser zurück	im trockenen Zustand, die des Thons = 100,0 gesetzt.	im nassen Zustand. Anhängen an Ackerwerkzeuge; Adhäsion an eine Fläche von 1 Pariser Quadratschuh: von Eisen.	von Holz.	Von 1000 Theilen Wasser verdünsteten in derselben Zeit	Gleiche Quantitäten bedurften an Zeit, um bis auf denselben Grad auszutrocknen	1000 Theile verminderten ihr Volumen um	1000 Grane absorbirten	im völlig trockenen Zustand der Erde.	im nassen Zustand absorbirte die Erde in 30 Tagen von 21 Prozent Lebensluft der atmosphärischen Luft	die des Kalksands = 100,0 gesetzt.	Länge der Zeit, welche 30 Kubikzoll der Erde nöthig hatten, um von 50° R. bis 17° zu erkalten.	Natürlich gefärbte Oberfläche: bei nasser Erde	Natürlich gefärbte Oberfläche: bei trockener Erde	Trockene Erde: bei weißer Oberfläche	Trockene Erde: bei schwarzer Oberfläch	Galvanisches Verhältniß in Beziehung auf den Humus.	Leitungsfähigkeit für gewöhnliche Elektrizität.
Quarzsand; er findet sich beinahe in jeder Ackererde	2,753	148,5 Pf. 1 Kubikzoll 495 Gran.	181,5 Pf. 1 Kubikzoll 605 Gran.	25 Prozent.	0	5,1 lb.	5,7 lb.	88,4	4 St. 4 Min.	0	in 12 Stund. 0 gr. 24 — 0 — 48 — 0 —	0	1,6 Proz. Lebensl.	95,6	3 Stund. 27 Min.	29,8°	35,8°	34,6°	40,7	—	Nichtleiter.
Kalksand; er findet sich nicht selten zugleich mit dem Quarzsand	2,822	151,5 Pf. 1 Kubikzoll 505 Gr.	188,5 Pf. 1 Kubikzoll 628 Gr.	29 Proz.	0	5,5 lb.	5,9 lb.	75,9	4 — 41 —	0	in 12 Stund. 2 gr. 24 — 3 — 48 — 3 —	0	5,6 Prozent	100,0	3 — 30 —	29,9	35,6	34,6	40,9	—	Nichtleiter.
Lettenartiger Thon; eine Verbindung von 40 Prozent feinen Sands mit 60 Proz. Thon	2,701	130,4 Pf. 1 Kubikzoll 435 Gr.	171,6 Pf. 1 Kubikzoll 577 Gr.	40 Proz.	57,3	10,6 lb.	11,9 lb.	52,0	6 — 55 —	60 Theile.	12 — 21 — 24 — 26 — 48 — 28 —	0	9,3 Prozent	76,9	2 — 41 —	29,4	35,3	33,9	39,8	—	Halbleiter.
Lehmartiger Thon; eine Verbindung von 24 Proz. feinen Sands mit 76 Proz. Thon	2,652	118,0 Pf. 1 Kubikzoll 393 Gr.	165,5 Pf. 1 Kubikzoll 551 Gr.	50 Proz.	68,8	14,1 lb.	15,2 lb.	45,7	7 — 52 —	89 —	12 — 25 — 24 — 30 — 48 — 34 —	0	11,0 Prozent	71,8	2 — 30 —	29,8	35,6	33,7	39,6	—	Halbleiter.
Klayartiger Thon; eine Verbindung von 11 Proz. feinen Sands mit 89 Proz. Thon	2,603	107,1 Pf. 1 Kubikzoll 357 Gr.	159,5 Pf. 1 Kubikzoll 531 Gr.	61 Proz.	83,3	23,0 lb.	25,3 lb.	34,9	10 — 19 —	114 —	12 — 30 — 24 — 36 — 48 — 40 —	0	13,6 Prozent	68,4	2 — 24 —	29,9	35,7	33,5	39,3	—	Halbleiter.
