

Landtechnik von morgen

Folge

7

Eine Zusammenstellung landtechnischer Fachvorträge, die von ihren Verfassern auf den Informationstagungen auf Gut Schlüterhof gehalten wurden.

1. Einführungsansprache anlässlich der Frühjahrs-Informationstagung im April 1969 von Prof. Dr. W. G. Brenner, Seite 3
2. „Derzeitiger Entwicklungsstand und Probleme der Flüssigdüngung“ von Dr. E. Isensee, Seite 4
3. „Abgrenzung der Flüssigdüngung und der Lose-Mineralstoff-Dünger-kette“ von Peter Wiebe, Berater der Deutschen Raiffeisen-Warenzentrale Frankfurt, Seite 8
4. „Arbeitswirtschaftliche Forderungen und Stand der Technik bei der Minimal-Bodenbearbeitung“ von Dr. Manfred Estler, Seite 10
5. „Neuzeitliche Bodenbearbeitung und ihre Beziehung zur Bodenfruchtbarkeit“ von Dr. W. Czeratzki, Seite 14



Herausgegeben von der
MOTORENFABRIK ANTON SCHLÜTER MÜNCHEN · WERK FREISING

Einführungsansprache anlässlich der Frühjahrs-Informationstagung im April 1969

von Prof. Dr. W. G. Brenner

Meine sehr verehrten Damen und Herren, lieber Herr Schlüter!

Wieder einmal hat sich hier ein Kreis von interessierten Praktikern, Landmaschinen-Herstellern und Wissenschaftlern zusammengefunden, um gemeinsam landtechnische und landwirtschaftliche Probleme zu erörtern und nach neuen Wegen für die Zukunft zu schauen. Mein Institut konnte bei diesen SCHLÜTER-Tagungen manchmal die eine oder andere kleine Hilfestellung geben, und deswegen hat man mich gebeten, einige einführende Worte zu sprechen.

Ich tue dies natürlich sehr gerne, und zwar ist dazu Veranlassung

1. weil wir heute die zehnte SCHLÜTER-Tagung begehen können, und
2. weil ich wahrscheinlich in Zukunft an diesen Tagungen nicht mehr aktiv mitwirken und sie eröffnen werde, sondern weil dies von jüngeren Kräften, die schon unter uns sind, weitaus besser und schöner gemacht wird.

Aus diesen beiden Gründen erscheint es mir nicht unberechtigt, daß ich rückblickend von meiner Seite aus einiges zu dem Erfolg dieser vielfältigen Tagungen feststelle.

Die hier Versammelten wissen, daß sich auf dem Schlüterhof durch die ungeheure Beteiligung so vieler prominenter Landtechniker und Landwirte allmählich wirklich etwas Vorbildliches und Schönes entwickelt hat.

Die Informationstagungen waren von Ihnen, Herr Schlüter, mit dem großen Ziel ins Leben gerufen worden, Wissenschaftler, Ingenieure, Berater und Landwirte in Vorträgen, Diskussionen und Fachgesprächen über neue landtechnische Probleme und neue Lösungsmöglichkeiten zu informieren. Das ist zweifellos in einmaliger Weise gelungen, besonders deshalb, weil Sie von vornherein bestrebt waren, eine „Landtechnik von morgen“ zu schaffen und die Werbung für das Schlepperfabrikat erst in zweiter Linie stand. Dafür danke ich Ihnen besonders. Die Schlüterschen Schlepper haben mehr eine dienende Funktion übernommen, und die Hauptaufgabe ist der Austausch neuer Ideen und die Diskussionen über die Geräte und Maschinen, die man hier kennenlernt.

Es ist aber auch wichtig, daß am zweiten Tag dann die großen Vorführungen laufen mit Tausenden von Besuchern, um gerade die wichtige Breitenstreuung zu ermöglichen. Wichtige Impulse sind für die Gesamtentwicklung zweifellos von diesen SCHLÜTER-Tagungen ausgegangen, so z. B. Großflächen-Bodenbearbeitung oder im Herbst die Ernte von Silo-Mais mit großen und teilweise auch sehr kleinen Erntemaschinen. Aber auch allgemeinere Fragen der Landtechnik wurden behandelt, die Mais-Saattechnik mit Einzelkornsäegeräten und dergleichen oder im vergangenen Herbst Berichte über die Lose-Dünger-Kette.

Die Mitarbeiter meines Institutes, der Landesanstalt für Landtechnik und des Landtechnischen Vereins haben hier immer gern Hilfestellung gegeben, sich persön-

lich zur Verfügung gestellt und versucht, teils über die Organisation, teils durch eigene Vorträge oder das Anbieten neuer, aktueller Themen, zum Gelingen der Veranstaltung beizutragen.

Es ist von beiden Seiten her zu einer immer besseren, ich möchte fast sagen zu einer idealen Zusammenarbeit gekommen, zu einem gegenseitigen Geben und Nehmen. Wir haben unser Wissen ganz wesentlich bereichern können, und wenn wir Ihnen etwas helfen konnten, lieber Herr Schlüter, so haben wir dies wirklich sehr sehr gern getan.

Es ist mir überhaupt immer als ein selten günstiges Zusammentreffen und eine glückliche Fügung erschienen, und das wird mir vor allem meine Weihenstephaner Jahre unvergeßlich machen, daß Sie als aufgeschlossener Landmaschinen-Industrieller, aber auch als weitblickender Landwirt immer für uns vorhanden waren, der uns in großzügigster Weise Gastfreundschaft hier in den schönen und immer größer werdenden Räumen gab, für das Pflügen und den Einsatz der Maschinen im Herbst die großen Flächen zur Verfügung gestellt hat, der aber vor allem seine ganze Persönlichkeit für diese Aufgabe einsetzte. Nirgends in der Bundesrepublik ist das im gleichen Maße der Fall, und ich möchte Ihnen daher heute meinen Dank, den Dank der so zahlreich hier erschienenen Herren, aber auch den unserer Fakultät in Weihenstephan einmal öffentlich und ehrerbietig aussprechen.

Die heutige Tagung steht wieder unter einigen großen Akzenten, so die Großflächen-Bodenbearbeitung mit der Vorführung von Pflügen, Fräsen und Gerätekombinationen. Auch wir stellen in unseren Arbeiten immer wieder klar fest, daß die Bodenbearbeitung heute mehr denn je Schlüssel- und Angelpunkt jeder Rationalisierung ist und nur schlagkräftige Geräte den Engpaß überwinden können, der z. B. auch in diesem Jahr wieder so augenfällig auftrat, wo nach wochenlangen Verzögerungen durch Nässe plötzlich das beste Trockenwetter einsetzte, so daß die Bodenbearbeitung schlagartig und mit allen Mitteln modernster Landtechnik ablaufen mußte, um sie termingemäß mit den ein oder zwei Mann, die man heute in den Betrieben noch hat, zu erledigen. Im übrigen ist es immer wieder erstaunlich, welche außerordentliche Entwicklung sich gerade in der Bodenbearbeitung in den letzten Jahren vollzogen hat. Technisch sind hier die drei großen neuen Dinge vorhanden:

1. Die vervielfachten Schlepper-PS,
2. aber auch die gegenüber dem Pferdezug vervielfachte Geschwindigkeit, die völlig neue Vorgänge des Krümelns und Lockerns ermöglicht hat, und
3. die große Möglichkeit des hydraulischen Aushebens der Geräte, die eine besonders gute Wendigkeit und die Einmannbedienung sicherstellen.

Die Landmaschinen-Hersteller haben verhältnismäßig schnell diese völlig neuen Möglichkeiten erkannt und entsprechende Großflächen-Systeme entwickelt, nachdem Sie, Herr Schlüter, als erster in Westdeutschland die schweren, starken Schlepper brachten. Daß diese Systeme heute auf dem westdeutschen und europäischen Absatzmarkt wirklich ausgereift und funktionstüchtig vorhanden sind, dazu haben die SCHLÜTER-Tagungen zweifellos wesentlich beigetragen.

Bei der heutigen Arbeitstagung haben Sie nun ein neues, wichtiges Problem zur Diskussion gestellt, die Minimal-Bodenbearbeitung. Also das, was in Amerika als sogenanntes „Minimum-Tillage“ bekannt wurde. Dieses Thema wird von vielen interessierten Kreisen heute lebhaft diskutiert. Ganz grundsätzlich wäre es natürlich

Einführungsansprache anlässlich der Frühjahrs-Informationstagung im April 1969

von Prof. Dr. W. G. Brenner

Meine sehr verehrten Damen und Herren, lieber Herr Schlüter!

Wieder einmal hat sich hier ein Kreis von interessierten Praktikern, Landmaschinen-Herstellern und Wissenschaftlern zusammengefunden, um gemeinsam landtechnische und landwirtschaftliche Probleme zu erörtern und nach neuen Wegen für die Zukunft zu schauen. Mein Institut konnte bei diesen SCHLÜTER-Tagungen manchmal die eine oder andere kleine Hilfestellung geben, und deswegen hat man mich gebeten, einige einführende Worte zu sprechen.

Ich tue dies natürlich sehr gerne, und zwar ist dazu Veranlassung

1. weil wir heute die zehnte SCHLÜTER-Tagung begehen können, und
2. weil ich wahrscheinlich in Zukunft an diesen Tagungen nicht mehr aktiv mitwirken und sie eröffnen werde, sondern weil dies von jüngeren Kräften, die schon unter uns sind, weitaus besser und schöner gemacht wird.

Aus diesen beiden Gründen erscheint es mir nicht unberechtigt, daß ich rückblickend von meiner Seite aus einiges zu dem Erfolg dieser vielfältigen Tagungen feststelle.

Die hier Versammelten wissen, daß sich auf dem Schlüterhof durch die ungeheure Beteiligung so vieler prominenter Landtechniker und Landwirte allmählich wirklich etwas Vorbildliches und Schönes entwickelt hat.

Die Informationstagungen waren von Ihnen, Herr Schlüter, mit dem großen Ziel ins Leben gerufen worden, Wissenschaftler, Ingenieure, Berater und Landwirte in Vorträgen, Diskussionen und Fachgesprächen über neue landtechnische Probleme und neue Lösungsmöglichkeiten zu informieren. Das ist zweifellos in einmaliger Weise gelungen, besonders deshalb, weil Sie von vornherein bestrebt waren, eine „Landtechnik von morgen“ zu schaffen und die Werbung für das Schlepperfabrikat erst in zweiter Linie stand. Dafür danke ich Ihnen besonders. Die Schlüterschen Schlepper haben mehr eine dienende Funktion übernommen, und die Hauptaufgabe ist der Austausch neuer Ideen und die Diskussionen über die Geräte und Maschinen, die man hier kennenlernt.

Es ist aber auch wichtig, daß am zweiten Tag dann die großen Vorführungen laufen mit Tausenden von Besuchern, um gerade die wichtige Breitenstreuung zu ermöglichen. Wichtige Impulse sind für die Gesamtentwicklung zweifellos von diesen SCHLÜTER-Tagungen ausgegangen, so z. B. Großflächen-Bodenbearbeitung oder im Herbst die Ernte von Silo-Mais mit großen und teilweise auch sehr kleinen Erntemaschinen. Aber auch allgemeinere Fragen der Landtechnik wurden behandelt, die Mais-Saattechnik mit Einzelkornsäegeräten und dergleichen oder im vergangenen Herbst Berichte über die Lose-Dünger-Kette.

Die Mitarbeiter meines Institutes, der Landesanstalt für Landtechnik und des Landtechnischen Vereins haben hier immer gern Hilfestellung gegeben, sich persön-

lich zur Verfügung gestellt und versucht, teils über die Organisation, teils durch eigene Vorträge oder das Anbieten neuer, aktueller Themen, zum Gelingen der Veranstaltung beizutragen.

Es ist von beiden Seiten her zu einer immer besseren, ich möchte fast sagen zu einer idealen Zusammenarbeit gekommen, zu einem gegenseitigen Geben und Nehmen. Wir haben unser Wissen ganz wesentlich bereichern können, und wenn wir Ihnen etwas helfen konnten, lieber Herr Schlüter, so haben wir dies wirklich sehr sehr gern getan.

Es ist mir überhaupt immer als ein selten günstiges Zusammentreffen und eine glückliche Fügung erschienen, und das wird mir vor allem meine Weihenstephaner Jahre unvergeßlich machen, daß Sie als aufgeschlossener Landmaschinen-Industrieller, aber auch als weitblickender Landwirt immer für uns vorhanden waren, der uns in großzügigster Weise Gastfreundschaft hier in den schönen und immer größer werdenden Räumen gab, für das Pflügen und den Einsatz der Maschinen im Herbst die großen Flächen zur Verfügung gestellt hat, der aber vor allem seine ganze Persönlichkeit für diese Aufgabe einsetzte. Nirgends in der Bundesrepublik ist das im gleichen Maße der Fall, und ich möchte Ihnen daher heute meinen Dank, den Dank der so zahlreich hier erschienenen Herren, aber auch den unserer Fakultät in Weihenstephan einmal öffentlich und ehrerbietig aussprechen.

Die heutige Tagung steht wieder unter einigen großen Akzenten, so die Großflächen-Bodenbearbeitung mit der Vorführung von Pflügen, Fräsen und Gerätekombinationen. Auch wir stellen in unseren Arbeiten immer wieder klar fest, daß die Bodenbearbeitung heute mehr denn je Schlüssel- und Angelpunkt jeder Rationalisierung ist und nur schlagkräftige Geräte den Engpaß überwinden können, der z. B. auch in diesem Jahr wieder so augenfällig auftrat, wo nach wochenlangen Verzögerungen durch Nässe plötzlich das beste Trockenwetter einsetzte, so daß die Bodenbearbeitung schlagartig und mit allen Mitteln modernster Landtechnik ablaufen mußte, um sie termingemäß mit den ein oder zwei Mann, die man heute in den Betrieben noch hat, zu erledigen. Im übrigen ist es immer wieder erstaunlich, welche außerordentliche Entwicklung sich gerade in der Bodenbearbeitung in den letzten Jahren vollzogen hat. Technisch sind hier die drei großen neuen Dinge vorhanden:

1. Die vervielfachten Schlepper-PS,
2. aber auch die gegenüber dem Pferdezug vervielfachte Geschwindigkeit, die völlig neue Vorgänge des Krümelns und Lockerns ermöglicht hat, und
3. die große Möglichkeit des hydraulischen Aushebens der Geräte, die eine besonders gute Wendigkeit und die Einmannbedienung sicherstellen.

Die Landmaschinen-Hersteller haben verhältnismäßig schnell diese völlig neuen Möglichkeiten erkannt und entsprechende Großflächen-Systeme entwickelt, nachdem Sie, Herr Schlüter, als erster in Westdeutschland die schweren, starken Schlepper brachten. Daß diese Systeme heute auf dem westdeutschen und europäischen Absatzmarkt wirklich ausgereift und funktionstüchtig vorhanden sind, dazu haben die SCHLÜTER-Tagungen zweifellos wesentlich beigetragen.

Bei der heutigen Arbeitstagung haben Sie nun ein neues, wichtiges Problem zur Diskussion gestellt, die Minimal-Bodenbearbeitung. Also das, was in Amerika als sogenanntes „Minimum-Tillage“ bekannt wurde. Dieses Thema wird von vielen interessierten Kreisen heute lebhaft diskutiert. Ganz grundsätzlich wäre es natürlich

äußerst bestechend, wenn man in Zukunft noch schneller als bisher, aber mit wesentlich geringerem Aufwand durch Zusammenfassen der verschiedenen Arbeitsgänge des Krümelns, Lockerns und Säens denselben Effekt wie bei getrennter Durchführung erzielen könnte.

