

Wege zur Berechnung von landwirtschaftlichen Biogasanlagen

Die Erzeugung von Humus- und biologischem Gas aus Stallmist und anderen landwirtschaftlichen Abfallstoffen ist ein relativ neues Teilgebiet der allgemeinen Verfahrenstechnik. Eine technisch-wissenschaftlich richtige Gestaltung verlangt vom Konstrukteur die genaue Kenntnis der speziellen Verfahrenstechnik der biologischen Gasgewinnung neben dem Wissen um die landwirtschaftlichen Grundlagen zum Bau von Biogasanlagen. Besonders bei der Errichtung von Anlagen zur Humus- und biologischen Gasgewinnung müssen Landwirt und Ingenieur eng zusammenarbeiten.

Im folgenden sollen die Möglichkeiten und Methoden zur Berechnung von Biogasanlagen beschrieben werden. Diese Berechnungsgrundlagen können insofern nicht vollständig sein, als nur die bereits durch Versuche bewiesenen theoretischen Grundlagen Verwendung für die aufgestellten Beziehungen fanden. Es wird daher Aufgabe der mit den Biogasversuchsanlagen arbeitenden Techniker und Landwirte sein, in den nächsten Jahren weitere Versuchsergebnisse zu gewinnen, die dann eine vollständige Vorausberechnung von Biogasanlagen für die Konstruktion und Projektierung ermöglichen.

Notwendige Faulraumgröße

Die Faulraumgröße ist von mehreren Faktoren abhängig. Neben dem zur Anwendung kommenden Verfahren zur Zerstörung der Schwimmdecken bestimmt vorwiegend die Faulart die Größe der Faulräume. Praktisch angewendet werden z. Z. für landwirtschaftliche Biogasanlagen nur die mesophile und die thermophile Vergärung, der kyrophilen dagegen kommt nach dem heutigen Entwicklungsstand für eine technische Gewinnung von Humus und biologischem Gas keine Bedeutung mehr zu.

Weiterhin bleibt abzuwarten, inwieweit es der chemisch-bakteriologischen Forschung gelingt, Bakterienreize zu entwickeln, die eine gesteuerte Ausfäulung wirtschaftlich bei Temperaturen von + 5°C bis + 8°C ermöglichen.

Der Einfluß der Temperatur auf den Gärprozeß ist schon seit längerer Zeit durch FAIR und MOORE bekannt [1]. Durch IMHOFF wurde weiterhin der für die Ausfäulung wichtige Begriff der technischen Faulgrenze geschaffen [2]. Nach diesen Gesetzen und Begriffen wurden bisher die Faulzeiten für Biogasanlagen festgelegt. Durch Veränderung der von PÖPEL entwickelten Beziehungen für biologische Reinigungsanlagen mit großblasiger Belüftung [3] soll im folgenden versucht werden, die für landwirtschaftliche Biogasanlagen geltenden Begriffe exakt mathematisch zu formulieren.

Ein Maß für die Wirksamkeit des Faulraumes und die Güte des Verfahrens zur Zerstörung der Schwimmdecke ist die zulässige Faulraumbelastung B , bei der noch einwandfreie, leicht alkalische Methangärung möglich ist. Die Faulraumbelastung gibt an, welche Mengen organischer Substanz je Tag und m^3 Faulraum dem Faulbehälter zugeführt werden. Sie kann aus der Menge des eingepumpten Frischschlammes Q_{FS} (Stallmist, Jauche, Abwasser usw.) mit seinem durchschnittlichen Gehalt an organischer Masse f_{FS} schnell bestimmt werden.

$$B = \frac{F_{FS}}{V_F} = \frac{Q_{FS} \cdot f_{FS}}{V_F} \left(\frac{\text{kg organische Masse}}{\text{m}^3 \text{ Faulraum u. Tag}} \right) \quad (1)$$

F_{FS} organische Stoffmenge [kg/Tag].