Thon, in seinem feinen von Sand gereinigten Zustand bestehend aus 58 Proz. Kieselerde, 36,2 Thonerde, 5,8 Eisenoxyd	2,591	100,3 Pf. 1 Kubikzoll 334 Gr.	154,5 Pf. 1 Kubikzoll 515 Gr.	70 Proz.	100,0	36,0 lb.	39,0 lb.	31,3	11 — 17 —	183 —	12 — 37 — 24 — 42 — 48 — 43 —	0	15,3 Prozent	66,7	2 — 19 —	30,0	36,0	33,0	39,1	—	Nichtleiter.
Kalkerde, in ihrem feinen kohlensauern Zustande, findet sich nicht selten in der Ackererde	2,468	71,7 Pf. 1 Kubikzoll 244 Gr.	138,0 Pf. 1 Kubikzoll 460 Gr.	85 Proz.	5,0	19,1 lb.	20,8 lb.	28,0	12 — 51 —	50 —	12 — 26 — 24 — 31 — 48 — 35 —	0	10 8 Prozent	61,8	2 — 10 —	28,5	34,4	34,3	40,4	—	Nichtleiter.
Humus oder Dammerde, ein wesentlicher Bestandtheil einer fruchtbaren Erde	1,225	46,4 Pf. 1 Kubikzoll 154 Gr.	104,0 Pf. 1 Kubikzoll 346 Gr.	190 Proz.	8,7	11,8 lb.	12,5 lb.	20,5	17 — 33 —	200 —	12 — 80 — 24 — 97 — 48 — 110 —	0	20,3 Prozent	49,0	1 — 43 —	31,8	37,9	34,0	39,5	+	Nichtleiter.
Bitter- oder Talkerde, im feinen kohlensauern Zustand selten in der Ackererde	2,232	21,1 Pf. 1 Kubikzoll 75 Gr.	101,7 Pf. 1 Kubikzoll 339 Gr.	456 Proz.	11,5	7,8 lb.	9,5 lb.	10,8	33 — 20 —	154 —	12 — 69 — 24 — 76 — 48 — 80 —	0	17,0 Prozent	38,0	1 — 20 —	28,1	34,1	34,1	39,7	—	Nichtleiter.
Gipserde, in ihrem feinen pulverförmigen Zustand, ungebrannt	2,358	122,6 Pf. 1 Kubikzoll 408 Gr.	170,2 Pf. 1 Kubikzoll 573 Gr.	27 Proz.	7,3	14,3 lb.	15,8 lb.	71,7	5 — 1 —	0	12 — 1 — 24 — 1 — 48 — 1 —	0	2,7 Prozent	73,8	2 — 16 —	29,0	34,9	34,8	41,0	±	Nichtleiter.
Gartenerde, bestehend aus 52,4 Proz. Thon, 36,5 Quarzsand, 1,8 Kalksand, 2 Proz. Kalkerde und 7,2 Humus	2,332	91,7 Pf. 1 Kubikzoll 376 Gr.	137,0 Pf. 1 Kubikzoll 457 Gr.	96 Proz.	7,6	8,6 lb.	10,0 lb.	24,5	14 — 49 —	149 —	12 — 35 — 24 — 45 — 48 — 50 —	0	18,0 Prozent	64,8	2 — 34 —	30,0	36,2	33,9	40,2	±	Schwacher Halbleiter.
Ackererde von einem der Felder von Hofwyl, bestehend aus 51,1 Thon, 42,7 Quarzsand, 0,4 Kalksand, 2,3 Kalkerde und 3,4 Humus	2,401	112,7 Pf. 1 Kubikzoll 376 Gr.	158,9 Pf. 1 Kubikzoll 529 Gr.	52 Proz.	33,0	7,1 lb.	8,6 lb.	32,0	11 — 15 —	120 —	12 — 16 — 24 — 22 — 48 — 23 —	0	16,2 Prozent	70,1	2 — 27 —	29,5	35,4	33,6	40,0	±	Schwacher Halbleiter.
Ackererde von einem Thale des Jura, bestehend aus 64 Proz. Quarzsand, 33,3 Thon, 1,2 Kalksand, 1,2 Kalkerde und 1,2 Proz. Humus	2,525	124,1 Pf. 1 Kubikzoll 414 Gr.	154,5 Pf. 1 Kubikzoll 515 Gr.	47 Proz.	22,0	7,1 lb.	8,0 lb.	40,1	8 — 58 —	95 —	12 — 14 — 24 — 19 — 48 — 20 —	0	15,0 Prozent	74,3	2 — 36 —	29,2	35,0	34,3	40,4	±	Schwacher Halbleiter.

