

# Landtechnik von morgen

Folge

5

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

1. „Aktuelle landtechnische Fragen bei der Saat von Mais und Rüben“  
von Dr. Manfred Estler
2. „Der Einfluß der Landtechnik auf die Entwicklung der Landwirtschaft – gestern, heute und morgen“ von Dipl.-Ing. Anton Schlüter
3. „Probleme der Bodenbearbeitung mit schweren Schleppern“  
von Prof. Dr. H. Vetter



Herausgegeben von der  
MOTORENFABRIK ANTON SCHLÜTER MÜNCHEN · WERK FREISING



Die im Frühjahr und Herbst jeden Jahres stattfindenden Informationstagungen und Großvorführungen auf Gut Schlüterhof in Freising haben ihren guten Ruf von Jahr zu Jahr gefestigt. Sie sind heute ein beliebter Treffpunkt für den Austausch von Erfahrungen und neuen Erkenntnissen auf dem gesamten Gebiet der Landtechnik und den damit verbundenen Problemen moderner Landwirtschaft. Wissenschaftler, Techniker und Praktiker diskutieren hier im Beisein von Vertretern der Fachpresse und des landtechnischen Vertriebes neues Wissen und Landtechnik von morgen. Besonders auf dem Gebiet der Großflächenbearbeitung mit großen und starken Schleppern sind von diesen Tagungen schon oft richtungweisende Impulse ausgegangen.

# Aktuelle landtechnische Fragen bei der Saat von Mais und Rüben

Von Dr. M. Estler, Institut für Landtechnik, Freising-Weihenstephan  
Schlüter-Informationstagung am 25. April 1968

Die heutige Tagung steht mit den Schwerpunktsthemen „Bodenbearbeitung mit schweren Schleppern“, aber auch „Bodenvorbereitung und Aussaat zu Mais“ vor uns.

Meine Ausführungen werden sich also speziell mit der Aussaat von Mais beschäftigen, obwohl auch immer wieder Probleme der Aussaat von Rüben mit hineinspielen. Denn die Geräte, die heute vorgeführt werden, sind zum größten Teil nicht speziell für die Maissaat vorgesehen, sondern eine gewisse Wandelbarkeit der Geräte bewirkt, daß sie ebenso für die Rübensaats eingesetzt werden können. Ich werde meine Ausführungen in drei Abschnitte aufgliedern, einmal in die Bodenvorbereitung selbst, in die Aussaat und dann in die von uns heute als zukunftsreich angesehenen Möglichkeiten einer Kombination von Bodenvorbereitung und Saat in kombinierten Geräten.

Wenn heute durch die Pflanzenzüchtung, durch die Pflanzenernährung und auch den Pflanzenschutz sehr bedeutsame Voraussetzungen für das Erzielen hoher und auch sicherer Ernteerträge geschaffen werden, so darf eines dabei nicht übersehen werden. Neben allen diesen Einflußfaktoren kommt einer gezielten Bodenbearbeitung und einer exakt durchgeführten Saat eine ganz außerordentliche Bedeutung zu. Daß die Bodenbearbeitung hier besonderes Augenmerk verdient, möchte ich an dem folgenden Beispiel veranschaulichen: Einerseits sind wir durch die heute vorliegenden Forschungsergebnisse wesentlich besser und auch differenzierter über die Fragen der Bodenstruktur, der Reaktion verschiedener Böden auf mechanische Bearbeitungsmaßnahmen, aber auch über Keimung und Wachstum der Pflanzen, über Wasserversorgung, über Düngerversorgung und dergleichen informiert. Andererseits schrumpfen aber in Betrieben mit intensiven Fruchtfolgen und mit intensivem Ackerbau die Zeitspannen, die für eine optimale Bearbeitung der Böden zur Verfügung stehen, immer mehr zusammen. Die Gefahr, daß die Böden in einem Zustand bearbeitet werden sollen und auch müssen, in dem sie nicht für diesen jeweiligen Bearbeitungsgang in einem optimalen Zustand stehen, nimmt ständig zu und hiermit auch natürlich die Gefahr von Bodenschädigung und Ertragseinbußen.

## Eine gute Herbstfurche ist die halbe Saatbettbereitung im Frühjahr

Eine gute Bodenbearbeitung ist einer der wesentlichen Faktoren für das Erzielen hoher Feldaufgänge und damit auch bei Rüben und Mais ein sehr stark ertrags-

beeinflussender Faktor. Zwei Bedingungen grenzen unter unseren klimatischen Bedingungen im allgemeinen den Vegetationszeitraum für Mais, aber auch für Rüben, ab. Es ist einmal im Frühjahr die Bearbeitbarkeit der Felder und das Erreichen der für die Keimung erforderlichen Bodentemperatur, die bei Mais immerhin 8–9° C beträgt. Es ist zum zweiten im Herbst das Bestreben, mit möglichst geringem Arbeitsaufwand eine zeitgerechte, verlustarme, maschinelle Ernte durchzuführen und nach den Erntearbeiten noch eine Winterfurche zu ziehen, u. U. auch noch eine Winterweizensaat einzubringen. Wir wissen heute, daß bereits mit der Güte der Pflugfurche im Herbst entscheidender Einfluß auf die saubere und mit geringer Zahl an Arbeitsgängen durchzuführende Saatbettvorbereitung im Frühjahr genommen wird. Die letzten Jahre, die in der Regel nur geringe Wechselfröste brachten, haben sehr deutlich gezeigt, daß krasse Niveau-Unterschiede, die durch Pflugfehler und unsauberes Pflügen im Herbst hervorgerufen worden waren, durch die Einwirkung von Frost und Niederschlägen während des Winters allein nicht ausgeglichen werden können. Unebene Felder benötigen aber einen größeren Arbeitsaufwand im Frühjahr. Hinzukommt, daß mit diesen Bearbeitungsgängen zwar eine Einebnung der Felder vorgenommen wird, daß aber loser Boden von den Furchenkämmen in die Furchentäler hinabgezogen wird und für die nachfolgenden Sägeräte unterschiedliche Ablegebedingungen und für das keimende Saatgut ungleichmäßige Aufgangsbedingungen entstehen.