Q_{FS} Menge des täglich eingepumpten Frischschlammes [kg/Tag].

f_{FS} Gehalt an organischer Masse des Frischschlammes [kg/kg];

V_F Volumen des Faulraumes [m^3].

Weiterhin ist die Höhe der zulässigen Faulraumbelastung abhängig von der Faulzeit, d. h. der Höhe des Abbaues organischer Masse im Faulraum und der Temperatur des Faulschlammes.

Führt man das Faulschlammalter A_S als Verhältnis der Menge organischer Substanz im Faulraum und der Menge organischer Substanz, die täglich in die Schlammilos überführt wird, ein, erhält man ein Maß für die durchschnittliche Faulzeit des zur Vergärung kommenden Materials.

$$A_S = \frac{F_S}{F_{AS}} = \frac{Q_S \cdot f_S}{Q_{AS} \cdot f_{AS}} \quad [\text{Tage}] \quad (2)$$

F_S organische Stoffmenge im Faulraum [kg]

F_{AS} organische Stoffmenge, die in die Düngeschlammilos überführt wird [kg/Tag]

Q_S Faulschlammmenge im Faulraum [kg]

f_S Gehalt an organischer Masse des Faulschlammes im Faulraum [kg/kg]

Q_{AS} in die Düngeschlammilos überführte Menge ausgefaulten Schlammes [kg/Tag]

f_{AS} Gehalt an organischer Masse des überführten Schlammes [kg/kg].

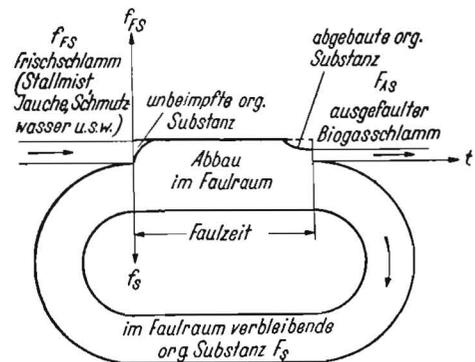


Bild 1. Kreislauf der organischen Massen im Faulraum

Die im Faulraum enthaltenen Feststoffmengen können aus folgenden Beziehungen ermittelt werden (Bild 1):

$$F_{FS} - F_{AS} = F_A \quad [\text{kg/Tag}] \quad (3)$$

F_A im Faulraum im Abbau begriffene organische Stoffmenge [kg/Tag].

$$F_A \cdot t = F_S \quad [\text{kg}] \quad (4)$$

t Faulzeit [Tage].

Während F_{AS} leicht durch die Kenntnis der Höhe des Abbaues am Ende der Faulzeit, d. h. an der technischen Faulgrenze bei einer bestimmten Faultemperatur durch einfache Subtraktion des Abbaues von der organischen Stoffmenge des Frischschlammes ermittelt werden kann, muß zur Bestimmung der im Abbau begriffenen organischen Stoffmenge die Abbaukurve des entsprechenden organischen Materials bekannt sein. Diese Kurven sind für das gewünschte Abbau material schnell und einfach durch vollständiges Ausfäulen

einer bestimmten Menge organischer Substanz bei der zur Anwendung kommenden Faultemperatur zu gewinnen, wobei möglichst Großversuche zugrunde zu legen sind. Die Höhe der erzeugten Gasmenge ist dabei dem organischen Massenabbau praktisch gleichzusetzen, da die geringen Mengen mineralischer Stoffe kaum nennenswerte Gasmengen ergeben und somit vernachlässigt werden können.

