

Grube dürfte heute etwa zu einem Preise von 2,50 M. pro Tonne abgegeben werden. Kissel beschreibt z. B., daß er 2,5 bis 10 t pro Hektar gegeben hat, nach unseren bisherigen Versuchen ist aber anzunehmen, daß man schon mit geringeren Mengen, etwa 6 bis 10 Zentner pro Morgen, gute Erfolge erwarten kann. Selbstverständlich wird, wie bei allen Düngemitteln, die Art und Zusammensetzung des Bodens für die anzuwendende Kohlemenge von ausschlaggebender Bedeutung sein. Untersuchungen darüber, wie weit man bei unseren derzeitigen landwirtschaftlichen Verhältnissen Rohbraunkohle als Düngemittel vorteilhaft verwerten kann, sind zur Zeit mit verschiedenen Feldversuchen im Gange.

Weit aussichtsreicher für die praktische Verwertbarkeit sind Versuche, die Kohle nicht in rohem Zustande, sondern in präparierter Form zu Düngezwecken zu verwenden. Die Rohkohle, die zweifellos wachstumsfördernde Bestandteile enthält, hat daneben auch Eigenschaften, die wachstumshemmend wirken. Zunächst ist als hemmend die reine Säurewirkung zu nennen, die auf bestimmten Böden bei größeren Kohlegaben schon Schädigungen hervorrufen kann. Weiter besitzt die frische Rohkohle ein starkes Reduktionsvermögen, das sich in dem Maße steigert, in dem sie sich im Boden mit Alkali absättigt. Stark mit Rohkohle versetztem Boden wird eine nicht unbedeutliche Menge von Sauerstoff entzogen. Daß die angegebenen Hemmungsfaktoren unter natürlichen Verhältnissen stark in Erscheinung treten, kann man daran erkennen, daß in Braunkohlen-tagebauen mit viel Kohle versetzter Boden fast frei von jeder Vegetation ist. Die einzige höhere Pflanze, die

größere Mengen von Braunkohle verträgt, ist der Huf-lattig (*Tussilago farfara*).

Man kann die hemmenden Eigenschaften der Rohkohle ohne weiteres beseitigen durch Absättigen mit Alkali, am zweckmäßigsten mit Ammoniak. Man erhält dann ein Produkt mit etwa 4% Stickstoff, der Säurecharakter ist verschwunden und auch das Reduktionsvermögen, da die neutralisierte Kohle sich an der Luft sehr rasch mit Sauerstoff absättigt. Mit solchen Produkten ließen sich mit verhältnismäßig geringen Gaben große Ertragssteigerungen erzielen, die bei gleichen Stickstoffmengen die Ertragssteigerungen der üblichen N-Dünger weit übertrafen. Wie weit eine praktische Anwendung in Frage kommt, werden Feldversuche zeigen, die ebenfalls in größerem Umfange im Gange sind.

Nach den bisher durchgeführten Untersuchungen besteht jedenfalls durchaus die Möglichkeit, daß die Kohledüngung in absehbarer Zeit eine wesentliche Rolle in der landwirtschaftlichen Praxis spielen wird.

Literatur. [A. 194.]

1. Kissel, Transactions of the Fuel Conference, London 1928, Vol. I, p. 80.
2. Vouk, Denkschriften der Akademie der Wissenschaften in Wien, Math.-nat. Klasse, 103 [1931].
3. Lieske, Brennstoff-Chem. 12, 81—85 [1931].
4. Lieske, ebenda 12, 426—434 [1931].
5. Kissel, ebenda 11, 257 [1930].
6. Kissel, ebenda 12, 101—107, 245—251 [1931].
7. Olsen, Comp. rend. Lab. Carlsberg 18, Nr. 1 [1930].
8. Bottomley, Annals of Botany 28, 501 [1914]; 34, 345, 353 [1920]; 38, 723 [1924]. Proceed. Roy. Soc., London (B) 91, 83 [1920]. Biochemical Journ. 14, 432 [1920].

## Untersuchung der Düngewirkung von Steinkohle durch Wilh. Aug. Lampadius.

Von LEO ECK, Dortmund.

