XLIV.

Versuche über die nothwendigen Aschenbestandtheile einer Pflanzen-Species.

Vom

Fürsten zu *Salm-Horstmar*.

(Hierbei eine Tafel zur Uebersicht.)

Um die nothwendigen Aschenbestandtheile einer Pflanzen-species ermitteln zu können, war das erste Erforderniss, ein Medium für die Wurzel der Pflanze zu wählen, welches selbst frei von allen Aschenbestandtheilen war.

Der Verfasser wählte zu diesem Zwecke die Kohle von dem reinsten, weissen Kandiszucker, in welcher sich keine anorganischen Bestandtheile fanden. Diese Kohle wurde auf einer Unterlage von Porcellan in einer geschlossenen Muffel, vollständig gegen das Eindringen von Asche geschützt, bereitet, und nachdem sie zu einem groben Pulver zerdrückt war, gut durchgeglüht, bis alle Spuren von Kohlenwasserstoffverbindungen verschwunden waren, welche der Vegetation sehr hinderlich sind.

Zu den hier mitzutheilenden Vegetationsversuchen wurde der gemeine, weisse Hafer gewählt, wegen der Wichtigkeit der Familie der Gräser, und weil diese Pflanze in dem Zimmer reifen Samen trägt, was z. B. mit der Roggenpflanze nur selten gelingt.

Die Versuche wurden angestellt in Gefässen von Zinn, $5\frac{1}{2}$ Zoll hoch, oben $2\frac{1}{8}$ Zoll und unten $\frac{3}{8}$ Zoll weit. Sie wurden innerlich mit filtrirtem, weissem Wachs, welches frei von Aschenbestandtheilen war, stark überzogen, um die Wurzel ausser Berührung mit dem Metall zu setzen.

In jedes dieser Gefässe wurden $2\frac{1}{2}$ Loth obiger Zuckerkohle eingefüllt, und die Zusätze auf folgende Weise gemacht.

Die zu jedem der folgenden Versuche bestimmten, trocknen Aschenbestandtheile wurden mit etwas Zuckerkohle fein zerrieben, um die kleinen Mengen mit der übrigen Zuckerkohle auf einer flachen Schale möglichst gleichmässig mengen zu können. Wo kiesel-saures Kali oder kiesel-saures Natron zugesetzt wurde, war dasselbe in 20 Grammen Wasser gelöst, und die Kohle damit vor dem Einfüllen in das Gefäss gleichmässig durchmengt, und dann eingefüllt; hierauf die stickstoffhaltigen Salze in 20 Grammen Wasser gelöst über die Kohlenmengung gegossen; dann ein in reiner Zuckerkohle vorher gekeimtes Haferkorn eingepflanzt; und wo dieses Salz aus 0,1 Grm. salpetersaurem Ammoniak bestand, wurden gleich nach dem Einpflanzen noch 15 Grammen Wasser nachgegossen, weil die Pflanzen es so am besten vertrugen, wie Vorversuche gezeigt hatten. Wo kein kiesel-saures Alkali angewandt wurde, war die Kohle jedesmal erst mit 20 Graumen destillirtem Wasser durchfeuchtet.

Die Pflanzen wurden mit destillirtem Wasser begossen, und standen in einem Zimmer an einem Fenster, das die Mittags-sonne hatte.

Alle Zusätze zu der Zuckerkohle waren auf das Sorgfältigste chemisch rein dargestellt und genau geprüft.

Das kiesel-saure Kali und kiesel-saure Natron wurden dargestellt durch Auflösen der ungeglühten Kieselerde in einer starken Lösung des Alkalis in der Wärme. Der phosphorsaurer Kalk wurde dargestellt aus salpetersaurem Kalk mit phosphorsauerm Ammoniak, das Eisenoxyd aus salpetersaurem Eisenoxyd und bernsteinsauerm Ammoniak, und der Niederschlag absichtlich so geglüht, dass das Eisenoxyd viel Oxydul enthalten musste.

Es folgen hier die Versuche mit Angabe der Stoffe, welche der Zuckerkohle zugesetzt wurden.

1.

Ohne Zusatz von Aschenbestandtheilen und ohne alle stickstoffhaltigen Salze.

Der Erfolg war eine höchst schwächliche Pflanze von blass-grüner Farbe, $4\frac{1}{2}$ Zoll lang; regelmässig ausgebildeter Halm ohne Blüthe. Wenn sich ein neues Blatt bildete, starb das vorhergehende Blatt ab. Sie trieb keinen Nebensprossen.

Das trockne Pflänzchen wog 0,05 Grammen

2.

Ohne alle Aschenbestandtheile, gedüngt mit kohlensaurem Ammoniak, und zwar auf die Weise, dass der Kohle beim Einpflanzen 0,04 Grammen kohlensaures Ammoniak in 20 Grammen Wasser gelöst zugesetzt, und so oft die Kohle trocken erschien, die Pflanze mit 0,04 Grammen kohlensaurem Ammoniak in 20 Grm. Wasser gelöst begossen wurde, wegen der Flüchtigkeit des kohlensauren Ammoniaks.

Die Pflanze hatte ein sehr lebhaftes Grün, war sehr schwächlich; als sich das dritte Blatt bildete, starb das erste Blatt ab; die Blätter länger als bei dem vorhergehenden Versuch und schlaff. Der Halm $7\frac{1}{2}$ Zoll lang, weniger regelmässig gebildet, brachte einen Blütenansatz, ohne Frucht und keinen Nebensprossen.

Das trockne Pflänzchen wog 0,05 Grammen.

3.

Ohne allen Zusatz von Aschenbestandtheilen.

Die Kohle mit 0,1 Grammen kohlensaurem Ammoniak in 20 Grammen Wasser durchfeuchtet.

Die Pflanze starb im ersten Blatt.