Durch das Integral aller in der Faulzeit nach der Abbaukurve abgebauten, im Faulraum befindlichen organischen Massen kann die jeweilige Massenverminderung gegenüber dem Frischschlamm ermittelt werden. Man erhält somit für

$$F_A = Q_A \int_0^t /A dt. \quad (5)$$

In Verbindung mit den Beziehungen (4), (3) und (5) ergibt sich weiter

$$F_S = (F_{FS} - F_{AS}) t = \left(Q_A \int_0^t /A dt \right) t. \quad (6)$$

Durch Einführen der Beziehung für die Faulraumbelastung bekommt man dann schließlich einen Ausdruck für die notwendige Faulraumgröße. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Faulschlammmenge Q_S den Faulraum zu etwa 85% seines Bruttovolumens füllt.

$$V_F = \frac{Q_S}{0,85 \cdot 10^3 \cdot \gamma_s} \quad [\text{m}^3]. \quad (7)$$

γ_s spezifisches Gewicht des im Faulraum befindlichen Schlammes [t/m^3].

$$V_F = \frac{F_S}{0,85 \cdot 10^3 \cdot \gamma_s \cdot f_s} = \frac{F_A \cdot t}{0,85 \cdot 10^3 \cdot \gamma_s \cdot f_s} = \frac{\left(Q_A \int_0^t /A dt \right) t}{0,85 \cdot 10^3 \cdot \gamma_s \cdot f_s} \quad [\text{m}^3]. \quad (8)$$

$$V_F = \frac{(F_{FS} - F_{AS}) t}{0,85 \cdot 10^3 \cdot \gamma_s \cdot f_s} = \frac{(B \cdot V_F - F_{AS}) t}{0,85 \cdot 10^3 \cdot \gamma_s \cdot f_s} = \frac{F_{AS} \cdot t}{B \cdot t - 0,85 \cdot 10^3 \cdot \gamma_s \cdot f_s} \quad [\text{m}^3]. \quad (9)$$

In der zuletzt aufgeführten Beziehung der notwendigen Faulraumgröße tritt der Faktor $B \cdot t$ auf. Im vorhergehenden wurde bereits erwähnt, daß die Faulraumbelastung B von der Faultemperatur abhängig ist und daß sie außerdem als Maß für

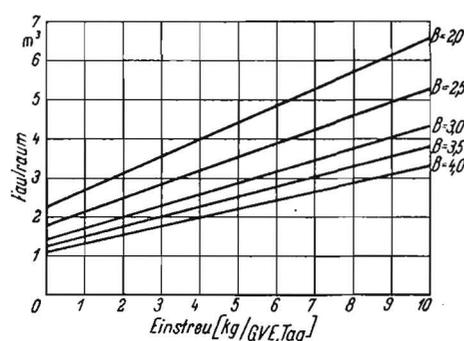


Bild 2. Erforderlicher Faulraum je GVE einer landwirtschaftlichen Biogasanlage für mesophile Ausfäulung

die Güte des Faulraumes gelten kann. Für gleiche Faulräume mit gleichen zulässigen Faulraumbelastungen gilt das Gesetz $B \cdot t = \text{const.}$ Für die Praxis bedeutet das eine Verdoppelung der zulässigen Faulraumbelastung durch Übergang von der mesophilen Ausfäulung mit etwa 20 Tagen Faulzeit gegenüber der thermophilen mit etwa 10 Tagen Faulzeit. Dieser wünschenswerten Erhöhung der Faulraumbelastung bei der thermophilen Vergärung stehen jedoch nach dem derzeitigen Entwicklungsstand wärme- und energiewirtschaftliche Pro-

bleme gegenüber, die eine derartige Arbeitsweise von landwirtschaftlichen Biogasanlagen als nicht vorteilhaft erscheinen lassen [4; 5]. Aus der Beziehung erhält man folgenden Ausdruck (9):

$$B \cdot t = \frac{F_{AS} \cdot t}{V_F} + 0,85 \cdot 10^3 \cdot \gamma_s \cdot f_s \left(\frac{\text{kg org. Masse}}{\text{m}^3 \text{ Faulraum}} \right). \quad (10)$$

Diesen Wert $B \cdot t = \text{const.}$ möchten wir als ein Maß für die Faulintensität eines Faulraumes mit dem dazugehörigen Gesamtabbau über die Faulzeit bezeichnen. Wir schlagen hierfür die Bezeichnung „technischer Faulgrad“ vor.