## So wenig Fahrspuren wie möglich

Gerade auch im Hinblick auf die Frühjahrsarbeiten bestehen zwei grundsätzliche Forderungen: Einmal die **Sorgfalt** der Arbeit, zum anderen die **Schlagkraft**. Die Sorgfalt bei der Saatbettvorbereitung und Aussaat ist mit ausschlaggebend für rasches und ungehindertes Keimen und Wachstum der Pflanzen und damit eine der Grundvoraussetzungen für das Erzielen optimaler Bestandesdichten, Einzelkornbestände und damit auch ha-Erträge. Eine hohe Schlagkraft muß nicht nur bei der Saatbettvorbereitung, sondern auch bei der Saat gewährleistet sein, damit in den oft nur kurzen Schönwetterperioden während der Frühjahrssaats-Zeitspanne die Arbeiten rasch und zügig und unter Ausnutzung der optimalen Witterungs- und Bodenbedingungen durchgeführt werden können. Bereits vorhin habe ich die Zahl der erforderlichen Arbeitsgänge im Frühjahr angesprochen und deren Abhängigkeit von einer ordnungsgemäßen Pflugfurche aufgezeigt. Zusätzliche Arbeitsgänge verursachen jedoch nicht allein einen höheren Bearbeitungsaufwand und damit höhere Kosten. Sie sind auch gleichbedeutend mit der Zahl der Fahrspuren, die von den Schleppern auf dem Feld angelegt werden. Herr Feuerlein hat in einer der Schlüter-Tagungen der letzten Jahre sehr eingehend auf dieses Problem und auch auf die damit verbundenen Gefahren hingewiesen. Tatsache ist, daß die mit den Schlepperreifen hervorgerufenen Verdichtungen nicht allein bei einer flachen Kornablage, wie wir sie z. B. bei Rüben heute wünschen, die Aufgangsbedingungen unterschiedlich gestalten. Deshalb soll hier noch einmal eindringlich und auch im Hinblick auf das, was Sie nachher draußen bei der Vorführung sehen werden, auf die Verwendung von Gitterrädern hingewiesen sein. Sie sind gerade heute bei dem unverkennbaren Trend zur Verwendung PS-starker Schlepper auch für die Frühjahrsbodenbearbeitung wichtig für eine optimale Zugkraftübertragung; bei den höheren Schlepper-



eigengewichten und vor allen Dingen auf empfindlichen Böden, aber auch für das Vermeiden von tiefen Fahrspuren und von Bodendruck. Die für Mais und Rüben gleichermaßen geltende Forderung nach einer tiefgründigen Bodenbearbeitung im Herbst – abgesehen von den leicht erwärmbaren Böden, wo unter Umständen auch eine Frühjahrspflugfurche zu vertreten ist – und einer flachen Bearbeitung im Frühjahr kann im Bereich der Frühjahrsarbeit von den heute bereits zur Standardausrüstung unserer Betriebe zu zählenden Gerätekombinationen in hervorragender Weise erfüllt werden. Ich sage bewußt, es kann so sein, denn oftmals besteht für uns der Eindruck, als ob die Zusammenstellung der verschiedenen Geräte in den Kombinationen noch zu schematisch vorgenommen wird. Es besteht vielfach in der Praxis noch keine ausreichende Klarheit über die Einsatzbereiche aber auch -grenzen der verschiedenen Geräte.

### **Saatbettbereitung braucht hohe Fahrgeschwindigkeit**

Hinzukommt, daß die verschiedenen neuen Geräte, vor allem die heute allgemein üblichen Krümelwalzen, einen optimalen Arbeitseffekt erst bei Vorfahrtgeschwindigkeiten erreichen, die in der Regel über 6 km/h liegen. Der Zugkraftbedarf z. B. einer Kombination von Feingrubber und Krümelwalze ist ganz erheblich und es darf nicht übersehen werden, daß wir uns heute zwar bei Herrn Schlüter konfrontiert sehen mit einer Vielzahl PS-starker Schlepper. Der Trend zur Verwendung starker Schlepper steht in der Praxis jedoch wohl noch am Anfang und sicherlich macht der Praktiker oftmals den Fehler, Geräte zu verwenden, die auf die vorhandenen Schlepper nicht entsprechend abgestimmt sind. Für einen Großteil unserer Landwirtschaft, so sehe ich es jedenfalls, ist heute noch der 45- und 50-PS-Schlepper ein relativ „großer“ Schlepper. Wir werden aber heute sehen, daß viele der vorgeführten Gerätekombinationen einen erheblich höheren PS-Bedarf verursachen. Die Praxis macht zudem oftmals wohl einen gewissen Fehler, indem sie dem heutigen Angebot folgend zu breite Gerätekombinationen wählt, die zwar optisch eine hohe Flächenleistung versprechen. Im praktischen Einsatz lassen sich dann aber oftmals mit den vorhandenen und in der PS-Zahl nicht ganz ausreichenden Schleppern nur relativ geringe Arbeitsgeschwindigkeiten erreichen.

Die Folge davon ist wiederum, daß die Geräte nicht in ihrem optimalen Vorfahrtbereich fahren können, ein mehrmaliges Überfahren der Felder wird erforderlich und hierdurch entstehen wiederum überhöhte Kosten und die vorhin erwähnten vermehrten und unerwünschten Fahrspuren auf dem Felde.

Wenn wir das heutige Modellbeispiel einer gezielten Bodenvorbereitung für Rüben und auch für Mais betrachten, wonach über einem unbearbeiteten oder mechanisch verfestigten Unterboden eine flache, ca. 3 – 5 cm starke lockere Deckschicht liegt, so läßt sich dies mit den heutigen Gerätekombinationen, wenn sie gezielt eingesetzt werden, ohne weiteres erreichen. Ohne allzusehr auf die technischen Einzelheiten einzugehen, können wir wohl heute sagen, daß gerade im Hinblick auf das exakte Einhalten dieser flachen, gekrümelten Oberschicht diejenigen Gerätelösungen günstig wirken, bei denen sich die vorlaufenden Geräte auf die dahinter laufenden Krümelwalzen abstützen können. Wo also das gesamte Krümelwalzenaggregat als Tiefenführungsrolle wirkt und Feingrubber oder Löfflegge in einer vorher be-

stimmbaren Arbeitstiefe führt. Von den Feingrubbern wird eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit und eine gute Bodenkrümelung sehr gut erreicht. Wir wissen aber heute, daß gerade bei der Aussaat von feinkörnigen Sämereien, wie es z. B. das mechanisch einkeimige Saatgut bei Rüben darstellt, der relativ große Strichabstand und die zu tiefe Lockerung des Bodens eine gewisse Gefahr bedeuten können.