Der Versuch wurde wiederholt, mit demselben Resultat.

Der Hafer verträgt also keine Lösung von kohlensaurem Ammoniak, welche ein halbes p. C. davon enthält, wenigstens nicht ohne Zusatz von Aschenbestandtheilen.

4.

Ohne allen Zusatz von Aschenbestandtheilen.

Die Kohle war erst mit 20 Grm. Wasser durchfeuchtet und wurde dann gedüngt mit 0,1 Grm. salpetersaurem Ammoniak gelöst in 20 Grammen Wasser, und noch 15 Grammen Wasser nachgegossen und mit einem gekeimten Haferkorn bepflanzt.

Die Pflanze starb schon im zweiten Blatt ab.

Die Wurzeln waren sehr kurz und alle aufwärts zu der Oberfläche der Kohle gekrümmt. In dieser Mischung wollte kein Haferkorn keimen.

Die folgenden Versuche werden zeigen, dass sie diese Düngung gut verträgt, wenn die Aschenbestandtheile zugesetzt sind.

5.

Ohne ammoniakalische Salze, aber mit folgenden Aschenbestandtheilen.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} kieselsaures Kali
0,03	"	Kali	
0,5	"	kohlensaurer Kalk	
0,04	"	phosphorsaurer Kalk	
0,03	"	schwefelsaurer Kalk	
0,02	"	kohlensaure Talkerde	
0,02	"	manganhaltiges Eisen.	

Die Pflanze wurde 11 Zoll lang; der Halm regelmässig gebildet aber schwächlich; Blätter kurz aber dunkelgrün.

Eine Blüthe aber keine Frucht.

Die Pflanze bildete keinen Nebensprossen.

Die Pflanze wog trocken 0,1 Grammen.

6.

Mit Aschenbestandtheilen und stickstoffhaltigen Salzen.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} kieselsaures Kali
0,03	"	Kali	
0,5	"	kohlensaurer Kalk	
0,05	"	kohlensaure Talkerde	
0,1	"	phosphorsaurer Kalk	
0,1	"	schwefelsaurer Kalk	
0,05	"	salpetersaures Ammoniak	
0,03	"	salpetersaurer Kalk.	

Die Pflanze wurde 25 Zoll lang, trug 5 Blüthen und 5 unvollständige Früchte.

Die Blätter unkräftig, von blass grünlich-gelber Farbe.

Der Halm von abnormer Bildung, denn die Knoten waren von den Blattscheiden umhüllt, und die gehörige Steifigkeit fehlte, daher zum Liegen geneigt.

Die Pflanze wog trocken 0,37 Grammen.

7.

Ohne Kieselerde.

0,064	Grammen	salpetersaures Kali, in 20 Grammen Wasser gelöst	
0,5	"	kohlensaurer Kalk	
0,05	"	kohlensaure Talkerde	
0,1	"	phosphorsaurer Kalk	
0,1	"	schwefelsaurer Kalk	
0,03	"	salpetersaures Ammoniak	} in 20 Grammen Wasser gelöst.
0,03	"	salpetersaurer Kalk	

Es wurde hier weniger salpetersaures Ammoniak genommen wegen des salpetersauren Kalis, um den Stickstoffgehalt in die-

sem Versuche mit dem Stickstoffe im vorhergehenden auszugleichen. Kohlensaures Kali durfte nicht gewählt werden, weil die Pflanze dieses schlecht verträgt.

Die Pflanze wurde 9 Zoll lang, niederliegend, ganz glatt, sehr schwächlich, von blass gelbgrüner Farbe, die Knoten von den Blattscheiden umhüllt.

Es bildete sich 1 Blüthe mit vollständigen Staubbeuteln aber keine Frucht. Die Entwicklung der Blüthe war ungemein langsam.

Die trockne Pflanze wog 0,13 Grammen.

8.

Ohne Kali.

1,0	Grammen	Kieselhydrat	
0,5	„	kohlensaurer Kalk	
0,05	„	kohlensaure Talkerde	
0,1	„	phosphorsaurer Kalk	
0,1	„	schwefelsaurer Kalk	
0,05	„	salpetersaures Ammoniak	} in 20 Grammen Wasser gelöst.
0,03	„	salpetersaurer Kalk	

Das Kieselhydrat wurde als Gallerte in 20 Grammen Wasser suspendirt, und die Zuckerkohle damit gleichmässig durchgemengt.

Die Pflanze starb schon ab, ehe das zweite Blatt zur Entwicklung kam. Es wurde hierauf ein zweites Haferkorn eingepflanzt. Dieses entwickelte erst 2 sehr kurze Blätter, darauf erschien das dritte Blatt in Form eines zusammengedrehten, grünen Fadens, und danach entwickelten sich noch 3 Blätter, welche $\frac{3}{4}$ Zoll lang waren. Keine Blüthe.

Dieses Pflänzchen wurde $2\frac{1}{2}$ Zoll lang, hatte lange, aber ungemein dünne Wurzeln, von gewöhnlicher Richtung.

9.

Ohne Kali, aber mit Abänderung des vorigen Versuchs.

0,55	Grammen	Kieselhydrat (als Gallerte)	
0,5	„	kohlensaurer Kalk	
0,02	„	kohlensaure Talkerde	
0,04	„	phosphorsaurer Kalk	
0,02	„	schwefelsaurer Kalk	
0,03	„	salpetersaurer Kalk, in 20 Grammen Wasser gelöst.	

Die Kieselgallerte gleichfalls in 20 Grammen Wasser suspendirt und mit der Kohle gemengt.

Das Pflänzchen wurde 3 Zoll lang, hatte 6 Blättchen und keine Blüthe, die langen, dünnen Wurzeln gingen in die Tiefe.

10.