Für die Praxis ist die angeführte Berechnungsweise der notwendigen Faulraumgröße einer Biogasanlage aber zu umständlich. Bei der Projektierung unserer Biogasanlage auf der Landtechnischen Versuchsanlage hat es sich als zweckmäßig erwiesen, das von SCHMIDT und EGGERSGLÜSS aufgestellte Diagramm zu verwenden [6]. Die zur Verarbeitung in

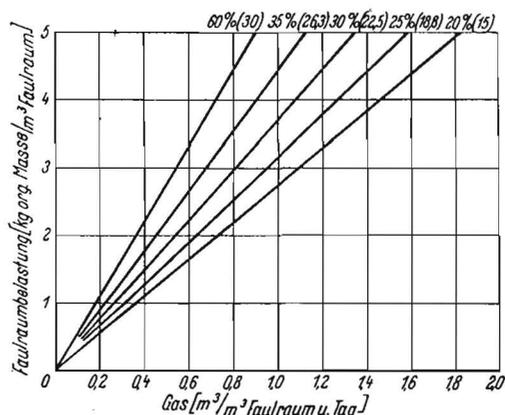


Bild 3. Gasleistung eines m^3 Faulraumes bei mesophiler Ausfäulung

der Biogasanlage zur Verfügung stehenden organischen Massen sind hierin in Form der Einstreu ausgedrückt. Die Abszisse gibt damit die täglichen je GVE (Großvieheinheit) anfallenden Frischschlammengen Q_{FS} an. Durch experimentelle Bestimmungen des entsprechenden Gehaltes an organischer Masse im Frischschlamm f_{FS} kann dann die organ. Stoffmenge F_{FS} ermittelt werden. Die Ordinate gibt den erforderlichen Faulraum je GVE für verschiedene Faulraumbelastungen an. Das in Bild 2 gezeigte Diagramm gilt für die mesophile Ausfäulung bei Faultemperaturen von rund $+ 32^\circ\text{C}$.

Bei der Berechnung einer Biogasanlage interessiert die Menge gewinnbaren Gases. Im Bild 3 ist ein entsprechendes Diagramm aufgestellt. Die Höhe des organischen Massenabbaues ist als Parameter mit angegeben. Die Werte in Klammern stellen den Abbau der Trockensubstanz des Schlammes dar.

Notwendige Größe der Düngeschlammilos

Nach Ausfäulen der organischen Massen im Faulraum der Biogasanlage wird der gewonnene Düngeschlamm bis zum Ausfahren zur Düngung auf dem Feld in besonderen Speicherräumen gelagert. Entsprechend den vom landwirtschaftlichen Betrieb geforderten Zeiträumen für die Lagerung müssen ausreichend große Behälter errichtet werden.

Unter Berücksichtigung des Abbaues läßt sich die täglich in die Düngeschlammilos überführte Schlammmenge Q_{AS} ermitteln

$$F_{AS} = F_{FS} \left(1 - \frac{A}{100} \right) \quad [\text{kg}/\text{Tag}]. \quad (11)$$

A organischer Massenabbau nach der Ausfäulung im Faulraum (%)

oder

$$Q_{AS} \cdot f_{AS} = Q_{FS} \cdot f_{FS} \left(1 - \frac{A}{100} \right) \quad [\text{kg}/\text{Tag}]. \quad (12)$$

Durch einfache Umrechnung von Gewichtseinheiten auf Volumeneinheiten ergibt sich das Düngeschlammvolumen V_{DS} .

$$V_{DS} = \frac{Q_{AS} \cdot \gamma_{AS}}{\gamma_{AS}} \cdot 10^{-3} \quad [\text{m}^3/\text{Tag}]. \quad (13)$$

γ_{AS} spezifisches Gewicht des ausgefaulten Schlammes $[\text{t}/\text{m}^3]$.