Auch bei der Verwendung von Löffleggen oder schweren Ackereggen ergibt sich eine gewisse Diskrepanz der Forderungen darin, daß die notwendige Belastung der Zinken, also ein bestimmter Tiefgang gegeben sein sollte, daß aber bei hohen Fahrgeschwindigkeiten dieser einwandfreie Tiefgang nicht immer erzielt werden kann und auch die freie Beweglichkeit der Einzelfelder einer Egge eine unabdingbare Forderung ist. Die Verwendung von Krümelwalzen als Nachlaufaggregate hat sich in relativ kurzer Zeit sehr weitgehend durchgesetzt. Dennoch hat man mitunter den Eindruck, als ob die Qualität ihrer Arbeit noch allzusehr von der Vorkrümelung der vorausgehenden Werkzeuge abhängt. Sie werden heute bei der Gerätebesichtigung eine Reihe von Neuschöpfungen auf diesem Gebiet sehen, die einen stärkeren Zerkleinerungseffekt erreichen sollen und auch ein besseres Verdichten und mechanisches Absetzen des Bodens bewirken sollen. Sicherlich wäre für schwere Böden, wie sie gerade auch hier bei uns im bayerischen Raum vielfach vorliegen, eine Weiterentwicklung von Geräten, die eine noch stärkere Zerkleinerungswirkung hervorbringen, sinnvoll. Wir werden nachher z. B. von der Landsberger Pflugfabrik ein solches Gerät sehen. Dies wäre vor allen Dingen auch deshalb zweckmäßig, weil gerade diese schweren Böden oft anfällig gegen zu starkes Befahren sind und die Fahrspuren sich dort ganz besonders bemerkbar machen. Dies als ein kurzer Streifzug durch die Bodenvorbereitung, wie steht es nun mit der Aussaat selbst.

### **Der exakte Pflanzenabstand ist wichtig**

Bei den Hauptgetreidearten, die heute in Mitteleuropa, in Deutschland angebaut werden, werden Pflanzenbestände von 3,5 – 4 Mill. Pflanzen pro Hektar als Voraussetzung für die Erzielung optimaler Ernteerträge angesehen. Für die Reihenfrüchte Mais und Rüben liegt diese Zahl jedoch erheblich niedriger. Sie wissen, daß bei Zuckerrüben etwa 70 000–80 000 Pflanzen pro Hektar, bei Körnermais etwa 70 000–100 000, bei Silomais 80 000–150 000 Pflanzen je Hektar, nur um die Größenordnung anzudeuten, gewünscht werden. Bei den heute üblichen Reihenweiten von 50 cm bei Rüben und ca. 75–80 cm bei Mais ergeben sich hieraus erheblich größere Pflanzenabstände in der Reihe als bei Getreide. Eine gleichmäßige und sichere Ablage des Saatgutes auf diese eingestellten Kornabstände ist aber vor allem aus folgenden Gründen wichtig:

1. soll eine Verringerung des Saatgutaufwandes gegenüber der früheren Drillsaat erreicht werden.
2. wird das gleichmäßige Auflaufen der Saaten und damit günstige Einsatzbedingungen für die Folgegeräte bei Rüben, vor allen Dingen für die Pflegearbeiten gefordert.
3. ist es das Sicherstellen eines möglichst optimalen Standraumes für die Einzelpflanzen und damit das Erzielen hoher und auch sicherer Hektarerträge.

4. ist außerdem die Verringerung des Arbeitszeitbedarfes für die Pflegearbeiten bei Zuckerrüben durch den Übergang vom Handvereinzeln zum Vereinzeln mit der langen Hacke und vor allen Dingen jetzt in neuerer Zeit die verstärkte Anwendung blind-mechanischer oder gesteuert-mechanischer Vereinzlungsgeräte wichtig.
5. Bei der Ablage des Saatgutes auf Endabstand unter Verwendung hocheinkeimigen Saatgutes ebenfalls die Einzelkornsaat eine unabdingbare Forderung.
6. Als letztes ist aber nicht zu vergessen die störungsfreie Durchführung einer verlustarmen, maschinellen Ernte.

Wenn also heute die Aussaat von Zuckerrüben wohl ganz eindeutig unter dem Aspekt betrachtet werden kann, daß eine möglichst weitgehende Verringerung des Arbeitszeitbedarfes für das Vereinzeln angestrebt wird, so ist die Einstellung der Kornabstände eben im wesentlichen auch auf das durchgeführte Vereinzungsverfahren abgestimmt. Größere Kornabstände von 6–8 cm sind bei Hand- oder mechanisch-gesteuerter Vereinzlung möglich, während die blind-mechanische Vereinzlung geringere Abstände von maximal 6 cm erfordert. Die Ablage auf Endabstand wird vor allem bei Verwendung hocheinkeimigen Saatgutes angestrebt.

Im Maisbau ist vor allem die sichere Ausreife und das Erzielen hoher Erträge an Körnern ausschlaggebend. Dem begrenzten Vegetationszeitraum in unserem Klimabereich entsprechend wird daher einer frühen Saat vor allem bei Körnernutzung eine besondere Bedeutung zugemessen.

Die frühe Saat bringt einmal eine Verlängerung der Vegetationsperiode und damit die Vorteile einer sicheren Ausreife, eine geringere Erntegutfeuchtigkeit und damit, wenn eine Trocknung vorgesehen ist, geringere Trocknungskosten. Sie ermöglicht jedoch auch u. U. die Verwendung später abreifender Sorten, hat aber auf jeden Fall eine frühere Ernte und dadurch Zeitgewinn für die Folgearbeiten im Herbst, für die Pflugarbeiten, für Weizensaat usw. und Verlustminderung zur Folge. Eine spätere Saat würde zwar eine verspätete Unkrautbekämpfung vor der Saat ermöglichen, die Bodentemperaturen würden zur Saatzeit schon günstiger sein, die Keimung könnte rascher erfolgen und dadurch eine geringere Anzahl von Ausfällen an Pflanzen bewirken. Wir sehen aber immer wieder, daß gerade in unseren Gebieten und vor allem in den neu erschlossenen Körnermaisbaugebieten in Norddeutschland die frühe Saat des Maises und die Verwendung sehr früh abreifender Sorten als eine sehr wesentliche Voraussetzung für das Erzielen sicherer und hoher Erträge angesehen wird.

