

# Neue Wege in der Mechanisierung der Bodenbearbeitung

Von P. NAETHBOHM, Leiter der Fachgruppe Agrartechnik der KdT, Bezirk Schwerin

DK 631.35

*Im Streit der Meinungen über das agrobiologisch richtige Gerät für die Bodenbearbeitung, insbesondere für den Ackerumbruch, belebt der nachfolgende Aufsatz die etwas versandete Diskussion wieder neu. Wir teilen dabei durchaus die Ansicht des Verfassers, daß die dringliche Lösung dieses bedeutungsvollen Problems nicht in der Restaurierung alter Methoden gefunden werden kann. Wir müssen neue Wege suchen, neue Geräte entwickeln, die alle Vorzüge der bisher verwendeten Geräte in sich vereinigen, ohne mit ihren Nachteilen behaftet zu sein. Nachdem Prof. Dr. H. Janert in Heft 2 (1953) durch seinen Aufsatz „Der Rotorpflug“ bereits solche neuen Entwicklungsmöglichkeiten aufzeigt, bringt P. Naethbohm im folgenden Artikel die Beschreibung eines Bodenbearbeitungsgerätes mit schwingenden Arbeitswerkzeugen und fördert dadurch ebenfalls diese Untersuchungen.*

*Damit eine weitere Klärung erfolgen kann, bitten wir unsere Leser um eine anregende Kritik an dieser Arbeit; wir werden solche Einsendungen dann in einem unserer nächsten Hefte abdrucken.* Die Redaktion

In der Diskussion über die Pflugmaschine ist anscheinend ein Stillstand zu verzeichnen. Ich möchte durch diesen Artikel die Diskussion nochmals anfachen, indem ich ein Schema einer Bodenbearbeitungsmaschine der Öffentlichkeit vorstelle.

In dem Diskussionsbeitrag zum Artikel des Dipl.-Ing. F. Ruhnke, Leipzig, „Agrartechnische Fragen zur Einführung des Wiljamssystem in die deutsche Landwirtschaft“ habe ich versucht, die Notwendigkeit der Entwicklung eines vom Traktor direkt angetriebenen Bodenbearbeitungsgerätes herauszustellen.

Am Schluß dieses Artikels stellte ich einige Anforderungen an die Konstruktion dieser neuen Maschine. Darüber hinaus sind in dem Artikel „Sind wir in der Traktorenproduktion auf dem richtigen Weg?“ (5 Schleppertypen oder zwei Motorwagentypen) die Auswirkungen eines neuen Bodenbearbeitungsgerätes auf die Schlepperentwicklung aufgezeigt worden, indem ich den Bau von leichten Motorwagen als Kraftquelle für die Landwirtschaft vorschlug. Der Motorwagen, das neue Bodenbearbeitungsgerät und die entsprechenden Zusatzgeräte werden in Verbindung mit der Anwendung wissenschaftlicher Erkenntnisse dazu beitragen, die Abhängigkeit der Ernteerträge von der Witterung und von sonstigen wachstumbeeinflussenden Umständen in ausreichendem Maße aufzuheben.

Die ungünstige Wetterlage des vergangenen Herbstes hat genügend Beweise erbracht, wie sehr wir gerade in der mechanischen Bearbeitung, Bestellung und Ernteeinbringung von der Witterung abhängig sind. Dazu kommt, daß der Übertragungswirkungsgrad der vom Pflug nutzbaren Leistung zu der vom Traktor aufgewandten Umfangsleistung in der Praxis nur bei guten Antriebsverhältnissen bis zu 60% hinaufgeht. Dieser Übertragungswirkungsgrad ist durch die Übertragung der Pflugarbeit in Form von Zugkräften der Rad- und Raupentraktoren bedingt. Er beeinflußt maßgeblich den wirtschaftlichen Einsatz unserer Traktoren. Die vom Kollegen Hendrich in seinem Diskussionsbeitrag zur Pflugmaschine (Heft 10/52) in Aussicht gestellte Entwicklung im Traktorenbau führt meines Erachtens zu einer weiteren Verschlechterung des o. a. Übertragungswirkungsgrades. Kollege Hendrich führt an: „Die Entwicklung im Schlepperbau geht dahin, daß man bei einem möglichst geringen Eigengewicht die Motorleistung mehr in Geschwindigkeit umsetzt und durch Gerätekopplung ausnutzt.“ Die höhere Geschwindigkeit bringt jedoch ein Ansteigen des nicht nutzbaren Teiles der Zugkraft eines Pfluges mit sich. Der Übertragungswirkungsgrad wird dadurch schlechter. Die Schmälerung der Witterungs- und Bodenabhängigkeit der Erträge und des schlechten Übertragungswirkungsgrades sind die wichtigsten Punkte, die die Einführung einer anderen Bodenbearbeitung rechtfertigen. Wenn man nun teilweise versucht, auf alte Arbeitsarten wie die der Bodenfräse oder des Pflügens mittels Seilzug von am Ackerrand stehenden Kraftquellen zurückzugreifen, so bedeutet das keinen Schritt vorwärts. Es gilt vielmehr, an die Erfahrungen anzuknüpfen und die Nachteile auszuschalten.

