

# Landtechnische Forschung

HERAUSGEBER: KURATORIUM FÜR TECHNIK IN DER LANDWIRTSCHAFT  
FACHGEMEINSCHAFT LANDMASCHINEN IM VDMA  
MAX EYTH-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER LANDTECHNIK

Heft 1/1958

MÜNCHEN

8. JAHRGANG

Dr.-Ing. K. Weller:

## Die rein pneumatische Gleichstandsaat

*Institut für Landmaschinen der TH München*

Die Gleichstand- und Einzelkornsaat wurde in den letzten Jahren fast nur unter dem Gesichtspunkt der dadurch ermöglichten Arbeitseinsparung im Zuckerrübenbau betrachtet. Da aber auch wesentliche pflanzenbauliche Vorteile durch Ertragssteigerung und Saatgutersparnis im Getreide- und Maisanbau von der Gleichstandsaat zu erwarten sind, wurde das Problem der Einzelkorn-Verteilung hier einmal für alle einschlägigen Samenarten wie Zuckerrüben, Getreide, Mais und Hülsenfrüchte untersucht<sup>1)</sup>.

### Begriff und Bedeutung der Gleichstandsaat

Die Bezeichnung „Gleichstandsaat“ wird für die Aussaat von Kornreihen mit gleichen Kornabständen gebraucht. Die ebenso häufig angewandte Bezeichnung „Einzelkornsaat“ ist in diesem Begriff der Gleichstandsaat bereits enthalten, da ein wirklicher Gleichstand der Körner eine vollkommene Vereinzelung der Körner voraussetzt. In dieser Arbeit wird deshalb nur der im folgenden definierte Begriff „Gleichstandsaa“ gebraucht.

Gleichstandsaa ist die Einbringung einzelner Körner in gleichen Abständen und gleicher Tiefenlage in den Boden.

In diese strenge Formulierung der Gleichstandsaa wurde die Einbringung der Körner in den Boden bewußt mit einbezogen, weil die Vereinzelung der Körner in gleiche Abstände am Verteilerorgan allein nicht genügt, sondern diese Gleichstandsaa gerade auch im Boden erhalten bleiben muß, um die pflanzenbaulichen Vorteile der Gleichstandsaa voll auszuschöpfen. Damit alle ausgelegten Körner die optimalen Keim- und Wachstumsbedingungen vorfinden, muß die Gleichstandsaa auch eine gleichmäßige Tiefenlage gewährleisten. Weiterhin müssen die gleichen Kornabstände innerhalb der Reihe unabhängig von der Saatstärke, insbesondere bei sehr geringer Saatlage, eingehalten werden können. Alle diese Forderungen wurden bereits durch Hege [1] in dem Begriff der „vollkommenen Saaarbeit“ zusammengefaßt.

Die pflanzenbauliche Bedeutung der Gleichstandsaa wurde schon früh erkannt, konnte aber wohl in Ermangelung brauchbarer Gleichstandsgeräte bisher noch nicht durch so umfangreiche Versuchsreihen nachgewiesen werden, wie es gerade zur Ermittlung der optimalen Größe und Form des Pflanzenstandraumes notwendig wäre. Immerhin wurden in den bisherigen Versuchen die Vorteile der Gleichstandsaa eindeutig festgestellt. Nachdem Hege [2] ein Bewertungsverfahren geschaffen hatte, das in seiner Wertzahl für die Verteilgüte von Sämaschinen für Getreide die pflanzen-

baulichen Faktoren nach Heuser [4] berücksichtigte, konnte man die Vorzüge der Gleichstandsaa gegenüber der normalen Drillsaa auch zahlenmäßig erfassen. Diese Vorzüge liegen in der Saatgutersparnis, dem Mehrertrag je Flächeneinheit und in der Arbeitersparnis bei den Vereinzelungsarbeiten im Zuckerrübenbau.

Die Saatgutersparnis kommt dadurch zustande, daß bei der Gleichstandsaa zur Erzielung des für den Höchstertrag notwendigen optimalen Pflanzenbestandes weniger Körner ausgesät werden müssen als bei der gewöhnlichen Drillsaa, bei der nur zur Vermeidung der durch die schlechte Längsverteilung bedingten Lücken höhere Saatstärken erforderlich sind. Die hierdurch erzielbare Einsparung an Saatgut kann trotz sicherer Erhaltung des optimalen Pflanzenbestandes bei Getreide bis zu 50 kg/ha oder etwa 33 % betragen [3].

Der Mehrertrag je Flächeneinheit infolge der Gleichstandsaa wird dadurch erzielt, daß hier jede Pflanze ihren optimalen Standraum erhält und die ertragsmindernden Lücken der Drillsaa vermieden werden. Weiterhin trägt die gleichmäßige Tiefenlage zur Steigerung der Erträge bei. Nach Heuser [4], Kühne [5], Hege [1] und Korsmo (in Gohlke [6]) können diese Mehrerträge bis zu 10 % betragen, also ganz ansehnliche Werte, wenn man bedenkt, daß beim Wirkungsgrad von Kraftmaschinen sehr mühsam um einige Zehntelprozent gerungen wird<sup>2)</sup>.

Die Arbeitersparnis im Zuckerrübenbau entsteht durch den Wegfall der Verzieharbeit von Hand, die nach Kreher [7] bis zu 35 % der gesamten Pflegearbeiten ausmacht. Bei einer Zuckerrübenfläche in Westdeutschland von 270 000 ha und einem durchschnittlichen Arbeitsaufwand für das Verhacken und Vereinzeln der Rüben von 100 AKh/ha könnte also theoretisch jährlich rund ein Drittel der Gesamtzeit für die Pflegearbeiten, das sind 10 Millionen Arbeitsstunden, eingespart werden. Dies wäre bei dem immer akuter werdenden Mangel an Arbeitskräften in der Landwirtschaft von größter Bedeutung. Da die in Gleichstandsaa ausgelegten Pflanzenreihen mit der Handhacke in aufrechter Stellung oder unter Umständen mit der Maschinenhacke, auf jeden Fall ohne Verziehen von Hand ausgedünnt werden können, entfällt außerdem der durch das Verziehen bewirkte Wachstumsschock von etwa vier bis sechs Tagen Dauer.

Schließlich ist die Gleichstandsaa zur Bildung aufgelockelter Bestände mit gleichmäßigen Pflanzenabständen die wesentlichste Voraussetzung für die Anwendung von mechanischen Ausdüngeräten [8 und 9].

<sup>1)</sup> Diese Arbeit wurde in Fortführung der Untersuchungen von Prof. R. Hege am Institut für Landmaschinen der Technischen Hochschule München (Dir.: Prof. Dr.-Ing. v. Sybel) mit Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft durchgeführt. Obiger Bericht ist ein Auszug aus der gleichnamigen Dissertation des Verfassers — TH München 1957.

<sup>2)</sup> Wenn diese Zahlenwerte über die Ertragssteigerung auch noch keine langjährigen Durchschnittswerte darstellen und deshalb mit vorsichtiger Einschränkung wiedergegeben werden, so sprechen sie doch alle eindrucklich für die Gleichstandsaa.

## Bisherige Entwicklung

Die technische Entwicklung der Gleichstandsart brachte eine Vielzahl von Lösungen nach mechanischen oder pneumatischen Verteilprinzipien. Die älteren, meist mechanisch arbeitenden Geräte waren jedoch kinematisch so kompliziert, daß sie sich im Feldeinsatz nicht durchsetzten. Das erreichten erst neuere, einfachere Zellenrad-Säegeräte, bei denen die sichere Füllung der Zellen jedoch schwierig und von der Zellenradzahl abhängig war, so daß man kalibrierten Samen verwenden mußte und schließlich zur Verbesserung der mechanischen Verteilung auch auf Pillierung des Samens überging [10 und 11].

Aus der Verbindung des mechanischen Zellenrades mit der Saugwirkung einer Unterdruckkammer wurde ein Gleichstandsägerät für Monogermisamen entwickelt [12].

Die Versuche von Hege an einem verstellbaren Zellenrad für verschiedene Korngrößen zeigten schließlich noch einmal ganz klar die bereits an anderen mechanischen Verteilgeräten festgestellten grundsätzlichen Mängel aller mechanischen Verteilverfahren: die Abhängigkeit von der Kornform und Korngröße. Die Zellenräder oder Lochbänder werden nur dann sicher gefüllt, wenn die Körner untereinander gleich groß sind und keine längliche, sondern eine möglichst runde Form haben. Bei zu kleinen Körnern entstehen doppelbelegte Zellen, zu große gelangen überhaupt nicht in die Zellen und verursachen Fehlstellen, oder sie tauchen nur teilweise in die Zellen und werden dann stark beschädigt. Diese nachteilige „Mahlwirkung“ tritt besonders bei höheren Zellenradzahlen auf und bewirkt eine starke Verminderung der Keimfähigkeit der ausgelegten Samenkörner.