### **Gleichmäßige Ablagetiefe des Saatkorns**

Welche Anforderung sind nun heute an Maissägeräte zu stellen. Sie sollen einmal schwer genug sein, um auch bei hohen Fahrgeschwindigkeiten und dem heute angestrebten, etwas rauheren Saatbett eine gleichmäßige Tiefenablage des Saatgutes zu gewährleisten. Der Antrieb der Säorgane sollte möglichst gleichmäßig und schlupffrei erfolgen können, damit eine exakt gleichmäßige Ablage der Körner in den vorgewählten Abständen gewährleistet wird. Von diesem Blickpunkt aus gesehen sind große Antriebsräder, auch der Zentralantrieb günstiger zu beurteilen,

als kleine Räder bei Einzelradantrieb. Die Tiefenführung sollte gleichmäßig und exakt einzuhalten sein. Gerade die Verhältnisse in diesem Jahr haben gezeigt, daß sehr oft unterschiedliche Anforderungen gestellt werden müssen. Rübensaatgut soll gleichmäßig auf eine Tiefe von 3 cm abgelegt werden können, beim Mais hat sich in diesem Jahr z. B. eine tiefere Saat bei der außerordentlichen großen Trockenheit gut bewährt. Am besten eignet sich für diese gleichmäßige Tiefenführung großdimensionierte Laufräder, die möglichst in der Nähe der Säscharen liegen sollen. Schleifkufen oder andere Vorrichtungen für die Tiefenführung können bei rauherem Saatbett und bei höheren Fahrgeschwindigkeiten mitunter Schwankungen der Ablegetiefe zur Folge haben.

Zum anderen sollte die Möglichkeit bestehen, die Einzelkornsägeräte mit einer Reihendünger-einrichtung zu versehen und nicht zuletzt muß das Sägerät in der Lage sein, Saatgut von unterschiedlichen 1000-Korngewichten exakt einzelkornmäßig auszubringen. Nach diesen Forderungen, die für die Maissägeräte bestehen, muß auch bei der Saat der Grundsatz einer möglichst großen Schlagkraft und auch Sorgfalt nochmals wiederholt werden. Ich möchte dringend davor warnen, daß die Sorgfalt der Saatausbringung geopfert wird einer zu hohen Schlagkraft, weil sonst durch schlechte Aufgangsergebnisse Ertragseinbußen unausbleiblich sind und schlechtere finanzielle Erträge für die Betriebe entstehen.

Ich sage dies vor allem im Hinblick darauf, daß heute bei der Saatbeetvorbereitung für Mais im allgemeinen aus bodenkundlichen Gründen eine rauhere Saatbettvorbereitung angestrebt wird. Andererseits wird aber vielfach die Steigerung der Fahrgeschwindigkeit bei der Maissaat einseitig stark in den Vordergrund der Betrachtungen geschoben. Sicherlich sind heute die Voraussetzungen für das Einhalten hoher Geschwindigkeiten günstiger als vor wenigen Jahren. Den Geräteherstellern ist es gelungen, ihre Geräte an die spezifischen Forderungen der Maissaat anzupassen. Eine Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit im wirtschaftlich vertretbaren Rahmen kann sicherlich als ein Fortschritt angesehen werden. Sie sollte aber nicht extrem forciert werden, wenn damit eine negative Beeinflussung der Ablegequalität in Kauf genommen werden muß. Gute Ansätze sind bei den Geräten vorhanden und Sie können sich bei der Geräteführung noch selbst ein Bild von der Arbeitsweise der verschiedenen Geräte machen.

### **Die verschiedenen Gerätesysteme**

Wenn wir die Geräte unterscheiden und einordnen wollen, so ergeben sich drei Möglichkeiten: Einmal für die Möglichkeit der Einordnung nach der Lage des Säorgans. Wir haben heute im wesentlichen drei Formen. Einmal das senkrecht angeordnete Säorgan, was vor allen Dingen für Sägeräte verwendet wird, die für die Rübensaat eingesetzt werden. Zum anderen das schrägliegende Säorgan, neuerdings z. B. von der Firma Schmotzer noch ergänzt durch ein Ablegemagazin, und als drittes die Geräte mit waagrecht liegender Säscheibe, die vor allem als Spezialgeräte für die Maissaat in Amerika und auch in Frankreich besondere Bedeutung gewonnen haben.

Man kann die Geräte aber auch einordnen nach Art ihrer Arbeitsweise, nach dem mechanischen und dem pneumatischen Prinzip. Auf dem deutschen Sektor herr-

schen die mechanisch arbeitenden Geräte vor, aus Frankreich sind in neuer Zeit erhebliche Bestrebungen bekannt, mit pneumatischen Sägeräten zu arbeiten. Diese Geräte werden sicherlich in Kürze auch in Deutschland erprobt, und es wird interessant sein, diese beiden sehr wesentlichen Säsysteme einander gegenüberzustellen. Und als drittes wäre als Unterscheidungsmerkmal die Frage des Antriebes zu sehen, ob mit Einzelradantrieb, ob mit Zentralantrieb über große Laufräder und einer gemeinsamen Welle für alle Sägeräte oder mit dem z. B. von der Firma Schmotzer durchgeführten Verbundantrieb einzeln angetriebener Geräte gearbeitet wird. Den Einfluß dieser Dinge auf die Arbeitsweise der Geräte werden wir auf dem Felde beim Einsatz der Geräte sehen, wobei ich auf bestimmte technische Einzelheiten noch eingehen und Sie darauf aufmerksam machen werde. Einige Punkte, die mir aus landtechnischer Sicht interessant erscheinen, möchte ich hier noch erwähnen.