Um den Ueberblick über diese Versuche zu erleichtern, stellte ich die Hauptresultate derselben in gegenüber stehender größern Tabelle zusammen (siehe Tab. IX); ich hoffe dadurch vorzüglich dem praktischen Landwirth bei Erduntersuchungen die richtige Beurtheilung eines Bodens in Beziehung auf seine physischen Eigenschaften zu erleichtern, indem es sehr mühsam und zeitraubend sein würde, bei jeder Untersuchung einer Ackererde alle diese Eigenschaften durch Versuche aufzufinden. Die Bestimmung ihrer wasserhaltenden Kraft, ihrer Schwere und Konsistenz dürften in Verbindung mit ihrer chemischen Analyse wohl bei den meisten Erduntersuchungen hinreichend sein; aus ihnen läßt sich mit großer Wahrscheinlichkeit auf die übrigen schliessen. Je gewichtiger eine Erde ist, desto größer ist gewöhnlich auch ihre wärmehaltende Kraft und

Humus. Der erste findet sich vorzüglich in fruchtbarer Erde, und scheint am leichtesten von den Pflanzen aufgenommen zu werden; der zweite findet sich häufig in jeder fruchtbaren Ackererde, er ist schon enger an den Thon gebunden, wirkt aber demungeachtet noch gut auf die Vegetation; der dritte findet sich nicht selten in kaltem Thonboden und sumpfigen Gegenden, er enthält schon freie Säure, er wirkt schädlich auf die Vegetation; hier dient vorzüglich Kalkerde und Asche zur Tilgung dieser Säure.

Genau messende Untersuchungen über diese verschiedenen Oxydationsstufen des Humus und die Quantitäten der verschiedenen Luftarten, die man bei seiner Zerlegung erhält, erlaubte mir der Mangel eines Quecksilberapparats bis jetzt nicht anzustellen.

ihre Fähigkeit auszutrocknen; eine dem Gewicht nach schwere Erde bildet gewöhnlich einen trocknen leichten lockern Boden. Je größer die wasserhaltende Kraft einer Erde ist, desto mehr absorbirt sie gewöhnlich auch schon aus der Luft Feuchtigkeit und Lebensluft, desto langsamer trocknet sie aus; sie bildet in zu hohem Grade einen kalten nassen Boden. Die Konsistenz eines Bodens steht weder mit seiner wasserhaltenden Kraft noch mit seinem Gewicht in direktem Verhältnisse; gewöhnlich ist sie desto stärker, je größer der Thongehalt einer Erde ist, obgleich sich auch hier je nach den verschiedenen Formen des Thons bedeutende Ausnahmen zeigen, wovon ich schon oben einige Beispiele von einem Thonmergel, eben so von gebranntem Thon, anführte.

Ich erwähnte bei dieser Zusammenstellung des Mergels nicht als einer besondern Erde. Er besteht bekanntlich in sehr verschiedenen Verhältnissen aus Thon, feinem Kalk, nicht selten noch in Verbindung mit Sand; seine physische Eigenschaften sind aus denen dieser Erden zusammengesetzt; sie gehen aus denen des Thons und Kalks bis in die des Sands über. Er verdient daher jedesmal eine nähere physische und chemische Untersuchung.[31])

Merkwürdig ist die Erscheinung, daß es nicht gelingt, durch Kunst einen Mergel darzustellen,