Aus diesen Gründen griff Hege auf das pneumatische Verteilprinzip zurück, das für alle hier interessierenden natürlichen Samen ohne deren Kalibrierung brauchbar sein sollte. Und deshalb wurde auch in dieser Arbeit ein „rein pneumatisches“ Verteilverfahren angestrebt, bei dem die Aufnahme und Vereinzelung der Körner aus der losen Kornschüttung nur durch Saugkraft erfolgt, ohne jede mechanisch-zwangsläufige Mitnahme oder Abstreifung der Körner. Ein solches Verteilverfahren ist von Form und Größe der Samenkörner wesentlich unabhängig als ein mechanisches Verfahren und vermeidet außerdem jegliche Beschädigung des Saatgutes.

## Strömungstechnische Grundlagen

Bei dem etwas verwickelten Vorgang einer Kornansaugung können folgende Abschnitte unterschieden werden:

1. Die zunächst unbehinderte Luftströmung durch die Saugöffnung,
2. die dadurch bedingte Ausbildung einer Senkenströmung in der Umgebung der Saugöffnung,
3. die teilweise Umströmung des anzusaugenden Körpers im Geschwindigkeitsfeld dieser Senkenströmung,
4. nach erfolgter Ansaugung des Körpers die Strömung um einen Körper dicht vor einer Saugöffnung.

Diese letztere Strömung kommt allerdings bei völliger Abdichtung zwischen angesaugtem Körper und Saugöffnung zur Ruhe, und es verbleibt dann eine rein statische Ansaugkraft — entsprechend dem wirksamen Unterdruck und der Ansaugfläche. Eine völlige Abdichtung stellt sich aber nur bei den regelmäßig geformten Modellkörpern ein und tritt bei den natürlichen Samenkörnern mit ihren unregelmäßigen Formen nicht auf.

Im Verlaufe der strömungstechnischen Untersuchungen wurde zunächst die Luftströmung durch eine Saugöffnung überschlägig berechnet. Diese mittlere Luftgeschwindigkeit hängt nur von der statischen Druckdifferenz zwischen Außenraum und Saugraum ab und nimmt mit wachsender Entfernung  $r$  von der Saugöffnung mit  $\frac{1}{r^2}$  ab. Der Wirkungsbereich der Saugströmung für die Ansaugung der Körner ist deshalb gering. Da die Körner noch entgegen der Reibung in der Kornschüttung bewegt und auf die Umfangsgeschwindigkeit der Saugwalze beschleunigt werden müssen, ist eine

wesentlich größere Luftgeschwindigkeit notwendig, als zum rein statischen Festhalten der Körner an den Saugöffnungen erforderlich wäre.

In Modellversuchen wurde die Abhängigkeit der Ansaugkraft von Unterdruck, Lochgröße, Korngröße und Abstand zwischen Lochrand und Korn untersucht. Abschließend wurden die Ansaugkräfte an natürlichen Samenkörnern gemessen. Diese zahlreichen Meßergebnisse können in dieser Kurzfassung nicht wiedergegeben werden; sie sind in der Original-Arbeit enthalten.

## Untersuchungen über die Kornaufnahme

Zunächst soll ein Überblick gegeben werden über die notwendigen Kornzahlen je Sekunde, die von einem Gleichstandsägerät ausgelegt werden müssen.

Bei Getreide beträgt die durchschnittliche Saatstärke 150 kg/ha, das ergibt bei einem mittleren Tausendkorngewicht von 50 g einen Pflanzenstandraum von 33,3 cm<sup>2</sup>. Hieraus folgt bei einer Reihenweite von beispielsweise 16,6 cm ein Kornabstand von 2 cm oder 50 Körner je Meter. Bei Monogermisamen liegen die für die Vereinzelung und die gleichzeitige Sicherung des Pflanzenbestandes optimalen Kornabstände zwischen 3 und 4 cm. Bei Mais und Hülsenfrüchten sind diese Kornabstände durchweg größer und bewegen sich zwischen 5 und 25 cm. — Die kleinsten Kornabstände treten somit bei Getreide auf, bei dem maximal bis zu 50 Körner je Meter Kornreihe ausgelegt werden müssen. Bei einer Fahrgeschwindigkeit von 1 m/s beziehungsweise 3,6 km/h sind also schon 50 Körner in einer Sekunde zu vereinzelnd und in gleichen Abständen abzulegen.

Es hatte sich bereits in Vorversuchen gezeigt, daß die Güte der Kornaufnahme stark von der Umfangsgeschwindigkeit der Saugwalze abhängt. Drehzahl und Durchmesser der Saugwalze mußten also möglichst niedrig gehalten werden. Da am Walzenumfang bei etwa 120 mm Durchmesser höchstens 50 Saugöffnungen bei zweireihiger Anordnung untergebracht werden können, muß die Saugwalze zur Erzielung des kleinsten Kornabstandes von 2 cm, gleich 50 Körnern je Meter Saatreihe, mit immerhin 60 U/min umlaufen.

Als grundsätzliche Schwierigkeit des pneumatischen Verteilverfahrens hatte sich ebenfalls schon in den Vorversuchen die in der Verfahrensweise selbst begründete Verkoppelung von Fehlstellen und Doppelkörnern erwiesen. Es stellte sich nämlich heraus, daß die Maßnahmen zur Verringerung der Fehlstellen immer eine Vermehrung der Doppelkörner bedingten<sup>3)</sup>.

Wie Abbildung 1 zeigt, bestand die Versuchsanordnung für die Kornaufnahme aus dem mechanischen Teil mit regelbarem Saugwalzenantrieb und Kornzuführung, aus einer Luftmeßstrecke und aus einer Zählvorrichtung zur Ermittlung der Fehlstellenzahlen, die folgendermaßen arbeitete:

Durch eine Lichtquelle im Innern der Saugwalze werden Lichtstrahlen nach außen gesendet. Im Falle einer unbesetzten Saugöffnung (Fehlstelle) gelangt der Lichtstrahl auf eine Fotozelle und erzeugt dort einen fotoelektrischen Impuls. Diese Impulse werden durch einen Röhrenschalter verstärkt und durch ein Zählrelais gezählt. Dieses Zählrelais ist über einen mechanischen Umdrehungszähler und entsprechend angeschaltete Relais so mit der Saugwalzendrehung gekoppelt, daß die Fehlstellen jeweils genau für 100 oder 1000 Umdrehungen gezählt werden und dann die Zählung selbstständig unterbrochen wird. Mit dieser Anordnung wurden die Fehlstellen mit einer Genauigkeit von  $\pm 1\%$  erfaßt.

Die Ergebnisse dieser Versuche über die Kornaufnahme bestätigten die bereits erwähnte Verkoppelung von Fehlstellen und Doppelkörnern. Das Diagramm in Abbildung 2 zeigt, daß die Fehlstellenzahlen bei fallendem Unterdruck und steigender Walzendrehzahl bei Monogermisamen und Weizen stark zunehmen. Die zu den jeweiligen Kurven gehörigen Doppelkornzahlen veranschaulichen den großen Anteil von Doppelkörnern in der Kornbesetzung im Bereich niedriger Fehlstellenzahlen, besonders bei Monogermisamen. Umgekehrt liegen die geringen Doppelkornzahlen im Bereich hoher Fehlstellenzahlen.

<sup>3)</sup> Doppelkörner ist die Bezeichnung für die gleichzeitige Ansaugung mehrerer Körner an eine Saugöffnung, wobei meistens zwei Körner, in seltenen Fällen auch drei oder vier Körner zusammen angesaugt werden. Nicht mit Körnern besetzte Saugöffnungen werden als „Fehlstellen“ bezeichnet. Diese beiden Bezeichnungen werden später sinngemäß auch auf die Kornablage übertragen.

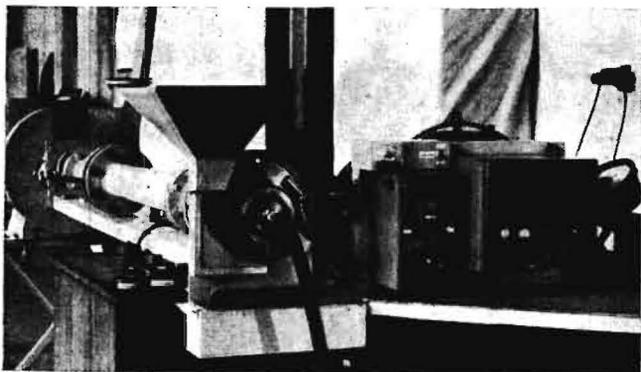


Abb. 3: Die Kornaufnahme an der „Röhrchenwalze“ bei Monogermisamen

Abb. 1: Die Versuchsanordnung zur Untersuchung der Kornaufnahme an der rotierenden Saugwalze

Bei diesen ersten Versuchsreihen mit glatten Lochwalzen mußte noch eine Zuführschaufel verwendet werden, die durch Drehung an einer nahe der Saugwalze laufenden Welle die Heranführung der Körner begünstigte und die Bildung von Hohlräumen in der Kornschüttung verhinderte.