Unter Berücksichtigung von (11) erhält man die endgültige Form

$$V_{DS} = \frac{Q_{FS} \cdot f_{FS} \left(1 - \frac{A}{100}\right)}{\gamma_{AS}} \cdot 10^{-3} \quad [\text{m}^3/\text{Tag}]. \quad (14)$$

Für die praktische Berechnung ist es wiederum zweckmäßig, auf das in Bild 2 gezeigte Diagramm zurückzugreifen, um auch daraus das notwendige Speichervolumen für den Düngeschlamm entnehmen zu können.

Durch Kombination der Formeln (14) und (1) ergibt sich

$$V_{DS} = \frac{B \cdot V_F \left(1 - \frac{A}{100}\right)}{10^3 \cdot \gamma_{AS}} \quad [\text{m}^3/\text{Tag}]. \quad (15)$$

Nach dieser aufgestellten Beziehung kann unter Verwendung des Diagrammes in Bild 2 für die Auslegung der Düngeschlammilos ohne große Rechenarbeit das für eine Speicherung des Düngeschlammes notwendige Volumen für eine Faulzeit von 20 Tagen bei mesophiler Vergärung bestimmt werden.

Auslegung der Zentralpumpe für die Schwemmenmistung

Nach den bisherigen Erfahrungen werden als Zentralpumpen für Biogasanlagen im wesentlichen Kanalrad-Kreiselpumpen angewandt. Die Auswahl einer Pumpe wird im wesentlichen von drei Faktoren bestimmt: Förderhöhe, Fördermenge und maximale Korngröße. Die erforderliche Förderhöhe ist von mehreren Faktoren abhängig, die sich aus den zur Anwendung kommenden Verfahren zur Schwimmdeckenzerstörung und den Abmessungen der Faulräume ergeben. In Kürze wird von Dipl.-Ing. NEULING eine Dissertation vorgelegt, die u. a. diese Einflüsse näher erläutert. In der Versuchsstation des Instituts wurden im Laufe eines Jahres maximale Korngrößen von 40 bis 60 nm als ausreichend ermittelt.

Die kleinste Fördermenge der Zentralpumpen wird von der notwendigen Spülstrommenge der Entmistungsanlage bestimmt. Die Entmistungslösungen werden vorteilhaft als glasierte Steinzeugleitungen ausgeführt [7]. Unsere Untersuchungen an der Entmistungsanlage der Landtechnischen Versuchsstation der Technischen Hochschule Dresden ergaben, daß eine mittlere Profilhöhe des Spülstroms in den Abschwemmleitungen von etwa 100 mm für Einstreuungen von 2,0 bis etwa 6,0 kg Einstreu/GVE einen optimalen Wert darstellen. Als optimale Spülstromgeschwindigkeit fanden wir 2,0 bis 2,5 m/s. Aus diesen Werten kann nun die erforder-

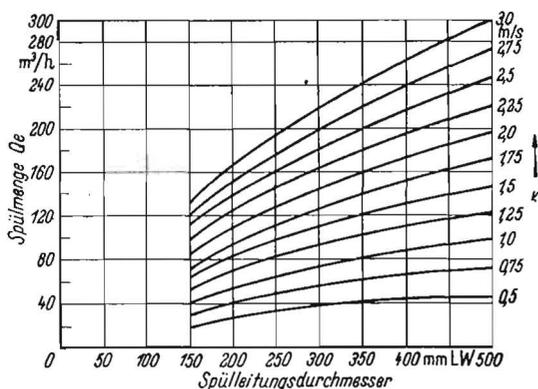


Bild 4. Erforderliche Mindestfördermenge der Zentralpumpe einer Biogasanlage (bestimmt aus den Erfordernissen der Entmistungslösung für verschiedene Spülleistungsdurchmesser und Strömungsgeschwindigkeiten)