Betrachten wir einmal die Bodenfräse. Sie ist ein direkt vom Traktor angetriebenes Bodenbearbeitungsgerät und hat in Gartenbaubetrieben Beachtliches geleistet. In diesem Zu-

sammenhang ist nun folgendes zu bedenken: Der Boden ist annähernd frei von Unkräutern und weist eine stabile Krümelstruktur auf. Er ist fast steinfrei. Die Abnutzung der Fräsworkzeuge bleibt demzufolge in wirtschaftlich vertretbaren Grenzen. Den mit verhältnismäßig hoher Umfangsgeschwindigkeit arbeitenden Fräsworkzeugen wird ein nicht zu großer Widerstand entgegengesetzt, und somit steigt die Antriebsleistung trotz der hohen Umfangsgeschwindigkeiten nicht beachtlich an. Anders sind die Verhältnisse auf dem Acker. Der Boden ist in den meisten Fällen nicht steinfrei, so daß die rotierenden Werkzeuge leicht einer Beschädigung ausgesetzt werden. Vor allem aber befindet sich der Boden nicht in dem Kulturzustand, wie wir es vom Gartenbaubetrieb her kennen. Er setzt den Werkzeugen einen erheblich größeren Widerstand entgegen, so daß die Antriebsleistung bei der großen Geschwindigkeit stark ansteigt. Dazu kommt noch, daß die hohe Geschwindigkeit die nicht so stabilen Bodenkrümel zerschlägt. Diese zerschlagenen Bodenteilchen führen durch nachfolgende Witterungseinflüsse leicht zu einer Verschlämzung des Bodens, besonders in den oberen Schichten.

Als weiterer Nachteil wird der Bodenfräse ein schlechter Wirkungsgrad nachgesagt. Dieser Vorwurf ist in dem Umfang nicht berechtigt, denn die geleistete Arbeit ist nicht nur in der Flächenleistung, sondern auch in der viel intensiveren Bodenlockerung zu suchen, abgesehen davon, ob diese Lockerung in dieser Weise erwünscht oder nicht erforderlich ist. Zieht man weiterhin in Betracht, daß die von der Fräse in vielen kleinen Teilen abgetrennten Erdmassen infolge der hohen Arbeitsgeschwindigkeit der Werkzeuge mit einem großen Energieaufwand bis zu 6 bis 7 m/s beschleunigt werden, so wird der Wirkungsgrad einer Bodenbearbeitungsmaschine, deren Werkzeuge mit einer kleinen Geschwindigkeit arbeiten, besser sein als die eines vom Traktor gezogenen Pfluges oder der Bodenfräse.

Neben der zu erwartenden Strukturverbesserung des Bodens sind dieses die Grundgedanken, die einer neuen Bodenbearbeitungsmaschine mit oszillierenden Arbeitswerkzeugen zugrunde gelegt wurden. Diese Maschinen werden ebenfalls vom Motor angetrieben. Sie bestehen aus einem Mechanismus, an dessen oszillierendem Koppelgelenk die Arbeitswerkzeuge angelenkt sind. Das Koppelgelenk durchläuft eine Kurve mit veränderlicher Geschwindigkeit. Die Durchschnittsgeschwindigkeit des Arbeitshubes ist kleiner als die des Rücklaufhubes. Durch die Koppelung eines zweiten Mechanismus an das Koppelgelenk des ersten ist eine Schwenkung um dieses Gelenk erreicht.

Durch diese Anordnung der Werkzeuge kann die Anzahl der eingesetzten Werkzeuge bedeutend geringer gewählt werden als bei der Fräse.