(Eingeg. 5. September 1931.)

Wilh. Aug. Lampadius (1772—1842), außerordentlicher öffentlicher Professor der Chemie an der Kursächsischen Bergakademie, Chemiker bey dem Freyberger Hüttenwesen, ist auch einem größeren Kreis als der Entdecker des Schwefelkohlenstoffes und durch seine Verdienste um die Gewinnung des Rübenzuckers und um die Leuchtgasherstellung bekannt. Darüber hinaus hat er aber als Mineraloge und Hüttenchemiker eine außerordentlich fruchtbare Tätigkeit entfaltet. Ich möchte im folgenden einen kurzen Auszug aus einem Aufsatz geben, der in seiner „Sammlung praktisch-chemischer Abhandlungen und vermischter Bemerkungen“ enthalten ist<sup>1)</sup> und zeigt, mit welcher Gründlichkeit und mit welchem Weitblick schon lange vor Liebig agrikulturchemische Fragen behandelt wurden<sup>2)</sup>. Diese Veröffentlichung ist auch heute noch lesenswert, behandelt sie doch das jetzt wieder vielbeachtete Problem der Düngung mit Kohle<sup>3)</sup>.

<sup>1)</sup> Dresden, 1795—97, S. 205—216. Einige Versuche mit einer Steinkohle in ökonomischer Hinsicht.

<sup>2)</sup> Auf Lampadius' Schaffen auf agrikulturchemischem Gebiet hat u. a. O. Nolte hingewiesen („Wilhelm August Lampadius, ein vergessener Agrikulturchemiker“, Ernährung d. Pflanze 22, 202/06, 213—17) und kürzlich noch Brunk in seiner Rede „Freiberg und die Chemie“, die er bei Übernahme des Rektorates der Bergakademie Freiberg am 13. 11. 30 gehalten hat. Vgl. Techn. Bl. H. 5 u. 8 [1931].

<sup>3)</sup> Siehe den vorstehenden Aufsatz von R. Lieske, weiterhin Lieske, Untersuchungen über die Verwendbarkeit von Kohlen als Düngemittel, Brennstoffchem. 12, 81 [1931] und A. Kissel, Kurze Studie über die Ursache der erfolgreichen Wirkung von Braunkohle auf die Entwicklung von Nutzpflanzen, ebenda 11, 257 [1930]; ebenda 12, 101 [1931]; ebenda 12, 245 [1931].

Während seines Aufenthaltes in Radnitz in Böhmen untersuchte er auf Anraten des Grafen von Sternberg Steinkohlenasche mit dem Ziel, anderweitig verwertbare Stoffe daraus zu gewinnen und um festzustellen, ob sie nicht als solche zur Vermehrung des Pflanzenwachstums dienen könne. Außerdem stellte er Versuche darüber an, „ob nicht die rohe oder gebrannte Steinkohle die Fruchtbarkeit vermehre“.

Die untersuchte, auf der Herrschaft Radnitz gegrabene Kohle war „eine Art Pechkohle von im Bruch schwarzer, glänzender Farbe“ mit 11,56% Asche. Auf Grund der Analyse der Asche kam Lampadius zur Überzeugung, daß ihre Bestandteile dem Wachstum der Pflanzen dienlich sein könnten.

Mit folgenden künstlichen Böden stellte er nun regelrechte Vegetationsversuche an:

1. 3 Unzen<sup>4)</sup> gewöhnliche Gartenerde.
2. Dieselbe mit 4 Quentchen<sup>5)</sup> Steinkohlenasche.
3. Dieselbe mit 30 Gran<sup>6)</sup> einer der Zusammensetzung der Asche entsprechenden Salzmischung.
4. Dieselbe mit dem vierten Teil pulverisierter Steinkohle.
5. 3 Unzen Lehmerde.
6. Dieselbe mit dem vierten Teil pulverisierter Steinkohle.
7. Dieselbe mit dem vierten Teil gebrannter (abgeschwefelter) Steinkohle (Coaks).
8. 3 Unzen Gartenerde mit dem vierten Teil gebrannter Steinkohle.

<sup>4)</sup> 3 Unzen = 90 g.

