

des Lignins auf die Pflanze. Nach Untersuchungen von *Saalbach*³⁾ ist anzunehmen, daß die Chinon-Hydrochinon-Systeme am Einbau des Stickstoffs in die Pflanzensubstanz beteiligt sind.

*Flaig*⁴⁾ bezeichnet diese Wirkstoffe als Modelle von Stoffen, die beim Auf- oder Abbau von Huminsäuren entstehen können.

Die als Umwandlungsprodukte des Lignins bzw. der Huminsäuren möglichen Polyphenole können also von der Pflanze aus dem Boden aufgenommen werden.

Als wichtigste Bausteine des Lignins wurden andererseits der Coniferylalkohol und der Sinapinalkohol gekennzeichnet. Seit der Auffindung geringer Mengen von p-Oxybenzaldehyd unter den Oxydationsprodukten des Lignins glaubt *Nord*⁵⁾, daß dieses Monophenol als Ausgangsmaterial aufzufassen ist, und daß sich die anderen Ligninbausteine hieraus durch Einführung von OCH₃-Gruppen ableiten.

Eine solche Reaktion ist aber physiologisch ziemlich unwahrscheinlich. Viel wahrscheinlicher erscheint demgegenüber, daß die OCH₃-Gruppe aus der Verätherung eines Phenols mit Methylalkohol resultiert. Dies würde aber bedeuten, daß der Coniferylalkohol aus Kaffeealkohol, der Sinapinalkohol aus dem entsprechenden Diphenol hervorgeht.

Damit schließt sich aber ein Kreislauf der Polyphenole. Der letzten Phase kann man den physiologischen Sinn unterschieben, daß die von der Pflanze

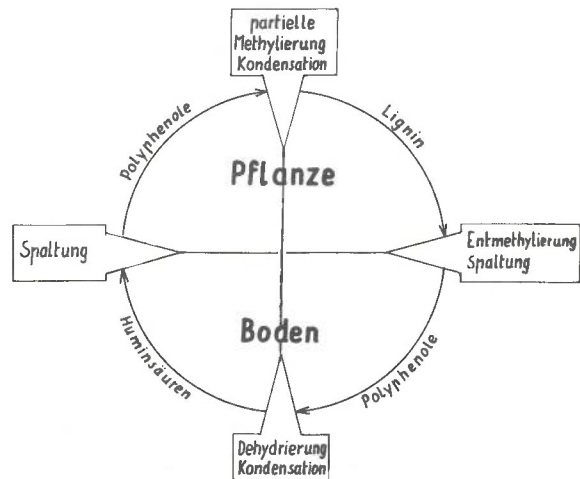
3) *Saalbach*, E.: Unveröffentlichte Versuche.

4) *Flaig*, W. und H. *Otto*: Landwirtschaftl. Forschung III, 1 (1951).

5) *Nord*, F.F. und G. de *Stevens*: Naturwiss. 39, 479 (1952).

aufgenommenen, als Wachstumsfaktoren benötigten Polyphenole durch partielle Methylierung inaktiviert (Verlust der Redoxeigenschaften) und als Lignin abgelagert werden. Dieser hypothetische Kreislauf ist in der folgenden Abbildung schematisch dargestellt.

Hypothetischer Kreislauf der Polyphenole



Das Schema, das zunächst als Arbeitshypothese aufzufassen ist, soll natürlich nicht quantitativ verstanden werden. Ein großer Teil der Ligninsubstanz geht bei der Umwandlung im Boden oxydativ verloren und die Pflanze wird wahrscheinlich ihren Polyphenolbedarf hauptsächlich durch Synthese befriedigen.

Prof. Dr. Th. Ploetz
Institut für Biochemie des Bodens

Methan und Stalldünger

1776 fand der Italiener *Volta* Methan in dem Gas, das bei der Zersetzung pflanzlicher Rückstände unter Luftabschluß entsteht (*P. Walden*, 1947). Der englische Chemiker *Humphry Davy* fing aus einer Aufschwemmung von Stalldünger in Wasser ein Gasgemisch auf, das „wie die Untersuchung zeigte, . . . kohlen-saures Gas enthielt, der Überrest war kohlenstoffhaltiges Wasserstoffgas mit etwas Stickgas gemischt . . .“ (*Humphry Davy*, *El. d. Agrikulturchemie*, übers. v. *F. Wolff*, 1814).

Nach *M.G. Petillon* (zit. v. *L.E. Creplet*, 1951) wurde 1857 in der Nähe von Bombay die erste Anlage zur Erzeugung von brennbarem Gas aus Stalldünger erbaut, die jedoch das Interesse an dieser Gasgewinnung nicht so steigerte, daß die weitere Entwicklung entscheidend beeinflußt worden wäre. Das Mitglied der Académie des Sciences, *M. Reiset*, gab 1868 be-

kannt, daß das von *Humphry Davy* beschriebene Gas in jedem rottenden Stalldünger vorkomme. 20 Jahre später wies *Ulysse Gayon* vor der Société des Sciences physiques et naturelles in Bordeaux die Brennbarkeit eines Gases nach, das er bei einer Gärtemperatur von 35°C aus Stallmist gewonnen hatte. Die Entstehung des Gases führte er auf die Tätigkeit anaerober Mikroben zurück. *Schloesing* untersuchte die Methanbildung aus Stalldünger bei 52°C und erbrachte damit den Beweis, daß auch thermophile Methanbakterien vorkommen können. Aus 1 kg Mist konnte er bei 52° 27 Liter brennbares Gas gewinnen. 1894 gelang *Omelianski* der Abbau von Papier in Jauche oder Schlamm unter Gewinnung von Methan und Wasserstoff. 1899 wiesen *Dehérain* und *Dupont* auf die Beziehungen zwischen der lockeren bzw. festen Lagerung des Stalldüngers und der Methangasbildung hin. Unter weitgehendem