Ohne Kalkerde.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} als kiesels. Kali in 20 Grammen Wasser
0,03	"	Kali	
0,07	"	kohlensaure Talkerde	
0,08	"	phosphorsaure Ammoniak-Talkerde	
0,02	"	schwefels. Kali	} zusammen in 20 Grammen Wasser
0,04	"	salpeters. Ammoniak	
			gelöst.

Die Pflanze starb ab, noch ehe das zweite Blatt entwickelt war. Die Wurzeln waren kaum $\frac{1}{2}$ Zoll lang und nach aufwärts gekrümmt. Ein anderes Haferkorn wurde eingepflanzt, aber mit gleichem Erfolg.

11.

Zu diesem Versuch wurde dieselbe Mengung genommen, welche zu den vorhergehenden Versuch gedient hatte, nur mit Zusatz von

0,5 Grammen kohlensaurem Kalk,

um zu sehen ob wirklich der Mangel an Kalk die Ursache des Absterbens der Pflanze im vorhergehenden Versuche war, oder ob vielleicht ein Uebermass von Talkerde oder das schwefelsaure Kali die Ursache war.

Die Pflanze war aber nun so kräftig, wie die in dem Versuche 6, und von gleicher, bleicher Farbe.

Die Abwesenheit der Kalkerde war also die Ursache des Absterbens der Pflanze im vorhergehenden Versuch.

12.

Ohne Talkerde.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} als kiesels. Kali in 20 Grammen Wasser
0,03	"	Kali	
0,5	"	kohlensaurer Kalk	
0,1	"	phosphorsaurer Kalk	
0,1	"	schwefelsaurer Kalk	
0,05	"	salpetersaures Ammoniak	} in 20 Grammen Wasser.
0,03	"	salpetersaurer Kalk	

Die Pflanze wurde 13 Zoll lang; Neigung zum Liegen; die ersten drei Blätter ziemlich grün, die folgenden Blätter aber blass grünlichgelb. Als die Blüthen sich entwickeln wollten, vertrocknete die Pflanze durch ein Versehen im Begiessen.

Der Halm hatte dieselben Abnormitäten, wie bei der Pflanze vom Versuch 6 und die Blätter eben so unkräftig.

Die trockne Pflanze wog 0,32 Grammen.

13.

Ohne Phosphorsäure.

Die Zusätze zu der Kohle waren hier dieselben und in gleicher Quantität wie bei Versuch 6 nur der phosphorsaure Kalk wurde weggelassen.

Die Pflanze wurde 16 Zoll lang, die Blätter dunkelgrün aber kurz und schmal, der Halm schwächlich aber ganz normal gebildet.

3 Blüthen und eine Frucht, vollständig ausgebildet.

Ohne Nebensprossen.

Die Pflanze wog trocken 0,17 Grammen.

Die Phosphorsäure im Haferkorn ersetzt also nothdürftig den Mangel an Phosphorsäure im Boden, aber das Gewicht der Pflanze leidet dadurch, so wie überhaupt die Assimilation, auf die auffallendste Weise.

Die normale Bildung des Halmes scheint hier beachtungswerth zu sein, denn sie verräth, dass das richtige Gleichgewicht unter den in der Pflanze befindlichen Bestandtheilen hier stattfand, wogegen das richtige Gleichgewicht in der Pflanze des Versuches 6 (mit Phosphorsäure) gestört war bei stärkerer Assimilation, welches also entschieden für die Wichtigkeit der Phosphorsäure bei der Assimilation spricht: (daher der grössere Vorrath von Phosphorsäure im Samen, damit die Pflanze doch ein neues Samenkorn tragen kann, wenn dem Boden die Phosphorsäure ganz fehlt.)

14.

Ohne Schwefelsäure.

Die Zusätze zu der Kohle waren hier dieselben und in gleicher Quantität, wie bei Versuch 6, nur der schwefelsaure Kalk wurde weggelassen.

Die Pflanze wurde 11 Zoll lang, die Blätter dunkelgrün, aber kurz und schmal und weniger kräftig, als im vorhergehenden Versuch.

Der Halm normal gebildet; 2 Blüthen, aber ohne Frucht.

Es bildete sich ein Nebensprosse.

Die Pflanze wog trocken 0,12 Grammen.

Hier also wieder die regelmässige Bildung des Halmes und der Farbe, wie im vorhergehenden Versuch, aber die Assimilation noch schwächer und daher keine Frucht. Der Schwefel des Samenkorns reichte nicht aus.

15.

Ohne Schwefelsäure und ohne Phosphorsäure.

Die übrigen Zusätze zu der Kohle waren ganz dieselben und in gleicher Quantität, wie bei Versuch 6, nur phosphorsaurer und schwefelsaurer Kalk fehlten und 0,05 Grm. salpetersaures Ammoniak mehr wurden zugesetzt.

Die Pflanze wurde 16 Zoll lang, die Blätter dunkelgrün, der Halm normal gebildet, 2 Blüthen, ohne Frucht.

Es bildete sich ein Nebensprosse.

Die Pflanze wog trocken 0,12 Grammen.

Hier erscheint wieder die Regelmässigkeit der Bildung und die schwache Assimilation, obgleich mehr stickstoffhaltige Nahrung für die Pflanze in der Mischung war.

16.

Nur Kieselsäure und Kali.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} als kiesels. Kali in 20 Grammen Wasser
0,03	"	Kali	
0,05	"	salpeters. Ammoniak	

Die Pflanze starb im zweiten Blatt.

Darauf ein neues Haferkorn eingepflanzt.

Diese Pflanze starb im dritten Blatt.

Vergleicht man diesen Versuch mit Versuch 15, so erscheint die Kalkerde und die Talkerde als nothwendig, um das Gleichgewicht herzustellen.

17.