<sup>5)</sup> 4 Quentchen = 15 g.

<sup>6)</sup> 30 Gran = 1,86 g.

In jedes dieser Gemenge säte er 10 Gran<sup>7)</sup>) Gartenkresse zu gleicher Zeit, begoss sie gleichmäßig mit Wasser und setzte sie am gleichen Ort der Sonne und der Luft aus. Nach 18 Tagen heller und warmer Witterung wog er die gewachsenen Produkte samt Wurzeln und stellte folgende Gewichte fest:

Kresse: Versuch 1	wog	70	Gran
"	"	2	" 138 "
"	"	3	" 12 "
"	"	4	" 73 "
"	"	5	" 37 "
"	"	6	" 37 "
"	"	7	" 118 "
"	"	8	" 111 "

Die von Lampadius gezogenen Schlüssefolgerungen ergeben sich aus den angegebenen Zahlen von selbst. Es ist aber zu beachten, daß er damit seine Versuche nicht als abgeschlossen betrachtet und seine Absicht zum Ausdruck bringt, die Versuche durch wechselnde Zugaben von Steinkohlen, Coaks und deren Aschen einerseits, andererseits durch Verwendung mehrerer Samen- und Getreidearten noch sehr zu vervielfältigen. Wenn er dann einmal durch sparsames, das andere Mal durch reichliches Gießen den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens entsprechend trockner oder nasser Jahre hielte und trotzdem zu den gleichen Ergebnissen käme (s. o.), so hoffte er damit eine Steigerung der Steinkohlenverwendung — zu Feuerungszwecken (!) — eingeleitet zu haben. Die Anwendung „abgeschwefelter Steinkohlen“ zur Feuerung, die bei den Engländern schon lang üblich sei, bekäme nämlich dann auch für böhmische Verhältnisse einen Anreiz, da „alsdann der pulvige Abfall bey der Verkohlung und die Asche zur Verbesserung des Bodens anzuwenden wären“. Eine Anmerkung hierzu besagt, daß in Aussig in Böhmen die Asche der dortigen Steinkohle (Moorkohle) schon mit großem Vorteil zum Düngen der Felder verwendet wird.

Lampadius sucht sich aus den Bestandteilen der Pflanzen, zu denen er nach phlogistischer Ansicht Feuer, Phlogiston<sup>8)</sup>, Stoff der Luftsäure, Wasser, „salzige, erdigte Theile“ und Harze rechnet, ein Bild zu machen, wie die Steinkohle und deren Asche das bessere Fortkommen der Vegetabilien bewirken können. Soviel scheint ihm festzustehen, daß Licht, Luft, Wasser nebst den „salzigen Substanzen“ das Wachstum am meisten befördern. Die wachstumfördernde Wirkung der Asche stellt er sich demgemäß so vor, daß ihre „salzigen Substanzen“ sich zersetzen und als Bestandteile in die Pflanzen übergehen. Die gebrannte Kohle aber soll der Pflanze Phlogiston und Stoff der Luftsäure zuführen, im übrigen nur den Boden lockerer machen, damit „Licht, Luft und Wasser besser auf die Pflanzen wirken können“.

In einem angehängten Zusatz berichtigt Lampadius seinen bisherigen phlogistischen Standpunkt und gibt nun seine antiphlogistische Meinung über die Wirkung von Düngemitteln wieder. Diese trotz mancher Schiefeheiten in mehr als einer Hinsicht modern anmutenden

<sup>7)</sup> 10 Gran = 0,62 g.

<sup>8)</sup> Auf die vielfach verschwommene und wechselnde Bedeutung des Wortes Phlogiston soll hier nicht näher eingegangen werden. Phlogiston ist das brennbare Wesen, das sich in verschiedenen Formen zeigen kann und sich dann mit Kohlenstoff oder mit „einer Art Schwefel“ oder mit Wasserstoff, je nach dem Charakter des Brennbaren, deckt. Hier kommt wohl die letztgenannte Bedeutung in Frage, da der Kohlenstoff als „Stoff der Luftsäure“ (Luftsäure = Kohlensäure) besonders aufgezählt wird.