Die Älteren unter uns werden sich vielleicht erinnern, daß solche Bestrebungen vor vielen Jahrzehnten immer wieder aufgetreten sind. So wollte z. B. der Schweizer Gelehrte und Vater der Fräskultur, von MEYENBURG, den Pflug schon damals „enthronen“ und mehr die krümelnden, lockernden und mulchenden Vorgänge für die Bodenbearbeitung einführen. Ich erinnere mich z. B. noch an eine persönliche Begegnung mit ihm 1925 in Paris, wo er uns Jüngere von dem sogenannten „Fooly of ploughing“, also dem Unsinn des Pflügens, überzeugen wollte.

Sicher würden sich Leute wie Herr von Meyenburg heute sehr über diese Bestrebungen freuen. Wir wissen aber auf der anderen Seite sehr genau, daß Umstellungen gerade in der Bodenbearbeitung fast das Schwierigste sind, was es überhaupt in der Landwirtschaft gibt.

Der Vortrag meines Mitarbeiters Dr. Estler soll daher vor allem erst einmal den heutigen Stand der Technik der Minimal-Bodenbearbeitung überblickend betrachten, während Herr Dr. Czeratzki über die Auswirkungen all dieser technischen neuen Maßnahmen auf das so wichtige Hauptproblem der Bodenfruchtbarkeit berichten wird.

Ich kenne Herrn Dr. Czeratzki aus meiner Völkneroder Zeit vor 20 Jahren noch als einen besonders profunden Boden-Wissenschaftler und Fachmann und begrüße ihn heute deshalb besonders herzlich auf der Schlüter-Tagung.

Die weiteren Vorträge der heutigen Tagung werden dann die Formen der Flüssigdüngung und der Lose-Dünger-Kette einander gegenüberstellen und gegeneinander abwägen. Beide sind Themen mehr allgemeiner landtechnischer Natur, jedoch auch außerordentlich interessant. Schon auf der vergangenen Schlüter-Tagung im Herbst hatte mein Mitarbeiter Dr. Anton Grimm II die Erfahrungen und einen Überblick über die Vorteile und Probleme der Lose-Dünger-Kette hier vorgetragen und auch in der Praxis vorgeführt. Heute stößt nun die Flüssigdüngung den Vorträgen hinzu, mit denen sich Herr Dr. Isensee und Herr Wiebe beschäftigen werden. Bekanntlich wird die Flüssigdüngung in den USA aufgrund sehr günstiger Preisrelationen dort bereits in größten Umfang angewandt, und auch ich konnte vor einigen Jahren in Amerika dieses Arbeitsverfahren in überzeugender Form auf mancherlei Betrieben kennenlernen. Jedenfalls wird es sehr interessant sein, auch für die Fachleute der Pflanzenernährung, über dieses Thema die allerneuesten Erfahrungen und Ansichten kennenzulernen.

Wir werden also auch bei dieser heutigen Tagung wieder eine Menge Interessantes kennenlernen können und bei den Vorführungen unsere Anschauungen vertiefen oder auch korrigieren.

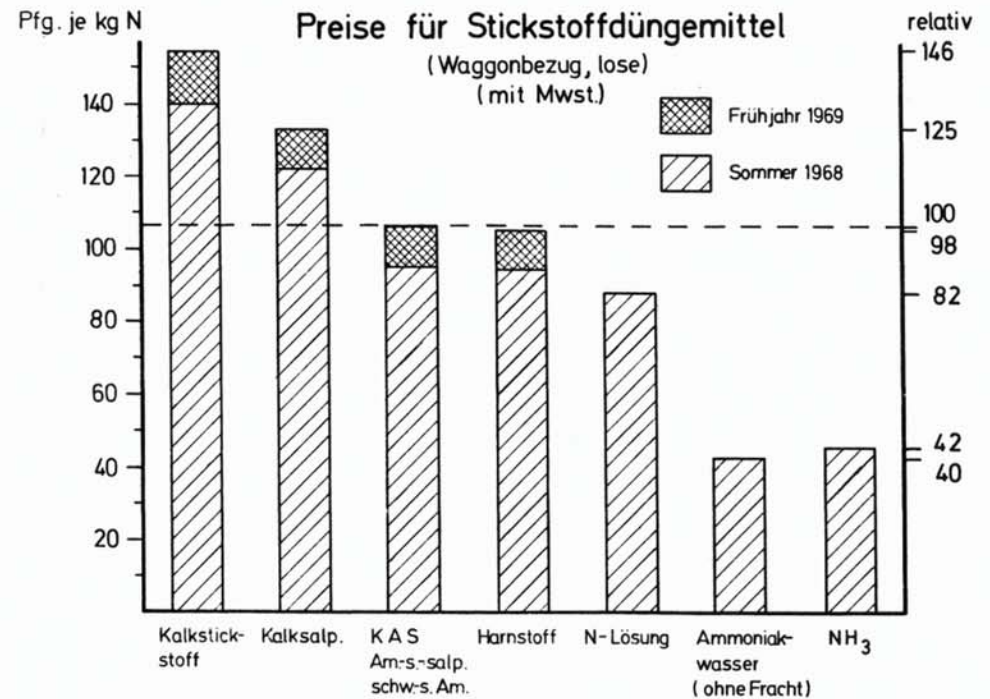
Ich bin überzeugt, daß auch die heutige Schlüter-Tagung ein voller Erfolg sein wird und der Entwicklung der Landtechnik und der Landwirtschaft zum Nutzen gereicht. In diesem Sinne wünsche ich der Tagung ein besonders gutes Gelingen, viele Anregungen für Sie und nochmals unseren allerherzlichsten Dank an den Initiator dieser Tagung, Herrn Schlüter.

Derzeitiger Entwicklungsstand und Probleme der Flüssigdüngung

von Dr. E. Isensee

Die Mineraldüngung in flüssiger Form bietet die Möglichkeit, die Düngungskosten wesentlich zu senken. Das bestätigen die Erfahrungen im Ausland, wo bis zu 50% des Düngers flüssig ausgebracht wird und auch die Anfänge der Flüssigdüngung in Deutschland. Die Ursache für die Verbilligung liegt darin, daß der Stickstoff - und nur um ihn geht es hier - in der nicht zu gekörntem Salz verarbeiteten Ausgangsform bedeutend weniger kostet. Wieviel dies ausmacht, zeigen die Preise in Abb. 1, die für die Abnahme frei Waggon gelten (außer Ammoniakwasser). Der 1. Teil umfaßt die wichtigsten festen N-Dünger, die einen Marktanteil von gut 70% auf sich vereinigen. Den Rest nehmen Mehrnährstoffdünger ein. Bei ihnen hängt der Stickstoffwert stark vom Preis der anderen Bestandteile ab: z. B. kostet in dem an sich preisgünstigen NP-Dünger der Stickstoff 81 Pf/kg N, wenn man die Phosphorsäure mit gesacktem Thomasphosphat (ohne Kalk, 600 km Fracht) bewertet.

Abb. 1



Im zweiten Teil sind für die flüssigen Düngemittel die derzeit im Frühjahr geltenden Preise aufgetragen. Die N-Lösung liegt im unteren Bereich des NP-Preises, die beiden anderen Formen etwa bei der Hälfte. Wir können sicherlich annehmen, daß all diese Preise keine steigende Tendenz haben, der Wettbewerb - gerade vom Ausland her - wird eher zum Gegenteil führen. Jedenfalls besteht ein beachtlicher Preisvorteil bei den flüssigen Formen. Offen bleibt allerdings zunächst, ob oder wie weit dieser Vorsprung aufgezehrt wird von den speziellen technischen und finanziellen Aufwendungen für die Ausbringung.

So scheint es zweckmäßig, in großen Zügen die Düngemittel, ihre Eigenschaften und die Technik der Ausbringung vorzustellen (Abb. 2).

Das wasserfreie Ammoniak, im Sprachgebrauch NH_3 , zeichnet sich durch die höchste Nährstoffkonzentration aus, so daß das Transportvolumen gering ist. Unter Druck ist es flüssig, bei druckfreien Bedingungen bildet 1 kg NH_3 ca. 1400 l des stechend riechenden Gases. Da sich dieses Gas verflüchtigt, wird das NH_3 in den Boden gebracht. Das erfordert eine hohe Zugleistung, um bei 3 - 5 m Arbeitsbreite Flächenleistungen von 1 - 3 ha/Std. zu erzielen. Das Ammoniakwasser hat eine geringere Nährstoffkonzentration. Es wird auch in den Boden gebracht, ist aber druckfrei. Die N-Lösung, die je zur Hälfte aus Ammonitrat und Harnstoff besteht, kann mit hoher Leistung auf den Boden gespritzt werden. Hier mag einmal die N-P-K-Lösung möglich sein, wenn es eine preisgünstige wasserlösliche Phosphorsäure gibt. Nach

Abb. 2

Kennzeichnung der wichtigsten Stickstoffdünger

	wasserfreies Ammoniak (NH_3)	Ammoniakwasser	N-Lösung	Salz
N-Gehalt Gew. %	82,2	20-23	28-30	15,5-26
Vol. %	50-52	18-21	36-40	19-26
Eigenschaften	flüssig: hoher Druck Gas: flüchtig, ätzend	flüssig, druckfrei korrosiv	flüssig, druckfrei sehr korrosiv	fest, kristallin oder gekörnt
Ausbringung	in den Boden (10-18 cm)	in den Boden (10-15 cm)	oberflächlich, auf Pflanzen bedingt	auf Boden und Pflanze
Zugkraftbedarf (PS)	ab 50	ab 50	ab 30	ab 30
Arbeitsbreite (m)	3-5	3-5	6-12	6-12
Flächenleistung (ha / Std)	1-3	1-3	2-5	2-5

dieser Gegenüberstellung möchte ich näher auf Geräte und Verfahren, ihre Probleme und Investitionen eingehen, um sie dann zusammenfassend zu beurteilen. Die technischen Einzelheiten werden auf der Vorführung erläutert.

Die **Arbeitskette für das NH_3** beginnt am Waggon oder Zwischenlager. Der Verwendung von Waggonen sind bei stärkerem NH_3 -Verbrauch Grenzen gesetzt. Ein Zwischenlager erfordert recht hohe Investitionen mit 1,- bis 1,50 DM/kg N. Ein häufiger Umschlag des Inhalts stößt angesichts der kurzen Düngesaison von brutto 4 - 8 Wochen auf Schwierigkeiten. Derzeit bestehende NH_3 -„Tankstellen“ nehmen 50 t N auf, entsprechend 300 - 500 ha Düngefläche. Versorgungstanks übernehmen den Transport über die Straße zum Feld. Zur Einbringung selbst: Aus dem Feldtank auf dem Gerät oder Schlepper strömt das Ammoniak unter Eigendruck zur Dosiereinrichtung, die den Durchfluß nach N-Gabe und Fahrgeschwindigkeit regelt. Von dort gelangt das NH_3 über Schläuche zu den Injektionszinken, die es 10 - 12 cm tief in den Boden führen. Allgemein kosten Geräte je nach Breite und Ausstattung 4000,- bis 7000,- DM. Ein 1000-l-Tank dazu wird für DM 2500,- angeboten.

Diese Arbeitskette läßt sich verkürzen und verbilligen, wenn man auf den Versorgungstank (DM 6000,-) verzichtet und mit dem Gerät direkt zum Nachfüllen fährt. Damit durch die Straßenfahrt nicht zu viel Zeit verlorengeht, sollen Fahrgeschwindigkeit und Tankinhalt möglichst groß sein. Allerdings ist nach den geltenden, in vielem unerklärlichen Sicherheitsbestimmungen dieses Verfahren nicht ohne weiteres gestattet.

Im Gegensatz zum NH_3 sind beim **Ammoniakwasser** Lagerung und Ausbringung einfacher, weil es druckfrei ist und keine besonderen Sicherheitsanforderungen gestellt sind. Die Lagerbehälter sind trotz der geringen Nährstoffkonzentration mit 0,3 - 0,6 DM/kg N Anschaffungspreis wesentlich billiger als beim NH_3 . Das Düngergerät ähnelt in wesentlichen Punkten dem des NH_3 , weil es auch im Boden arbeitet. Die Flüssigkeit wird entweder über eine Dosierpumpe oder durch Luftdruck, den ein Kompressor erzeugt, zu den Zinken gefördert. Die Aufwendungen für ein Spezialgerät (6000,- bis 8000,- DM) lassen sich merklich senken, wenn vorhandene Bodenbearbeitungsgeräte für die Düngung mit NH_3 oder Ammoniakwasser ausgestattet werden. Allerdings ist dann selten der Lockerungseffekt erwünscht, namentlich bei der Getreidedüngung. Dann soll der Zinken den Boden nur durchschneiden, ohne zu wühlen.

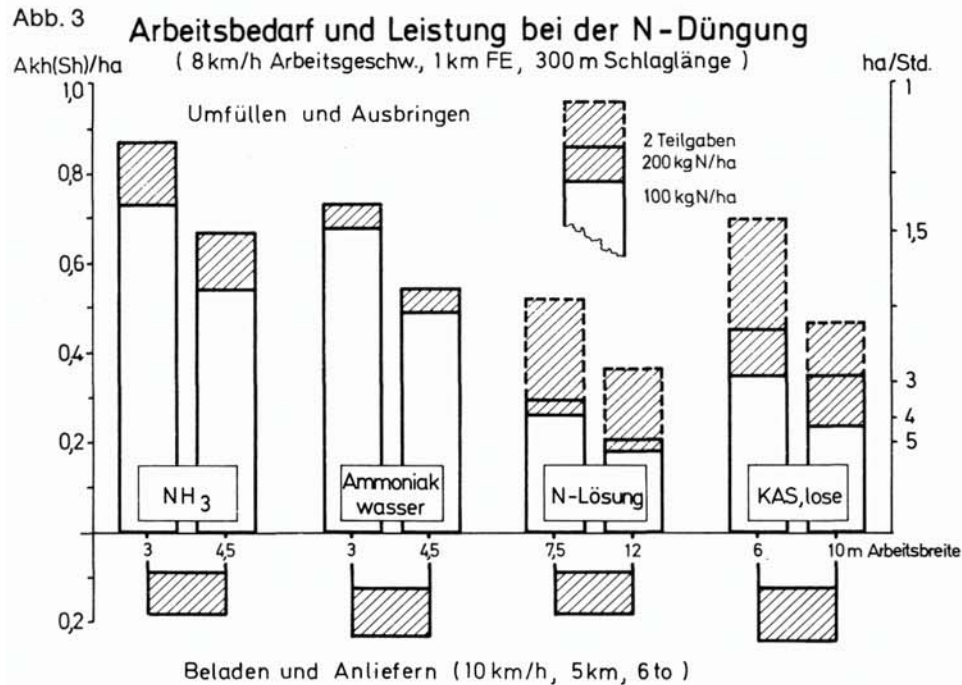
Das Eindringen in den Boden wird bei der Düngung von NH_3 und Ammoniakwasser auf dem Grünland ein Problem. Die Narbe muß von einem Scheibensech aufgeschnitten werden, damit der Zinken freie Bahn hat. Das kann sich auf den Ertrag auswirken. Außerdem ist der Zugkraftbedarf auf Grünland ca. 50% höher als auf Acker. Andererseits wäre es von der wirtschaftlichen Seite her sehr reizvoll, auch die Düngung von Grünland zu verbilligen.