Dieselben ungünstigen Verhältnisse im Zusammenhang von Fehlstellen und Doppelkörnern ergaben sich bei der Untersuchung verschiedener Sauglochdurchmesser. Immerhin war durch Steigerung des Lochdurchmessers eine wesentliche Verringerung der Fehlstellen bei hohen Walzendrehzahlen möglich, allerdings wieder nur unter Inkaufnahme einer gleichzeitigen Vermehrung der Doppelkörner.

Es zeigte sich weiterhin, daß neben den mehrfach angesaugten Körnern auch öfters Doppelkörner durch mechanische Mitnahme entstanden. Diese Doppelkörner konnten in ihrer Zahl verringert werden durch die Anordnung der Saugöffnungen in der scheibenförmigen Walzenvorderwand, weil dadurch das nachträgliche Abfallen dieser mechanisch mitgeschöpften Doppelkörner begünstigt wurde. Deshalb wurden die folgenden Versuche immer in der Gegenüberstellung von Saugwalze und Saugscheibe durchgeführt, wobei sich bei der letzteren die Doppelkörner um einige Prozent verringerten.

Die Anbringung von Vertiefungen oder Mitnehmern an den Saugöffnungen erbrachte gegenüber den glatten Saugwalzen oder Saugscheiben eine erhebliche Verringerung der Fehl-

stellen, aber auch eine gleichzeitige Zunahme der Doppelkörner und somit in Wirklichkeit keinen Vorteil.

Der immer noch geringe Erfolg der bisherigen Maßnahmen gab den Anlaß, nun die Saugöffnungen selbst aus der Walzenoberfläche herauszuheben und sie an die Mündung kleiner, in die Walze eingesetzter Röhrchen oder Nippel zu verlegen (Abb. 3). Diese Veränderung bewirkte beim Durchgang der Erhöhungen durch die Kornschüttung eine Mitnahme und Beschleunigung der Körner. Weiterhin begünstigte sie durch die abgesonderte Lage der Saugöffnung die Ansaugung von jeweils nur einem Korn. Darüber hinaus zeigte sich bei den späteren Abblaseversuchen, daß sich Doppelkörner, die trotzdem angesaugt wurden, von diesen erhöhten Saugöffnungen wesentlich leichter abblasen lassen, ohne daß dabei die zentral angesaugten Einzelkörner mit weggeblasen werden.

Das Diagramm in Abbildung 4 zeigt diese wesentliche Verringerung der Fehlstellen und die gleichzeitige Verminderung der Doppelkörner. Zwischen Saugwalze und Saugscheibe bestanden hier nurmehr geringfügige Unterschiede. Deshalb wurden die weiteren Versuche, besonders auch im Hinblick auf die spätere Kornablage, nur noch an der Saugwalze durchgeführt.

Der verbleibende Anteil von Doppelkörnern bei Monogermisamen war aber auch hier noch so beträchtlich, daß zur Erzielung einer wirklichen Gleichstandsverteilung mit exakter Vereinzelung der Körner eben diese Doppelkörner unbedingt noch beseitigt werden mußten.

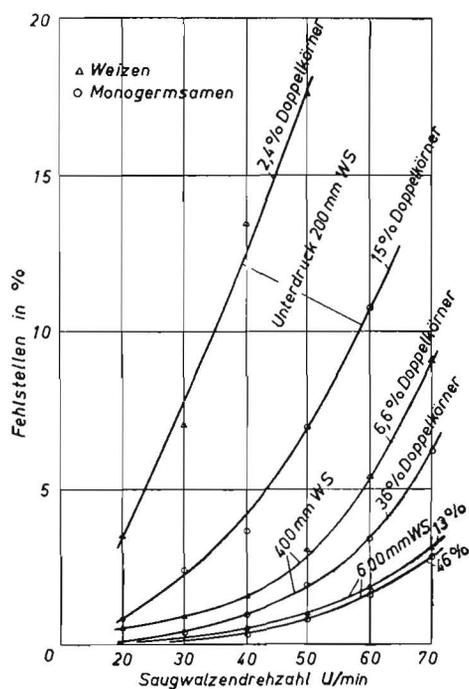


Abb. 2: Fehlstellen und Doppelkörner bei verschiedenen Unterdrücken in Abhängigkeit von der Saugwalzendrehzahl (Glatte Lochwalze mit 120 mm Durchmesser; Lochdurchmesser 1,5 mm; die Prozentzahlen an den Kurven zeigen die jeweiligen Anteile der Doppelkörner im Kornbesatz)

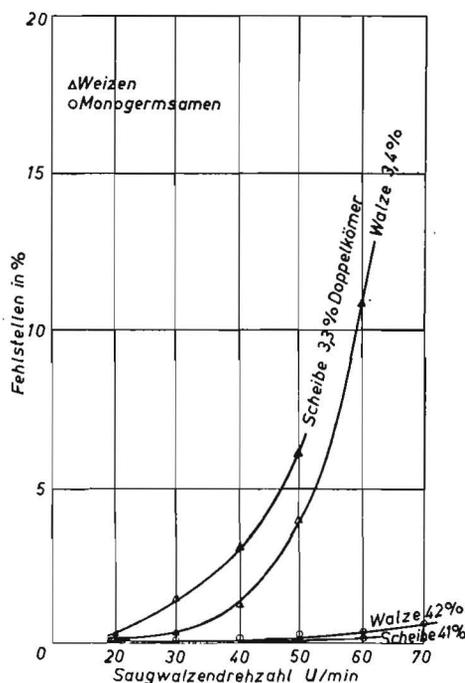


Abb. 4: Fehlstellen und Doppelkörner im Vergleich zwischen Röhrchenwalze und Röhrchenscheibe bei Weizen und Monogermisamen ohne Zuführschaufel (Stat. Unterdruck 600 mm WS; Lochd. 1,5 mm)

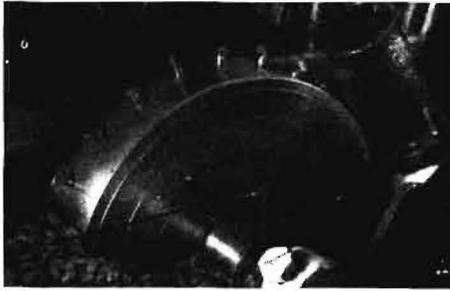


Abb. 5: Die Kornaufnahme bei Weizen an der Röhrenwalze unter optimalen Abblasebedingungen

### Abblasen der Doppelkörner

Hierfür wurde die bereits von Hege benutzte Abblase herangezogen, die damals an einer glatten Lochwalze deshalb noch wenig erfolgreich war, weil auf dem glatten Zylindermantel auch die eigentlichen „Hauptkörner“ unter Umständen wieder abgeblasen wurden<sup>4)</sup>.

Bei diesen Versuchen wurden die verschiedensten Düsenformen und -kombinationen bei verschiedenen Blasdrücken erprobt (runde und schmale Formen — quer und längs angeordnet). Als günstigste Düsenform erwies sich schließlich die im Querschnitt langgestreckte Düse in doppelter Anordnung, die einen Luftfächer zu beiden Seiten der Ansaugöffnungen etwa radial an die Saugwalze heranführt (Abb. 5). Durch den ziemlich senkrecht auf die Ansaugöffnungen gerichteten Blasstrom werden die zentral angesaugten Körner zusätzlich gegen die Saugöffnung gedrückt und dadurch festgehalten, und die mehr seitlich an den Saugöffnungen anhaftenden Doppelkörner weggeblasen.

Nachdem nun das Problem der Beseitigung der Doppelkörner gelöst war, konnten der Unterdruck und der Lochdurchmesser für die Ansaugung so groß gewählt werden, daß auch bei hohen Walzendrehzahlen praktisch keine Fehlstellen mehr auftraten (unter 0,3 %).

Bei Raps betrug der zur Ausschaltung aller Fehlstellen notwendige Sauglochdurchmesser 1,4 mm, der notwendige Unterdruck 400 mm WS. Bei Monogermisamen lag für einen Unterdruck von 600 mm WS der notwendige Sauglochdurchmesser bei 1,8 mm und für Getreide bei 2 mm. Die folgende Tabelle zeigt die bei diesen Lochdurchmessern noch verbleibenden geringfügigen Fehlstellenzahlen bei einer Walzendrehzahl von 60 U/min. Ferner sind die Doppelkornzahlen ohne und mit Abblasen eingetragen.

Die Erhöhung der Fehlstellenzahlen durch die Abblase bei rauhen und unregelmäßigen Körnern wie Monogermisamen, Gerste und Hafer wird verursacht durch die Ausbildung

<sup>4)</sup> Die rein mechanische Abstreifung hatte sich schon früher als ungünstig erwiesen, weil sie nur bei geringen Geschwindigkeiten sicher anwendbar ist und außerdem wiederum von der Form und Größe der Samenkörner abhängig macht.

neuer „sekundärer Fehlstellen“ infolge der Abblase der Doppelkörner. Dies muß jedoch zur Erreichung der besonders für Monogermisamen wichtigen niedrigen Doppelkornzahlen in Kauf genommen werden.