### **Kostenvergleiche**

Es ist einmal die vorhin schon angedeutete Forderung nach einer höheren Arbeitsgeschwindigkeit. Gegen eine übermäßige Steigerung der Arbeitsgeschwindigkeit spricht, daß sich die Anbaufläche für Mais z. B. in Deutschland pro Betrieb in relativ geringen Größenordnungen bewegt. Nach Untersuchungen, die wir vor zwei Jahren angestellt haben, liegen etwa 65% der Anbauflächen in der Größenordnung zwischen 1 und 15 Hektar je Betrieb. Für diese Betriebe wird bei den vorhandenen Saatzeitspannen im Frühjahr immer genügend Zeitraum vorhanden sein, die Saat auch bei Fahrgeschwindigkeiten von 3, 4 oder 5 km/h zeitgerecht einzubringen. Dem steht allerdings ein ganz gewichtiger Faktor gegenüber, daß gerade bei der heutigen Preis-Kostensituation in der Landwirtschaft die Kosten des Geräteeinsatzes ganz besonders berücksichtigt werden müssen. Wir haben diese Kostenfragen einmal ganz kurz durchgerechnet und kamen zu sehr aufschlußreichen Ergebnissen. Aus den Berechnungen geht sehr eindeutig hervor, in welchem starkem Maße die Kosten des Maschineneinsatzes von der jährlichen Ausnutzung der Geräte abhängen. Geräte, die eine hohe Flächenleistung und damit auch eine hohe Kampagneleistung erreichen, schneiden wesentlich besser ab als Geräte, die aus Gründen einer exakten Zellebelegung, einer exakten Einzelkornablage, wegen einer gleichmäßigen Einhaltung des Tiefganges und auch wegen des sicheren Antriebes der Säorgane mit geringeren Fahrgeschwindigkeiten arbeiten müssen. Es ist immerhin erstaunlich, daß die Gesamtkosten sich in sehr großen, manchmal sogar in erschreckenden Grenzen bewegen. Für diese vergleichende Kostenrechnung haben wir insbesondere die Kapitalkosten, die Arbeitskosten und die Reparaturkosten wegen ihrer besonderen Bedeutung herangezogen. Die übrigen Kosten zeigten zwischen den einzelnen untersuchten Sägeräten keine nachweisbaren Unterschiede, sie fallen auch bei ihrer Gesamthöhe nicht so ins Gewicht. Die Reparaturkosten wiederum sind ein etwas heißes Eisen, weil für die vorhandenen Sägeräte noch nicht über Jahre hinweg exakte Reparaturkostenzahlen vorliegen. Eine Pauschalannahme in % vom Neuwert schien uns nicht sinnvoll, weil damit qualitativ hochwertige Geräte, die auch teuer sind, mit relativ höheren Reparaturkosten gegenüber billigeren Geräten belastet würden, obwohl diese teureren Geräte oft wegen ihrer besseren Qualität eine geringe Reparaturanfälligkeit haben. Es ist, um nur einige Zahlen zu

nennen, immerhin erstaunlich, daß bei einem Gerät, das einen Grundpreis mit Reihendüngungseinrichtungen von etwa DM 3600,— aufweist und infolge der vorgenannten Gründe nur eine Fahrgeschwindigkeit von 2 km/h erreicht, bei einer jährlichen Benutzung von nur 20 Stunden immerhin pro Hektar DM 81,70 Kosten entstehen. Auch bei der vollen, von uns unterstellten Ausnutzung von 80 Einsatzstunden pro Jahr entstehen noch DM 28,30 Gesamtkosten je Hektar. Im Gegensatz dazu, ein Gerät, das zwar DM 3800,— kostet, aber mit 6 km/h arbeiten kann. Hier haben wir Gesamtkosten bei 20 Hektar pro Jahr von DM 28,—/ha, während bei der vollen Ausnutzung 80 Stunden pro Jahr nur noch DM 9,60 an Kosten/je Hektar entstehen, also etwa  $\frac{1}{3}$  der Gesamtkosten des vorgenannten Gerätes. Sie ersehen hieraus die Spannweite der Kosten zwischen DM 81,70 bei 20 Stunden pro Jahr und geringer Vorfahrt, sowie DM 9,60 bei 80 Stunden pro Jahr bei einem Gerät, daß erheblich höhere Arbeitsgeschwindigkeiten möglich macht.

### **Konstruktive Unterschiede**

Auf der anderen Seite dürfen wir aber nicht vergessen, daß diese Steigerung der Fahrgeschwindigkeit natürlich einen erheblichen Einfluß auf die Geräte selbst ausübt. Ganz besonders wichtig sind die Antriebsfragen.

Sie können sich vorstellen, daß bei einem rauheren Saatbett und bei kleineren Antriebsrädern die Sicherheit des Antriebes nicht immer gewährleistet sein kann. Wir sehen daher heute bei Gerätefirmen, die gewichtsmäßig leichte Geräte herstellen, einen ganz eindeutigen Trend zum Zentralantrieb nicht allein aus diesen Gründen, sondern weil mit diesem Antrieb auch die Sicherheit der Einzelkornablage und der Abstände in der Reihe gewährleistet ist. Andere Geräte wiederum versuchen, über eine Belastung der Druckrolle oder Antriebsrolle, entweder durch hohes Eigengewicht oder durch Federdruck, diese Grenzen zu überspringen.

Es sei aber noch der Hinweis auf die Behältergröße der Saatgutvorratsbehälter erlaubt. Wir haben die Dinge in der letzten Zeit etwas durchkalkuliert und auch hier ergeben sich bei einer Umrechnung des Inhaltes der Saatgutvorratsbehälter auf die mit einer Füllung mögliche Drillfläche ganz erhebliche Unterschiede. Bei der Aussaat von Mais mit Geräten, die einen Literinhalt von 4–8 l haben, sowie bei Geräten mit senkrecht angeordnetem Zellenrad für die Rübenaussaat heute üblich ist, kann lediglich eine Drillfläche von etwa 0,1 – 0,2 Hektar mit einer Behälterfüllung erreicht werden. Bei den Geräten mit waagrecht liegendem Säorgan und großen Behälterformen, so wie sie uns von den Amerikanern demonstriert werden, lassen sich immerhin 0,5 Hektar mit einer einzigen Füllung säen. Auch hierin liegt wohl ein sehr wesentlicher Faktor, der auch von der Geräteindustrie noch stärker zu beachten wäre. Denn bei hohen Fahrgeschwindigkeiten kann natürlich bei kleinen Saatgutvorratsbehältern der Aufwand für das Füllen der Geräte unverhältnismäßig hoch ansteigen und damit auch die Rüstzeiten. Die Bedenken, die gegen eine Vorfahrtserhöhung heute bestehen, liegen einmal in einer exakten Einzelkornablage, wofür eine sehr wesentliche Voraussetzung ein sicherer Antrieb ist. Daneben ist auch die sichere Einhaltung der vorgewählten und benötigten Arbeitstiefe wichtig.

4–5 cm Tiefgang sind eben nicht ganz einfach zu erreichen, und auch hier gibt es neue Entwicklungsformen, die ganz gezielt auf diese Forderungen abgestimmt sind.

Außerdem darf natürlich nicht übersehen werden, daß mit dieser Anpassung der Geräte an höhere Fahrgeschwindigkeiten in der Regel ein höherer technischer Aufwand verbunden ist, der sich in einem höheren Preis äußert. Auf der einen Seite steht die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes, auf der anderen Seite aber die Technik und die Präzision der Arbeit. Wir müssen versuchen, hier einen möglichst vernünftigen Weg zu gehen und sicher ist es zur Zeit nicht sinnvoll, einer übersteigerten Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit das Wort zu reden.