31) Ich fand nicht selten Mergelarten, welche ihres großen Kalkgehalts ungeachtet einen sehr schweren, lange das Wasser zurückhaltenden, konsistenten Boden bildeten. Die Art der chemischen Verbindung zwischen Kalk und

welcher dieselben Eigenschaften wie der natürliche besitzt. Zerlegt man einen Mergel in Thon und Kalkerde, und setzt man ihn wieder aus denselben ausgeschiedenen Erden mechanisch zusammen, so hat dieses Kunstprodukt andere Eigenschaften als der natürliche Mergel; seine wasser- und wärmehaltende Kraft ist geringer; ein Kubikzoll desselben wiegt im nassen und trockenen Zustande weniger; die innige chemische Vereinigung zwischen Thon und Kalkerde scheint zu fehlen.

Noch habe ich über einige gewöhnlich nur in geringer Menge in der Ackererde vorkommende Substanzen einige Bemerkungen beizufügen, nämlich über den Glimmer, das Eisenoxyd und den Gips.

Der Glimmer

findet sich nicht selten in kleinen glänzenden weißen oder gelben Blättchen in der Ackererde, vorzüglich in Thälern der Urgebirge, als Ueberrest von verwitterten Gebirgsarten; in tiefern Gegenden scheint er häufig durch Verwitterung glimmerhaltiger Sandsteine in die Ackererde zu kommen. Man erhält ihn gewöhnlich bei Erdanalysen durch Schlemmen zugleich mit dem Sand. Er findet sich in einigen Gebirgsgegenden so häufig, daß er als Streusand unter dem Namen Goldsand gebraucht wird.

Thon und die Feinheit des Korns scheinen die physischen Eigenschaften oft bedeutend abzuändern; übrigens besitzt Kalk immer den Vorzug, die Säure im Boden zu tilgen und Pflanzenfasern schneller in Humus zu verwandeln.

Die chemischen Bestandtheile des Glimmers sind Kieselerde, Thonerde und Eisenoxyd mit etwas Kali und zuweilen Talk und Braunsteinkalk [32]). Sein spezifisches und absolutes Gewicht fand ich immer geringer als das des Sands, im Mittel 2,264, seine wasserhaltende Kraft aber immer bedeutend größer, nämlich bis 60,4 Prozent; demungeachtet verliert er beim Austrocknen wieder alle Konsistenz, er zerfällt wie der Sand bei der geringsten Berührung; 1000 Theile absorbirten in 24 Stunden 15, in 48 Stunden 20 Gr. Feuchtigkeit.

Wir sehen hieraus, daß glimmerreicher Sand die hitzigen Eigenschaften des gewöhnlichen Kalk- und Quarzsands sehr mäßigt; daß er einem Boden eine größere wasserhaltende Kraft mittheilt, ohne ihn zugleich fester und schwerer zur Bearbeitung zu machen, wie dieses beim Thon der Fall ist.

Das Eisenoxyd

ist ein so häufiger Bestandtheil der Ackererde, daß ich es auch in seinem reinen Zustande einer nähern Untersuchung werth hielt; ich wandte hierzu das künstlich nach der preussischen Pharmacopöe bereitete schwarze Eisenoxyd an, indem es sich aus der Ackererde nur durch starke chemische Mittel, durch Auflösung und Präcipitation, und nicht in dersel-

32) Das Verhältniß dieser Bestandtheile wechselt beim Glimmer sehr: der Thon von 11 bis 34, das Eisen von 4 bis 22, das Kali von 8 bis 14; Talk und Braunsteinkalk fehlen zuweilen ganz. Siehe Steffens Handbuch der Oryktognosie, erster Band, S. 211. 1811.

ben Form, wie es in der Ackererde ist, abscheiden läßt.

Ich fand sein spezifisches Gewicht = 3,475.

Das Gewicht eines Kubikzolls im trockenen Zustand war 700 Gran;

Im nassen Zustand 724 Gr.

Seine wasserhaltende Kraft = 23,3.

1000 Theile absorbirten in 24 Stunden 7 Gr. Feuchtigkeit.

— — 48 — 10 —

— — 72 — 11 —

Seine Konsistenz und Festigkeit sind im trockenen Zustand nur gering und der des Sandes ähnlich, seine wärmehaltende Kraft ist bei gleichen Quantitäten dem Volumen nach größer als beim Sand.