Die niedrige Durchschnittsgeschwindigkeit während des Arbeitshubes und die hohe Geschwindigkeit während des Rücklaufhubes beanspruchen einen kleinen und gleichmäßigen Kraftbedarf und verhindern gleichzeitig die Zerstörung der Bodenkrümel. In Bild 1, 2 und 3 sind zwei Ausführungsbeispiele eines Mechanismus für eine Bodenbearbeitungsmaschine nach den o. a. Prinzipien wiedergegeben. Die Kurbel 2 der Bodenbearbeitungsmaschine wird direkt von der Antriebskraft in der eingezeichneten Drehrichtung *D* angetrieben. Von der Kurbel 2

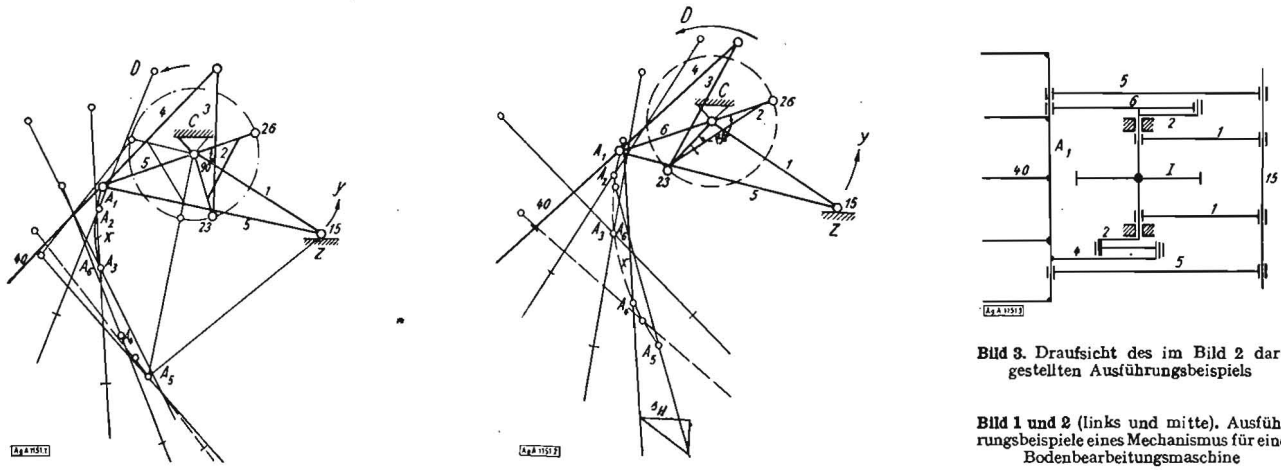


Bild 3. Draufsicht des im Bild 2 dargestellten Ausführungsbeispiels

Bild 1 und 2 (links und mitte). Ausführungsbeispiele eines Mechanismus für eine Bodenbearbeitungsmaschine

werden zwei Mechanismen angetrieben. Der eine besteht aus den Gliedern 1, 2, 6, 5, der andere wird über die Glieder 2, 3, 4 an das Koppelgelenk  $A_1$  am ersten Mechanismus angeschlossen.

Die Arbeitswerkzeuge 40 sind an dem doppelarmigen Glied 4 befestigt. Wird die Kurbel 2 in der eingezeichneten Drehrichtung angetrieben, so bewegt sich das Koppelgelenk  $A_1$  auf der Koppelkurve X. Gleichzeitig schwenkt das Glied 4 mit den Werkzeugen 40 um das Koppelgelenk  $A_1$ .

In Bild 1 und 2 ist die Stellung des Mechanismus bei Beginn des Arbeitshubes mit der Koppelgelenkzeichnung  $A_1$  stark ausgezogen wiedergegeben. Nachdem die Kurbel 2 einen Winkel von etwa  $240^\circ$  durchlaufen hat, ist der Arbeitshub beendet. Diese Stellung ist in Bild 1 schwach eingezeichnet. Die Koppelgelenkstellung ist hierfür mit  $A_6$  bezeichnet. Während des Rücklaufhubes dreht sich die Kurbel um etwa  $120^\circ$ .

In beiden Bildern ist darüber hinaus die Stellung des Gliedes 4 für jeweils  $60^\circ$  Kurbelumdrehung mit der Kurbelgelenkbezeichnung  $A_1$  bis  $A_6$  wiedergegeben worden. Der Arbeitshub schließt die Stellung  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5$  und der Rücklaufhub die Stellung  $A_5, A_6, A_1$  ein.

Das Glied 1 wird am Gelenk 15 durch eine Belastung gegen den verstellbaren Anschlag Z gehalten. Es dreht sich in der Kurbelrichtung Y um das Gelenk C, sobald die Arbeitswerkzeuge 40 auf einen größeren Widerstand oder Stein aufsetzen. Durch dieses Ausweichen der Werkzeuge 40 wird eine Beschädigung derselben vermieden.