Mit Salzsäure.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} als kiesels. Kali in 20 Grammen Wasser
0,03	"	Kali	
0,5	"	kohlensaurer Kalk	} in 20 Grammen Wasser.
0,05	"	kohlensaure Talkerde	
0,1	"	phosphorsaurer Kalk	
0,1	"	schwefelsaurer Kalk	
0,02	"	salzsaures Ammoniak	
0,04	"	salpeters. Ammoniak	
0,03	"	salpeters. Kalk	

Die Pflanze wurde 9 Zoll lang; Blätter unkräftig, blass grünlichgelb. Halmbildung abnorm, die Knoten blieben in den Blattscheiden.

3 Blüthen, welche viele Zeit brauchten um sich aus der letzten Blattscheide heraus zu winden. Ohne Frucht.

Die Pflanze wog trocken 0,24 Grammen.

18.

Ohne Talkerde und ohne kohlensauen Kalk.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} als kiesels. Kali in 20 Grammen Wasser
0,03	"	Kali	
0,04	"	phosphorsaurer Kalk	
0,03	"	schwefelsaurer Kalk	
0,1	"	salpetersaures Ammoniak,	in 20 Grammen Wasser.

Die Pflanze wurde 15 Zoll lang; die Blätter blass grünlichgelb. Der Halm abnorm, neigte sich zum Liegen, die Knoten traten nicht aus den Blattscheiden.

4 Blüthen, ohne Frucht. Es bildeten sich Nebensprossen.

Die Pflanze wog trocken 0,21 Grammen.

Diese Pflanze kann also blühen, ohne dass Talkerde im Boden ist, und der kohlensaure Kalk kann durch andere Kalksalze ersetzt werden.

19.

Mit Kali und Natron.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} als kiesels. Alkali in 20 Grammen Wasser
0,02	"	Kali	
0,01	"	Natron	
0,5	"	kohlensaurer Kalk	
0,04	"	phosphorsaurer Kalk	
0,03	"	schwefelsaurer Kalk	
0,02	"	kohlensaure Talkerde	
0,1	"	salpetersaurer Ammoniak,	in 20 Grammen Wasser.

Die Pflanze wurde nur 7 Zoll lang, die Blätter blass grünlichgelb. Der Halm von abnormer Bildung, die Knoten von den Blattscheiden umhüllt, keine Blüthe.

Mehrere schwache Nebensprossen bildeten sich.

Die Pflanze wog trocken 0,1 Grammen.

20.

Mit Eisen.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} als kiesels. Kali, in 20 Grammen Wasser
0,03	„	Kali	
0,5	„	kohlensaurer Kalk	
0,04	„	phosphorsaurer Kalk	
0,03	„	schwefelsaurer Kalk	
0,02	„	kohlensaure Talkerde	
0,1	„	Eisenoxydul enthaltendes Eisenoxyd	
0,1	„	salpetersaures Ammoniak in 20 Grammen Wasser.	

Dieser Zusatz von Eisenoxyden brachte einen höchst merkwürdigen Umschwung in die Vegetation der Pflanze.

Die Blätter dieser Pflanze waren ungemein viel kräftiger als die aller vorher genannten Versuche. Die Blätter waren 12 Zoll lang und $\frac{1}{2}$ Zoll breit, von normaler Steifigkeit und Rauheit, von üppig dunkelgrüner Farbe, aber es zeigten sich nach der Entwicklung des vierten Blattes in der Mitte der Blätter, und zwar auf allen Blättern, *vertrocknete Stellen* von graugrüner Farbe. Es bildete sich ein achtes Blatt an demselben Halm, welche Zahl bei der Haferpflanze abnorm ist, und dieses Blatt erschien schon bei seiner Entwicklung vertrocknet von der Farbe eines getrockneten, grünen Blattes.

Der Halm abnorm, denn die Knoten blieben von der Blattscheide umhüllt.

Die Pflanze wurde 13 Zoll lang, trug keine Blüthe.

Sie bildeten mehrere Nebensprossen.

Die Pflanze wog trocken 0,4 Grammen.

Der Eisenzusatz war hier offenbar zu stark.

21.

Mit weniger Eisen.

Die Zuckerkohle erhielt hier ganz dieselben Beimengungen und im Uebrigen in gleicher Quantität, wie in dem vorhergehenden Versuche, nur mit dem Unterschied, dass nur 0,01 Gramme Eisenoxydul haltiges Eisenoxyd genommen wurde.

Die Pflanze wuchs eben so kräftig und steif wie die des vorhergehenden Versuchs. Die Blätter eben so dunkelgrün und von den im vorigen Versuch beschriebenen trocknen Stellen fand sich nur auf einem Blatte eine Spur, und zwar wieder in der Mitte desselben.

Die Pflanze wurde 24 Zoll lang, trug 5 Blüthen, keine Frucht. Der Halm normal gebildet, nur die Knoten noch nicht ganz von normaler Stärke. Es bildeten sich Nebensprossen.

Die Pflanze wog trocken 0,49 Grammen.

Die Verminderung des Eisens hatte also geholfen.

22.

Mit Eisen und Natron.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} als kiesels. Alkali in 20 Grammen Wasser.
0,02	"	Kali	
0,01	"	Natron	
0,5	"	kohlensaurer Kalk	
0,04	"	phosphorsaurer Kalk	
0,03	"	schwefelsaurer Kalk	
0,02	"	kohlensaure Talkerde	
0,1	"	Eisenoxydul enthaltendes Eisenoxyd	
9,1	"	salpetersaures Ammoniak, in 20 Grammen Wasser.	

Die Pflanze hatte dieselben trocknen Stellen auf den Blättern und die übrigen Abnormitäten wie vom Versuch 20, war aber weit weniger kräftig, jedoch dunkelgrün. Sie trug keine Blüthe.

Die trockne Pflanze wog 0,16 Grammen.

23.

Mit Eisen und Mangan.