Stark eisenhaltiger Thon bildet einen weniger festen Boden als reiner Thon; auf seiner Oberfläche wird durch seine dunkele Farbe mehr Wärme durch das Sonnenlicht erweckt, und er behält diese Wärme auch länger zurück.

Die nachtheiligen Wirkungen, welche Einige von dem Eisenoxyd auf die Vegetation bemerkt haben wollen, beruhen theils auf seinem bedeutend größern Gewicht, wodurch die freie Entwickelung der Pflanzenwurzeln gehemmt wird, theils auf seiner sehr geringen wasserhaltenden Kraft, vorzüglich aber auf seiner großen Verwandtschaft zu Lebensluft und Säuren, wodurch leicht Eisensalze entstehen, welche in einiger Menge einen Boden völlig unfruchtbar machen.

Der Gips

ist dem praktischen Landwirthe längst durch seine merkwürdige Eigenschaft bekannt, die Vegetation der Schotengewächse, vorzüglich des Klees, durch Ueberstreuen auf dieselbe zu beschleunigen. Sehr wahrscheinlich ist es, daß diese Eigenschaft nicht auf den oben erwähnten physischen Eigenschaften des Gipses, sondern vielmehr auf einer chemischen Zersetzung des Gipses durch den Einfluß der Atmosphäre und der Pflanzen vielleicht selbst beruhe und zwar aus folgenden Gründen.

1) Die Menge des Gipses, welche auf ein Feld gestreut wird, ist in Beziehung auf die Menge der Erde, auf welche er vertheilt wird, so unbedeutend, daß er auf die Abänderungen seiner physischen Eigenschaften keinen Einfluß besitzen kann; auf den hiesigen Feldern wird gewöhnlich auf den Morgen von 40,000 Berner = 32,600 Pariser Quadratschuhen fünf Zentner feiner Gips ausgestreut, dieses beträgt auf den Pariser Quadratschuh 130 Gran Gips. Nehmen wir an, daß die oberste Erdschichte mit diesem Gips bis auf einen Zoll Tiefe vermengt werde, so kommen auf 100 Theile weniger als ein Prozent, nämlich nur 0,2 Prozent Gips; nehmen wir die Vermengung bis auf eine Linie Tiefe, so würden dennoch auf 100 Theile nur 2,8 Theile Gips kommen, obgleich man bei dieser oberflächlichen Vermengung den Einfluß auf die Pflanzenwurzeln gar nicht einsehen würde.

2) Die physischen Eigenschaften des Gipses als Ganzem, in seinem ungebrannten bloß pulverisirten

Zustand, wie er häufig zu diesem Zweck angewandt wird, sind sehr wenig von denen der übrigen Erden verschieden; sie nähern sich sehr denen des Quarz- und Kalksands. Woher demungeachtet seine so auffallend verschiedene Wirkung, wenn er als feines Pulver auf Kleefelder ausgestreut wird? Warum befördert nicht jedes ähnliche erdige Pulver auf dieselbe Art die Vegetation? Noch verdient hier berücksichtigt zu werden, daß einige Landwirthe zu demselben Zweck rohen gemahlenen Gips, andere gebrannten Gips anwenden, der Hauptsache nach mit demselben Erfolge, und dennoch besitzt der letzte eine sehr große, der erstere nur eine geringe Anziehung zum Wasser.