Luftabschluß (an der Sohle eines dicht gelagerten Stallmistes) konnten sie ein Gasgemisch von etwa 50% CH₄ und 50% CO₂ nachweisen.

Schließlich stellte *Imhoff* 1920 eine Methode der kontinuierlichen Methangewinnung vor: durch periodisches Einführen einer kleinen Menge von organischem Material in eine größere Menge anaerob gärender Substanz gelang es, die Gärung aufrecht zu halten. Das war der Anfang der städtischen Abwasserverwertung. Die erste Abwasser-Gasanlage wurde in Vorhalle bei Hagen erbaut. München, Stuttgart, Straßburg, Paris und sehr viele andere Städte verbinden heute die Abwasserbeseitigung mit der Gewinnung von Energie in Form von methanreichem Gas.



Drei Methanganlagen verschiedener Systeme auf dem Gelände des Instituts für Humuswirtschaft.

Imhoffs Methode wurde sogleich in Amerika aufgegriffen und vielerorts praktisch verwertet. *Buswell* leistete dortselbst Wesentliches in der Erforschung der Methangärung. Zusammen mit *Sollo* wies er mit Hilfe radioaktivem Kohlenstoff nach, daß Methan durch Dekarboxylierung der Essigsäure entsteht.

Jedoch ließ sich *Imhoffs* Methode nicht ohne weiteres auf landwirtschaftliche Verhältnisse übertragen, da landwirtschaftliche Abfallprodukte einen größeren Anteil an Zellulose enthalten als städtische Abwässer und deshalb einen erheblich größeren mechanischen Aufwand erfordern.

Ducellier und *Isman* von der Ecole Nationale d'Agriculture in Algier meldeten 1942 ein Verfahren zum Patent an, das für die landwirtschaftliche Praxis bedeutungsvoll geworden ist: sie lagerten Mist in geschlossenen Behältern und gewannen dabei unter besonderen Witterungsverhältnissen kontinuierlich ein methanreiches Mischgas. Nach ihrem Verfahren sind hunderte von „Mistgas-Anlagen“ in Nordafrika, Frankreich und Italien, zum Teil mit staatlicher Unterstützung, gebaut worden.

Im Mai 1947 erörterten deutsche Interessenten auf einer KTL-Tagung in Ludwigsburg die Frage der Mistgasgewinnung aus landwirtschaftlichen Abfallproduk-

ten, wobei sogleich die Gewinnung oder zumindest Erhaltung ausreichender Mengen hochwertigen organischen Düngers für die Versorgung des Bodens in den Vordergrund gerückt wurde.

Heute gibt es in Deutschland eine große Zahl von „Biogas-Bastlern“.

Der Praxis werden zur Zeit von der Industrie zwei Verfahren angeboten: das Verfahren „Darmstadt“ nach Prof. Dr. *Reinhold* und das Verfahren „Schmidt-Eggersglüß“.

Während das erstere sich darauf beschränkt, auf dem Kleinbetrieb bei vorläufig noch erhöhtem Arbeitsaufwand aus dem täglich anfallenden Mist ein brennbares Gas zur Erleichterung der Arbeit im Haushalt zu gewinnen, ist es *F. Schmidt* gelungen, neben der Gasproduktion die Arbeit am Stallmist zu erleichtern und einen nährstoffreichen Dünger zu erzeugen. Er kombiniert die von ihm ebenfalls entwickelte „Schwemmentmischung“ des Stalles mit der Vergärung organischer Abfallprodukte und gewinnt dabei maximale Gasmenge, die als Niederdruck- und als Hochdruckgas vielseitig verwendet werden können. Der Gärrückstand, „Bihudung“, ist dickflüssig und hat sich in Feldversuchen des Instituts für Humuswirtschaft seit 1949 als hochwertig erwiesen.

Es ist noch zu erwähnen, daß in England auf einer Farm in Surrey seit etwa 30 Jahren eine Biogasanlage in Betrieb sein soll. Der Faulraum ist rund 50 m³ groß und wird zweimal jährlich mit Mist gefüllt und entleert. Die durchschnittliche Tagesgasproduktion soll nur knapp 12 m³ betragen, während ein gleich großer Faulraum des Systems Schmidt-Eggersglüß etwa die dreifache Gasmenge liefert.

Dipl.-Landwirt C. Tietjen
Institut für Humuswirtschaft



Bihugasschlepper beim Ausbringen von Bihudung.