Um bei der schwierigen Vereinzelung der Monogermisamen die Haftung im Wechselspiel von Ansaugströmung und Abblaseströmung noch zu verstärken, wurde auch für den Monogermisamen der größere Lochdurchmesser (2 mm) gewählt. Dadurch wurde die Bildung der „sekundären Fehlstellen“ infolge der Abblase etwas verringert.

Durch günstiges Zusammenwirken optimaler Einzelbedingungen (Größe und Form der Ansaugöffnungen und Stärke der Blasströmung) kann bei den verschiedenen Samenarten eine befriedigende Ansaugung und Vereinzelung erzielt werden. Wie das Diagramm in Abbildung 6 zeigt, liegen in bezug auf die erreichbaren Doppelkornzahlen die Kornarten mit glatten und gedungenen Formen sehr günstig. Bei den rauhen und unregelmäßigen Monogermisamen und den besonders spitzen Gersten- und Haferkörnern sind die nicht zu vermeidenden Doppelkornzahlen höher und weisen in ihrer Größe auch stets eine bestimmte Streuung auf. Diese Streuung der Doppelkornzahlen ist begründet durch die unregelmäßigen äußeren Formen der Samenkörner und auch in ihrer Größe davon abhängig. Die angegebenen Doppelkornzahlen sind deshalb immer Durchschnittswerte.

Die Fehlstellenzahl bei einer Walzendrehzahl von 60 U/min ist bei den runden kleinen Rapskörnern praktisch Null. Bei Weizen und Roggen bewegt sie sich um 0,5 %, bei Monogermisamen um 2,6 %, bei Gerste um 2,7 % und bei Hafer um 3 %. Bei großen Kornarten liegen die Erbsen mit höchstens 1,4 % Fehlstellen am günstigsten. Dann folgen Ackerbohnen mit 2,3 %. Bei Mais zeigt sich bereits eine stärkere Abhängigkeit von der Walzendrehzahl. Die Fehlstellen liegen zwischen 2 % und 3,4 %. Allerdings sind für die großen Kornabstände bei Mais nur geringere Walzendrehzahlen notwendig, so daß auch hier die Fehlstellen unter 3 % bleiben.

Die hier wiedergegebenen optimalen Werte erfahren natürlich bei der Übertragung des Verteilverfahrens auf ein Feldgerät eine gewisse Verschlechterung und weisen in der praktischen Versuchsdurchführung auch immer eine bestimmte Streuung auf. Spätere Leimstreifenversuche mit einem fahrbaren Gleichstandsgerät zeigten jedoch, daß diese Verschiebungen beziehungsweise Veränderungen so gering sind, daß die für den Pflanzenbau erforderliche Gleichstandsverteilung dadurch nicht beeinträchtigt wird.

### Die luftgesteuerte Kornablage

Nach Erreichen einer gleichmäßigen Besetzung der Saugwalze mit einzelnen Körnern war es das weitere Ziel der Versuche, die in gleichmäßigen Abständen an der Saugwalze haftenden Körner derart von der Walze zu lösen und in der zu bildenden Kornreihe abzulegen, daß die an der Saugwalze erreichte gleichmäßige Verteilung auch in der abgelegten Kornreihe erhalten blieb.

Tab. 1: Fehlstellen und Doppelkörner ohne und mit Abblasen

Samenart		Raps	Monogermisamen	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer
Sauglochdurchmesser in mm		1,4	1,8	2,0	2,0	2,0	2,0
ohne Abblase	Fehlstellen in %	0	0,04	0	0,12	0,08	0,25
	Doppelkörner in %	1,7	67	72	14,7	15	80
mit Abblase	Fehlstellen in %	0	3,15	2,55	0,27	0,51	2,90
	Doppelkörner in %	0	2,3	2,2	0,1	0,3	2,5

Dieses zunächst einfach scheinende Problem brachte im Verlauf der Versuche doch erhebliche Schwierigkeiten, so daß zuerst einmal der eigentliche Vorgang der Kornablage geklärt werden mußte. Hierbei zeigte sich, daß die Ablage der Körner von vielen Faktoren unter Umständen so ungünstig beeinflußt werden kann, daß eine wesentliche Verschlechterung der an der Saugwalze erreichten Gleichstandsverteilung eintritt. Hierher gehören die mögliche Verschiebung des Abwurfzeitpunktes durch Unregelmäßigkeiten in der Abschirmung des Unterdrucks oder durch mechanisch bedingtes Haftbleiben beziehungsweise Mitnahme von kantigen Körnern wie beispielsweise Monogermisamen, ferner Verschiebungen durch verschiedene Fallgeschwindigkeit der Körner infolge wechselnder Luftwiderstände an verschieden großen Körnern.

Die Ablageversuche wurden zuerst ohne Zuführung von Reinigungsdruckluft durchgeführt, um den eigentlichen Einfluß der Abschirmung des Unterdrucks nicht durch eine Blaswirkung von innen zu verwischen. Es wurde also hierbei lediglich die Haltekraft durch Ausschaltung des Unterdrucks aufgehoben. Bei Weizenkörnern zeigte sich, daß allein hierdurch eine gute Kornablage mit relativ geringer Streuung erreicht werden kann, was auch für die anderen glatten Kornarten zutrifft. Bei Monogermisamen hingegen ergab sich eine größere Streuung in der Kornablage durch das mechanische Haftbleiben von besonders kantigen Körnern an und in den Saugöffnungen und ein dadurch bedingtes ziemlich willkürliches Loslösen der Körner innerhalb eines längeren Bereiches des Walzenumfangs. Da sich außerdem

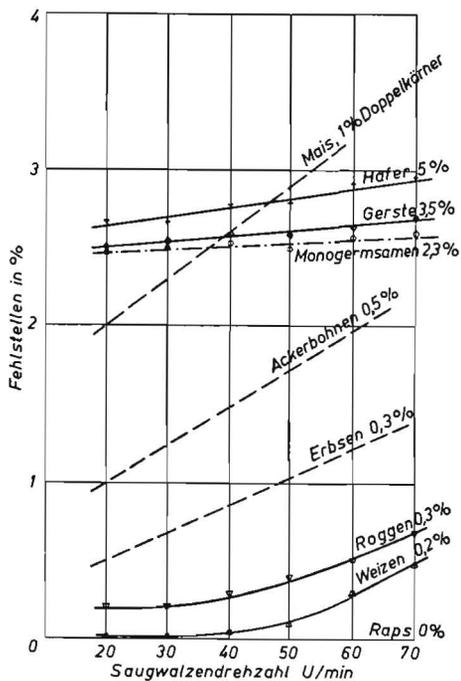


Abb. 6: Fehlstellen und Doppelkörner unter optimalen Bedingungen bei den verschiedenen Samenarten (Röhrchenwalze mit Abblasedüse; Unterdruck 600 mm WS)

manchmal bis zu 8 % der Körner auch nach Passieren der ganzen Abschirmzone nicht mehr von der Saugwalze ablösen, wurden die weiteren Versuche unter Zuführung von zusätzlicher Reinigungsluft durchgeführt. Diese von innen an die Saugöffnungen geführte Druckluft bewirkte neben der Reinigung der Saugöffnungen von etwaigen Bruchkörnern oder Verunreinigungen auch eine gewisse Blasströmung auf die abzulegenden Körner. Da die Körner etwa radial von der Saugwalze weggeblasen werden, kam als Abwurfpunkt nur mehr ein tiefegelegener Punkt der Saugwalze in Frage. Weiterhin war es wichtig, das Abschirmsegment so auszubilden, daß der Wechsel zwischen Saugzone, Abschirmzone und Druckluftzone für die einzelnen Saugöffnungen möglichst schnell erfolgte. Es wurden deshalb die eigentlichen Auflageflächen des in der Saugwalze eingebauten Abschirmsegmentes ziemlich schmal gehalten.

Der notwendige Druck der Blasströmung zur sicheren Ablösung von mechanisch haftenden Körnern von den Saugöffnungen ist gering, er beträgt etwa 100 mm WS. Er soll möglichst nicht höher gewählt werden, damit die Körner durch diesen Blasstrom nicht unnötig stark beschleunigt werden und durch einen entsprechend stärkeren Aufprall auf den

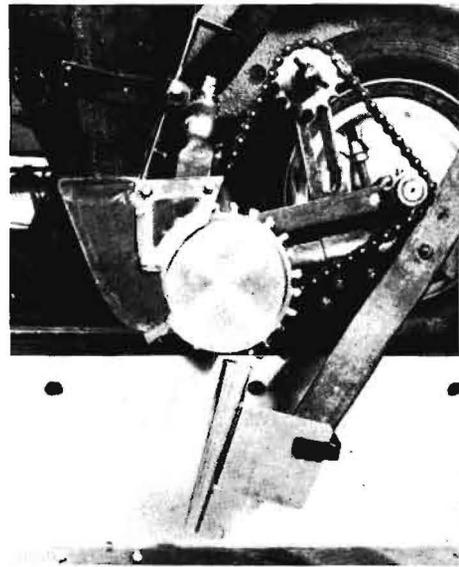


Abb. 7: Das Gleichstandsägerät wird am fahrbaren Prüfstand über den Leimstreifen gefahren

Boden beziehungsweise die Säfurche in der Art eines elastischen Stoßvorganges verspringen.