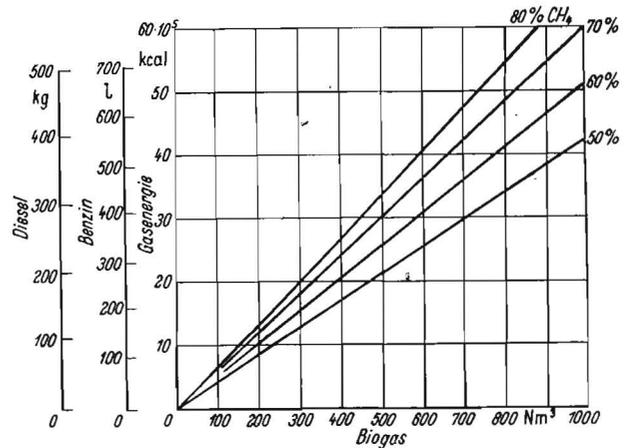


Bild 5. Gleichwertigkeit von Biogas zu flüssigem Kraftstoff

liche Mindestfördermenge der Zentralpumpe nach der Mengengleichwertigkeit sicher bestimmt werden:

$$Q_e = F \cdot v \quad [\text{m}^3/\text{h}]. \quad (16)$$

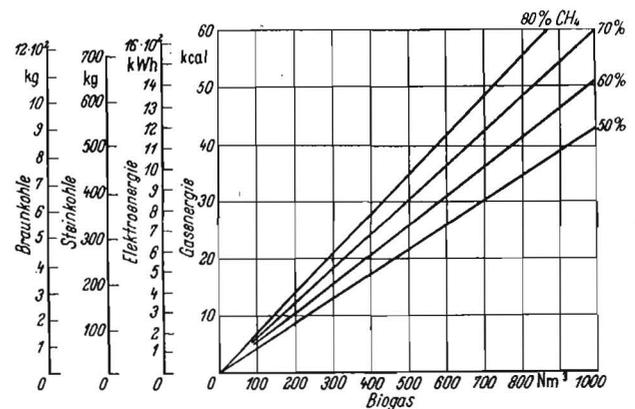


Bild 6. Gleichwertigkeit von Biogas zu verschiedenen Brennstoffen und Elektroenergie bei Eigenerzeugung

Q_e Fördermenge $[\text{m}^3/\text{h}]$

F Fläche des strömenden Mediums $[\text{m}^2]$

v Geschwindigkeit des strömenden Mediums $[\text{m}/\text{h}]$.

Für den speziellen Fall einer Abschwemmleitung mit kreisrundem Querschnitt:

$$Q_e = \frac{3,6 \cdot r^2}{2 \cdot 10^3} \left(\frac{\varphi^0 \cdot \pi}{180^0} - \sin \varphi \right) v \quad [\text{m}^3/\text{h}]. \quad (17)$$

r Radius der Spülleitung $[\text{mm}]$

φ Zentriwinkel in Grad

v Geschwindigkeit des strömenden Mediums $[\text{m}/\text{s}]$.

In Bild 4 haben wir für verschiedene Spülleistungsdurchmesser und Strömungsgeschwindigkeiten die Formel (17) unter Berücksichtigung der optimalen mittleren Profilhöhe in Form eines Diagramms dargestellt. Zur Bestimmung der Mindestfördermenge der Zentralpumpe genügt also eine einfache Ablesung des Diagramms entsprechend den tatsächlich gegebenen Verhältnissen.

Energiegleichwertigkeit von Biogas

Grundlegende Ausführungen zur Verwendung des erzeugten Biogases liegen bereits vor [5]. An dieser Stelle soll abschließend nur kurz die Gleichwertigkeit von Biogas mit anderen Energieformen gezeigt werden. Wir haben dabei die flüssigen Energieträger, also Benzin und Dieselkraftstoff, in einem gesonderten Diagramm dargestellt (Bild 5), weil die Verwendung von Bio-

gas zum Antrieb von Schleppermotoren einen Spezialfall und nicht den grundsätzlichen Weg darstellt. Nach unserer Auffassung ist die Verwendung des erzeugten Biogases als Brennstoff vorteilhafter und empfehlenswerter (Bild 6). Bei der Aufstellung der Diagramme wurden folgende durchschnittliche Heizwerte als Grundlagen verwendet.