Es wurde gleiche Mischung genommen wie bei dem Versuch 20 und in gleichen Quantitäten, aber mit dem Zusatz von 0,01 Gramme kohlensaurem Manganoxydul.

Die Pflanze war dunkelgrün, sehr kräftig, und auf den Blättern zeigte sich keine Spur von den bei Versuch 20 beschriebenen, vertrockneten Stellen.

Die Halmknoten waren kräftiger als bei Versuch 21, aber die Halmbildung hatte noch eine Abnormität, indem die Knoten nur wenig aus den Blattscheiden hervorragten.

Ein Umstand verdient noch bemerkt zu werden, nämlich dass die Scheide des letzten Blattes um ihre Achse und zwar mehrmals schraubenförmig gedreht war. Diese Abnormität scheint von einem Ueberschusse an Mangan herzurühren, wie die folgenden Versuche zeigen werden.

Es bildeten sich mehrere Nebenhalm mit gleicher Abnormität. Der längste Halm war 14 Zoll lang, ohne Blüthe.

Die Pflanze wog trocken 1,09 Grammen.

Zu viel Eisen hatte hier wieder wie bei Versuch 20 die Bildung der Blüthe verhindert, das Mangan eine Nebenwirkung des Eisens beseitiget, dafür aber eine neue Abnormität bewirkt, die Assimilation aber vermehrt, wie das Gewicht beweist.

24.

Mit Eisen und Mangan, nebst Verstärkung einzelner Zusätze.

0,115	Grammen	Kieselsäure	} als kiesels. Kali in 20 Grammen Wasser
0,046	"	Kali	
0,5	"	kohlensaurer Kalk	
0,1	"	phosphorsaurer Kalk	
0,03	"	schwefelsaurer Kalk	
0,05	"	kohlensaure Talkerde	
0,03	"	oxydulhaltiges Eisenoxyd	
0,01	"	kohlensaures Manganoxydul	
0,1	"	salpetersaures Ammoniak in 20 Grammen Wasser.	

Die Blätter dunkelgrün, ohne die bei Versuch 20 bemerkten trocknen Stellen; die Blattscheide des letzten Blattes war weit weniger gewunden, wie bei dem vorhergehenden Versuche, und bei den Nebenhalmten fand gar keine Windung der letzten Blattscheide statt.

Der längste Halm war 26 Zoll lang, die Knoten kräftig und in normalem Abstände von den Blattscheiden; trug 15 Blüthen aber keine Frucht.

Die Pflanze wog trocken 1,29 Grammen.

25.

Mit Mangan ohne Eisen.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} als kiesels. Kali in 20 Grammen Wasser
0,03	"	Kali	
0,5	"	kohlensaurer Kalk	
0,04	"	phosphorsaurer Kalk	
0,03	"	schwefelsaurer Kalk	
0,02	"	kohlensaure Talkerde	
0,01	"	kohlensaures Manganoxydul	
0,1	"	salpetersaures Ammoniak, in 20 Grammen Wasser.	

Die Blätter waren kräftig, ohne Flecken, aber von sehr bleicher Farbe, der Halm 12 Zoll lang, abnorm, indem die Knoten von den Blattscheiden umhüllt blieben, die letzte Blattscheide wieder um ihre Achse gedreht, wie bei Versuch 23.

2 unkräftige Blüthen ohne Frucht.

Die Pflanze wog trocken 0,57 Grammen.

26.

Mit Eisen und Mangan ohne Talkerde.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} kieselsaures Kali in 20 Grammen Wasser
0,03		Kali	
0,5	"	kohlensaurer Kalk	
0,04	"	phosphorsaurer Kalk	
0,03	"	schwefelsaurer Kalk	
0,1	"	oxydulhaltiges Eisenoxyd	
0,1	"	salpetersaures Ammoniak in 20 Grsnnen Wasser	
0,01	"	kohlensaures Manganoxydul.	

Halm und Blätter weit weniger kräftig, als bei 23; die Blätter dunkelgrün und ohne Flecken, der Halm abnorm mit starker Neigung zum Liegen.

Die Pflanze wurde 9 Zoll lang, ohne Blüthe, und wog trocken 0,36 Grammen. Sie trieb einen schwachen Nebensprossen.

27.

Mit Eisen, Mangan und Natron ohne Kali.

0,075	Grammen	Kieselsäure	} kiesels. Natron in 20 Grammen Wasser
0,03		Natron	
0,5	"	kohlensaurer Kalk	
0,04	"	phosphorsaurer Kalk	
0,03	"	schwefelsaurer Kalk	
0,02	"	kohlensaure Talkerde	
0,1	"	oxydulhaltiges Eisenoxyd	
0,01	"	kohlensaures Manganoxydul	
0,1	"	salpetersaures Ammoniak, in 20 Grammen Wasser.	

Der Halm wurde 15 Zoll lang, ohne Blüthe und weit weniger kräftig als bei Versuch 23, und die Knoten von den Blattscheiden umbüllt. Die Blätter dunkelgrün und ohne Flecken, aber die Blattscheide des letzten Blattes war hier nicht allein gedreht, sondern das Blatt selbst mehrmals gewunden.

Es bildeten sich schwache Nebensprossen.

Die Pflanze wog trocken 0,57 Grammen.

28.

Zu diesem Versuche wurde ganz dieselbe Mischung genommen wie zu dem vorhergehenden Versuch, nur mit dem Unterschiede, dass das kohlensaure Manganoxydul absichtlich erst zugesetzt wurde, als das vierte Blatt sich gebildet und die bei Versuch 20 bemerkten trocknen Stellen auf den Blättern erschienen. Dieses hatte zur Folge, dass die folgenden Blätter keine solche Stellen bekamen.