Natürlich bedingt die Einwirkung dieser Blasströmung auf die abzulegenden Körner, insbesondere bei großen Fallhöhen, unter Umständen auch weitere und neue Ungenauigkeiten in der Kornablage. So kann beispielsweise die Blasströmung bei den sehr unregelmäßigen Monogermisamen auf die in den verschiedensten Lagen anhaftenden Körner in wechselnder Richtung und Intensität auftreten und dadurch erhebliche Winkelabweichungen in den Abwurfbahnen verursachen. Deshalb ist die allein durch exakte Abschirmung des Unterdrucks gesteuerte Kornablage für die Anwendung bei schweren und glatten Körnern am genauesten. Bei den leichten und kantigen Monogermisamen war aber die Steuerung der Kornablage durch Druckluft unbedingt notwendig; die dadurch entstehenden Verschiebungen konnten jedoch durch die Verwendung eines sehr glatten und sich nach unten konisch verengenden Fallrohres wieder stark verringert werden.

#### Kornablage am fahrbaren Prüfstand

Der Einfluß der Fallhöhe und insbesondere der Fahrgeschwindigkeit auf die Verteilgüte wurde an einem fahrbaren Prüfstand untersucht. Dabei wurden die Leimstreifen nicht einfach an der bisherigen stationären Versuchsanordnung aufgenommen, sondern das Gleichstandsägerät wurde über die feststehende Sandrinne beziehungsweise den Leimstreifen gefahren (Abb. 7). Dadurch ließen sich die durch den Bodenantrieb und die Erschütterung eines fahrbaren Feldgerätes verursachten weiteren Ungenauigkeiten in die Untersuchung und Auswertung mit einbeziehen. So geben die hier gewonnenen Verteilungsbilder, Auswertstreifen und Wertzahlen ein ziemlich wirklichkeitstreu und nicht idealisiertes Bild der mit dem pneumatischen Säverfahren erzielbaren Gleichstandsmaat.

Die Auswertung der besäten Leimstreifen zur Ermittlung der Wertzahl erfolgte am Hege'schen Auswertgerät (Abb. 8).

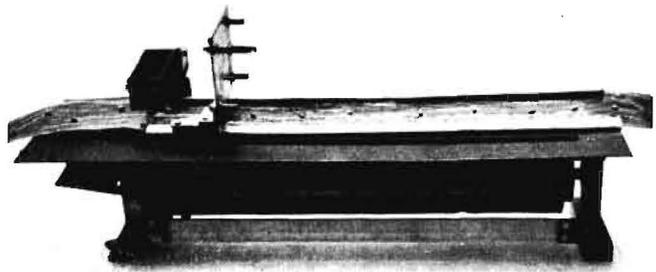


Abb. 8: Das Auswertgerät nach R. Hege

Die Erfassung einer Lücke innerhalb der Kornreihe geschieht folgendermaßen: Der auszuwertende Leimstreifen wird in einer Führung über das Gerät geschoben. Der für den jeweiligen Leimstreifen gültige mittlere Kornabstand  $a_m$  wird zwischen den beiden Visierbrücken eingestellt. Durch Verschieben des Läufers bis zum nächsten Korn nach der Lücke wird der dieser Längsverschiebung entsprechende Ertragsverlust über eine Walze mittels der darauf abgewickelten Heuser'schen Ertragsverlustkurve selbsttätig bestimmt und über ein mechanisches Addierwerk registriert.

Zunächst wurde der Einfluß der Fahrgeschwindigkeit auf die Verteilgüte untersucht. Es war natürlich zu erwarten, daß die Längsverteilung durch die Erschütterungen aus der Fahrbewegung verschlechtert wird. Wenn auch die Kornaufnahme selbst davon nicht beeinflusst wird, so erhalten doch die Körner bei der Ablösung von der Saugwalze durch diese Erschütterungen kleine unregelmäßige Stoßimpulse. Diese neuen Ungenauigkeiten sind zwar ebenso wie die in der gesteuerten Kornablage verbliebenen absolut genommen gering, können sich aber doch so ungünstig überlagern, daß sie bei sehr hohen Fahrgeschwindigkeiten und sehr kleinen Kornabständen unter Umständen in der Größenordnung des Soll-Abstandes liegen.

Dies erklärt sich auch daraus, daß die in etwa 9 mm Abstand über der Saugwalze haftenden Körner je nach Kornabstand durch die Fahrgeschwindigkeit auf das Zwei- bis Vierfache des eigentlichen Kornabstands auseinandergezogen werden. Dadurch können sich auch die kleinen Abweichungen in der Ablage von der Saugwalze bis zum Boden in gleichen Verhältnis vergrößern. Weiter ist zu bedenken, daß beispielsweise bei einer Fahrgeschwindigkeit von 1 m/s und einer Fallhöhe von 50 mm das Gleichstandsgerät in der sehr kurzen Fallzeit des Kornes von etwa 0,1 Sekunden schon 100 mm zurücklegt. Anders ausgedrückt, verursacht eine nur 10prozentige Schwankung in dieser sehr kurzen Fallzeit des Kornes schon Längsverschiebungen von 10 mm. Bei größeren Fallhöhen und damit verbundenen größeren Fallzeiten liegen diese Werte entsprechend höher. Es wurden deshalb möglichst geringe Schwankungen der Fallzeiten angestrebt und vor allem etwaige Verzögerungen im Fallrohr tunlichst ausgeschaltet.

Die erreichbare Verteilgüte in der Längsverteilung wird in den folgenden Diagrammen und Verteilbildern durch die Wertzahl  $W$  in % ausgedrückt. Diese Wertzahl ist nach Hege [1] auf den durch eine ideale Gleichstandreihe erreichbaren Höchstertag von 100 % bezogen. So bedeutet beispielsweise  $W = 98 \%$ , daß die wirklich gesäte Gleichstandreihe kleine Verschiebungen beziehungsweise Lücken in der Körnerfolge aufweist und dadurch einen Ertragsverlust von 2 % gegenüber der idealen Gleichstandreihe nach sich zieht. Da durch das pneumatische Gleichstandsgerät die jeweils eingestellten Kornzahlen pro Meter Kornreihe so genau eingehalten werden und auch die relativen Längsverschiebungen der Körner stets wesentlich kleiner sind als eine ertragsmindernde Lücke, lagen die Wertzahlen sehr hoch; sie schwankten zwischen 98 % und 99 %.

Bei der Verteilung von Monogermisamen genügt die Beurteilung allein durch diese ertragsmäßig auf Getreide ausgerichtete Wertzahl nicht, weil damit die Kornhäufungen nicht erfaßt werden, die gerade bei den Zuckerrüben wegen des anzustrebenden Einzelstandes der Pflanzen unerwünscht sind. Bei der entsprechenden Auszählung der Samenkörner lagen die Doppelkörner aber immer unter 4 %.

Ein anschauliches Bild der eigentlichen Kornanordnung und der möglichen Kornverschiebungen innerhalb der Reihen, das heißt der Kornverteilung, geben die Fotografien der besetzten Leimstreifen. Aus dem Diagramm in Abbildung 9 geht hervor, daß die höchsten Wertzahlen und entsprechend die exakteste Längsverteilung bei geringer Fahrgeschwindigkeit und geringer Fallhöhe unter freiem Fall der Körner erreicht wird. Am günstigsten, bei der kleinen Fallhöhe von 20 mm, liegt hier Weizen, der auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten noch fast unverändert gut verteilt wird. Bei den leichten Zuckerrübensamen ist die Verschlechterung mit zunehmender Fahrgeschwindigkeit etwas ausgeprägter.