Wenden wir uns nun der völlig andersartigen Technik bei der **N-Lösung** zu, die uns allerdings eher vertraut ist, da Spritzgeräte verwendet werden. Sie arbeiten mit geringerem Druck und größerem Topfendurchmesser als beim Pflanzenschutz. Korrosionsfeste Spritzen sind teurer, Düngung und Pflanzenschutz haben aber das gleiche Gerät. Die Kunststoffbehälter sind recht preisgünstig (4000-l-Tank kostet

DM 1500,-), je Nährstoffeinheit berechnet mit 1,20 DM/kg N auch billiger als beim Ammoniakwasser auf Grund des höheren Nährstoffgehalts (36 Vol. % N). Die hofeigene Lagerung ist - obwohl technisch einfach - letztlich doch aufwendig, weil die Lösung allgemein wie Heizöl zu den grundwassergefährdenden Stoffen zählt.

Für die praktische Anwendung der N-Lösung sei abschließend darauf hingewiesen, daß an Pflanzen Verätzungsschäden auftreten können, diese sich aber meist wieder verwachsen. Erfahrungsgemäß werden Gaben über 100 kg N/ha wie beim Salzdünger geteilt. Demgegenüber können NH₃ und Ammoniakwasser in beliebiger Höhe gegeben werden; das erleichtert vor allem den Anbau von Rüben, die ja empfindlich gegen Salzsäuren sind. Die pflanzenbauliche Wirkung ist bei allen Formen prinzipiell gleich. Allerdings wird man auf druckempfindlichen Böden die N-Lösung bevorzugen.

Im Anschluß an diesen Überblick über den Arbeitsablauf möchte ich diese Verfahren nach den wesentlichen arbeitswirtschaftlichen Kriterien - **Arbeitszeit und Kosten** - gegenüberstellen und zum Vergleich die Losedüngerette heranziehen. Die Abb. 3 gibt im unteren Teil der Säulen den Zeitbedarf für eine N-Gabe von 100 kg/ha wieder, die gesamte Höhe die Zeit für 200 kg/ha. Dabei wird auch eine etwaige Teilung der Gaben berücksichtigt. Im einzelnen zeigt sich der Vorzug der losen Kette gegenüber dem Umschlag gesackter Ware. Die Verfahren, die im Boden arbeiten, erfordern viel Zeit, die N-Lösung dagegen erwartungsgemäß wenig. Die absoluten Werte sind zwar gering. Die Unterschiede werden aber bedeutsam, wenn



Einfluß der Arbeitsbreite auf den Arbeitsbedarf bei der Düngung

(1 km FE ; 300m Schlaglänge ; 100 kg N/ha ; 1000l Feldtank)

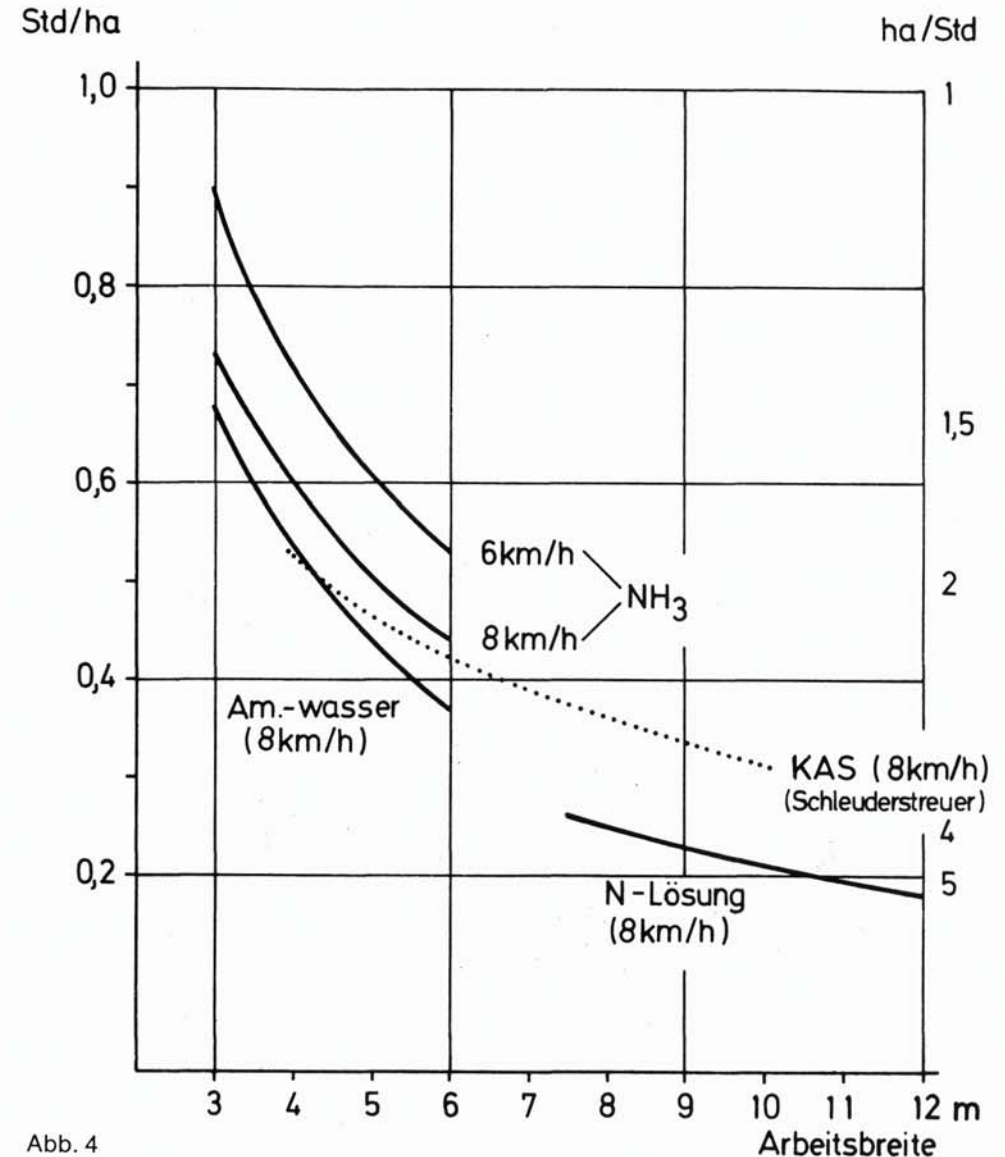


Abb. 4

man auf die Flächenleistung Rückschlüsse zieht, die ja für die Jahresleistung eines Gerätes ausschlaggebend ist. Einige Faktoren, die den Arbeitsbedarf bestimmen, sind in den Unterstellungen enthalten. Der wichtigste Einfluß geht von der Arbeitsbreite und in etwa gleichem Maße von der Geschwindigkeit aus. Das erweist sich an dem steilen Abfall der Kurven in Abb. 4 vor allem im Bereich geringer Arbeitsbreiten. Dem stehen allerdings entsprechend steigende Anforderungen an die Schlepperleistung von 50 bis 100 PS, je nach Einsatzverhältnissen, gegenüber.

Fassen wir zusammen: Die Düngung mit Ammoniakwasser und NH_3 erfordert einen recht hohen Zeitaufwand, namentlich das NH_3 hohe Investitionen. Dem steht aber, wie wir eingangs sahen, ein günstiger Nährstoffpreis gegenüber; bei der N-Lösung dagegen ein höherer. Es liegt also nahe, diese Faktoren in einer Kostenberechnung darzustellen. Da ich bei allen Verfahren die gleiche Basis annehmen mußte, weichen die errechneten Werte manchmal von dem Marktangebot ab, geben aber ein besseres, vergleichbares Bild der Kostenrelationen.

An der **Kostenstruktur für das NH_3 -Verfahren** (Abb. 5) wird der Einfluß der Flächenleistung und der Behälter für Transport und Lagerung deutlich. Aus der Darstellung werden auch mögliche Verschiebungen in den Kosten ersichtlich. Hier sei insbesondere auf den Umschlag des Lagers hingewiesen. Eine ganzjährige Lagerung bei stärkerer NH_3 -Verbreitung würde die Lagerkosten erhöhen, aber würde nicht ein hoher Absatz den Preis drücken? Die Festkosten für den Versorgungstank und das Gerät zeigen eine starke Degression, vor allem bis etwa 250 ha Jahresleistung. Die gesamten Arbeits-, Maschinen- und Nährstoffkosten sinken mit steigender Jahresleistung deutlich unter die für festen Dünger. Derzeit wird das NH_3 einschließlich der gesamten Technik frei Boden für 67 - 100 Pf/kg N angeboten.

Beim **Ammoniakwasser** sind vor allem die Kosten für die Behälter und das Gerät niedriger. Auch hier lassen sich Möglichkeiten der Kostensenkung, etwa bei der Geräteanschaffung, ermesen. Den hier dargestellten Kosten von 73 - 60 Pf/kg N wäre die jeweilige Fracht hinzuzurechnen, die den Ausschlag über die Wettbewerbsfähigkeit zum technisch ähnlichen NH_3 -Verfahren gibt.

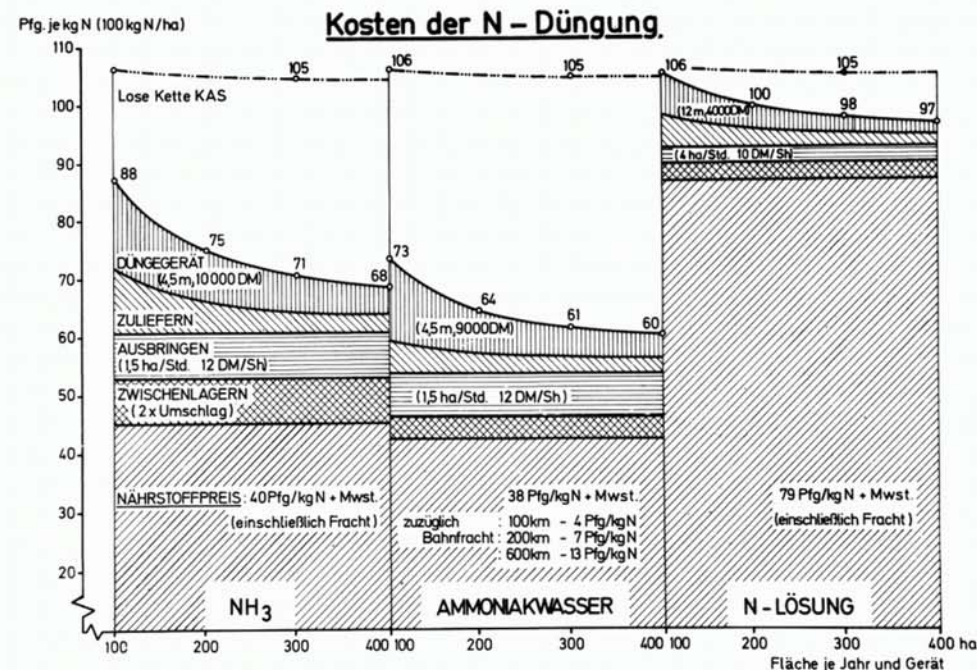
Die **N-Lösung** verursacht weitaus geringere Arbeits- und Maschinenkosten als die beiden anderen Flüssigdünger, im wesentlichen hervorgerufen von der hohen Flächenleistung mit dem billigeren Gerät, bei dem wie zuvor ein aufwendiges Spezialgerät unterstellt wurde. Eine Mehrfachnutzung im Pflanzenschutz bietet sich an. Angesichts der geringen Investitionskosten wirkt sich die Degression mit steigender Fläche weniger aus. Diese Düngerform wäre also trotz der hohen, evtl. mehrseitigen Geräteleistung eher für kleinere Einsatzflächen geeignet. Im Unterschied zu den Angaben der Abb. 5 verfolgt man bei der Industrie das Ziel, zentral zu lagern und den Dünger per Spedition direkt zum Feld zu bringen. Die Lagerkosten sind im Preis enthalten, der Transport kostet ca. 2 - 3 Pf/kg N (entspricht „Zwischenlagern“).

Zusammenfassend läßt sich für NH_3 und Ammoniakwasser ein Kostenvorteil, für die Lösung eher eine Kostengleichheit mit der losen Düngekette feststellen, die in Anlehnung an Unterlagen des LTV mit geringen Investitionen kalkuliert ist.

Zur Rentabilität gehört angesichts der Investitionen allerdings eine hohe Jahresleistung je Gerät, die nicht einfach in der relativ kurzen Düngeperiode bei beschränkter Stundenleistung zu erzielen ist. Rechnen wir je nach Standort mit 20 Einsatztagen, müssen bis zu 15 ha am Tag gedüngt werden. Das und noch mehr schafft ein Spritzgerät ohne weiteres. Allgemein wirkt sich eine lange Düngeperiode mit einem Anbauverhältnis, das z. B. Mais enthält, vorteilhaft aus. Auch bemühen wir uns, in pflanzenbaulichen Versuchen zu klären, inwieweit bei einzelnen Arten der Düngetermin flexibel ist. Ein weiterer Ausweg mag für Ammoniumdüngemittel in der Herbstdüngung auf sorptionsfähigen, vom Kontinentalklima beeinflussten Standorten liegen. Dann liegt eine arbeitswirtschaftlich günstige Lösung in der Verbindung mit dem Pflügen vor.

Für die Verwendung flüssigen Düngers kommen in erster Linie Betriebe mit hoher Düngeintensität in Frage; denn dort schlägt eine Verbilligung am stärksten zu Buche, und hohe Nährstoffgaben senken wirkungsvoll die Ausbringungskosten, z. B. um 10 Pf/kg N, wenn statt 100 kg N/ha das Doppelte gedüngt wird. Daher bilden sich derzeit in den Hackfruchtbauregionen die Schwerpunkte der Flüssigdüngung. Die Vorzüge hoher Nährstoffgaben und hoher Geräteleistungen bestimmen die organisatorische Durchführung der neuen Düngeverfahren, und sie sind mit entscheidend für ihre Verbreitung sowie ihre Wettbewerbsfähigkeit zu anderen Verfahren.