Dieser Versuch scheint recht klar die Einwirkung des Mangans zu zeigen, denn er war bis zum vierten Blatt ganz derselbe Versuch, wie der von 20, nur dass Natron für Kali substituiert war.

Der Halm war 14 Zoll lang, weit weniger kräftig, trug aber 3 Blüthen, keine Frucht.

Die Blätter waren dunkelgrün, aber die Blattscheide des letzten Blattes war hier nicht gewunden; was dafür spricht, dass die Windung von zu viel Mangan herrührt, denn das kohlensaure Mangan wurde erst später hier zugesetzt und nur mit den obersten Schichten der Kohle vermischt, konnte also weniger einwirken.

29.

Mit Eisen, Mangan, Kali und Natron.

0,1 Gramm	Kieselsäure	} kiesel-saures Alkali in 20 Grammen Wasser.
0,03 "	Kali	
0,01 "	Natron	
0,5 "	kohlensaurer Kalk	
0,04 "	phosphorsaurer Kalk	
0,1 "	schwefelsaurer Kalk	
0,04 "	kohlensaure Talkerde	
0,03 "	oxydulhaltiges Eisenoxyd	
0,01 "	kohlensaures Manganoxydul	
0,1 "	salpetersaures Ammoniak, in 20 Grammen Wasser.	

Blätter, Halm und Knoten sehr kräftig und ganz normal. Die Blätter dunkelgrün und die Scheide des letzten Blattes ohne die bei 23, 24, 25 und 27 bemerkte Drehung. Vielleicht ist der Grund hiervon die vereinte Gegenwart von Kali und Natron in dieser Mischung, weil bei 23 nur Kali war, es kann aber auch in den quantitativen Verhältnissen liegen, obgleich die quantitativen Verhältnisse der Aschenbestandtheile in der Erde der Natur auch sehr verschiedenartig sind. Die Entscheidung muss aber späteren Versuchen vorbehalten bleiben.

Diese Pflanze wurde 29 Zoll lang, trug 14 Blüthen ohne Frucht.

Es bildeten sich Nebenhalm.

Die Pflanze wog trocken 1,46 Grammen.

Schlussresultate und Folgerungen.

1. Bei Gegenwart aller bei diesen Versuchen genannten Aschenbestandtheile in diesem Kohlenboden und gänzlichem Mangel

aller stickstoffhaltigen Zusätze wächst diese Pflanze nicht nur, sondern sogar weit besser, denn die trockne Pflanze wog 4mal so viel als die Pflanze, wo der Fall umgekehrt war, wie Versuch 1 und 5 ergaben.

Aber in beiden Fällen sind es nur schwache Zwergpflanzen, deren regelmässige Bildung merkwürdig ist.

2. Die ohne Zusatz von Aschenbestandtheilen und ohne stickstoffhaltige Zusätze gezogene Pflanze war ein vollkommen proportionirter Zwerg; hingegen die mit dem stickstoffhaltigen Zusatz und ohne allen Zusatz von Aschenbestandtheilen gezogene Pflanze war nicht proportionirt, sondern hatte unverhältnissmässig lange Blätter mit lebhafterem Grün und eine Blüthe; — aber beide Pflänzchen hatten gleiches Gewicht.

3. Die mit Zusatz gewisser Aschenbestandtheile und mit stickstoffhaltigem Zusatz gezogenen Haferpflanzen (23, 24 und 29) waren sehr kräftige Pflanzen. Die mit gleicher Menge stickstoffhaltigem Salze ohne allen Zusatz von Aschenbestandtheilen gezogene Pflanze (Versuch 4) starb dagegen schon ab im ersten Blatt.

Fehlten aber einige der bei jenen kräftigen Pflanzen zugesetzten Aschenbestandtheile in der Mischung, so starben die Pflanzen entweder in der ersten Entwicklung oder sie wurden weit weniger kräftig, ihre Farbe sehr bleich und ihre Bildung ganz abnorm.

4. Grössere Mengen gewisser Aschenbestandtheile der Zuckerkohle zugesetzt, ohne den stickstoffhaltigen Zusatz zu vermindern, bewirkten eine kräftigere Assimilation und Vermehrung der Blüthen. (Versuch 24 und 29.)

Fasst man nun diese Resultate zusammen, so scheint daraus zu folgen:

„dass sowohl gewisse Aschenbestandtheile (nebst gewissen
„stickstoffhaltigen Verbindungen) sich im Boden befinden
„müssen, wenn diese Pflanze normal und kräftig wachsen soll,
„dass diese Pflanze also nothwendig Aschenbestandtheile
„bedarf.

5. Nimmt man von den Aschenbestandtheilen nur Kieselsäure, Phosphorsäure, Schwefelsäure, Kali, Kalk und Talkerde in die Mischung auf, (nebst dem stickstoffhaltigen Salze), so

wächst die Haferpflanze zwar weit kräftiger, als ohne diese Aschenbestandtheile, aber die Pflanze wird sehr bleich, unkräftig und abnorm.

6. Fügt man aber zu dieser Mischung nur wenig oxydulhaltiges Eisenoxyd hinzu, so ist die Wirkung auf diese Pflanze höchst überraschend, denn nun erscheint eine Pflanze mit normal dunkelgrüner Farbe, die Blätter von üppiger Kraft, normaler Steifheit und Rauheit, das Gewicht dieser Pflanze übersteigt das doppelte der ohne Eisenzusatz gezogenen Pflanze, aber es bleibt doch noch etwas Abnormes, denn es zeigten sich Spuren von vertrockneten Stellen in der Mitte des Blattes; auch in Halm und Knoten bleibt noch etwas Abnormes.

Zu viel Eisen vermehrt die vertrockneten Stellen auf den Blättern und verhindert die Blütenbildung.