In diesem Zusammenhang sei auch noch auf die Veränderungen in der Kornablage bei der Einbringung in den Boden unter sehr hohen Fahrgeschwindigkeiten hingewiesen. Der Verfasser vertritt hier die Ansicht, daß der zulässigen Fahrgeschwindigkeit eine vernünftige Grenze gesetzt werden soll, wenn ein so genauer Gleichstand der Körner angestrebt wird, wie dies bei Monogermisamen der Fall ist. Wenn es auch ohne weiteres möglich wäre, die von dem Verteilorgan je Sekunde gelieferte Körnerzahl durch entsprechend mehrreihige Ausbildung der Verteilorgane ohne Verschlechterung der Kornvereinzelnung zu vervielfachen, so ist es andererseits nicht möglich, die durch sehr hohe Fahrgeschwindig-

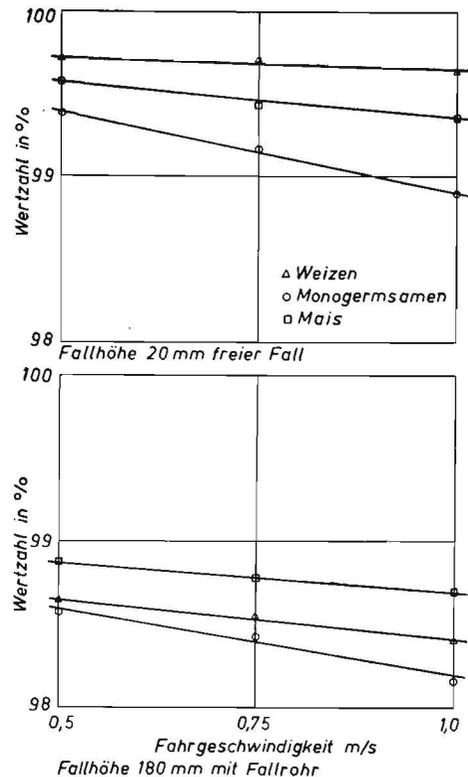


Abb. 9: Die Wertzahlen bei zunehmenden Fahrgeschwindigkeiten (Röhrchenwalze bei 600 mm WS mit Abblasung der Doppelkörner und Zuführung von Blasluft bei der Kornablage)

keiten bedingten Verschiebungen in der Kornanordnung durch technische Mittel völlig auszuschalten. Deshalb muß hier eine verringerte Flächenleistung gegenüber der wesentlich ungenauer arbeitenden Drillmaschine in Kauf genommen werden, wenn die Erhaltung des unbedingten Gleichstandes der Körner gefordert wird.

Bei allen Kornarten verursacht die zunehmende Fallhöhe eine geringfügige Verschlechterung der Wertzahl. Gegenüber der optimalen Fallhöhe bei 20 mm beträgt die durchschnittliche Verschlechterung der Wertzahlen bei der Fallhöhe von 180 mm unter Verwendung eines glattwandigen Fallrohres im Durchschnitt jedoch höchstens 1 %. Beim Vergleich verschiedener Fallrohrformen zeigte sich, daß ein glattes, schwach konisches Fallrohr am günstigsten ist. Durch eine möglichst glatte Rohrwand werden nämlich etwaige mechanische Verzögerungen der Körner beim Durchgang durch das Fallrohr vermieden.

Die beiden Tabellen 2 und 3 zeigen die mit einem auf glatter Bahn gefahrenen Gerät erreichbare Verteilgüte bei den verschiedenen Samenarten bei einer Fahrgeschwindigkeit von 1 m/s.

#### Vergleich zwischen pneumatischer Gleichstandsamt und normaler Drillsamt

Der einschneidendste Mangel aller bisherigen Drillmaschinen ist die rasch wachsende Verschlechterung der Verteilgüte

Tab. 2: Die Wertzahlen in % bei Kornarten geringer Korngröße

Fallhöhe	Weizen	Roggen	Gerste	Monogermisamen
20 mm freier Fall, optimal	99,63	99,58	99,22	98,90
180 mm mit Fallrohr für Feldgerät	98,48	98,45	98,31	98,11

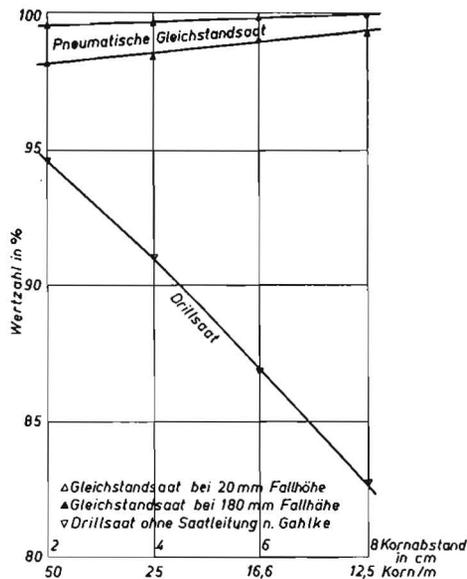


Abb. 10: Die Wertzahlen  $W$  bei zunehmenden Kornabständen im Vergleich zwischen pneumatischer Gleichstandsart und normaler Drillsaat mit Weizen (Fahrgeschwindigkeit  $v = 1 \text{ m/s}$ )

und die Bildung großer Lücken bei zunehmendem Kornabstand. Zur Vermeidung dieser gefürchteten Lücken wurde bisher immer wesentlich dichter gesät, als es zur Erreichung des optimalen Pflanzenbestandes — auch unter Zugabe eines ausreichenden Sicherheitszuschlages gegen Wachstumsschäden jeglicher Art — notwendig wäre.

Der wesentliche Vorteil des rein pneumatischen Gleichstandsverfahrens liegt in der Unabhängigkeit der Verteilgüte vom Kornabstand. Für die pneumatische Gleichstandsart sind in dem Vergleichsdiagramm in Abbildung 10 die optimalen Werte bei 20 mm Fallhöhe und die Durchschnittswerte für die feldgemäße Fallhöhe von 180 mm eingetragen. Hiernach steigt sogar die Verteilgüte mit wachsendem Kornabstand. Für die Vergleichskurve der Drillsaat wurden die Wertzahlen von Gohlke [6, Abb. 9] herangezogen. In den Abbildungen 11 und 12 sind die Verteilbilder mit pneumatischer Gleichstandsart und normaler Drillsaat bei Weizen und Monogermisamen auf Leimstreifen wiedergegeben.

### Die Konstruktion von pneumatischen Gleichstandsgeräten

Nachdem das Problem der pneumatischen Gleichstandsverteilung grundsätzlich gelöst war, blieb als Endziel die Übertragung des labormäßig entwickelten Säverfahrens auf ein betriebssicheres Feldgerät. Damit traten zu den bisherigen sätetechnischen Gesichtspunkten weitere Anforderungen pflanzen- und ackerbaulicher Art. Zu dem wichtigsten Ziel der Erhaltung der Verteilgüte gesellte sich nun die Sicherung einer einwandfreien Einbringung der Samenkörner in den Boden in gleichmäßiger Tiefenlage und die Erreichung größtmöglicher Betriebssicherheit durch die Konstruktion eines einfachen und robusten Feldgerätes.

Eine gleichmäßige Tiefenlage wurde durch das Hege'sche Flachschar erreicht. Bei diesem Schar wird der Furchengrund

Tab. 3: Die Wertzahlen in % bei Kornarten hoher Korngröße

Fallhöhe	Erbsen	Ackerbohnen	Rundmais	Pferdezahnmais
20 mm freier Fall, optimal	99,94	99,76	99,37	99,17
180 mm mit Fallrohr für Feldgerät	99,62	99,53	98,69	98,54

gegen das seitlich nachfließende Erdreich so lange offen gehalten, bis alle Körner mit Sicherheit in der gewollten Tiefe abgelegt sind. Für die Tiefenbegrenzung wurde das große Bodenantriebsrad ausgenutzt, an dem das Flachschar seitlich anliegt. Das Bodenantriebsrad wurde im Durchmesser so groß gewählt, damit die direkt mit dem Antriebsrad gekoppelte Saugwalze weit genug vom Boden entfernt ist, so daß die Verschmutzung der Saugdüsen vermieden wird. Der große Durchmesser des Antriebsrades gewährleistet in Verbindung mit den am Radumfang angebrachten Greifern einen sicheren Bodenantrieb. Die Furchentiefe kann über einen Drehgriff und eine Stellschraube eingestellt werden. Allerdings darf das Furchenschar gegenüber dem Bodenantriebsrad nur um einige cm tiefer als das Rad selbst in den Boden eingreifen, damit besonders bei harten Böden das Antriebsrad nicht durch das Furchenschar ausgehoben wird, wodurch der gleichmäßige Antrieb gestört werden würde. Für besonders ungünstige Bodenverhältnisse ist außerdem ein besonderer „Klutenräumer“ vorgesehen. Dieser besteht aus einem Schlepptocher, das an einem freibeweglichen Hebel an der Scharklaue angelinkt ist und vor dem Antriebsrad vorweggezogen wird. So können etwaige Erdklumpen und Pflanzenreste aus der Radspur beziehungsweise Säfurche beiseiteräumt werden.