### Saat und Düngung

Ein Wort noch zu den Fragen der Reihendüngung. Sie alle wissen, daß dieses Problem zur Zeit sehr stark diskutiert wird und wir erleben es selbst und wissen es auch aus Gesprächen mit Vertriebsfirmen, daß in Gebieten mit ungünstigen Witterungs- und Bodenbedingungen kaum mehr ein Gerät zu verkaufen ist, das nicht eine Reihendüngungseinrichtung aufweisen kann. Die Fragen über Sinn, Zweck und vor allem Erfolg einer Reihendüngung sind wohl noch nicht endgültig geklärt, als daß man eindeutig positiv dazu Stellung nehmen könnte. Die Ergebnisse unter ungünstigen Bedingungen sind aber zum Teil so frappierend, daß es fehl am Platz wäre, das Verfahren vollkommen abzulehnen. Sicherlich ist für Betriebe, deren Böden nicht ausreichend mit Phosphorsäure versehen sind, durch die Reihendüngung eine gewisse Risikosicherung gegeben. Sie werden immer wieder erleben, daß reihengedüngter Mais im Frühjahr einen Vorsprung aufweist gegenüber nicht reihengedüngten Flächen. Ganz besonders natürlich dann, wenn mangelnde Düngerversorgung der Böden, ungünstige Witterungsbedingungen und ungünstige Bodenverhältnisse vorliegen. Oftmals haben sich diese Unterschiede aber dann bis zur Ernte wieder ausgewaschen. Dabei darf nicht übersehen werden und wir haben selbst bei unseren Versuchen die Erfahrung gemacht, daß in Gebieten, in denen der Mais sonst nur die Silomeisreife erreichte, durch die Reihendüngung u. U. das Ausreifen des Maises begünstigt werden kann, und der Vorsprung, den der Mais im Frühjahr gehabt hat, bis in den Herbst hinein gehalten werden kann. Ich betone aber immer wieder, es k a n n sein. Weitere Versuche sind erforderlich, ehe man sich ein endgültiges Urteil erlauben kann.

Die Anbringung der Reihendüngungsgeräte an dem Sägerät selbst hat gewisse Auswirkungen an die Ausgestaltung der Geräte. Wir wissen heute aus umfangreichen Untersuchungen, daß eine Ablage des Reihendüngungsbandes 5 cm neben dem Saatkorn und auch 5 cm darunter als zweckmäßig und günstig angesehen wird. Wir sehen aber auf der anderen Seite, daß es manchen Geräten gewisse Schwierigkeiten bereitet, bei einer Saattiefe des Maises von 5 cm die 10-cm-Ablegetiefe für die Reihendüngergabe exakt einzuhalten. Auch hier, meine ich, wäre noch einige Entwicklungsarbeit für die Firmen zu tun. Mit Hinblick auf die vorhin angedeutete mögliche Steigerung der Vorfahrtgeschwindigkeit muß in vielen Fällen der Inhalt der Vorratsbehälter für die Reihendüngung als viel zu gering bezeichnet werden. Wenn wir heute mit steigenden Düngermengen auch auf diesem Sektor rechnen (wir kommen von den anfangs empfohlenen 2 Doppelzentnern pro Hektar immer mehr an die 4 Doppelzentner pro Hektar-Grenze heran), so ist auch hier durch das ständige Nachfüllen des Düngers bei zu kleinen Behältern ein erhebliches Ansteigen der Rüstzeiten zu erwarten.

### Saatbettbereitung und Saat in einem Arbeitsgang

Und nun noch einige Gedanken zu den Möglichkeiten einer Kombination von Bodenvorbereitung und Einzelkornsaat in einem Gerät:

Wir sind diesen Fragen, vor allem unser Mitarbeiter, Herr Stanzl, seit einigen Jahren intensiv nachgegangen. Abweichend nun von den in Amerika unter dem Schlagwort „Minimum-Tillage“ erprobten Arbeitsverfahren erschien dieses Verfahren auch für deutsche Verhältnisse aus mehreren Gründen zweckmäßig. Einmal zeigt eine Gegenüberstellung des Gesamt-Arbeitszeitbedarfes für Bodenvorbereitung und Saat, Pflege, Ernte und anschließende Konservierung des Maises, daß hier insgesamt etwa 25–30 Arbeitsstunden pro ha bei den bisher üblichen Arbeitsverfahren benötigt werden. Wenn man aber Überlegungen in Richtung einer Arbeitseinsparung in den verschiedenen Arbeitsblöcken anstellt, so sieht man, daß im Ernteblock selbst wohl kaum noch Arbeitszeiteinsparungen in höherem Maße möglich sind. Übrig bleibt also die Pflege, Bodenvorbereitung und Saat. Die Pflege ist auf ein Minimum herabgesenkt worden durch die breitflächige Unkrautspritzung, also verbleiben noch Bodenvorbereitung und Saat. Die Zusammenfassung dieser beiden Arbeitsgänge, Bodenvorbereitung und Saat, erscheint also eine der wesentlichen Möglichkeiten, eine Reduzierung des Arbeitszeitaufwandes im Frühjahr zu erreichen. Wesentliches Merkmal dabei ist, daß beide Arbeitsgänge in einem Gerät zusammengefaßt werden. Unter den bei uns vorliegenden klimatischen und bodenmäßigen Bedingungen sind wohl zwei Verfahren künftig für den Einsatz insbesondere bei der Maissaat, weniger allerdings bei der Rübensaat geeignet. Das ist einmal die Aussaat mit gleichzeitiger Streifenbearbeitung. Wir haben dieses Bearbeitungsverfahren über mehrere Jahre hinweg auf den unterschiedlichsten Böden von Bayern durchexerziert. Hierbei ist ein schmales Vorlaufaggregat von 25–30 cm Arbeitsbreite direkt an den Geräterahmen des Sägerätes angebracht. Bei den heute vorgeführten Sägeräten ist auch diese Lösung vertreten. Im extremen Fall werden auf dem Feld, das in der Winterfurche daliegt und keinen Bearbeitungsgang vorher hatte, mit diesem Kombinationsgerät schmale Streifen gelockert und gekrümelt und sofort hinterher eingesät. Sicherlich ist hier eine sehr große Abhängigkeit von den vorhandenen Bodenverhältnissen gegeben, aber immerhin haben unsere Versuche gezeigt, daß gegenüber der normal üblichen Bodenvorbereitung keine gesicherten Ertragsunterschiede bestehen.