Das Bild 3 zeigt die Draufsicht des in Bild 2 gezeigten Mechanismus in der Anfangsstellung zum Arbeitshub. Die Arbeitsbreite kann durch Anbringung weiterer Arbeitswerkzeuge an diesen Mechanismus oder durch Nebeneinanderreihen mehrerer Mechanismen vergrößert werden. Die Wirkung der Bodenbearbeitungsmaschine auf den zu bearbeitenden Boden ist durch die Änderung der Fahrgeschwindigkeit, der Kurbelumdrehungen oder der Anordnung bzw. der Längenverhältnisse der Glieder des Mechanismus je nach Bedarf zu regulieren.

Das Bild 2 zeigt den gleichen Mechanismus wie Bild 1, lediglich ist das Gelenk 23 statt wie in Bild 1 mit  $90^\circ$  in Bild 3 mit einem Winkel von  $150^\circ$  zum Gelenk 26 angeschlossen. Diese Veränderung hat zur Folge, daß die Werkzeuge während des Arbeitshubes eine größere Schwenkung um das Gelenk A ausführen. Zur besseren Kenntlichmachung dieser unterschiedlichen Bewegungen beider Mechanismen zu Beginn des Rücklaufhubes ist eine Mittelstellung der Werkzeuge zwischen den Gelenkpunkten  $A_5$  und  $A_6$  gestrichelt eingezeichnet.

Vergleicht man die Werkzeugbewegungen, so kann man feststellen, daß zu Beginn des Arbeitshubes die Anstellung der Werkzeuge für beide Mechanismen fast gleich ist. Während des Arbeitshubes ist von dem Mechanismus in Bild 1 eine etwas größere Rückwärtsschwenkung der Werkzeuge zu verzeichnen. Zu Beginn des Rücklaufhubes heben sich jedoch die Werkzeuge in Bild 2 stark an, während die Werkzeuge in Bild 1 keine Schwenkung mehr ausführen, sondern in der gleichen Stellung nach oben zurückgezogen werden.

Die Auswirkungen dieser beiden Bewegungsarten auf den Boden können noch durch die Änderung der Kurbelumdrehungsanzahl und der Fahrgeschwindigkeit unterstützt werden. So führt eine Erhöhung der Kurbelumdrehung zu einer Erhöhung der Werkzeuggeschwindigkeiten, d. h. daß die abgetrennten Bodenteilen mit größerer Geschwindigkeit, je nach der Einstellung der Bodenbearbeitungsmaschine, nach hinten oder nach oben abgeworfen werden.

Die Fahrgeschwindigkeit  $v_F$ , die Kurbelumdrehungen  $n$  und der während einer Kurbelumdrehung zurückgelegte Weg S stehen in einem ganz bestimmten Verhältnis zueinander. Bezeichnen wir die während eines Sechstels der Kurbelumdrehung von dem unteren Drittel der Arbeitswerkzeuge zurückgelegte horizontale Wegkomponente mit  $s_H$ , so können wir die horizontale Geschwindigkeitskomponente mit

$$v_H = \frac{6 \cdot s_H}{t}$$

ermitteln. Setzen wir statt der Zeit für eine Kurbelumdrehung

$$t = \frac{60}{n}$$

in diese Formel ein, so ergibt sich

$$v_H = \frac{6 \cdot s_H \cdot n}{60} = \frac{s_H \cdot n}{10}$$

Die Fahrgeschwindigkeit  $v_F$  errechnet man aus

$$v_F = \frac{S}{t} = \frac{S \cdot n}{60}$$

Da die Richtung der Geschwindigkeitskomponente  $v_H$  entgegen der Fahrgeschwindigkeit gerichtet ist, werden die abgetrennten Bodenteile am Ende des Arbeitshubes nur bis zu einer horizontalen Geschwindigkeit

$$v_B = v_H - v_F$$

beschleunigt.

Für die Kurbelumdrehungen  $n = 400$  und  $600$  U/min und der Fahrgeschwindigkeit von  $v_F = 1,5, 1,0$  und  $1,5$  m/s sind der Weg S und die Geschwindigkeit  $v_B$  ermittelt worden.  $s_H$  ist mit  $0,075$  m angenommen. Tafel 1 s. nächste Seite.