7. Setzt man zu der oben genannten Mischung mit Eisen wenig kohlen-saures Manganoxydul, so erhält man eine sehr kräftige Pflanze ohne Spuren von vertrockneten Stellen auf den dunkelgrünen Blättern mit normal gebildetem Halm und kräftigen Halmknoten.

Die Assimilation scheint durch Mangan auch verstärkt zu werden, wenigstens spricht das grössere Gewicht der Pflanze des Versuchs 24 im Vergleich mit der von 21 dafür.

Das Mangan bringt aber eine Abnormität in die Bildung der Scheide des letzten Blattes, indem dieselbe um ihre Achse gedreht erscheint, was dem Durchbruch der Blütenähre etwas hinderlich ist.

An den Nebenhalmern fand sich diese Abnormität aber nicht, wesshalb sie in der Quantität des Mangans zu liegen scheint.

8. Ob das Natron für diese Pflanze nothwendig ist, dafür sprechen diese Versuche nicht entscheidend, aber es scheint doch in dem Fall günstig zu wirken, wenn zu viel Mangan im Boden ist, indem es die durch das Mangan bewirkte Abnormität in der letzten Blattscheide aufhebt. Ist aber kein Kali in der Mischung, so findet gerade das Gegentheil statt, indem nun das Natron die Drehung der letzten Blattscheide nicht nur verstärkt, sondern das letzte Blatt nun selbst gewunden erscheint (bei Gegenwart von Mangan) nach Versuch 27.

9. Das Natron kann das Kali ersetzen, aber auf Kosten der Stärke der Haferpflanze.

10. Talkerde kann die Kalkerde nicht ersetzen. (Versuch 10 und 11.)

11. Wenn die Phosphorsäure in der Mischung fehlt, und Kieselsäure, Kali, Kalkerde, Talkerde und Schwefelsäure sind darin vorhanden: so wirkt die Düngung mit dem stickstoffhaltigen Salz mehr, als wenn die Schwefelsäure in der Mischung fehlt, und die Phosphorsäure darin vorhanden ist, (nach Versuch 13 und 14). In beiden Fällen sind es nur sehr schwache, aber regelmässig gebildete Pflanzen, von denen die ohne Zusatz von Phosphorsäure gezogene, merkwürdiger Weise eine vollständige Frucht trug (wegen dem grossen Vorrath im Samenkorn); die mit Zusatz von Phosphorsäure, aber ohne Schwefelsäure gezogene hingegen trug keine Frucht (weil der Schwefelgehalt im Haferkorn nur sehr gering ist.)

„Dieses scheint deutlich für die Wichtigkeit beider Säuren
zu sprechen in Bezug auf Assimilation der Nahrungs-
stoffe der Pflanze.“

Am deutlichsten tritt die Wichtigkeit der Schwefelsäure und der Phosphorsäure aber hervor, wenn man die Gewichte der Pflanzen der Versuche 13, 14 und 15 mit dem Gewichte der Pflanzen von Versuch 5 und 6 vergleicht.

12. Ohne Kieselsäure in der Mischung bleibt die Pflanze ein niederliegender, glatter, bleicher Zwerg,

ohne Kalkerde stirbt diese Pflanze schon im zweiten Blatt,

ohne Kali oder Natron wird sie nur 3 Zoll lang,

ohne Talkerde bleibt sie schwach und niederliegend,

ohne Phosphorsäure bleibt sie sehr schwach, aber aufrecht und normal geformt,

ohne Schwefelsäure noch schwächer, aufrecht und normal geformt, aber ohne Frucht,

ohne Eisen bleibt sie sehr bleich, unkräftig und abnorm,

ohne Mangan erreicht sie nicht ihre volle Kraft und wenig Blüthen.

Es scheint also aus diesen Versuchen zu folgen,

„dass:

Kieselsäure
Phosphorsäure
Schwefelsäure
Kali
Kalkerde
Talkerde
Eisen
Mangan

„diejenigen Aschenbestandtheile sind, welche die Haferpflanze nothwendig bedarf.“

13. Ob diese Pflanze aber Chlor bedarf oder nicht, darüber entscheiden diese Versuche nicht, denn obgleich die Zuckerkohle und die Zusätze frei von Chlor waren (der Versuch mit Salmiak

ausgenommen), so fand sich doch in dem Wasserauszug der verkohlten Pflanzen 23 und 29 ein entschiedener, wenngleich unwägbarer Chlorgehalt, der nicht durch das Saatkorn allein in die Pflanze gekommen sein konnte, da sich in dem Saathafser nur weit geringere Spuren von Chlor befanden. (Die anderen Pflanzen wurden nicht auf Chlor geprüft.) Das destillierte Wasser, womit die Pflanzen begossen wurden, war aber nur einmal destillirt.)

14. Der gänzliche Mangel an Fruchtausatz bei den Pflanzen der Versuche 24 und 29 hat vermuthlich seinen Grund darin, dass die Jahreszeit zu weit vorgerückt war, denn die Versuche 16 bis 29 begannen erst im Monat Juni, die übrigen aber schon im März. Diese Vermuthung erscheint dadurch einigermaßen gerechtfertigt, dass die Pflanze eines im Februar angestellten

Tafel zur Uebersicht der Versuche.