Abb. 5



Abgrenzung der Flüssigdüngung und der Lose-Mineralstoffdüngerkette

von Peter Wiebe, Berater der Deutschen Raiffeisen-Warenzentrale Frankfurt

Meine sehr verehrten Damen und Herren,

mein Thema lautet: „Abgrenzungen der Lose-Düngerkette und der Flüssigdüngung.“ Diese Ausführungen beinhalten zwei Anliegen, die ich nachfolgend zum Ausdruck bringen möchte. Erstens möchte ich die neuen Düngersysteme in die Strukturwandlungen unserer Landwirtschaft hineinstellen, denn diese neuen Düngersysteme sind legitime Kinder dieser Strukturwandlungen. Zweitens möchte ich anschließend die Düngersysteme abgrenzen, und zwar mehr oder weniger vom Standpunkt des landwirtschaftlichen Betriebes aus, also von der Praxis her - weniger vom Standpunkt der Verteilung aus. Damit verbunden ist natürlich eine gewisse Prognose, wie sich die Sache weiterentwickeln könnte, und da möchte ich nicht in utopische Zukunftsfernen gehen. Ich meine, wir wollen uns auf die Jahre 1972 - 1975 einigen. Im Zusammenhang mit dem ersten Punkt ist interessant, daß die Verbindungsstelle der Landwirtschaft und Industrie bekanntgegeben hat, daß in den Jahren zwischen 1957 und 1967 sich der Arbeitskräftebesatz unserer landwirtschaftlichen Betriebe halbiert hat, während sich die Produktivität der Landwirtschaft verdreifachte. Im Rahmen dieser Halbierung des Arbeitskräftebesatzes haben sich nun im Verlauf der letzten 10 Jahre ganz neue Arbeitsverfahren herauskristallisiert, da der Markt ja hierzu à Konto der Arbeitskräftehalbierung bereit war. Es ist der Wissenschaft und der Industrie zu danken, daß sie der Landwirtschaft Arbeitsmodelle geschaffen haben, wodurch diese Strukturwandlung bisher einigermaßen verkraftet werden konnte. Wir haben also eine erhöhte Produktivität bei laufender Verminderung der Arbeitskräfte. Eine Folge dieser Entwicklung ist der Vormarsch der schweren Schlepper. Es wurde bereits von Herrn Professor Brenner erwähnt, daß Herr Schlüter hier Anfang der sechziger Jahre mit der Entwicklung der schweren Schlepper sehr bahnbrechend gewesen ist. Eine zweite Folge, über die wir nun näher sprechen wollen, ist die Entwicklung der neuen Düngersysteme.

Ganz kurz sei erwähnt, daß zum Beispiel in den Jahren 1956/57 bereits Versuche gemacht wurden, in bestimmten Intensiv-Gebieten die Lose-Düngerkette einzuführen. Diese Versuche sind gescheitert, da die Arbeitskräftevoraussetzungen, die Verminderung des Arbeitskräftepotentials damals nicht gegeben waren. Heute sieht die Entwicklung so aus, daß wir einen Arbeitskräftebesatz haben, der sich pro AK bei 50 - 80 ha bewegen sollte. Es gibt sogar noch ganz extreme Fälle: Einen Betrieb in der Nähe von Ingolstadt - Hellmannsberg -, wo zwei Arbeitskräfte 240 ha bewirtschaften. Dies ist natürlich ein besonderer Fall. Auf Grund dieser Situation haben sich nun in den letzten Jahren in immer stärkerem Maße die neuen Düngesysteme herauskristallisiert, und es wird - wenn wir es mit den ausländischen Entwicklungen vergleichen - nicht allzu lange dauern, bis auch diese neuen Düngesysteme bei uns in breiterer Front Einlaß gefunden haben.

Es wurde bereits von Herrn Dr. Isensee erwähnt, daß die Flüssigdüngung ihre stärkste Verbreitung in den USA hat: 49% des gesamten Stickstoffbedarfs werden dort auf flüssige Weise ausgebracht, davon 37% NH₃. In Dänemark liegt der Anteil des NH₃ bei 33%, in Frankreich bei 1,8% und last not least sollen in der Sowjetzone bis 1972 80% aller schweren Böden auf NH₃ umgestellt werden. Es ist dort der Bau von Pipelines und allen möglichen Beschickungsanlagen geplant. Die Entwicklung in der BRD ist bereits von Herrn Dr. Isensee erschöpfend behandelt worden. Es sei nur hinzugefügt, daß in verschiedenen Gegenden stickstoffintensiver Gebiete einige NH₃-Stationen bestehen, die etwa - wenn zwei Ausbringungsgeräte zum Einsatz kommen - durchschnittlich 500 - 600 ha pro Saison abdüngen.

Über die drucklosen N-Lösungen, Ammoniumnitrat-Harnstoff ist noch nicht viel von der Praxis her zu sagen, da die deutsche Industrie erstmalig in diesem Jahr dazu übergegangen ist, in verschiedenen Gegenden einige Versuchsstationen einzurichten.

Über die Ausbringung und Verteilung des Ammoniakwassers ist bereits von Herrn Dr. Isensee gesprochen worden. Ein solcher Verkauf rentiert sich nur in einem Umkreis von höchstens 100 - 200 km um den Produzenten herum. Bei weiteren Entfernungen ist das Ammoniakwasser aus Frachtkostengründen zu teuer. Aber in den Gebieten, wo das Ammoniakwasser in der unmittelbaren Umgebung der Produzenten ausgebracht wird, liegt es preislich sehr günstig und gewinnt laufend Marktanteile.

Kehren wir zurück zum NH₃ und untersuchen, wo es bisher in der BRD seine Hauptverbreitung gefunden hat. Dies ist in Gebieten geschehen, die - abgesehen von einer gewissen Größenordnung der zu bearbeitenden Schläge - ausgesprochene Stickstoffverbraucher sind. Zum Beispiel am Niederrhein, im östlichen Holstein, verschiedenen Regionen Niedersachsens, dem Maisanbaugebiet um Bad Krotzingen und im Würzburger und Regensburger Raum.

Die Problematik der NH₃-Düngung wurde bereits von Herrn Dr. Isensee angeschnitten, ich möchte sie noch etwas weiter vertiefen. Sie liegt für unsere landwirtschaftlichen Betriebe, die selbst NH₃ ausbringen wollen, darin, daß sie zwei verschiedene Düngerarbeitsketten verursacht. Die eine ist die Streukette für die Grunddüngung und die zweite wäre die Flüssigkette für das NH₃. Sie haben bereits von Herrn Dr. Isensee gehört, wie kostenintensiv die Geräteausstattung in puncto NH₃ ist. Nun möchte ich den Schluß ziehen, daß für unsere landwirtschaftlichen Normalbetriebe zur Zeit eine NH₃-Ausbringung unter diesen geschilderten Voraussetzungen - also wegen des kostenintensiven Gerätebesatzes - zu teuer ist. Wenn sich das NH₃ weiter durchsetzen sollte, so meines Erachtens nur dann, wenn es über Lohnverfahren „frei Wurzel“ ausgebracht wird. In diesem Falle hat der landwirtschaftliche Betrieb nicht das Risiko des kostenintensiven zweiten Gerätebesatzes in der Arbeitskette. Dieses Risiko ist auf diese Weise praktisch auf den Verteiler abgewälzt, während der landwirtschaftliche Betrieb in den vollen Genuß des billigen NH₃-Preises kommt. Natürlich muß der Verteiler, der ja nun erhebliche Investitionen und das Risiko hat, auf den NH₃-Preis eine angemessene Spanne schlagen. Aber dies ist für den Endverbraucher immer noch rentabler, als wenn er sich selbst mit derartigen Geräten - einer zweiten Düngerarbeitskette - bestücken würde.

Die Voraussetzung einer gut funktionierenden NH₃-Ausbringung liegt in der reibungslosen Zubringung. Das NH₃ muß rechtzeitig seinen Bestimmungsort, das entsprechende Feld, erreichen. Dies wird schwierig, wenn eine Verteilungsstation einen zu großen Umkreis bedienen muß. Hier sind zeitliche Leerläufe, die sich zu Lasten der Arbeitswirtschaftlichkeit des Verfahrens auswirken, nicht zu vermeiden. Funktioniert die Verteilung zeitlich gut, dann ist die NH₃-Düngung „frei Wurzel“ für unsere landwirtschaftlichen Betriebe eine sehr respektable und preiswerte Angelegenheit.

Das zweite große System, das sich in den letzten Jahren laufend ausgeweitet hat, ist die Lose-Dünger-Kette. Sie dürfte sich auch zukünftig ausdehnen. Nach Angaben der Industrie werden zur Zeit etwa jährlich 8 - 12% des Düngers „lose“ verkauft. Die Lose-Dünger-Kette ist in fast allen Gebieten diskutabel. Voraussetzung ist lediglich eine mindest abzudüngende Fläche von etwa 8 ha pro Betrieb. Das Problem der Lose-Dünger-Kette liegt in der Lagerung. Es gibt zwei Möglichkeiten: Ab einer bestimmten Größenordnung eines Betriebes kann der Dünger selbst eingelagert werden. Dazu eignen sich u. a. Scheunen, die lediglich im Untergrund befestigt werden müssen, was verhältnismäßig billig ist. Für den kleineren Betrieb - auch dies wird schon in verschiedenen Gegenden vorgenommen - kann der Lieferant den Dünger gegen ein gewisses Entgelt einlagern.

Eine dritte Möglichkeit für den Großbetrieb besteht im Direktbezug ab Waggon, wahrscheinlich die Möglichkeit der Zukunft, um alle Zwischenstationen der Arbeitskette zu umgehen. In diesem Zusammenhang muß eine Forderung der Lose-Dünger-Kette ganz deutlich erhoben und ausgesprochen werden: Es ist außerordentlich verwunderlich, daß eine Reihe von größeren Betrieben, die die Lose-Dünger-Kette mit an sich gutem Erfolg praktizieren, noch nicht dazu übergegangen sind, Großflächenstreuer einzusetzen. Meine Herren, in dieser sich schnell entwickelnden und strukturell sich wandelnden Zeit unserer Landwirtschaft ist die Lose-Dünger-Kette mit Großflächenstreuer das Gebot der Stunde, und es ist nicht zu verstehen, daß dieses Gerät noch nicht erheblich mehr eingesetzt wird. Gerade, wenn wir einkalkulieren, daß der Arbeitskräftebesatz sich laufend weiter vermindern wird, bietet der Großflächenstreuer - darunter verstehe ich Streuer mit einer Ladefähigkeit von 2 - 5 t - einen echten Ausgleich - ganz abgesehen davon, daß mit diesem Streuer der Kalk, die Grunddüngung und der Stickstoff - kurz gesagt jeder Streudünger, mit einer immensen Flächenleistung ausgebracht werden kann.

Als letzten Punkt möchte ich mich um eine gewisse Abgrenzung der verschiedenen Systeme bemühen. Gemeinsam ist allen die „Wurzel“, nämlich die arbeitswirtschaftliche Strukturwandlung unserer Landwirtschaft, die die Rationalisierung der Arbeitsvorgänge zwingend gebietet. Gemeinsam ist es auch, daß diese konkurrierenden Systeme - wenn man es so ausdrücken darf - sich besonders in Gebieten von großer Düngeintensität und einer gewissen flächenmäßigen Größenordnung ausbreiten. Dies gilt besonders für das NH₃, das als Primärprodukt vom Preise her seine Hauptattraktivität hat. Letzteres ist das positive Spezifikum des NH₃.

Über die drucklosen Lösungen Ammonium-Nitrat Harnstoff muß gesagt werden, daß diese auch in weniger intensiven Gebieten rentabel einsetzbar sind. Sie werden aber in den ausgesprochen stickstoffintensiven Gebieten - zum Beispiel der Ge-

gend Bad Krotzingen - vom Preise her unterlegen sein. In diesem Zusammenhang muß auch gesagt werden, daß meiner Meinung nach drucklose Lösungen überhaupt nur Aussicht auf Erfolg haben können, wenn die deutsche Industrie den Schritt zur Mehrnährstofflösung - der NPK-Düngung, die etliche Düngearbeitsvorgänge zusammenfaßt - vornehmen würde.

NH₃ dürfte also seinen Schwerpunkt in stickstoffintensiven Gebieten, die drucklosen Lösungen unter Umständen ihren Schwerpunkt in Stickstoff-Normal-Gebieten haben. In den ausgesprochen stickstoffintensiven Gebieten dürfte das NH₃ den drucklosen Lösungen (Ammonium-Nitrat-Harnstoff) vom Preise her überlegen sein. Es sei noch erwähnt, daß Ammonium-Nitrat-Harnstoff-Lösung im Vergleich zu NH₃ den Vorteil hat, daß sie leicht lagerbar ist und nur billige Behälter benötigt. Diese müssen jedoch korrosionsgeschützt sein.

NH₃ ist meines Erachtens für den normalen Betrieb nur rentabel, wenn es im Dienstleistungsverfahren „frei Wurzel“ ausgebracht wird. Der Einsatz von Ammonium-Nitrat-Harnstoff-Lösungen ist meiner Meinung nach nur vertretbar, wenn die Ausbringung „frei Wurzel“ erfolgt - auch wenn der Unkostensatz für die Maschinen geringer ist als beim NH₃. Zwei Düngearbeitsketten sind in einem landwirtschaftlichen Normalbetrieb nicht vertretbar.

Die Lose-Dünger-Kette ist in jedem Fall rentabel, auch wenn man selbst lagert oder dies durch die Genossenschaft oder den Handel vornehmen läßt. Schon jetzt ist im Gegensatz zu den Flüssigdüngesystemen überall die Voraussetzung für eine Verteilung des „losen“ Düngers im Ansatz vorhanden. Von der Verteilerstufe her würden bei einer Umstellung auf die „lose“ Lagerung die Investitionen längst nicht so hoch sein als bei einer Umstellung auf die Flüssigdüngung. Ein wichtiger Faktor aber für die Praktizierung der Lose-Dünger-Kette - ich wiederhole es noch einmal - ist der Einsatz von Großflächenstreuern. Man sollte bei der Kalkulierung der Lose-Dünger-Kette den Schwerpunkt nicht ausschließlich auf die Sackerparnis legen, sondern vordergründig den Einsatz von Großflächenstreuern anstreben.

Ich komme jetzt zu den definitiven Abgrenzungen und den Entwicklungstendenzen für die nächsten Jahre:

1. NH₃ dürfte sich auf Grund seines günstigen Preises in den stickstoffintensiven Gebieten weiter ausdehnen, und zwar zum Teil ganz erheblich. Entscheidend wird hierbei die Lösung des Problems der Verteilung sein. Ich verweise in diesem Zusammenhang noch einmal auf das Bad Krotzinger Maisanbaugebiet als ein Beispiel, wie schnell sich ein neues System ausdehnen kann. Die Voraussetzung ist aber eine vorhandene, gut funktionierende Verteilerstation und die Ausbringung „frei Wurzel“. Letzteres könnte auch die Aufgabe eines Maschinenringes oder eines Lohnunternehmers sein. Als Fazit aus diesen beiden Punkten ergibt sich vom Preise her die Stärke des NH₃ und von der technischen Abwicklung her die Schwäche des NH₃. Diese beiden Punkte muß man, um die Sache beurteilen zu können, im Auge behalten.

2. Ammoniakwasser wird in den Gebieten regional starke Verbreitung finden, wo die Produzenten des Ammoniakwassers liegen, also in deren Umkreis von 100 bis 200 km.

3. Ammonium-Nitrat-Harnstoff-Lösungen - ich betrachte die bisherigen Ausbringungen im Grunde genommen nur als Versuch der Industrie - werden meines Erachtens von der preislichen Seite sich nicht so interessant entwickeln, daß mit einer großen Verbreitung zu rechnen ist. Wenn die Industrie in dieser Richtung Erfolge erzielen will, dann sollte sie Mehrnährstofflösungen (NPK) auf den Markt bringen, um mehrere Arbeitsvorgänge zusammenzufassen. Voraussetzung ist auch hier, daß die Verteilung reibungslos funktioniert.

4. Die Lose-Düngerkernte dürfte die größte Progression absolvieren, da eine gute Verteilung im Ansatz gewährleistet ist und sie auch in den weniger stickstoffintensiven Gebieten eine rentable Angelegenheit ist. Ihre Durchführung ist überall möglich.