Als zweites Verfahren, das nunmehr seit 3 Jahren bei uns in der Erprobung steht, ist die pfluglose Frässaat zu nennen. Hier sind zwar noch weitere Arbeitszeiteinsparungen möglich, es bestehen jedoch höhere Anforderungen an den Bodenzustand, die Witterung und an die Einsatzbereiche. Immerhin ist das einzige Gerät für die Frühjahrsbodenbearbeitung hier ein Kombinationsgerät, bei dem auf einer Fräswelle wenig schmal arbeitende Fräswerkzeuge mit etwa 20–30 cm Arbeitsbreite aufgesetzt sind. Hinter diesen läuft ein packerähnliches Werkzeug, um den von der Fräse locker herauskommenden Boden mechanisch zu verdichten. Dahinter ist dann das Einzelkornsägerät nachgeschaltet. Diese beiden Verfahren erscheinen uns zukunftsreich, wobei wiederum darauf aufmerksam gemacht werden muß, daß immer eine genaue Abstimmung auf den vorhandenen Boden erfolgen soll. Aber es sind sehr wesentliche arbeitswirtschaftliche Vorteile damit verbunden, indem Arbeitsgänge eingespart werden und dadurch auch Arbeitszeit und Arbeitskosten. Es ist

dies ein sehr wesentlicher Punkt in den sehr zusammengedrängten Arbeitszeitspannen des Frühjahrs, auf der anderen Seite aber auch ein sehr stark bodenkundliches Moment. Wir haben weniger Schlepperspuren, weil wir ja Arbeitsgänge einsparen. Wir haben eine geringere Verschlammungsgefahr, vor allem beim Mais, der ja relativ spät schließt und anfangs keine so gute Schattengare bewirkt, wie andere Früchte. Für unseren bayerischen Raum kommt hinzu, daß bei Anwendung dieses Verfahrens auf hängigem Gelände die Erosionsgefahr etwas hintangehalten werden kann. Sie werden bei der heutigen Gerätevorführung einige Geräte sehen, bei denen die Einzelkorngeräte kombiniert sind mit Vorwerkzeugen, bei eindeutiger Abstimmung der Geräte auf Maissaat. Wir kennen aber auch Geräte, die für die Streifenbearbeitung bei Rüben vorgesehen sind, wo krümelnde Werkzeuge bei einer Bandspritzung vor dem eigentlichen Sägerät angewendet werden. Hier soll aber nur eine Einarbeitung von Herbiziden durch abrollende Werkzeuge und dadurch eine bessere Wirksamkeit des Mittels erreicht werden.

Ein weiteres und zumindest in den traditionellen Maisanbaugebieten bekanntes Verfahren der Gerätekombination ist der Maisanbau auf Dämmen. Die Landwirte in früheren Zeiten waren sicherlich schon sehr gute Beobachter, denn neuere, exakte Bodentemperatur-Messungen haben gezeigt, daß bei einem Maisanbau auf Dämmen ein erheblich wärmeres Saatbett für den Mais erreicht werden kann. Es sind Temperaturerhöhungen im Damm von 2–3° C zu erreichen und wenn Sie wiederum die oft ungünstige Frühjahrswitterung hier in unseren Gebieten betrachten, dann kann man schon sagen, daß damit auch ein wesentlicher Beitrag zur Sicherung des Aufganges und der Abreife des Maises geleistet werden kann. Die frühe Saat des Maises ist auch hier wiederum eines der wesentlichen Argumente, die uns ange-regt haben, auf diesem Gebiet weiterzuarbeiten. Es kann aber auch hier nicht übersehen werden, daß die Anforderungen an die dabei verwendeten Geräte außer-ordentlich hoch sind. Wir wollen gerade bei der Fröhsaat möglichst den warmen Boden auf einen Damm zusammenziehen. Das hat zur Folge, daß wir entweder mit speziellen Werkzeugen arbeiten müssen oder daß wir mit einer flach arbeitenden Fräse diese Dämme anlegen. Die Anforderungen, die bei unterschiedlichen Boden-verhältnissen und Witterungsbedingungen z. B. an die Fräse, an die Ausbildung der Werkzeuge und auch an die Fräswellendrehzahl gestellt werden müssen, sind höher, als sie heute von normalen Fräsen erzielt werden können. Wenn diese Ver-fahren künftig stärker forciert werden sollten, sind noch erhebliche Weiterentwick-lungen notwendig.

Dies alles zusammengefaßt ergibt, daß wir noch einmal das alte Schlagwort „wie die Saat, so die Ernte“ wiederholen müssen. Dies ist auch im Bereich der Maissaat voll gültig. Voll gültig auch unter dem Hinblick darauf, daß der Mais einen sehr starken Trend zeigt, immer weiter nach Norden vorzudringen. Und wenn heute in den norddeutschen Maisanbaugebieten, wo zum Teil noch ungünstigere Voraussetzungen bestehen, als hier im süddeutschen Raum, der Mais wirklich zu vollem und auch sicherem Erfolg kommen sollte, dann müssen eben zwei Dinge im Vordergrund der Überlegungen stehen: Einmal die Schlagkraft, und eine frühe, rasche Saat zu ge-währleisten. Auf der anderen Seite aber die Sorgfalt, denn sichere Erträge lassen sich nur dann erzielen, wenn sowohl von der Bodenvorbereitung, von der Düngung, als auch von der Saat die entsprechenden Vorbereitungen und Voraussetzungen dafür geschaffen werden.

## Der Einfluß der Landtechnik auf die Entwicklung der Landwirtschaft gestern, heute und morgen

Beitrag von Dipl.-Ing. Anton SCHLÜTER zur VDI-Tagung Landtechnik am 25. 10. 1966

Der Ingenieur steht heute im Mittelpunkt unserer Welt. Sein forschender Geist und die Ergebnisse seiner Arbeit lenken und formen immer sichtbarer und spürbarer das Leben der Völker. Die Technik, das Produkt seiner Tätigkeit gestaltet in ständig steigendem Maße unser Leben.

Das war nicht immer so. Die Menschen früherer Jahrhunderte befriedigten ihre Ansprüche noch mit ihrer oder anderer Hände Arbeit, und sie lebten gut davon und waren zufrieden. Ihr zwangsläufig begrenzter Lebenskreis ließ ihnen genügend Zeit für sich selbst. Die verhältnismäßig noch kleinen Völker lebten fast ausschließ-lich von den Früchten, die sie auf eigener Scholle ernteten. Der Körper dieses homo sapiens, wie sich der Mensch damals schon nannte, war viele Jahrtausende damit zufrieden; denn er war noch nicht von den Errungenschaften der modernen Zivilisation verwöhnt.