Vergaserkraftstoff	$H_u = 7650 \text{ kcal/l}^1$
Dieselmotorkraftstoff	$H_u = 10310 \text{ kcal/kg}$
Braunkohlenbrikett	$H_u = 4700 \text{ kcal/kg}$
Steinkohle	$H_u = 7095 \text{ kcal/kg}$
Elektroenergie (Erzeugung durch Hausmaschine)	$1 \text{ kWh} = 3200 \text{ kcal}$

Da je nach dem Faulverfahren, der Faulzeit und weiteren Bedingungen, wie Anfahrzustände der Anlage, verarbeitetes organisches Material usw., der Methangehalt des Biogas stark

schwankt, haben wir es als zweckmäßig erachtet, den Methangehalt als Parameter mit anzugeben. Die Veränderlichkeit des Heizwertes wurde dabei nach den bekannten Werten vorgenommen [4].

Literatur

- [1] FAIR und MOORE: Sewage Works J. 9 (1937).
- [2] IMHOFF: Der Einfluß der Temperatur auf die nötige Größe der Schlammfaulräume. Techn. Gemeindebl. (1928) S. 301 bis 302.
- [3] POPEL: Hochbelastete biologische Teil- und Vollreinigungsanlagen mit großblasiger Belüftung in Deutschland. Gas- und Wasserfach (Ausg. Wasser) (1955) H. 16, S. 261 bis 266.
- [4] NEULING: Der Wärmehaufwand für den Betrieb von Biogasanlagen. Deutsche Agrartechnik (1955) H. 6, S. 203 bis 206.
- [5] ROSEGGER: Energetische Fragen bei der biologischen Gasgewinnung in der Landwirtschaft. Deutsche Agrartechnik (1955) H. 10, S. 388 bis 393.
- [6] Defu-Mitt. (1951), Verden (Aller).
- [7] ROSEGGER: Neue Wege der Stallentmistung. Deutsche Agrartechnik (1955) H. 6, S. 200 bis 202. A 2560

ing. J. F. SNEGOWSKI, Moskau¹⁾

Technik des chemischen Pflanzenschutzes in der Sowjetunion

Unter den Gesamtmaßnahmen zum Schutze der Ernte auf Feldern und in Gärten vor der schädlichen Wirkung der Insekten und Pflanzenkrankheiten nimmt auch in der Sowjetunion der Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln den Hauptplatz ein. Die Mechanisierung des chemischen Pflanzenschutzverfahrens wird mit verschiedenen Gruppen von Spezialpflanzenschutzgeräten durchgeführt, über deren technische Charakteristik die Tafel 1 Auskunft gibt. Bezeichnung und Bestimmung dieser Maschinengruppen werden durch die Anwendungsart der zum Einsatz kommenden Giftstoffe gekennzeichnet: 1. Samenbeizgeräte, 2. Fumigatoren, 3. Spritzgeräte, 4. Stäubegeräte und 5. Maschinen zum Auslegen von Ködern.

Eine kurze Übersicht der hauptsächlichsten sowjetischen Pflanzenschutzgeräte innerhalb dieser Gruppen soll mit ihren markantesten Typen bekannt machen.

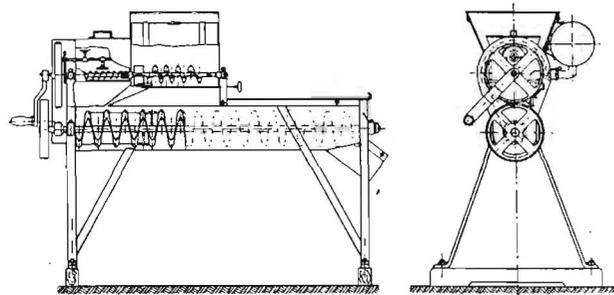


Bild 1. Schema des Universal-Samenbeizgerätes PU-1,0

1 Samenbeizgeräte

Die Hauptfunktion der Maschinen dieser Gruppe besteht im Mischen des Saatgutes mit trockenen oder flüssigen Fungiziden in der entsprechenden Dosierung. Der äußerst einfache Arbeitsvorgang erfordert auch keine komplizierten Maschinen. In der Sowjetunion gibt es daher außer der Handtrommel zum Samenbeizen nur das Universal-Samenbeizgerät.