Die Geschwindigkeit, mit der die Bodenquader abgelegt werden, ist bedeutend kleiner als die bei der Bodenfräse. Sie liegt auch noch unter der beim Pflügen; denn nicht die Arbeitsgeschwindigkeit des Pfluges, sondern die Geschwindigkeit des Erdbalkens längs des Streichbleches muß hier vergleichsweise

Tafel 1

Kurbel- umdrehung $n$ 1/min	Geschwindigkeit $v_H$ m/s	Fahrgeschwindig- keit $v_F$ m/s	Weg $S$ m	Geschwindig- keit $v_B$ m/s
400	3,0	0,5	0,075	2,5
		1,0	0,15	2,0
		1,5	0,225	1,5
600	4,5	0,5	0,05	4,0
		1,0	0,10	3,5
		1,5	0,15	3,0

betrachtet werden, die infolge der Anstellung des Streichbleches ein Vielfaches der Arbeitsgeschwindigkeit beträgt.

Aus den in der Aufstellung angeführten Geschwindigkeiten kann man auf einen niedrigen Kraftbedarf schließen, der entscheidend für den wirtschaftlichen Einsatz einer solchen Bodenbearbeitungsmaschine ist.

Bild 4 und 5 zeigen die Bewegungsvorgänge und Bodenprofile für die in Bild 1 und 2 gezeigten Mechanismen.

Die Ausbildung, Formen und Anzahl der Arbeitswerkzeuge können die Wirkung auf den Boden noch unterstützen. Die Einstellung der Maschine auf verschiedene Bearbeitungstiefen kann unter Beibehaltung der Mechanismuseinstellung durch das Anheben der Maschine oder durch die Verkleinerung der Kurbelradien erfolgen.

Diese Bodenbearbeitungsmaschine eröffnet durch ihre Arbeitsweise neue Möglichkeiten für die Mechanisierung in der Landwirtschaft. Sie wird zur Steigerung der Ernteerträge und der Arbeitsproduktivität bei gleichzeitiger Senkung der Selbstkosten beitragen.

A 1151

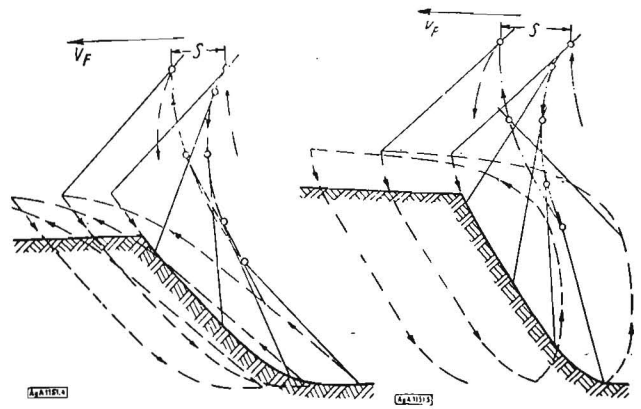


Bild 4 und 5. Bewegungsvorgänge und Bodenprofile für die in Bild 1 und 2 gezeigten Mechanismen

Literatur

- [1] Kühne: Handbuch der Landmaschinentechnik. Verlag Julius Springer, Berlin 1930.
- [2] Janke: Pflugmaschine. Deutsche Agrartechnik (1951) S. 318.
- [3] Ruhnke: Agrartechnische Fragen zur Einführung des Wiljams-Systems in die deutsche Landwirtschaft. Deutsche Agrartechnik (1952) S. 258 bis 260.
- [4] Janke, Hendrichs, Kind: Zur Diskussion Pflugmaschine. Deutsche Agrartechnik (1952) S. 311 bis 313.
- [5] Naethbohm: Diskussionsbeitrag. Deutsche Agrartechnik (1952) S. 376.
- [6] Janke: Wirkungsgrad der Pflugleistungsübertragung und Getriebeabstufung beim Ackerschlepper. Deutsche Agrartechnik (1953) S. 8 bis 14.
- [7] Naethbohm: Sind wir in der Traktorenproduktion auf dem richtigen Weg? Deutsche Agrartechnik (1953) S. 61 bis 62.