Die Verkoppelung der Saugwalze mit dem Bodenantriebsrad macht die einseitige Lagerung des Antriebsrades mit einer Hohlwelle notwendig, damit durch diese Hohlwelle die Saugluft abgeführt werden kann, und die andere Seite für das



Abb. 11: Die Längsverteilung im Vergleich zwischen pneumatischer Gleichstandsart und normaler Drillsaat bei Weizen

Oben: Kornabstand  $a_m = 4 \text{ cm}$ ; Fahrgeschwindigkeit  $v = 1 \text{ m/s}$   
 1 Gleichstandsart  $W = 99,63 \%$  2 Drillsaat  $W = 91,0 \%$   
 Unten: Kornabstand  $a_m = 8 \text{ cm}$  Fahrgeschwindigkeit  $v = 1 \text{ m/s}$   
 3 Gleichstandsart  $W = 99,95 \%$ ; 4 Drillsaat  $W = 82,6 \%$

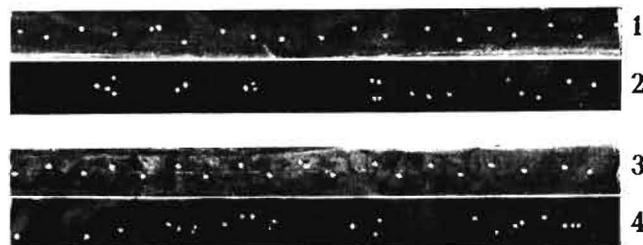


Abb. 12: Die Längsverteilung im Vergleich zwischen pneumatischer Gleichstandsart und normaler Drillsaat bei Monogermisamen

Oben: Kornabstand  $a_m = 4 \text{ cm}$ ; Fahrgeschwindigkeit  $v = 0,5 \text{ m/s}$   
 1 Gleichstandsart  $W = 99,39 \%$  2 Drillsaat  $W = 90,13 \%$   
 Unten: Kornabstand  $a_m = 4 \text{ cm}$  Fahrgeschwindigkeit  $v = 1 \text{ m/s}$   
 3 Gleichstandsart  $W = 98,90 \%$ ; 4 Drillsaat  $W = 89,8 \%$

Auswechseln der Saugwalzen frei bleibt. Diese Anordnung ergibt eine Mindestbreite des ganzen Gerätes von etwa 160 mm, so daß die erzielbare Mindestreihenweite etwa 180 bis 200 mm beträgt, da ja zwischen den Geräten noch ein gewisser Spielraum verbleiben muß.

Die Zuführung der Saug- und Druckluft vom Gebläse an das Gerät erfolgt mit beweglichen Schläuchen, die Weiterleitung im Gerät selbst in dem für diesen Zweck vorgesehenen Doppelrohrrahmen. Für die Luftregelung ist nur eine einfache Luftklappe zur Einstellung der Abblaseluft in Abstimmung auf die jeweilige Kornart notwendig. Durch die Anordnung der Ansaugöffnungen in auswechselbaren Saugwalzen ist die Änderung des Kornabstandes mit einem Handgriff mög-

lich. Die Verwendung eines Doppelrohrrahmens in Verbindung mit einer seitenstabilen Scharanlenkung macht das Gerät robust und sichert die genaue Einhaltung der Reihenweite.

Abschließend ist noch zu bemerken, daß die durch die direkte Verkopplung von Saugwalze und Bodenantriebsrad gegebene größere Fallhöhe keine nennenswerte Verschlechterung der Kornablage ergibt, denn die Körner werden bei der pneumatischen Gleichstandsart mit Druckluft durch das Fallrohr geblasen und können deshalb nicht willkürlich an den Rohrwänden verspringen, wie dies bei mechanischen Geräten ohne die luftgesteuerte Kornablage der Fall ist. Diese Verkopplung von Saugwalze und Bodenantriebsrad schaltet alle eventuellen Störungen eines Zwischenantriebes von vornherein aus.

Die Abbildungen 13 und 16 zeigen das pneumatische Gleichstandsgerät von den Feldversuchen im Frühjahr 1957.<sup>5)</sup> Es wurde inzwischen konstruktiv weiterentwickelt und bei der Aussaat von Getreide, Zuckerrüben und Mais erprobt.

### Zusammenfassung

1. Das rein pneumatische Verteilverfahren konnte durch Anordnung der Saugöffnungen an röhrenartig vorstehenden Erhöhungen so weit verbessert werden, daß bei allen in Frage kommenden Samenarten eine fehlstellenfreie Verteilung möglich wurde.

2. Durch die anschließende Beseitigung der Doppelkörner mittels Abblasedüsen bildete sich in manchen Fällen eine geringe Zahl von sekundären Fehlstellen. Die endgültig

<sup>5)</sup> Diese erste Versuchsmaschine mit 6 Gleichstandsgeräten wurde im Auftrage des Bayer. Landwirtschaftsministeriums gebaut und bei Zuckerrüben-Vergleichsversuchen an zahlreichen Orten eingesetzt.

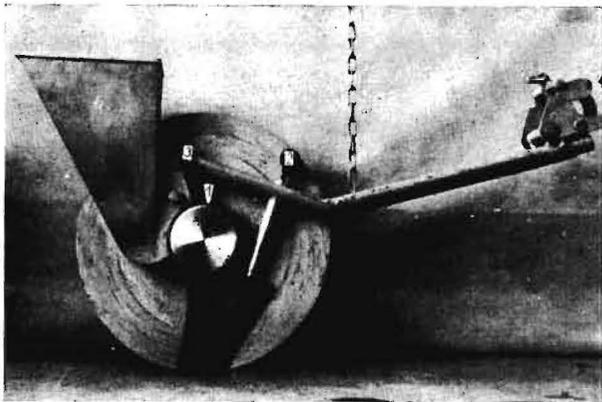


Abb. 13: Das rein pneumatische Gleichstandschar: Die Änderung des Kornabstandes erfolgt durch Auswechseln des Düsenbandes 1; Die Furchentiefe wird mit dem Drehgriff 2 eingestellt. Die Luftklappe 3 dient zur Abstimmung der Abblasedüse auf die jeweilige Samenart

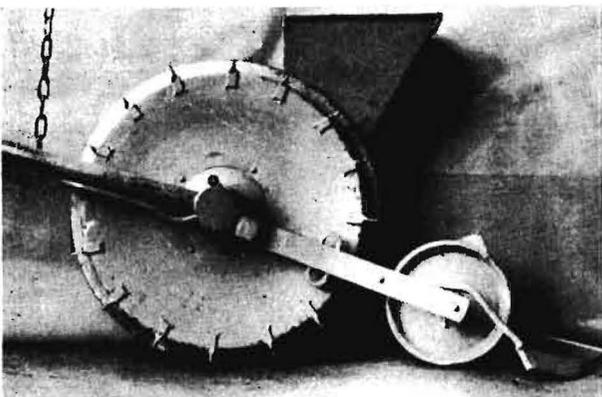


Abb. 14: Einzelheiten an der Rückseite des pneumatischen Gleichstandsgerätes: die Greifer am Bodenantriebsrad und die Anlenkung der Druckrolle und Zustrichter



Abb. 15: Die Saugwalze mit einem Düsenband für kleine Kornarten: das Düsenband trägt sehr viele Saugöffnungen in zweireihiger Anordnung für die hier notwendigen kleinen Kornabstände



Abb. 16: Die Saugwalze im Kornbesatz mit Mais: Geringe Anzahl von Saugöffnungen in einreihiger Anordnung für große Kornabstände

erreichte Vereinzelung der Körner entsprach jedoch in bezug auf Fehlstellen und Doppelkörner bei allen Samenarten den pflanzenbaulichen Anforderungen an die notwendige Verteilgüte. Jede Beschädigung der Körner durch irgendwelche mechanischen Mitnehmer oder Abstreifer ist bei der rein pneumatischen Kornvereinzelung ausgeschaltet. Es können mit nur zwei Düsengrößen alle wichtigen Samenarten ausgesät werden.

3. Die tatsächlich erzielbare Längsverteilung wurde im feldähnlichen Sävorgang untersucht. Die Wertzahlen der Verteilgüte lagen infolge sorgfältiger Kornablage in einem glattwandigen Fallrohr bei allen untersuchten Kornarten zwischen 98 und 99 %. Es wird also mit dieser pneumatischen Gleichstandsart eine weitgehende Annäherung an die ideale Gleichstandsverteilung erreicht. Die hier ermittelten Werte der Längsverteilung werden auf dem Felde nur mehr durch den Einfluß der Unregelmäßigkeiten in der Säfurche und der Bodenkrümelung verändert. Eine sorgfältige Bodenbearbeitung und Vorbereitung des Saatfeldes ist deshalb für eine sehr exakte Kornanordnung in der Säfurche unerlässlich. Doch bleibt trotz der Verschiebungen im Boden die für den Ertrag wesentlichste Größe, die Kornzahl pro Meter Kornreihe, auch bei der Feldaussaat auf jeden Fall erhalten. Die auftretenden Kornverschiebungen sind immer wesentlich kleiner als die ertragsmindernden Lücken bei der gewöhnlichen Drillsaat.

4. Abschließend wurden die konstruktiven Möglichkeiten und die acker- und pflanzenbaulichen Gesichtspunkte für den Bau von pneumatischen Gleichstandsägeräten kritisch betrachtet. Aus diesen Erwägungen und Erkenntnissen heraus wurden bereits mehrere Versuchsgeräte gebaut und weiter entwickelt. Die mit diesen Geräten durchgeführten Feldversuche haben die betriebsichere Anwendbarkeit dieses pneumatischen Säverfahrens besonders bei Zuckerrüben, Getreide und Mais erwiesen.