3) Um wirklich durch Versuche nachzuweisen, daß hier eine Zersetzung des Gipses statt habe, verschaffte ich mir durch Fällung aus einer salzsauern Kalkauflösung mit Schwefelsäure 78 Gran reinen erdigen Gips, und setzte ihn, nachdem er durch Wasser von der Salzsäure gereinigt war, in einem Porzellangefäße dem Einflusse der Atmosphäre aus, so daß Regen, Schnee und Sonnenschein auf ihn einwirken konnten. Nach sechs Monaten (vom Juni bis Januar) untersuchte ich ihn; ich fand statt reinen Gipses noch 65 Gran Gips und 10 Gran kohlensaure Kalkerde, welche durch die Zersetzung des Gipses entstanden waren. In dem folgenden Sommer wiederholte ich diesen Versuch mit größern Quantitäten mit demselben Erfolge in gläsernen Gefäßen. [33])

33) An diese Erscheinung schließt sich die erst vor Kurzem von Hrn. Sattler in Schweinfurth gemachte Ent-

Ueber die Keimung von Getreidekörnern und deren erste Entwickelung in diesen einfachen Erden.

Um den verschiedenen Einfluß dieser einfachern Erden auf die Keimung zu beobachten, brachte ich gleich große Quantitäten der verschiedenen Erden in gleich große Gefäße von anderthalb Zoll Tiefe und vier Quadratzoll Fläche, welche ich im Julius ins Freie stellte, so daß sie bei heiterm Himmel täglich acht bis neun Stunden das Sonnenlicht geniessen konnten. Sie wurden alle zu der gleichen Zeit mit gleich viel Wasser begossen, und dieses so oft wiederholt, als der Regen der Atmosphäre für sie nicht hinreichend zu sein schien. Als Maasstab der Befeuchtung diente mir die Befeuchtung der gewöhnlichen Ackererde, in welche ich zur Vergleichung Waizenkörner von der gleichen Art gesteckt hatte.

Die Resultate dieser Versuche sind folgende:

Im Quarzsand keimten die Körner in wenigen Tagen; die Halme erreichten eine Höhe von 1 Zoll, welkten und verdorrten aber schnell bei einfallen-

deckung, daß der Gips schnell zersetzt wird, wenn man über und durch ihn im glühenden Zustand Wasserdämpfe streichen läßt (Hermbstädts Museum Dez. 1815, Seite 380). Es erklärt sich vielleicht hieraus, warum die Wirkung des Gipses nicht auf allen Bodenarten gleichförmig beobachtet wird; gewisse Bodenarten könnten seine Zersetzung mehr oder weniger befördern; er zeigt sich wirksamer auf trockenen als auf nassen Bodenarten.

der warmer Sommerwitterung; die Oberfläche des Sands blieb locker.

Im Kalksand keimten sie ebenfalls in wenigen Tagen, erreichten eine Höhe von anderthalb Zoll und schienen kräftiger zu wachsen als im Quarzsand, welkten und verdorrten aber schnell bei warmer Witterung.

In Gipserde keimten die Körner nur schwach und verdorrten bald wieder bei warmer Witterung. Die Erde schien sich durch die Feuchtigkeit dichter zusammenzuschliessen; ihre Oberfläche bedeckte sich bald mit einer harten Kruste, welche die keimenden Samen nur mit Schwierigkeit zu durchbrechen schienen.

Im lettenartigen Thon keimten die Samen zwar, es entwickelte sich eine Radicula (Würzelchen) und Plumula (kleine Blättchen) von anderthalb Linien, sie starben aber wieder ab, ehe sie die Erdoberfläche durchbrochen hatten, welche sich mit einer dichten Kruste überzog. Die keimenden Samen schienen zu schwach zu sein, um sich durch die dichte Erde einen Weg zu bahnen.

Im lehmartigen Thon zeigte sich die gleiche Erscheinung nur noch in höherm Grade; Radicula und Plumula erreichten kaum eine Linie Länge, und starben dann ab.

Im klayartigen Thon keimten die Samen noch unbedeutender, als bei den zwei vorigen Thonarten.

Im reinen Thon konnte ich nichts mehr von Keimung bemerken; ich ließ sie vierzig Tage lang unter der Erde liegen, sie blieben wie todt, ich

mochte die Erde völlig durchnässen oder sie trocknen lassen, sie dem Schatten oder Sonnenlicht aussetzen. Die Erde bildete eine dichte sehr konsistente Masse. Ich brachte dieselben scheinbar todten Körner in gewöhnliche Ackererde, worin sich schon in wenigen Tagen die Keime entwickelten und zu schönen Halmen aufwuchsen. [34])

In reiner kohlensaurer Kalkerde keimten die Körner schon in wenigen Tagen, erreichten bald eine beträchtliche Höhe, bildeten viele Würzelchen, und schienen völlig gesund zu sein.