## Mistgas (Biogas) als Energiequelle der Landwirtschaft

Von K. H. JENISCH, Birkenwerder bei Berlin

DK 631:66.071

*Angesichts der stürmischen Entwicklung der Technik wird auch der allgemeine Energiebedarf ständig weiterwachsen und besonders in den fortschrittlichen Ländern einen Umfang annehmen, der zur Ausschöpfung neuer, zusätzlicher Energiequellen zwingt. Neben dem Abbau vorhandener Energieträger (Kohle, Öl, Erdgas) richtet sich dabei das Interesse besonders auf solche Energiequellen, die, wie z. B. die Wasserkraftwerke, den Kreislauf der Natur anzapfen, dadurch indirekt Sonnenenergie für menschliche Zwecke nutzbar machen und so bis auf die Investitionsausgaben kostenlos und praktisch unerschöpflich bleiben.*

Eine Möglichkeit zur Nutzung natürlicher Energiequellen bietet die Gasgewinnung aus organischen Abfallstoffen. Die Faulgaserzeugung der städtischen Klärwasserbetriebe gehört zu dieser Verfahrensart, die sich neuerdings auch in der Landwirtschaft auszubreiten beginnt. An und für sich ist sie hier nicht neu, denn der Verfasser erinnert sich noch gut seiner eigenen Versuche im Jahre 1927, auf den Fermenten Frankreichs die dort üblichen Landwirtschaftsmotoren statt mit Benzin auch mit dem dortselbst in meist primitiver Weise erzeugten „gaz de fumier“ (Mistgas) zu betreiben. Die Verbreitung solcher Anlagen blieb aber, zumal in Deutschland, auf einige wenige unternehmungsfreudige Landwirte beschränkt.

Heute dagegen drängt die Energienot zu einer erweiterten Auswertung dieses Verfahrens und hat eingehende Erforschungen in letzter Zeit zur Folge gehabt. Über den Stand dieser Entwicklung soll hier berichtet werden.

Aus der Sowjetunion sind bisher kaum Unterlagen über ein solches Verfahren bekannt geworden, doch mag dieses an Naturschätzen reiche Land durch die grandiose Anwendung anderer technischer Mittel an der Ausbeutung umständlich erzeugter Gase noch nicht so interessiert sein. Um so mehr beschäftigen sich andere, von der Natur weniger begünstigte Völker mit dieser neuen Energiequelle, und die dabei bisher gewonnenen Erfahrungen bieten bereits einen guten Ansatz zur positiven Auswertung und Anwendung.

### Chemisch-biologischer Vorgang

Obwohl das DIN-Blatt 1340 (Brennbare technische Gase) im Abschnitt Methan die bakteriellen Zersetzungsprodukte von festen Abfallstoffen als „Mist- oder Dunggase“ bezeichnet, muß

zuerst einmal auf den verbreiteten Irrtum hingewiesen werden, wonach Jauche oder Kot der Tiere als eigentlicher Entwicklungsgrundstoff für Methan angesehen wird. Das ist aber keineswegs der Fall, denn die genannten Stoffe sind die Restprodukte einer Zersetzung (Verbrennung) im Körper der Tiere und haben ihren Energieanteil in Gestalt von Wärme dabei größtenteils schon eingebüßt. Methan ( $CH_4$ ) ist vielmehr das Ergebnis der Bakterientätigkeit beim Zersetzungsprozeß organischer Abfallstoffe (Pflanzenreste) unter Abwesenheit von Sauerstoff, wobei also der Kohlenstoff noch keine Verbindung mit Sauerstoff aufnehmen konnte und dadurch noch keinen Energieverlust in Form einer Wärmeerzeugung erlitten hat.

Den Sauerstoff bei dieser Vergärung gänzlich fernzuhalten, ist nicht möglich, so daß sich bei dem Prozeß nicht reines Methangas ergibt, und Beimengungen von Kohlendioxid und Schwefelwasserstoff nicht zu vermeiden sind. Immerhin beträgt der Methananteil zwei Drittel des gewonnenen Gases und somit die aufgespeicherte Wärmeenergie etwa 5700 kcal/Nm<sup>3</sup>. Dieses Gas ist demnach das Ergebnis eines biologischen Vorganges, durch den die einst von den Pflanzen aufgenommene Sonnenwärme wieder freigemacht und in gasförmige Brennkraft umgesetzt wurde. Die Bezeichnung Biogas hat sich daher in letzter Zeit allgemein durchgesetzt.

Bei einem Vergleich mit dem von unseren städtischen Versorgungsbetrieben gelieferten Kochgas wird ersichtlich, welches großen Energieträger dieses methanhaltige Biogas darstellt, denn jenes besitzt nur einen Energiegehalt von etwa 4200 kcal/m<sup>3</sup>. In Erkenntnis dieser Vorteile haben zuerst die Abwasserbetriebe großer Städte das Zersetzungsprodukt organischer Stoffe ausgewertet. So betreiben auch einige Städte der Deutschen