Ausführungen seien noch kurz angeführt. Um das Fortkommen der Pflanzen durch chemische Mittel zu fördern, müsse man

1. die eigentlichen Nahrungsmittel,
2. die Nahrungsmittel-Träger

beachten. Als Grundlage für die Bestimmung dessen, was als Nahrungsmittel anzusehen ist, bezeichnet er die chemische Analyse der Pflanzen. Als unerlässlich erweist sich ihm demnach Licht, Wärme, Wasser („ein vorzügliches Nahrungsmittel“), Kohlenstoff und Stickstoff. Durch die chemische Analyse ist die Möglichkeit gegeben, die verschiedenen Pflanzen verhältnismäßig durch diese Stoffe zu ernähren.

Das vorzüglichste Hilfsmittel, der eigentliche Nahrungsmittelträger und Beschleuniger des Wachstens und Gedeihens ist aber der Boden. Wohl ist Lampadius sich darüber klar, daß die Pflanze auch aus der Luft Nahrung „einsaugt“ und eine Düngung von dieser Seite „vielleicht von einem ebenso umfassenden Nutzen seyn würde“<sup>9)</sup>. Doch sieht er dazu keine Möglichkeit, und so muß man sich eben des Bodens bedienen. In ihm nimmt er drei Bestandteile an, die als „gehöriges Gemenge“ für die Pflanzen am vorteilhaftesten sind: 1. Kieselerde, 2. Tonerde, 3. Kalkerde.

1. „Die Kieselerde macht den Boden locker, damit Luft und Wasser die Wurzeln erreichen können.“

2. „Die Tonerde dient zur Bindung des Bodens und Fixierung des Wassers.“

3. „Die Kalkerde zieht die Luftsäure an und führt sie den Pflanzen zu.“

Die Luftsäure wird neben der brennbaren Luft durch die im Erdboden erfolgende gärende Zersetzung des in vegetabilischen und tierischen Düngern reichlich enthaltenen Kohlenstoffs erzeugt.

Will man die Wirkung der Steinkohlen mit diesen Ansichten in Einklang bringen, so muß man entweder annehmen, daß diese sich in der Erde langsam zersetzen oder daß sie den Boden lockerer machen. Auf alle Fälle scheint ihm die gebrannte Steinkohle „schon mehr vorbereitet zu seyn“. Die Wirkung der Asche scheint ihm wie diejenige anderer Salze in der Herbeiführung der Feuchtigkeit und in der durch Zersetzung ihrer selbst bewirkten Lieferung beschleunigender Stoffe zu bestehen<sup>10)</sup>. Zum Schluß weist er noch darauf hin, daß Verschiedenheit des Klimas, des Bodens und die Art der Steinkohle bei solchen Versuchen zu sehr verschiedenen Ergebnissen führen können.

Soweit die Gedankengänge und Versuche von Lampadius. Es wäre nun durchaus verfehlt, mit dem Hinweis auf das bekannte Wort von Ben Akiba die Bedeutung der neueren Versuche herabsetzen zu wollen. Dem mit der Geschichte der Wissenschaft und Technik einigermaßen Vertrauten bestätigt es aber die in der letzten Zeit häufiger gemachte Erfahrung, daß ältere Ansichten, auch volkstümliche, wieder zu Ehren kommen, oft unter bewußter Aufgabe der bisher geltenen „klassischen“ Auffassung. [A. 162.]

<sup>9)</sup> Der Nutzen ist heute durch die Kohlensäuredüngung erwiesen.

<sup>10)</sup> Ähnliche Ansichten entwickelt auch Joh. Bartholomä Trommsdorff in seinem „Systemat. Handbuch der gesammten Chemie“, Bd. 6, S. 475 ff. [1804], in dem er „Düngungsmittel und Verbesserungsmittel gehörig unterschieden“ wissen will. Erstere „erteilen dem Boden unmittelbarerweise Fruchtbarkeit, die Verbesserungsmittel aber nur mittelbarerweise, denn sie bereichern den Boden mit keinen Theilen, welche der Pflanze geradezu als Nahrungsmittel dienen.“