Numer des Versuchs.	Kieselsäure.	Kali.	Natron.	Kohlensäurer Kalk.	Phosphorsaurer Kalk.	Phosphorsäure-Ammoniak-Talkerde.	Schwefelsäure-Kalkerde.	Schwefelsäure-Kali.	Schwefelsäure-Talkerde.	Kohlensäure-Talkerde.	Eisen-Oxyd mit Oxydant.
1.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5.	0,075	0,03	—	0,5	0,04	—	0,03	—	0,02	0,02 ²⁾	—
6.	0,075	0,03	—	0,5	0,1	—	0,1	—	0,05	—	—
7.	—	(0,03 ¹⁾	—	0,5	0,1	—	0,1	—	0,05	—	—
8.	1,0	—	—	0,5	0,1	—	0,1	—	0,05	—	—
9.	0,55	—	—	0,5	0,04	—	0,02	—	0,02	—	—
10.	0,075	0,03	—	—	—	0,08	—	0,02	0,07	—	—
11.	0,075	0,03	—	0,5	—	0,08	—	0,02	0,07	—	—
12.	0,075	0,03	—	0,5	0,1	—	0,1	—	—	—	—
13.	0,075	0,03	—	0,5	—	—	0,1	—	0,05	—	—
14.	0,075	0,03	—	0,5	0,1	—	—	—	0,05	—	—
15.	0,075	0,03	—	0,5	—	—	—	—	0,05	—	—
16.	0,075	0,03	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17.	0,075	0,03	—	0,5	0,1	—	0,1	—	0,05	—	—
18.	0,075	0,03	—	—	0,04	—	0,03	—	—	—	—
19.	0,075	0,02	0,01	0,5	0,04	—	0,03	—	0,02	—	—
20.	0,075	0,03	—	0,5	0,04	—	0,03	—	0,02	0,1	—
21.	0,075	0,03	—	0,5	0,04	—	0,03	—	0,02	0,01	—
22.	0,075	0,02	0,01	0,5	0,04	—	0,03	—	0,02	0,1	—
23.	0,075	0,03	—	0,5	0,04	—	0,03	—	0,02	0,1	—
24.	0,115	0,046	—	0,5	0,1	—	0,03	—	0,05	0,03	—
25.	0,075	0,03	—	0,5	0,04	—	0,03	—	0,02	—	—
26.	0,075	0,03	—	0,5	0,04	—	0,03	—	—	0,1	—
27.	0,075	—	0,03	0,5	0,04	—	0,03	—	0,02	0,1	—
28.	0,075	—	0,03	0,5	0,04	—	0,03	—	0,02	0,1	—
29.	0,1	0,03	0,01	0,5	0,04	—	0,1	—	0,04	0,03	—

1) Kaligehalt des salpetersauren Kalis.

2) Manganhaltiger Eisendraht.

Vorversuchs mit gleichen Zusätzen wie bei Versuch 23 und in gleichen Verhältnissen, 5 reife Früchte trug, welche die Keimprobe gut bestanden. Dieser Versuch konnte aber nicht in die Reihe der obigen Versuche aufgenommen werden, weil die Zusätze nicht ganz chemisch rein waren.

Der Verfasser behält sich aber vor, über die Frage, ob die oben als nothwendig aufgestellten Aschenbestandtheile für den Hafer auch zur vollständigen Fruchtbildung nothwendig und genügend sind, so wie über die Chlorfrage, Versuche im Frühjahr anzustellen; und hofft in den hier mitgetheilten Versuchen einiges Licht über einen Gegenstand verbreitet zu haben, der bis jetzt, wenigstens was die Nothwendigkeit der einzelnen Aschenbestandtheile betrifft, noch ziemlich im Dunkeln lag.

(Die Gewichte in Grammen.)

Gew. d. trock- nen Pflanz in Grammen.	Zahl der Früchte.	Zahl der Blüthen.	Farbe.	Stickstoffhaltige Düngung.						Kohlensan- res Mangano- oxyd.
				Salpeters. Kalk.	Salpeters. Kalk.	Satze. Ammo- niak.	Salpeters. Ammo- niak.	Kohlens. Ammo- niak.	Kohlensan- res Mangano- oxyd.	
0,05	—	—	blassgrün	—	—	—	—	—	—	—
0,05	—	1	grün	—	—	—	—	0,04	—	—
0,000	—	—	—	—	—	—	—	0,1	—	—
0,000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,1	—	1	grün	—	—	—	—	—	—	—
0,37	5 ver- küm.	5	sehr bleich	—	0,03	—	—	0,05	—	—
0,13	—	1	grüngelb	0,064	—	—	—	—	—	—
0,006	—	—	sehr bleich	—	0,03	—	—	0,05	—	—
0,01	—	—	grüngelb	—	0,03	—	—	—	—	—
0,001	—	—	krank	—	—	—	—	0,04	—	—
0,30	—	—	krank	—	—	—	—	0,04	—	—
0,32	Blüthen- bild. unter- brochen	—	sehr bleich	—	—	—	—	—	—	—
0,17		3 1 voll- ständ.	gelbgrün	—	0,03	—	—	0,05	—	—
0,12	—	—	gelbgrün	—	0,03	—	—	0,05	—	—
0,12	—	2	grün	—	0,03	—	—	0,05	—	—
0,001	—	—	grün	—	—	—	—	0,1	—	—
0,24	—	—	krank	—	—	—	—	0,03	—	—
0,21	—	3	sehr bleich	—	0,03	0,02	—	0,04	—	—
0,10	—	—	gelbgrün	—	—	—	—	—	—	—
0,40	—	—	desgl.	—	—	—	—	0,1	—	—
0,49	—	—	sehr bleich	—	—	—	—	0,1	—	—
0,16	—	5	dunkelgrün	—	—	—	—	0,1	—	—
1,09	—	—	dunkelgrün	—	—	—	—	0,1	—	—
1,29	—	—	dunkelgrün	—	—	—	—	0,1	—	—
0,57	—	15	dunkelgrün	—	—	—	—	0,1	—	—
0,36	—	2	sehr bleich	—	—	—	—	0,1	—	—
0,57	—	—	dunkelgrün	—	—	—	—	0,1	—	—
0,28	—	—	dunkelgrün	—	—	—	—	0,1	—	—
1,46	—	3	dunkelgrün	—	—	—	—	0,1	—	—
	—	14	dunkelgrün	—	—	—	—	0,1	—	—

2) Später zugesetzt.