Abschließend ist zu sagen, daß die behandelten Düngesysteme vom **Preise und** ihrer Arbeitswirtschaftlichkeit her der Landwirtschaft helfen sollen, die gegenwärtigen strukturellen Wandlungen in positiver Weise durchzustehen. Ein Einsatz dieser Systeme hat also nur dann einen Sinn, wenn echte Einsparungen erzielt werden.

Arbeitswirtschaftliche Forderungen und Stand der Technik bei der Minimal-Bodenbearbeitung

von Dr. Manfred Estler

Nach den Vorträgen über Flüssigdüngung und die lose Düngerkernte gilt es nun umzudenken vom Dünger auf Boden und Maschinen. Aber das, was in zwei Vorträgen über die Fragen der Minimal-Bodenbearbeitung erläutert und auf dem Feld als technische Lösung vorgestellt wird, birgt sicherlich so viel Interessantes in sich, daß dieser Sprung von der Pflanzenernährung zur Bodenbearbeitung und Saat nicht schwerfallen wird.

Bei der Bearbeitung des Themas fiel mir auf, daß wohl selten bisher ein Begriff zu so vielen Erwartungen, aber auch zu so vielen Fehldeutungen und Mißverständnissen Anlaß gegeben hat, wie die im amerikanischen Sprachgebrauch übliche Bezeichnung „Minimum-Tillage“ bzw. die deutsche Benennung „Minimal-Bodenbearbeitung“.

Zwar stellt der Begriff „Minimal-Bodenbearbeitung“ keine wirklich exakte und zutreffende Bezeichnung der hierbei angestrebten und erzielbaren Form der Feldbestellung dar. Wer sich jedoch einmal intensiv und ausführlich mit diesem Fragenkreis beschäftigt hat, der weiß, wie schwierig es ist, hier ein gewisses Schema oder eine Systematik aufzustellen und die Vielzahl der technischen Möglichkeiten und

Lösungen sowie den hiermit beabsichtigten und möglichen Arbeitseffekt darin einzuordnen. Dies scheint aber trotzdem oder gerade deshalb wichtig, weil in Amerika und England, die als Vorsprungsländer der Idee einer Minimal-Bodenbearbeitung gelten können, die dort verwendeten Begriffe „Minimum-Tillage“ und „Minimum-Cultivation“ sehr klar abgegrenzt sind. In unserem Sprachgebrauch fehlen diese Abgrenzungen bislang, und demzufolge sind die Unklarheiten relativ groß.

Was bedeutet „Minimal-Bodenbearbeitung?“

Zweierlei kann man unter „Minimal-Bodenbearbeitung“ verstehen:

1. Eine Reduzierung der Arbeitsgänge, die für die Bestellung, Düngung, Saat und unter Umständen auch für Pflanzenschutzmaßnahmen notwendig sind. Das heißt ein Zusammenfassen verschiedener, bisher nacheinander ablaufender Arbeiten in einem einzigen Arbeitsgang. Oder ein völliges Verzicht auf bestimmte Arbeitsgänge in der extremsten Form, der Direktsaat, also der Verzicht auf jede Bodenbearbeitung und das Einbringen der Saat in den unbearbeiteten Boden.
2. Kann man darunter eine Verringerung der bearbeiteten Bodenfläche verstehen, also eine Streifenbearbeitung, bei welcher die Flächen nur teilweise, streifenförmig gelockert und gekrümelt werden und die restliche Fläche unbearbeitet liegen bleibt.

Beide Wege überschneiden sich vielfach, und es soll daher im folgenden der Versuch unternommen werden, eine Einordnung der verschiedenen Verfahren zu treffen und diese den anwesenden Fachleuten zur Diskussion zu stellen. Dabei soll davon ausgegangen werden, daß alle diesbezüglichen Verfahren, von denen heute zu sprechen ist, generell unter dem Kennwort „Minimal-Bodenbearbeitung“ zusammengefaßt sind und dies als Oberbegriff gelten soll (Abb. 1).

Nachfolgend ist zu unterscheiden zwischen Verfahren, die eine Reduzierung der Bodenbearbeitung zur Saat bringen, entweder **ohne Pflugfurche** die Oberflächen-

Abb. 1

MINIMAL - BODENBEARBEITUNG (SCHEMA)				
Reduzierte Saatbettvorbereitung		Bestell-Saat	Direkt-Saat	
nach Pflugfurche	ohne Pflugfurche	nach Pflugfurche	mit Pflugfurche	ohne Pflugfurche
1. Kombinierte Oberflächen-Bearbeitungsgeräte (Saatbettkombinationen) und nachfolgende Saat	1. Oberflächenbearbeitung und nachfolgende Saat (z. B. engl. Minimum-Cultivation)	1. Düngung + Oberflächenbearbeitung + Saat 2. ganzflächige Oberflächenbearbeitung + Saat 3. Streifenbearbeitung + Saat (für Reihenfrüchte) 4. Streifen-Feinbearbeitung + Saat (z. B. bei Zuckerrüben) 5. Radspur-Drillen (USA) (für Reihenfrüchte)	1. Pflug + Düngung + Oberflächenbearbeitung + Saat	1. Ganzflächenfräse + Saat 2. Streifenfräse + Reihendüngung + Saat 3. Rillenfräse + Saat 4. Spezial-Drillmaschine mit Scheibenscharen (Triple-disc)

bearbeitung mit nachfolgender Saat nach Muster des englischen „Minimum-Cultivation“, oder **nach einer Pflugfurche**, so wie es heute von den allgemein gebräuchlichen „Gerätekombinationen“ praktiziert wird.

Was heute jedoch viel stärker interessiert, ist die Zusammenlegung der Arbeitsgänge „Bodenbearbeitung und Saat“ in einem einzigen Arbeitsgang. Hier wurde die Bezeichnung „Bestell-Saat“ für alle diejenigen Arbeitsverfahren gewählt, die eine Pflugfurche voraussetzen, während bei der „Direktsaat“ auf das Pflügen vollkommen verzichtet wird.

Die technischen Lösungen

In den schematischen Darstellungen sind die letztgenannten Verfahren nochmals zusammengestellt. Abb. 2 veranschaulicht die „Bestellsaat-Verfahren“ nach der Pflugfurche, wobei die höchste Perfektion von der Kombination Pflug-Düngerstreuer-Oberflächenkrümmer-Sägerät erreicht wird. In der Skala eines „abnehmenden Technisierungsgrades“ folgt der Geräteträger, der die Arbeitsgänge Düngung - Bodenbearbeitung - Saat in einem einzigen, sozusagen selbstfahrenden Gerät miteinander verbinden kann. Der dritte Weg einer „ganzflächigen Bodenoberflächenbearbeitung mit Saat“ ist unter Punkt 3 - 5 gezeigt, wobei wahlweise Bodenfräsen, Feingrubber und Rüttelegen mit Aufbau-Drillmaschinen kombiniert werden.

Abb. 2

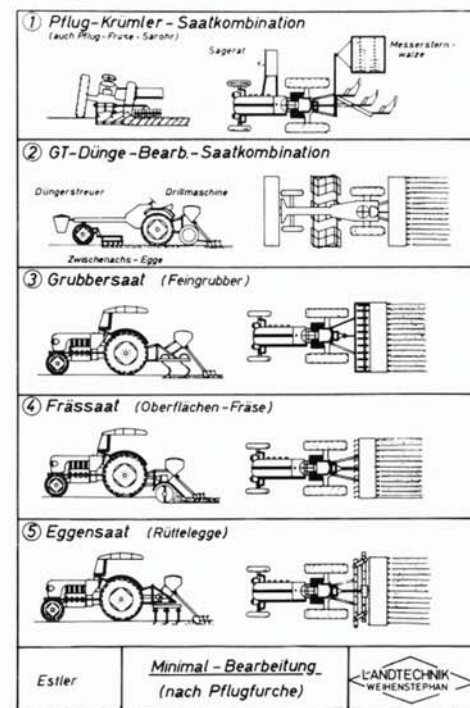
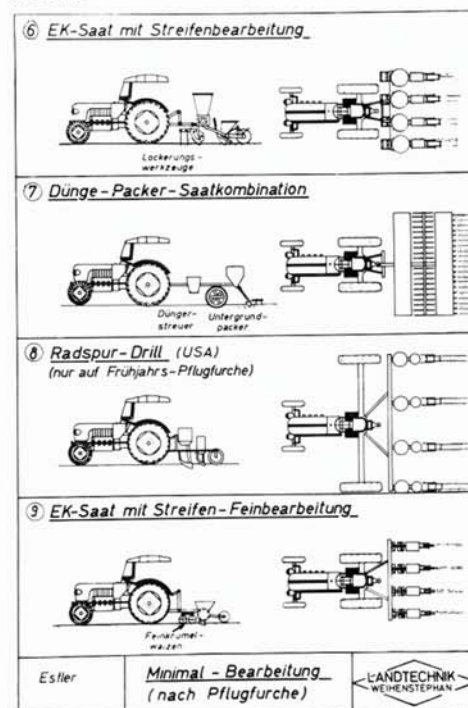


Abb. 3



Es schließt sich die „Streifenbearbeitung mit nachfolgender Saat“ an (Abb. 3). Auf dem in Herbstfurche gepflügten Boden werden dabei lediglich schmale, ca. 25 bis 30 cm breite Streifen bearbeitet und in diese das Saatgut abgelegt. Dieses Verfahren wird im wesentlichen nur bei Reihenfrüchten, vorzugsweise bei Mais, angewandt. Eine Variante hierzu stellt die „Streifen-Feinbearbeitung“ dar, die eine normale Saatbettvorbereitung voraussetzt und lediglich den Streifen, in welchen die Saat abgelegt wird, nochmals fein krümelt. Diese Lösung wird vor allem bei der Zuckerrübensaat angewandt.

Als Sonderlösung, die von einem norddeutschen Betriebsleiter erdacht und verwirklicht wurde, ist die Kombination eines Packers mit Düngerstreuer und Sägerät als Nachläufer zu einem 6-Schar-Beetpflug erwähnt. Infolge der großen Arbeitsbreite lassen sich zwar hohe Flächenleistungen erzielen, der Gesamt-PS-Bedarf von 105 PS ist jedoch beträchtlich.

Das „Radspurdrillen“ ist in den USA üblich, ebenfalls nur für Reihenfrüchte verwendbar und setzt das direkt vorhergehende Pflügen voraus. Die Triebräder auf den Schlepper-Hinterachsen müssen hierbei sehr weit ausgezogen werden, so daß eine stabile Konstruktion der Schlepper (gegen heftige Erschütterungen unempfindliche Achstrichter usw.) und geringe Arbeitsgeschwindigkeit gefordert werden. Nach neueren Berichten aus den USA konnte sich dieses Verfahren wegen der hohen Beanspruchung der Schlepper-Hinterachsen und wegen des Fehlens geeigneter Schlepper nicht in größerem Umfang einführen.

Als extremste Form der „Minimal-Bodenbearbeitung“ können die „Direktsaat“-Verfahren gelten (Abb. 4), die auf eine vorhergehende Pflugfurche unter Umständen jahrelang völlig verzichten. Hier haben vor allem Bodenfräsen einen bevorzugten Einsatzbereich, zum Beispiel als Ganzflächen-Fräsen mit aufgebautem Drill-Aggregat, wobei das Saatgut in Breit- oder Drillsaat vor oder hinter den Fräswerkzeugen abgelegt und mit dem Boden vermischt wird.

Bei der „Streifen-Frässaat“ bearbeiten schmale Fräsaggregate lediglich 25 - 30 cm breite Bodenstreifen, in die der Reihendünger eingebracht und das Saatgut abgelegt wird. Eine Bandspritzvorrichtung zur Unkrautbekämpfung vervollständigt diese Gerätekombination.

Bei der Aussaat von Sämereien, die keine besonderen Anforderungen an Saatbettvorbereitung, Bodenbedeckung und Bodenschluß stellen, läßt sich die „Rillen-Frässaat“ (Bodenfräse mit schmalen Fräswerkzeugen, die ca. 3 cm breite Rillen in den Boden fräsen) und „Direktsaat mit Spezialdrillmaschinen“ (hierbei wird der Boden durch Scheibensechs und Scheiben-Drillschare schlitzförmig geöffnet. In diese Schlitzte wird das Saatgut eingelegt) anwenden. Bei diesen zwei Verfahren wirken sich vor allem die obengenannten Anforderungen des Saatgutes, Bodenart und -zustand ganz erheblich auf Keimung und Pflanzenwachstum aus.

Noch viele offene Fragen

Aus der Fülle von Problemen, die sich bei der Bearbeitung dieser Fragen ergeben, sollen einige wenige herausgegriffen werden.

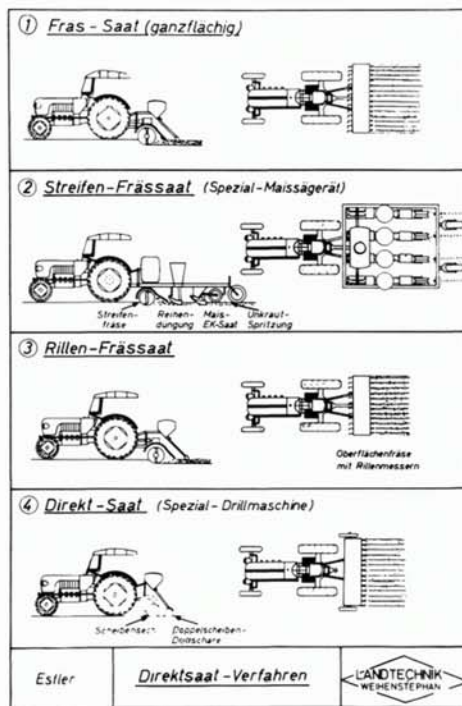


Abb. 4

Neue Verfahren setzen sich in der Regel um so rascher und in größerer Breite durch, je weniger ein krasser Bruch mit bisher verwendeten Methoden verbunden ist. Wenn diese Annahme zutrifft und die Zusammensetzung des Geräteprogramms, das zur Zeit von der Industrie angeboten wird, scheint dies zu bestätigen, dann werden auch künftig, bedingt durch die bei uns vorliegenden Boden- und Klimaverhältnisse und durch die unterschiedliche Risikobereitschaft unserer Betriebsleiter, wahrscheinlich bevorzugt diejenigen Verfahren angewandt, die eine Pflugfurche voraussetzen. Sicherlich wird es sich hierbei teilweise um Kurzzeit- und Übergangslösungen handeln, die dem praktischen Landwirt infolge einer Kombination bereits bekannter und gewohnter Geräte den Einsatz erleichtern und vielleicht auch eine bessere Gewähr für deren richtigen Einsatz geben.

Wenn man aber diese Frage konsequent weiterdenkt, kommt man sehr rasch zu Forderungen, die sich vor allem in Richtung auf eine weitere Verringerung der Zahl an Bearbeitungsgängen für die Saatbettvorbereitung bewegen. Außerdem soll der Boden im gesamten Krumbereich, vor allem aber in dem Bereich, in dem das Saatgut abgelegt wird, optimal dicht abgelagert sein, und die Beanspruchung des Schlepperfahrers soll sich bei diesen Arbeiten auch im Hinblick auf die angestrebte höhere Arbeitsgeschwindigkeit in vertretbaren Grenzen halten. Diese Forderungen lassen sehr deutlich erkennen, daß bei der Anwendung dieser neuen Verfahren

noch mehr als bisher das Schwergewicht auf die exakte und saubere Durchführung der Pflugfurche im Herbst oder Frühjahr gelegt werden muß.