## Schrifttum:

- [1] Hege, R.: Die Säarbeit von Drillmaschinen. Berlin 1949
- [2] Hege, R.: Der Pflanzenbau fordert erneut die Gleichstandsart. Landtechnik 7 (1952) H. 5 S. 124/126
- [3] Fahr, W.: Eine Lösung der maschinellen Gleichstandsart. Diss. TH Hannover 1937
- [4] Heuser, W.: Untersuchungen zu den pflanzenbaulichen Grundlagen der maschinellen Einzelkornsaat und Umpflanzung bei Getreide. TidL 12 (1931) H. 12 S. 305/307
- [5] Kühne, G.: Gleichmäßige oder ungleichmäßige Körnerfolge bei der maschinellen Aussaat. TidL 12 (1931) H. 4 S. 129/130
- [6] Cohlke, H.: Theoretische Grundlagen für die konstruktiven Maßnahmen zur Beeinflussung der Verteilung der Samen bei Drillmaschinen. Diss. TH München 1952
- [7] Kreher, G.: Leistungszahlen für Arbeitsvoranschläge. Landarbeit und Technik H. 17. Stuttgart 1955
- [8] Heller, C.: Möglichkeiten und Aussichten der Mechanisierung der Einzelungsarbeiten bei Zuckerrüben. Landtechnische Forschung 5 (1955) H. 3 S. 77/81
- [9] Heller, C.: Neue Wege zur Bestellung und Pflege der Zuckerrüben. Landtechnik 12 (1957) H. 3 S. 58/62
- [10] Brinkmann, W.: Einzelkornablage von aufbereitetem Rübensaatgut. Landtechnische Forschung 6 (1956) H. 5 S. 125/132
- [11] Grimm, H.: Pillierung ermöglicht Einzelkorndrillsaat. Landbauforschung Völkenrode 5 (1955) H. 1
- [12] Imhof, E.: Ein neues Saatverfahren für Monogermersaat. Mitt. d. DLG 71 (1956) H. 5 S. 102/104
- [13] Hahnemann: Gasströmung durch Blenden mit sehr kleiner Öffnung. ZVDI 96 (1954) H. 22
- [14] Eck, B.: Technische Strömungslehre. Heidelberg 1952
- [15] Brenner, W. G.: Beiträge zur Kenntnis des Sortiervorganges bei der Sichtung von Saatgetreide durch Windströme. RKTL-Schriften H. 2 Berlin 1928

## Ehrendoktor für Professor Dr. Knolle

Die Würde eines Dr. agr. h. c. wurde von der Landwirtschaftlichen Fakultät der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität, Bonn, an Professor Dr.-Ing. W. Knolle, Heidelberg, Vorstandsmitglied des KTL, verliehen. Die Ehrung erfolgte

„In Anerkennung seiner schöpferischen und folgerichtigen Forschungsarbeiten über die Mechanisierungsmöglichkeiten im Zuckerrübenbau, die zur Schaffung einer weltweiten Verwendung von Monogerm-Saatgut führten und mit der Entwicklung feststehender Köpfmesser den Weg für den heutigen hohen Stand der Rübenerntetechnik im In- und Ausland erschließen halfen.“

## Neuzulassung von Zugmaschinen

Die Zahl der Neuzulassungen von Zugmaschinen einschließlich Geräteträgern betrug im Bundesgebiet ohne West-Berlin und Saarland im Kalenderjahr 1957 80 463. Im Jahr 1956 waren es 94 472. Interessant ist dabei, daß die Abnahme fast nur auf die Leistungsklassen unter 25 PS entfällt, während sich die Zulassungen von Zugmaschinen über 25 PS etwa auf der Höhe des Vorjahres bewegten.

## „Grüne Woche Berlin 1959“

Die nächstjährige Grüne Woche wird in der Zeit vom 30. Januar bis zum 8. Februar 1959 stattfinden. Die Konzentration auf bestimmte Schwerpunktthemen wird beibehalten werden. Bereits jetzt liegt eine größere Zahl von Anmeldungen für das kommende Jahr vor. Es ist außerdem sicher, daß Belgien, Dänemark, Frankreich, die Niederlande, die Schweiz und Spanien sich wiederum, zum Teil in noch größerem Umfang, mit eigenen Schauen beteiligen werden. Wahrscheinlich werden auch Schweden, Irland und Marokko auf der Grünen Woche des Jahres 1959 offiziell mit Ausstellungen ihrer Erzeugnisse vertreten sein.

## Résumé:

*Dr.-Ing. K. Weller: „Die rein pneumatische Gleichstandsart.“*

*Der Verfasser führt hier die Arbeiten des verstorbenen Prof. Dr. Hege über die Gleichstandsart weiter. Der Begriff wird definiert und seine Bedeutung, die sich insbesondere auf Saatgutersparnis, Mehrertrag und Arbeitersparnis erstreckt, erläutert. Da alle mechanischen Verteilverfahren grundsätzliche Mängel aufweisen, strebte der Verfasser ein „rein pneumatisches“ Verteilverfahren an. Er untersuchte die Kornaufnahme, wobei er feststellte, daß durch Anordnung der Saugöffnungen an röhrenartig vorstehenden Erhöhungen bei allen in Frage kommenden Samenarten eine fehlerstellenfreie Verteilung möglich wurde. Für die anschließende Beseitigung der Doppelkörner wurden die zweckmäßigsten Abblasedüsen ermittelt, und schließlich wurde die tatsächlich erzielbare Längsverteilung im feldähnlichen Sävorgang untersucht. Abschließend betrachtet der Verfasser die konstruktiven Möglichkeiten und die acker- und pflanzenbaulichen Gesichtspunkte für den Bau von pneumatischen Gleichstandsägeräten.*

*Dr. Ing. K. Weller: „Sowing by Pneumatically Operated Equipment.“*

*The Author continues the investigations made by the late Prof. Dr. Hege on evenly spaced sowing of seed. The concept is defined and the importance of its effect on economy in seed and labour and increased yield clearly stated. Since all mechanical methods of seeding have certain inherent defects and weaknesses in design, the Author tried to devise a "100 % pneumatic" system of seed distribution. He investigated the grain pick-up system and discovered that proper arrangement of the suction orifices in tube-like protuberances would enable a trouble-free distribution of all types of grains to be obtained. The dimensions of exhaust orifices for the separation of double grains were evaluated. Finally, the actual longitudinal distribution of the grains under field conditions was investigated. The Author concludes the article with a consideration of the various factors involved in the design of pneumatically operated equipment for sowing of seeds of all types.*

*Dr.-Ing. K. Weller: «Le semis équidistant par la méthode entièrement pneumatique.»*

*Après la mort du professeur Dr. Hege, l'auteur a poursuivi les travaux de ce premier sur le semis équidistant au moyen d'un semoir pneumatique. Au cours de l'article, il définit cette méthode et montre son importance en vue de l'économie de semences, d'une production accrue et d'une économie d'heures de travail. Etant donné que toutes les méthodes de semis mécaniques sont défectueuses, l'auteur s'applique à trouver une méthode de distribution entièrement pneumatique. Il a examiné l'aspiration des grains et a constaté que la disposition des orifices d'aspiration sur des pertubérances en forme de tube permet une distribution sans «vides» de tous les types de semences couramment utilisés. Afin d'écartier les doubles, il a étudié les buses d'aspiration les plus appropriées et il a, enfin, examiné la répartition réalisable dans le sens longitudinal par des essais effectués dans des conditions analogues à celles qui se présentent dans les champs. En conclusion, l'auteur expose les possibilités constructives de semoirs pneumatiques en tenant compte des exigences agricoles et biologiques.*

*Ing. Dr. K. Weller: «La siembra equidistante puramente neumática.»*

*El autor continúa los trabajos del difunto catedrático Dr. Hege, sobre la siembra equidistante. Se define el concepto y se hace resaltar la importancia del sistema que trae un ahorro en semilla, en trabajo y un aumento en la cosecha. Como todos los procedimientos mecánicos de reparto padecen defectos fundamentales, el autor ha tratado de llegar al procedimiento de siembra «puramente neumática». Investigando la aspiración de los granos, dió con la posibilidad de un reparto sin jallos de todas las semillas interesantes, por la disposición de los orificios de aspiración en salientes de forma tubular. Con el fin de evitar la siembra de dos granos a la vez, se ha buscado la forma más conveniente de las toberas de salida, investigándose al final el reparto longitudinal, prácticamente posible de conseguir, del proceso de siembra en condiciones análogas a las que se presentan en el campo. A continuación el autor pondera las posibilidades constructivas y los puntos de vista del agricultor y del cultivador de plantas, para la construcción de aparatos neumáticos para la siembra equidistante.*