1.1 Universal-Samenbeizgerät Typ PU-1,0

dient zum Beizen von Saatgut (Roggen, Weizen, Hafer, Hirse, Leinen und anderen Samen in trockener, feuchter oder nasser Form), um sie so vor der Ansteckung durch Pilze, Bakterien und die Speichermilbe zu schützen (Bild 1). Die Vorrichtungen des Gerätes sind: Aufnahmebunker für das Saatgut, Behälter für Fungizide mit Pulverzuführung, Brühbehälter mit Zuführungsvorrichtung der Gifflösung, Mischkammer mit Misch-

vorrichtung und Kraftübertragung mit Antriebskurbel oder Riemenscheibe, alles am Metallrahmen der Maschine befestigt.

Die Arbeitsorgane werden entweder durch eine Kurbel von zwei Arbeitern mit einer mittleren Drehgeschwindigkeit von 50 U/min oder mechanisch (elektrisch) mit einer Riemenscheibe bei 175 U/min angetrieben. Der Leistungsbedarf beim mechanischen Antrieb beträgt 0,15 bis 0,2 PS. Bei mechanischem Antrieb wird die Kurbel abgenommen.

Vor Arbeitsbeginn wird das Saatgut in den Getreidebunker geschüttet, die trockenen oder flüssigen Fungizide werden in der entsprechenden Menge je nach der Art des Beizverfahrens eingefüllt. Durch Abdecken der Dosierklappen und des Hahnes an der Giftleitung wird die vorgeschriebene Durchlaßnorm für das Saatgut und den Giftstoffverbrauch erreicht. Das mit dem Gift vermengte Getreide wird nach dem Austritt aus der Mischrinne, wo es von Spezialflügeln und einer Schnecke noch vermengt wird, in die Gefäße geschüttet.

2 Fumigatoren (Vergasungs- bzw. Ausräucherungsgeräte)

Die Fumigatoren dienen zur Desinfizierung von Erdböden, Baum- und Buschkronen, Lagerräumen, Getreidespeichern, Gemüselagern und Treibhäusern. Der Fumigationsvorgang gründet sich auf die Eigenschaft der Giftgase oder -dämpfe, die die Schädlinge und Krankheitserreger dort treffen, wo sie von Spritz- und Stäubegeräten nicht erreicht werden können: in der Tiefe des Bodens, in der Baumrinde, im Wurzelsystem, im Innern der Baumkrone, in den Spalten von Räumen. Die Fumigante (Räucherstoffe) sind in der Regel sehr stark wirkende Giftstoffe, wie Chlorpicrin, Dichlorethan, Zianwasserstoff, Blausäure, Schwefel, Kohlenstoff und andere. Sie sind sowohl für die Menschen, die mit ihnen umgehen, als auch für die in der Nähe befindlichen Tiere gefährlich; die Fumigation wird daher nur bei sehr starkem Schädlings- und Krankheitsbefall angewendet. Die Bedienungsmannschaften sind durch besondere Schutzkleidung gegen die schädliche Wirkung der Gase geschützt. Es versteht sich von selbst, daß die Mechanisierung dieses Fumigationsprozesses für seine Einführung in der landwirtschaftlichen Praxis entscheidend ist.

Bisher wird die Fumigation in der UdSSR mit Zelten durchgeführt, man geht teilweise aber auch schon zur Fumigation ohne Zelte über. Die kurze Zeit (1,5 bis 2 min), die die Giftgase auf die Pflanzen einwirken – im Gegensatz zum Fumigationsverfahren anderer Länder, wo die Einwirkungsdauer bis zu

¹⁾ Aus einem Referat während der Schädlingsbekämpfungstagung des FV Land- und Forsttechnik der KdT, Leipzig, Oktober 1955.