Unter gewissen Voraussetzungen wird es künftig sinnvoll sein, das mechanische Absetzen der Winterfurche zu fördern, das heißt die Pflüge bei der Herbstfurche mit Nachläufern zu kombinieren, um dadurch die bisher bei der rauhen Herbstfurche immer vorhandenen großen Hohlräume zu verfestigen. Eine solche Bearbeitung bewirkt im Frühjahr das gleichmäßige Abtrocknen und eine gleichmäßige Dichtlagerung des Bodens im Saatbereich und gewährleistet damit dem Saatgut ein optimales Keimbett und eine ungestörte Jugendentwicklung. Langjährige Versuche fehlen zwar noch auf diesem Gebiet, deswegen sollte man diesen Fragen mit Vorang nachgehen und der technischen Seite alle erforderliche Hilfestellung hierzu geben.

Wieder verstärkt eingesetzt - die Fräse!

Bereits heute ist bei einem großen Teil der Geräte die Möglichkeit gegeben, krümelnde oder packende Werkzeuge wahlweise anzubringen und damit eine Anpassung an bestimmte Boden- und Bearbeitungsverhältnisse zu erreichen. Bezeichnend ist darüber hinaus, daß mit dem neuen Verfahren der Minimal-Bodenbearbeitung und mit der zunehmenden Verwendung PS-starker Schlepper die Bodenfräse erneut sehr stark in den Vordergrund getreten ist. Nicht allein bei der Bestell-Saat auf gepflügtem Feld, sondern insbesondere bei der Direkt-Saat bietet die Verwendung von Fräsen die Möglichkeit, vorhandene hohe Schlepper-PS-Zahlen voll in hohe Arbeitsleistungen umzusetzen.

Mit der Wandlung der Fräse von der „Feuerwehr“ auf dem Bauernhof zu einem voll anerkannten und vielseitig einsetzbaren Arbeitswerkzeug haben sich jedoch auch sehr schwerwiegende Forderungen an die Bauweise, Werkzeugbestückung und nicht zuletzt an die Bedienung ergeben, die sowohl von der technischen als auch von der Anwendungsseite noch nicht voll erfüllt werden. Nach unseren mehrjährigen Erfahrungen mit Bodenfräsen bei der Maissaat erfordert die sachgemäße Bedienung einer Bodenfräse vom Betriebsleiter ein hohes Maß an Beurteilungsvermögen über den vorliegenden Bodenzustand und den Wasserhaushalt des Bodens. Darüber hinaus ist aber auch ein entsprechendes Fingerspitzengefühl erforderlich, welcher Zerkleinerungsgrad bei dem vorliegenden Bodenzustand, bei den herrschenden Witterungsverhältnissen und bei den zur Aussaat gebrachten Sämereien erzielt werden soll.

Ebenso muß auch das Gerät technisch in der Lage sein, den gewünschten Zerkleinerungseffekt zu erreichen, das heißt, es müssen sowohl durch feingestufte Getriebe am Schlepper als auch durch verschiedene Fräswellen-Drehzahlen ausreichende Variationsmöglichkeiten bestehen. Deshalb müssen die der Fräse nachgeschalteten Geräte nicht mehr Lockerungswerkzeuge, sondern Vorrichtungen für eine mechanische Dichtung des gelockerten Bodens auf den für das Saatgut erforderlichen Bodenschluß besitzen. Die Wichtigkeit mehrfach verstellbarer Fräswellen-Drehzahlen wird bislang noch unterschätzt. Es ist eine Illusion zu glauben, daß mit Bodenfräsen, die nur ein oder zwei Fräswellen-Drehzahlen besitzen, bei der Vielzahl der in Deutschland vorliegenden Böden und bei dem großen Spektrum

von Pflanzen, für die eine Bearbeitung durchgeführt werden soll, mit derart geringen Variationsmöglichkeiten die jeweils optimale Bodenvorbereitung durchgeführt werden kann. Die gegebenen Möglichkeiten, Untersetzungsgetriebe auf den Fräsen zu installieren und damit ein möglichst umfangreiches, den Erfordernissen angepaßtes Spektrum an Fräswellen-Drehzahlen bei einfacher technischer Bauweise zu erhalten, sollte noch stärker als bisher weiterverfolgt werden. Diese Forderungen gelten aber nicht allein für die Fräse, sondern auch bei Anwendung von Rüttelegeren oder Feingrubbern, kombiniert mit einem Sägerät, besteht die absolute Notwendigkeit, in einem Arbeitsgang das Saatbett so herzurichten, daß einerseits die Geräte voll ausgelastet sind, auf der anderen Seite aber auch optimale Voraussetzungen für Keimung und Jugendwachstum geschaffen werden. Dieser Gesichtspunkt ist deshalb so außerordentlich wichtig, weil bei den bisherigen Gerätelösungen versucht wird, mit Arbeitswerkzeugen, die in mehrfacher Reihenfolge nacheinander eingesetzt ein ordnungsgemäßes Saatbett zu schaffen in der Lage sind, nun in einem einzigen Arbeitsgang den erforderlichen Krümelungs- und Verdichtungsgrad zu erreichen. Bei der Weiterentwicklung auf landtechnischem Gebiet muß diesen Erfordernissen ganz besonderes Augenmerk geschenkt werden.

Für die Organisation der gesamten Feldbestellung eines landwirtschaftlichen Betriebes bedeutet die Abkehr von Pflügen und der Übergang auf ein Direktsaatverfahren die konsequente Umstellung auch in anderen Bereichen, beispielsweise in der Düngung. Diese Fragen wurden bisher nur selten angesprochen, vielfach fehlen bestimmte Vorstellungen über eine zweckmäßige Durchführung der dabei anfallenden Arbeiten. Es ist deshalb sicher wichtig, daß bei den Verfahren der Minimalbodenbearbeitung die Frage der Düngerausbringung besonders beachtet wird. Bei der heutigen Veranstaltung werden auch leistungsfähige Geräte für die Flüssigdüngung gezeigt, und da gerade bei den Direktsaatverfahren nicht die Möglichkeit einer breitflächigen Düngerausbringung gegeben ist, sollte gerade den verschiedenen Verfahren der Flüssigdüngung verstärkte Aufmerksamkeit geschenkt werden. In diesem Zusammenhang ist sicher auch die Frage der Ausbringung von Mehrnährstoffdüngern in flüssiger Form besonders interessant.

Welche Vorteile sind zu erwarten?

In den bisherigen Überlegungen klangen arbeitswirtschaftliche Fragen wiederholt an. Die arbeitswirtschaftlichen Vorteile der Minimal-Bodenbearbeitungs-Verfahren sollen an Hand von zwei Darstellungen veranschaulicht werden, die eine wesentliche Verringerung des effektiven Arbeitsaufwandes bei der Direktsaat im Vergleich zu bisherigen konventionellen Verfahren veranschaulichen. In einer Zusammenstellung, die vor einiger Zeit in unserem Institut angefertigt wurde, sind Arbeitsbedarf sowie Fahrstrecken im Maisbau gezeigt. Hier soll nur derjenige Bereich herausgegriffen werden, der im Rahmen dieses Referates besonders interessiert. Es handelt sich um den Arbeitsblock Grunddüngung bis zur Saat, der bei konventionellen Verfahren nahezu 60% der insgesamt im Arbeitsverfahren Maisanbau erforderlichen Arbeitsstunden beansprucht, insgesamt 24,5 AKH/ha. Demgegenüber sind in der pfluglosen Frässaat nur noch 10,6 AKH/ha erforderlich. Was aber daneben außerordentlich wichtig erscheint sind die Fahrstrecken in km/ha. Es wird



Abb. 5

gerade bei den konventionellen Verfahren immer wieder sehr stark herausgestellt, wie ungünstig sich das häufige Befahren der Felder im Frühjahr bzw. auch im Herbst auf Bodenstruktur und Pflanzenwachstum auswirkt. Deshalb ist die Verringerung der Fahrstrecken je ha von 53 km bei den konventionellen Verfahren auf 15,1 km/ha bei der pfluglosen Frässaat auch in dieser Hinsicht eine wertvolle Verbesserung.

Wenn diese Überlegungen auf den Getreideanbau übertragen werden und hier der Arbeitsbedarf für Bodenbearbeitung und Saat zusammengestellt ist (Abb. 5), so ergibt sich auch hier für das konventionelle Verfahren der höchste Arbeitskräfteaufwand mit 7 AKH/ha. Bei der Direktsaat, hier ist eine Pflugfurche alle 5 Jahre unterstellt, sinkt der Arbeitskräfteaufwand auf 3,2 AKH/ha. Diese Verringerung, auf den ersten Blick nicht besonders schwerwiegend, bringt jedoch zum Beispiel in einem Betrieb mit 30 ha Getreideanbau allein für den Arbeitsblock Bodenbearbeitung und Saat immerhin eine Verringerung um insgesamt 120 AK-Stunden, sicherlich eine bemerkenswerte Zahl.

In der Arbeitsdisposition wirken sich diese neuen Arbeitsverfahren recht unterschiedlich aus. Das Einhalten des optimalen Einsatzzeitpunktes wird bei Geräten mit großen Flächenleistungen erleichtert, da lange genug auf den optimalen Einsatzzeitpunkt von Bodenbearbeitungs- und Sägerät gewartet und dann mit hoher Schlagkraft die Arbeiten durchgeführt werden können. Allen Gerätekombinationen, deren Einsatzzeiträume sich überschneiden und die beschränkte Flächenleistungen

aufweisen, sind gewisse Grenzen gesetzt. Hier muß eine sehr klare Abstimmung der Geräte aufeinander und der Geräte auf die vorliegenden Boden- und Witterungsverhältnisse getroffen werden. Es ist deshalb nicht verwunderlich, daß bisher Kombinationen von Pflug, Bodenbearbeitungs- und Sägerät vorzugsweise in Gebieten mit leichteren Böden anzutreffen sind. Generell dürfte gerade dieses Verfahren den größten Erfolg auf leicht bearbeitbaren Böden mit größeren Einsatzspannen erwarten lassen.

Viele Fragen konnten in der Kürze der Zeit nicht angeschnitten werden, obwohl sie sicher nicht minder aktuell und wichtig sind. Zum Beispiel die Frage, ob Drill- oder Breitsaat bei diesen neuen Verfahren angewendet werden sollen, welche Auswirkungen die Verfahren auf Bodenruhe und Bodenerosion ausüben und welche Ansprüche die verschiedenen Saatgutarten an die Bedeckung mit Boden, die Dichtlagerung und Lockerung des Bodens stellen usw.

In der Zielsetzung für alle diese Verfahren darf aber nicht übersehen werden, welche klaren und oft gegenläufigen Forderungen hierbei zu stellen sind: hohe Flächenleistung und hohe Schlagkraft, damit zum richtigen Zeitpunkt mit entsprechender Arbeitsmacht die Arbeit durchgeführt werden kann, daß aber mit diesen neuen Verfahren auch eine möglichst hohe Arbeitsproduktivität geschaffen und damit der Gesamtarbeitsaufwand verringert wird.

Die Anwendung dieser Verfahren darf jedoch keinesfalls auf Kosten der Arbeitsqualität gehen, d. h. es darf keine nachteilige Beeinflussung der Bodenstruktur und des Pflanzenwachstums ergeben, denn optimales Bodengefüge und damit beste Bodenfruchtbarkeit sind nach wie vor die Grundlagen für die Ertragsfähigkeit unserer Böden. Bei all den vielfältigen Wechselbeziehungen darf aber auch die Wirtschaftlichkeit der neuen Verfahren nicht unberücksichtigt bleiben. Es läßt sich bereits klar erkennen, daß den vielen Vorteilen, als wichtigste seien der geringere Arbeitsaufwand, die geringe Anzahl von Fahrspuren auf dem Feld und das Einhalten des optimalen Bearbeitungszeitpunktes genannt, auch erhebliche Schwierigkeiten gegenüberstehen. Hier sind besonders die höheren Kosten für Spezialmaschinen und für die Unkrautbekämpfung, ein erhöhtes Risiko, geringere Flächenleistung und damit die Gefahr einer nicht zeitgerechten Feldbestellung genannt. Dies alles sind Faktoren, die bei einer endgültigen Beurteilung der Verfahren sehr genau gegeneinander abgewogen werden müssen. Da jedoch eine große Zahl von Versuchen zur Zeit im gesamten Bundesgebiet laufen, an denen Pflanzenbauer, Bodenkundler, Betriebswirtschaftler und Landtechniker beteiligt sind, sollte in Kürze eine Klärung dieser Fragen möglich sein.

Gerade die Landtechnik hat jedoch hier noch einen sehr wichtigen und weitgespannten Aufgabenbereich, der sich nicht so sehr in der Anwendung vorhandener Lösungen, sondern vermehrt in der Entwicklung und Erprobung neuer Verfahren, Bearbeitungswerkzeugen, Saatmethoden usw. bewegen sollte. Gerade bei der Vielzahl von Bodentypen, Anbauzonen und Fruchtarten in der BRD, den unterschiedlichen Klimaverhältnissen und Betriebsgrößen ist eine sehr enge Zusammenarbeit zwischen landtechnischer Wissenschaft und den einschlägigen Industriefirmen erforderlich, damit in Kürze gute, brauchbare und funktionssichere Lösungen geschaffen werden können.

Neuzeitliche Bodenbearbeitung und ihre Beziehung zur Bodenfruchtbarkeit

von Dr. W. Czeratzki, Institut für Bodenbearbeitung, Braunschweig-Völkenrode.

Das wesentliche Kennzeichen des modernen Ackerbaues ist der steigende Anteil der Bewirtschaftungskosten - also des Kapitaleinsatzes - an der Bodenproduktion. Die Folge ist, daß aus der natürlichen Bodenfruchtbarkeit - einem Produkt der natürlichen Bodenentwicklung - eine vom Menschen geschaffene und erhaltene, also eine kulturbedingte Bodenfruchtbarkeit wird, mit deren Hilfe ein möglichst hoher und auch nachhaltiger Pflanzenertrag mit möglichst geringem Kostenaufwand erzielt werden soll.

Um das Verhältnis zwischen Ertrag und Aufwand optimal zu gestalten, muß man von den Merkmalen der Bodenfruchtbarkeit ausgehen, da sich aus ihnen die Maßnahmen zur Beeinflussung der Bodenfruchtbarkeit ableiten lassen.

Zu den wichtigsten Merkmalen eines fruchtbaren Bodens zählen:

1. Ein ausreichender Gehalt an stickstoffhaltigen Humussubstanzen mit einem bestimmten C/N-Verhältnis,
2. ein ausreichender Gehalt an anorganischen Makro- und Mikro-Nährstoffen,
3. eine tätige Bodentierwelt,
4. ein ausgewogener Wasser- und Lufthaushalt,
5. ein optimales Porenvolumen,
6. eine ausreichende Tiefgründigkeit.

Als Idealtyp für einen fruchtbaren Boden gilt seit altersher die Schwarzerde.

Die Bodenbearbeitung greift mehr oder weniger stark in die Gestaltung der genannten Fruchtbarkeitsmerkmale ein. Eine unmittelbare Wirkung hat sie auf den Wasser- und Lufthaushalt, auf das Porenvolumen und auf die Tiefgründigkeit des Bodens.