In reiner kohlensaurer Bittererde keimten die Körner ebenfalls bald, erreichten schnell eine beträchtliche Höhe, und hatten ein schönes saftvolles grünes Aussehen.

In reinem Humus keimten die Körner mit demselben Erfolge, wie in der Talkerde, so daß ich im Mittel zwischen beiden keine Verschiedenheit bemerken konnte.

Die in gewöhnlicher Garten- und Ackererde zu der gleichen Zeit gesäeten keimten und entwickelten sich gut, nur schienen sie etwas weniger schnell zu wachsen, als die in Humus und Talkerde gesäeten, wovon wahrscheinlich die größere wasserhaltende Kraft der beiden letztern Erden eine der Ursachen ist.

34) Nicht selten geschieht es so, daß Jahre lang Samen im Boden liegen, welche sich erst später unter günstigen Umständen entwickeln; oft scheint dieses zum Verdrusse der Landwirthe mit untergepflügtem Unkrautsamen der Fall zu sein.

Ich wiederholte diese Versuche noch zweimal mit demselben Erfolge; sie zeigen, daß bei den Erden Lockerheit und Feuchtigkeit eine der nothwendigsten Bedingungen zur Vegetation sind, und daß der reine Thon nicht sowohl durch seine große Nässe und wasserhaltende Kraft, als vielmehr durch seine große Konsistenz und Festigkeit, auf die Keimung schädlich einwirkt, theils dadurch, daß er mehr mechanisch den sich entwickelnden Samen Schwierigkeiten in den Weg setzt, theils auch den zum Gedeihen der Pflanzen nöthigen Luftgenuß erschwert.

Die Versuche mit Bittererde, welche ich mit verschiedenen Abänderungen wiederholte, zeigten mir, daß sie an sich mit Kohlensäure gesättigt nicht schädlich auf die Vegetation einwirkt; daß sie in gehöriger Verbindung mit andern Erden oft gerade durch ihre große wasserhaltende Kraft nützlich werden kann; daß sie aber in ihrem reinen Zustand wegen ihrer großen Leichtigkeit und großen wasserhaltenden Kraft den Pflanzen keinen sichern Standpunkt gewährt, und bei nasser Witterung zu viel und zu lange die Feuchtigkeit zurückbehält. In ihrem von Kohlensäure reinen gebrannten Zustand ist sie allerdings der Vegetation nachtheilig, wie auch dieses bei der Kalkerde im reinen kaustischen Zustand der Fall ist.

Die Versuche mit reinem Sande stimmen mit den frühern Versuchen von Schrader[35]) und Crell[36])

35) Schraders Versuche in Hermbstädts Bulletin, März 1813.

36) Crells Versuche in Schweiggers Journal der Chemie, Bd. 2 S. 290.

überein, welche zeigten, daß sich überhaupt in lockern unauflöslichen Pulvern, in gepülvertem Glas, Schwerspath, Kohlenpulver, Moos, Wolle, Papierstreifen, Metalloxyden, Schwefelpulver, und selbst bloßem Wasser, Pflanzen bis auf einen gewissen Grad erziehen lassen; nur ist es bei allen diesen Substanzen nothwendige Bedingung, sie in gehörigem Grade der Feuchtigkeit zu erhalten. Wahrscheinlich wird es hieraus, daß die Pflanzen das Vermögen besitzen, aus den chemischen Elementen, welche Wasser und Luft enthalten, die organischen Stoffe zum Theil zusammenzusetzen, welche wir in ihnen finden, obgleich Humus diesen Prozeß sehr befördert, und es bis jetzt nie gelungen ist, in humusreinen Erden Pflanzen auf längere Zeit mit Blüthen und Früchten wiederholt in Vollkommenheit zu erziehen.