Die Tiefgründigkeit spielt für den Wurzeltiefgang und den Bodenwasserhaushalt und damit für die Wasserversorgung der Pflanzen in Dürrezeiten eine entscheidende Rolle. Mückenhausen und Klapp (1) vertreten die Auffassung, daß in unserem Klima auf sandigen Lehmböden eine Tiefgründigkeit von 120 cm in den meisten Jahren eine ausreichende Wasserversorgung für die Ackerkultur sicherstellt.

Die Tiefgründigkeit ist andererseits aber auch für die Vermeidung von schädlicher Staunässe von Bedeutung, weil sie auch bei stärkeren Niederschlägen eine schnelle Einstellung von Feldkapazität und Luftkapazität sicherstellt. Auch in ausgesprochenen Nässeperioden steht dann das Bodenwasser nach kurzer Zeit unter einer Saugspannung von 70 - 100 cm Wassersäule. Das bedeutet, daß das Sickerwasser verhältnismäßig schnell abfließen kann. In den letzten Jahren haben die Untersuchungen vieler Autoren gezeigt, daß dieser Saugspannungswert in zweifacher Hinsicht von Bedeutung ist:

1. Er begrenzt den Porenraum für die Luftkapazität, die für die Bodendurchlüftung in den Naßphasen des Bodens, vornehmlich also vom Herbst bis zum Frühjahr zur Verfügung steht.

2. Bei diesem Saugspannungswert erreicht der Boden, aus der Naßphase kommend, den Zustand der Bearbeitungsfähigkeit und auch der Tragfähigkeit für Schlepper und Gerät.

Die Verbesserung der Tiefgründigkeit des Bodens, sei es durch Dränung oder Unterbodenbearbeitung, ist deshalb eine wichtige Maßnahme nicht nur für die Bodenfruchtbarkeit, sondern auch für die allgemeine Bodenbearbeitung. Denn noch immer gilt der Grundsatz, daß die Bodenbearbeitung nur dort optimale Ergebnisse bringen kann, wo der Bodenwasserhaushalt auch kurzfristig keine Staunässe aufweist.

Neben der Dränung hat heute die mechanische Unterbodenmelioration eine besondere Aktualität, da die Zugkraftsperre im Einzelbetrieb, die für die Durchführung dieser Maßnahme bisher bestanden hat, durch die Verfügbarkeit starker Schlepper beseitigt worden ist. Verbände und Maschinenringe sind bereits zur Durchführung solcher Maßnahmen übergegangen, ohne viel nach Kriterien für die Notwendigkeit zu fragen. Doch hier bestehen noch Wissenslücken. Sie werden am besten durch einen Artikel von Merbitz (2) charakterisiert, der den Titel trägt: „300 Jahre Lockerung der Böden und noch immer keine Klarheit?“

Wesentlich besser hingegen sind unsere Informationen über das Porenvolumen, das für eine optimale Ertragsfähigkeit der Pflanzen erforderlich ist. Diese Frage schneidet gleichzeitig auch entscheidende und kritische Punkte der gesamten Bodenbearbeitung, insbesondere der Primärbearbeitung mit Pflug und Fräse, an. Jede dieser Präriearbeiten läuft auf eine Bodenlockerung hinaus, die jedoch durch eine Nachbearbeitung zumindest im Saatbettbereich feiner gekrümelt, besser gemischt oder stärker verdichtet werden muß. An der Wiederverdichtung des gelockerten Bodens hat sich schon immer die Kritik an der Bodenbearbeitung entzündet. Sie wirft die Frage nach dem optimalen Porenvolumen für das Pflanzenwachstum auf. Über dieses optimale Porenvolumen liegen in der Literatur zahlreiche Angaben vor.

In unserem Institut wurde festgestellt, daß, wie Abb. 1 + 2 zeigen, für die Lehmböden des Braunschweiger Gebietes das optimale Porenvolumen zwischen 43 - 48% liegt,

Abb. 1

Rübenentwicklung und Porenvolumen auf Lehm

Rüben- entwick- lung	Por. Vol. Vol. %	Variation von bis	Kap. Spannung 100 cm		
			WG Vol. %	LG Gew. %	Ws LG Vol. %
schlecht	51.6	48.4 - 55.5	30.8	24.0	20.8
gut	45.3	43.6 - 48.9	34.8	24.0	10.5
schlecht	41.4	40.8 - 42.0	34.6	22.3	6.8

Einfluß von Porenvolumen und Luftkapazität auf den Weizenertrag							
Jahr	Frucht	Beh.	Kap. Spannung 100 cm			Ertrag Ret.	Klim. WBmm
			PV Vol. %	WG Vol. %	LG Vol. %		
1960	S. Weizen	A	52.0	34.6	17.4	100	-122
		B	47.0	36.4	10.9	102	
		C	46.0	37.0	9.2	108	
1961	S. Weizen	A	44.6	33.9	10.7	100	+220
		B	42.2	34.5	7.7	90	
		C	41.1	34.0	6.9	71	
1962	W. Weizen	A	43.3	34.4	8.9	100	+43
		C	41.7	33.3	8.4	91	
1963	S. Weizen	A	47.3	31.5	15.8	100	-128
		C	44.7	33.1	11.6	107	

Abb. 2

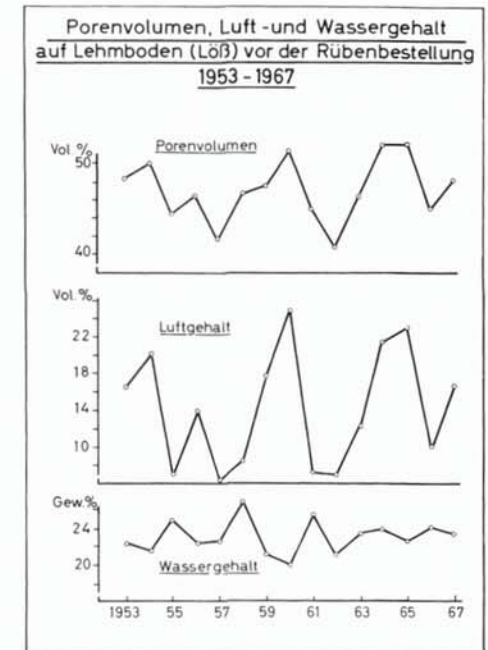


Abb. 3

wobei der niedrige Wert für Trockenjahre, der hohe für feuchte Jahre gilt (3). In jedem Falle liegen aber beide Werte wesentlich unter denen eines frisch gepflügten bzw. gefrästen Ackers.

Aber auch die Setzung der Winterfurche bringt in vielen Jahren das Porenvolumen nicht in den optimalen Bereich. Dies zeigen Meßergebnisse in der Winterfurche vor der Zuckerrübenbestellung, die auf unseren Dauerversuchen im Zeitraum von 16 Jahren erhalten worden sind (Abb. 3).

Das Bestehen eines optimalen Porenvolumens für das Pflanzenwachstum ist von unmittelbarer Bedeutung für drei Probleme der Bodenbearbeitung. Dies sind:

1. Der mechanische Bodendruck durch Schlepper und Geräte
2. Der Arbeitseffekt von Bodenbearbeitungsgeräten mit künstlicher Verdichtungswirkung
3. Die Minimierung des Bodenbearbeitungsaufwandes

Der Bodendruck durch Schlepper und Bewirtschaftungsverkehr ist seit jeher ein ständiger Begleiter des Ackerbaues gewesen. Bei der Beurteilung von Bodenbearbeitungseffekten wird - worauf Frese (4) bei der Wintertagung der DLG in Wiesbaden hingewiesen hat - zuwenig beachtet, daß der entscheidende Anteil an der Bodenfestigung bzw. Bodensetzung nicht auf das Konto von Gerätewirkungen geht, sondern auf das Zugmittel Pferd oder Schlepper zurückzuführen ist. Dies gilt vor allem für die erste Phase der Vollmotorisierung mit Schleppern zwischen 15 - 20 PS.

Bei mehreren Arbeitsgängen mit den notwendigerweise schmalen Gerätebreiten wurde jeder Quadratmeter Ackerfläche oft mehrfach überfahren und verdichtet. Mit größer werdenden Schleppern sind sowohl die Möglichkeiten zur Gerätekombination als auch die Arbeitsbreiten und Arbeitsgeschwindigkeiten der Bearbeitungsgeräte gestiegen. Hierdurch wurden die Arbeitseffekte der Geräte verbessert, so daß die Zahl der Arbeitsgänge wesentlich eingeschränkt werden konnte. Diese Faktoren führten dazu, daß der Anteil der Spuren an der bestellten Fläche wesentlich geringer geworden ist und der Anteil der nicht druckbeeinflussten Fläche zugenommen hat. Auf diesem Teil der Ackerfläche muß jetzt die erforderliche Setzung durch Bearbeitungsgeräte hergestellt werden.

Dies klingt so, als ob es um den Schlepperdruck schade wäre. Man darf aber nicht übersehen, daß der Schlepperdruck auf den erwähnten Lehmböden um Braunschweig bei der Frühjahrsbestellung den Boden unter den optimalen Bereich des Porenvolumens verdichtet, sich also schädlich auswirkt. Nur in Trockenjahren ist eine Wachstumsförderung in den Schlepperspuren zu beobachten. So bleibt also der Bodendruck das wesentliche Grundübel des Ackerbaues.

Nachdem man also in der Vergangenheit ungewollt und ungezielt die Bodensetzung dem Schlepperdruck überlassen hat, der des Guten zuviel getan hat, wird man in Zukunft erhöhte Ansprüche an den Setzungseffekt der Bodenbearbeitungsgeräte stellen müssen. Dieser Setzungseffekt wurde bisher vorwiegend durch das Gerätegewicht erreicht. Der Ersatz der schweren Walze durch die leichteren Wälzegen hat daher das Setzungsproblem nicht gelöst, sondern eher noch vergrößert. Die Amerikaner, die im Maisbau vor einer ähnlichen Frage standen, haben dieses Problem, pragmatisch wie sie sind, durch die Schlepperspursaat zu lösen versucht. Auch die spurarme Bestellung ist an die Entwicklung von Geräten mit ausreichender Setzungswirkung gebunden. Eine Lösung, zumindest für den Rüben- und Maisbau, bietet die Weiterentwicklung der Bandbearbeitungsgeräte, die durch Blake (5) in unserem Institut zur Diskussion gestellt und von Ruhm (6) für die Rübenbestellung entwickelt worden sind.

Das dritte Problem, das mit dem optimalen Porenvolumen für das Pflanzenwachstum in Zusammenhang steht, ist die Reduzierung des Aufwandes bei der Bodenbearbeitung. Unter diesen Punkt fallen also das Minimum-tillage, die Minimalbearbeitung, die vereinfachte Bodenbearbeitung und der Extremfall Direktsaat.

Einigkeit sollte jedoch wohl darüber bestehen, daß diese Verfahren nur im Hinblick auf eine Optimierung der Relation von Bearbeitungskosten und Pflanzenertrag von Bedeutung sind, es also primär nicht darauf ankommen kann, die Bodenbearbeitung auf Kosten des Ertrages oder der Bodenfruchtbarkeit einzuschränken.

Die Schwierigkeiten liegen nun darin, daß, kurzfristig betrachtet, die Beziehung zwischen Bodenbearbeitung und Ertrag nicht sehr straff ist. Das heißt, daß sich Fehler in der Bodenbearbeitung erst in längeren Zeiträumen in den Erträgen oder der Verunkrautung bemerkbar machen. Ohne näher auf die Gründe einzugehen sei darauf hingewiesen, daß Bodenbearbeitungsversuche mindestens 5 Jahre laufen müssen, bevor eine sichere Aussage möglich ist. Dies gilt besonders für alle Fragen, die mit der Pflugarbeit zusammenhängen, bei der immer wieder der Hebel zur Einsparung und Vereinfachung der Bodenbearbeitung angesetzt wird.

Das Paradebeispiel für den Verzicht auf Pflugarbeit ist die Getreidebestellung nach Hackfrüchten, wenn sich das Bodengefüge trotz maschineller Ernte und Abfuhr noch in einem guten Zustand befindet. Diese Methode, die immer wieder neu entdeckt wird, wurde bereits im vorigen Jahrhundert von vielen Rübenbauern praktiziert, die ihren Winterweizen auf unkrautfreien Rübenäckern nur in einem Eggenstrich zu bestellen pflegten. Später hat von Nitzsch (7) ähnliche Versuche unter Verwendung des Grubbers als Pflugersatz auf Tonböden der Saaleniederung mit gutem Erfolg durchgeführt, und nach dem Kriege hat Feuerlein (8) im süddeutschen Raum auf Weißjuratonen, wie Abb. 4 zeigt, ebenfalls gute Ergebnisse bei der Ackerbestellung mit Pflugersatzgeräten erhalten. Diesen Pflugersatzversuchen ist jedoch gemeinsam, daß:

1. Der Pflugersatz einjährig war,
2. die Pflugfähigkeit der Böden in Folge ihrer Schwere und Trockenheit zum Bestellungszeitpunkt sich in einem schlechten Zustand befand,
3. das Bodengefüge im Krumbereich einen guten Zustand aufwies.

Diese drei Voraussetzungen dürften auch heute noch für den Pflugersatz erforderlich sein.

Trotzdem haben bis heute die Pflugersatzverfahren keinen festen Platz in der prak-

Vergleichsversuch mit versch. Saatbett-

Vorbereitung zu W.-Weizen

Bodenart: lehm. Ton auf Weißjura

(Ertrags - Relationen)

	Korn	Stroh
Pflug	100	100
Egge	112.9	103.5
Fräse	119.7	112.1
Scheibenegge	104.1	98.5
Grubber	97.3	89.9

Abb. 4

tischen Bodenbearbeitung gefunden. Hauptgrund dürfte die schlechte Kampfkraft der Pflugersatzgeräte gegen das Unkraut sein.

Heute sind die Voraussetzungen für die vereinfachten Bestellungsverfahren infolge der Unkrautbekämpfung durch Herbizide wesentlich günstiger. Andererseits ist aber auch die Gefahr größer, daß sie dort angewendet werden, wo die drei genannten Voraussetzungen nicht gegeben sind.

Das Extrem im Verzicht auf die Pflugarbeit sowie jede andere Bodenbearbeitung ist die Direktsaat. Dieses Verfahren wurde in den letzten Jahren von der ICI durch Entwicklung der Herbizide Paraquat und Diquat ermöglicht.

Im Idealfall wird bei diesem Verfahren die Stoppel der Vorfrucht zur Unkrautbekämpfung mit den genannten Herbiziden gespritzt und die Saat einige Tage später ohne weitere Bodenvorbereitung mit einer Spezialdrillmaschine mit Dreischiebenscharen durchgeführt. Als eine neue Möglichkeit zur Einsparung der Bodenbearbeitung hat dieses Verfahren ein großes Interesse gefunden und zu einer regen Versuchstätigkeit geführt. Unser Institut führt zwei Versuche, einen auf Sandboden und einen auf Tonboden, durch (9), deren Ergebnisse die folgenden Darstellungen zeigen. Die Versuchsglieder sind in beiden Fällen:

1. Schälen 6 - 8 cm, Rapsdecke, Pflügen 20 - 30 cm, Aussaat Hauptfrucht
2. Schälen 6 - 8 cm, Rapsdecke, Abtöten der Rapsdecke, Aussaat Hauptfrucht
3. Pfluglos, möglichst Direktsaat einer Rapsdecke, Abtöten der Rapsdecke, Aussaat Hauptfrucht.

Schwierigkeiten bot die Einsaat mit dem Dreischiebenschar auf der Direktsaatparzelle. Der Tiefgang der Schare war sehr ungleichmäßig. Die Schare hinterließen einen offenen Schlitz, der schwer zu schließen war, so daß oft starker Vogelfraß auftrat. Diese Schwierigkeiten traten besonders beim Tonboden im Frühjahr auf, da entgegen der Erwartung die Oberfläche der ungepflügten Direktsaatparzelle über Winter keine Froststruktur bildete, die auf diesem Boden für ein krümeliges Saatbett notwendig ist. Die vor Winter gepflügten Pflugparzellen zeigten dagegen eine ideale Frostkrümelung, trockneten sehr schnell ab und boten für ein Saatbett geradezu ideale Voraussetzungen.

Die Entwicklung des Bodengefüges auf der Direktsaatparzelle im Vergleich zu den konventionellen Verfahren zeigen Abb. 5 und 6. Sie enthalten die Werte für das Gesamtporenvolumen und den Luftgehalt bei 100 cm Bodenwasserspannung. In Abb. 5 zeigt der Verlauf der Werte, daß beim Sandboden das Porenvolumen und insbesondere der Luftgehalt in beiden Versuchsjahren auf der pfluglosen Parzelle am niedrigsten ist und laufend abgesunken ist. Dies gilt vor allem für die Bodentiefe 5 - 10 cm.

Ähnliche Ergebnisse brachte auch der Versuch auf dem Tonboden (Abb. 6). Das Gesamtporenvolumen liegt hier zwar höher als beim Sandboden, jedoch sinken auf der Direktsaat Porenvolumen und Luftgehalt ab, wobei dieser die sehr niedrigen Werte von 3 - 5 Vol% aufweist.

Die Erträge auf beiden Versuchen zeigt Abb. 7. Aus den Relationen ergibt sich, daß auf dem **Sandboden** im ersten Versuchsjahr 1967 die Direktsaat beim Landsberger Gemeinde und bei der Sommergerste der konventionellen Bestellung überlegen war. Beim Roggen war kein signifikanter Unterschied vorhanden.

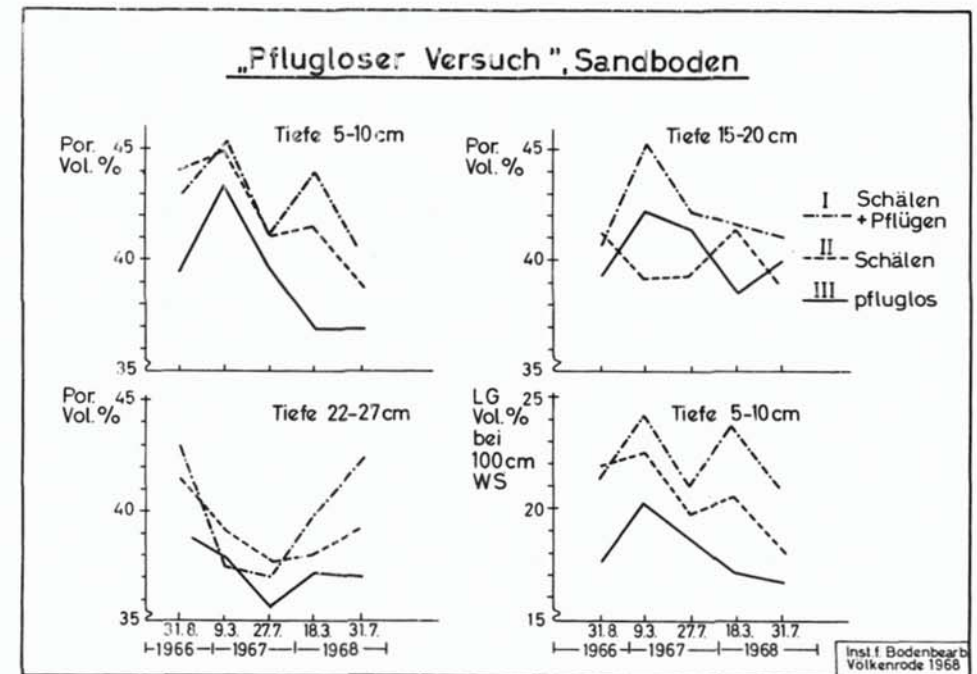


Abb. 5

1968 ist die Direktsaat beim Landsberger Gemeinde den beiden anderen Bestellungsverfahren überlegen. Beim Roggen fällt die Direktsaat jedoch stärker ab. Bei der Sommergerste spiegeln die Erträge den tatsächlichen Wachstumsablauf nicht wider. Hier waren bis zum Ährenschieben beide Pflugparzellen der Direktsaat im Wachstum deutlich überlegen. Durch einen Starkregen gingen jedoch die beiden konventionellen Parzellen vor der Kornausbildung ins Lager, so daß der Gerstenertrag stark gedrückt wurde.

Beim **Tonboden** zeigen die relativen Erträge bei Hafer und Sommergerste schon im ersten Versuchsjahr eine Unterlegenheit der Direktsaat. Diese verstärkt sich noch im folgenden Versuchsjahr, insbesondere beim Hafer. Der Grund für diese Ertragsrückgänge liegt zum großen Teil in einer Zunahme der Verqueckung, die durch den Ausfall der Pflugarbeit verursacht worden ist. Beim Winterweizen sind die Erträge auf den drei Bearbeitungsverfahren gleich, weil hier vorausschauend eine intensive Queckenbekämpfung durch mehrfaches Fräsen vor der Bestellung des Winterweizens durchgeführt worden ist.

Die beiden Versuche unseres Instituts sprechen besonders im zweiten Versuchsjahr nicht zugunsten der Direktsaat. Man darf jedoch solche Ergebnisse nicht verallgemeinern, wie die Versuche der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein aus den Jahren 1967 - 1968 zeigen, deren Ergebnisse Teuteberg (10) dankenswerterweise zur Verfügung gestellt hat. Aus Abb. 8 ist ersichtlich, daß in diesen Versuchen bei

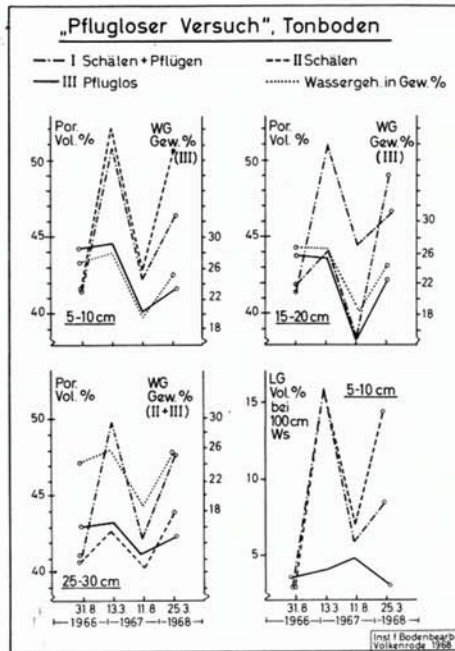


Abb. 6

Wintergetreide die Direktsaat den konventionellen Bestellungsverfahren gleich oder sogar überlegen gewesen ist. Beim Sommergetreide blieb dagegen die Direktsaat in den Erträgen stärker zurück.

Teuteberg (10) schließt aus den Ergebnissen, daß unter den schleswig-holsteinischen Ackerbauverhältnissen die Direktsaat besonders dort gute Aussichten hat, wo in Folge kurzer Zeitspannen zwischen zwei aufeinander folgenden Früchten die konventionelle Bestellung Schwierigkeiten macht. Entweder weil die Pflugarbeit Schwierigkeiten mit sich bringt oder die nachfolgende Setzung der Pflugarbeit mangelhaft bleibt.

Über weitere Versuche zur Direktsaat sowie zur vereinfachten Saatbettvorbereitung durch Einsparungen bei der Primärbearbeitung berichtet u. a. Debruck (11). Die Ergebnisse bestätigen in den wesentlichsten Punkten die dargestellten Ergebnisse.

Aus den drei Versuchsserien lassen sich folgende Schlüsse ziehen, die im wesentlichen auch für andere vereinfachte Bestellungsverfahren durch Einschränkung der Primärbearbeitung gelten:

1. Die Direktsaat ist nur bei einem günstigen Bodengefüge in der Krume und insbesondere in Saatbettiefe anwendbar.
2. Aus diesem Grunde sind leichte Bodenarten für die Direktsaat besser geeignet als schwere Bodenarten.

3. Für die Direktsaat ist Freiheit von Wurzelunkräutern und insbesondere von Quecke Voraussetzung.
4. Die Direktsaat ist bei der regellosen Lage der Bodenverdichtungen im heutigen Bewirtschaftungsverkehr nur als einjährige Maßnahme vertretbar. Mehrjährig ist sie nur bei systematischen Fahrbahnen denkbar, wozu neue Entwicklungen der Ackerbautechnik erforderlich wären.

Bisher war von neuzeitlicher Bodenbearbeitung wenig die Rede. Was sollte man hierunter verstehen, welches ist ihr wesentlichstes Merkmal?

Das wesentlichste Merkmal ist zweifellos, daß die Bereitstellung der notwendigen Energie für die Bodenbearbeitung heute kein Problem mehr ist. Damit ergibt sich die Möglichkeit, jede Vorstellung über eine rationelle Bodenbearbeitung zu realisieren. Verlockend ist immer wieder die Vorstellung, die unterschiedlichen Arbeitsverfahren bei der Feldbestellung: Bodenbearbeitung, Düngen, Spritzen, Säen in einen Arbeitsgang zusammenzulegen, also eine Bestellmaschine zu entwickeln. Theoretisch ist dies am besten dort möglich, wo sich die Arbeitsgänge zeitlich und mechanisch miteinander vertragen und auch der Boden keine Probleme bietet. Aber es zeigte sich z. B. im amerikanischen Maisbau, daß es zweckmäßiger ist, die Primärbearbeitung von der Sekundärbearbeitung zu trennen, weil beiden Arbeitsgängen unterschiedliche Voraussetzungen zugrunde liegen, die sich schlecht vertragen.

Abb. 7

Hauptwirkungen bei den Erträgen aus pfluglosen Versuchen
Institut für Bodenbearbeitung
Völkensrode 1967/68

Frucht	Bearb. Verf.	Sandboden		Tonboden	
		1967	1968	1967	1968
Landsberger Gemenge	I kg/ha	50023	31258	Landsberger	39841
	Rel.	100	100	Gemenge	100
	II	99	102		106
	III	107 xx	110 xx		81 xxx
Roggen	I kg/ha	4229	4972	Hafer	6008
	Rel.	100	100		100
	II	98	93 xxx		103 x
	III	102	88 xxx		94 xx
Sommergerste	I kg/ha	3015	3513	Sommer- und Winterweizen	3760
	Rel.	100	100		100
	II	99	105		105
	III	108 xxx	102		72 xxx
					99

I = Schälten + Pflügen, II = Schälten + Herbizidspritzung, III = Pfluglos, möglichst Direktsaat

Die Verträglichkeitsfrage stellt sich aber auch für die Sekundärbearbeitung. Nehmen wir als Beispiel die Frühjahrsbestellung auf den pseudovergleyten Parabraun-erden aus Löß mit geringem Humusgehalt. Ihre hervorstechendste Eigenschaft zu diesem Zeitpunkt ist das langsame Abtrocknen trotz einer hohen Verdunstungsbeanspruchung der Luft. Der Grund ist eine sehr hohe kapillare Wasserleitfähigkeit dieser Böden, welche die verdunstenden Wassermengen aus dem Untergrund schnell und verhältnismäßig lange nachliefert. Beim System „Alles in einem Arbeitsgang“ müßten die gekoppelten Geräte einer solchen Bestellmaschine in einem noch feuchten Boden arbeiten. Sie würden nicht ihre optimalen Arbeitseffekte erreichen und auch nicht störfrei arbeiten. Einen bodentechnologischen besseren Effekt erreicht man, wenn man das erste Aufreißen dieser Böden als getrennten Arbeitsgang durchführt, eine Abtrocknungspause einlegt und dann die Feinarbeit mit Saat folgen läßt. Dieses „Trockeneggen“ kann dann auch bei relativ feuchtem Boden durchgeführt werden. Es bringt nach Untersuchungen unseres Instituts (9) höhere Erträge, weil der Boden bis zur Saat sein Gefüge stabilisieren kann. Man sollte deshalb nicht in den Fehler verfallen, die Bodenbearbeitung vorwiegend als ein arbeitswirtschaftliches Problem zu sehen. Dies würde dem Begriff einer neuzeitlichen Bodenbearbeitung widersprechen. Denn durch Bereitstellung von genügend Zugkraft und von Geräten mit besseren Arbeitseffekten ist der Landwirt heute mehr denn je in der Lage, die Ansprüche der Kulturpflanzen an das Bodengefüge zu befriedigen und auf besondere Eigenschaften unserer Böden Rücksicht zu nehmen.

Abb. 8

<u>Versuche mit pflugloser Bestellung der</u> <u>Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein</u> <u>1967/68 (nach Teuteberg)</u> <u>Rel. Erträge, Mittel 3N=Stufen</u>					
Frucht	Jahr	Orte	Pflug	Fräse	Direktdrill
Wi.-Weizen	1967	3	100	107	114
	1968	2	100	96	96
Wi.-Gerste	1967	1	100	100	100
	1968	2	100	100	100
So.-Gerste	1967	1	100	100	89
Hafer	1967	1	100	100	93
	1968	1	100	104	91

Literatur

- 1 Mückenhausen, E., Klapp, E.: Grundsätzliches zur Tieflockerung des Bodens
Mittlg. DLG 82, 457, 1967
- 2 Merbitz, H.: 300 Jahre Lockerung der Böden - und noch immer keine Klarheit?
Mittlg. DLG 82, 290 - 295, 1967
- 3 Czeratzki, W.: Die Charakterisierung von bearbeitungsbeeinflussten Bodeneigenschaften in Beziehung zum Pflanzenwachstum
- 4 Frese, H.: Landbauforsch. 16, 37 - 44, 1966
Aktuelle Probleme der Bodenbearbeitung
Vortrag Wintertag. DLG, Wiesbaden 1969
- 5 Blake, G. R.: Minimum tillage: Bodenbearbeitung - Bestellung und Pflege mit geringstem Aufwand ohne Ertragsminderung
Grundl. d. Landtechnik H 19, 5 - 10, 1964
- 6 Ruhm, E.: Über den Einfluß der Saatenpflege und der Schleperspuren auf den Getreideertrag
Landbauforsch. Völkenrode 18, H. 2, 1968
- 7 Nitzsch, W. v.: Bessere Bodenbearbeitung
Heft 70 RKTL-Schriften, Parey Berlin, 1939
- 8 Feuerlein, W.: Minimale und optimale Aufwendungen für den Boden
„Ring“ Druck- u. Verlagsges. Wien 1962
- 9 Czeratzki, W., Ruhm, E.: Zweijährige Ergebnisse aus Versuchen zur bearbeitungslosen Bestellung:
III. Internat. Kongr. f. Technik i. d. Landw. 1969
Baden-Baden (im Druck)
- 10 Teuteberg, W.: Pfluglose Ackerkultur
Tagg. Verb. Landw. Unters.- und Forschungsanst. Lübeck, 1968
- 11 Debruck, J.: Minimalbodenbearbeitung und Direktsaat
Mittlg. DLG 84, 233-236, 1969