Doch so sehr auch diese Welt bis zum Ende des 18. Jahrhunderts nach unseren heu-tigen technischen Vorstellungen stillzustehen schien, so schnell veränderte die moderne Technik seit Beginn des 19. Jahrhunderts das Leben auf dieser Welt. Der Mensch begann plötzlich die Gesetze und die Schätze, die ihm die Natur seit Millio-nen Jahren bereitgehalten hatte, in ihrer ganzen Tragweite zu erkennen und sie in seine Dienste zu stellen. Mit der Nutzbarmachung dieser von der Natur gegebenen Grundelemente und durch die Veredelung ihrer Gesetzmäßigkeiten und Gewalten mit Hilfe des menschlichen Geistes begann das sogenannte technische Zeitalter, von dem wir sagen können, wann es angefangen hat, von dem wir aber nicht wissen, wann es je zu Ende gehen wird.

Die bei vielen Völkern mit dieser Zeit beginnende Technisierung, Mechanisierung

und Automatisierung der gewerblichen Arbeit brachte diesen Menschen mit der Industrialisierung ihrer Produktion gleichzeitig einen starken Anstieg ihres Lebensstandards, aber auch ihrer Ansprüche an das Leben. Der Luxusbedarf von gestern wurde zum Existenzbedarf von heute. Doch, so unvollkommen wie Menschenwerk nun einmal ist, blieb auch bei diesen durch den technischen Fortschritt höchstentwickelten Industrienationen ein unbefriedigter Nachholbedarf. Die in der Landwirtschaft tätigen Menschen blieben aus vielen zwingenden Gründen noch längere Zeit von dieser Entwicklung unberührt. Das konnte auf die Dauer nicht gutgehen. Was bis Anfang der vierziger Jahre durch protektionistische Maßnahmen für die Landwirtschaft nicht so richtig sichtbar und spürbar werden konnte, deckte die konjunkturelle Entwicklung nach dem letzten Kriege in allen Industrienationen schonungslos auf. Wer hätte gedacht, daß die modernen Industriestaaten mit ihrer hochentwickelten Technik, mit ihrer an einen Versorgungsstaat grenzenden Sozialpolitik, mit ihrer aus langen und bitteren Erfahrungen klug gewordenen Wirtschafts- und Finanzpolitik auf dem landwirtschaftlichen Sektor ein Problem zu lösen haben, mit dem viele von ihnen bis auf den heutigen Tag noch nicht fertig geworden sind.

Die steigende Disparität sichtbarer Einkommen zwischen den in der Landwirtschaft tätigen Menschen und einem großen Teil der übrigen damit vergleichbaren Bevölkerungsteile ist heute das Sozialproblem der Industrienationen. Es ist selbstverständlich, daß eine grundstoff erzeugende Wirtschaft wie die Landwirtschaft, die bei ihrer Produktion weitgehend mit und gegen die höheren Gewalten der Natur kämpfen muß und die gleichzeitig aus übergeordneten sozialpolitischen Gründen einen Teil ihrer Produktion nicht zu kostendeckenden Preisen verkaufen kann, einen Ausgleich für diese durch Natur und Politik bedingten Handelshemmnisse aus der Gemeinschaftskasse ihres Volkes benötigt. Gleichzeitig aber wissen wir doch heute alle ganz genau, daß die Landwirtschaft auch aus eigener Kraft noch wesentliche Fortschritte zur Steigerung ihres Einkommens und ihres Lebensstandards erzielen kann, wenn sie sich nicht nur auf den Flächen der Großbetriebe, sondern auf jedem Quadratmeter Boden der modernen Landtechnik bedient.

Sicher gibt es noch viel anderes zu bedenken, wenn man die Produktivität und Rentabilität unserer landwirtschaftlichen Betriebe heben will, und es ist unbestreitbar, daß gründliche kaufmännische und betriebswirtschaftliche Überlegungen jeder technischen Lösung vorausgehen müssen.

Trotzdem sollten es allmählich alle wissen, daß die moderne Landtechnik der passende Schlüssel dafür ist, der Landwirtschaft das Tor zur modernen Industriegesellschaft aufzuschließen. Genauso wie der in der Industrie produzierende Mensch von heute sein Einkommen nur dadurch so gewaltig steigern konnte und damit zum Besitzenden geworden ist, weil er durch die Verwendung moderner Werkzeuge und hochmechanisierter Maschinen in automatisierter Fertigung ein Vielfaches von dem leistet, was seine Vorfahren mit dem Hammer am Amboß oder mit der Feile am Schraubstock sich mühsam erarbeitet haben, wird der Landwirt von heute nur dann Besitzer bleiben können, wenn er mit den Mitteln, die ihm die moderne Landtechnik an die Hand gibt, ein Vielfaches von dem sät und erntet, was seine Vorfahren mit vieler Hände Fleiß dem Boden abringen konnten.

Wir alle haben mit der Entwicklung der modernen Landtechnik aber auch eine besondere Verantwortung übernommen.

Die Landwirtschaft in den technisch hochentwickelten Industriestaaten ist hundert Jahre nach der gewerblichen Wirtschaft in den stürmischen Sog der Mechanisierung und Automatisierung geraten und erlebt zwangsläufig die schönen, aber auch die bitteren Erfahrungen einer technischen Revolution. Es ist verständlich, daß bei der Entwicklung eines so tiefgreifenden und leider auch langwierigen Prozesses nicht immer alles gradlinig verlaufen kann, weil nur in der Wechselwirkung verschiedener Faktoren ein solcher Prozeß zur bestmöglichen Reife gelangt.

Seitdem sich die Ingenieure der Landtechnik bemühen, durch die stufenweise Mechanisierung der Feldarbeit und der Veredelungsproduktion die landwirtschaftliche Bevölkerung Schritt für Schritt an den Lebensstandard der modernen Industriegesellschaft heranzuführen, werden sie von seiten Berufener und Unberufener einer ständig wechselnden Kritik ausgesetzt. Es erscheint mir deshalb gerade zu Ihrer und zu unser aller Rechtfertigung notwendig zu sein, diese von vielen oft falsch verstandene Entwicklung der Landtechnik in ihrer tatsächlichen, zwangsläufigen und unabänderlichen Form kurz darzustellen:

Häufig wurde in den letzten 20 Jahren der modernen Landtechnik meist global der Vorwurf gemacht, sie habe die Landwirtschaft lange Zeit fehlmechanisiert, sie habe die Landwirtschaft heute übermechanisiert und sie würde die Landwirtschaft morgen zu teuer mechanisieren.

Soweit mit dem Vorwurf der Fehlmechanisierung Maschinen gemeint sind, die durch den heutigen Stand der Technik verbessert wurden, oder soweit wegen des technischen Fortschritts der letzten 20 Jahre der Vorwurf erhoben wird, die Landwirtschaft hätte in den ersten 15 Jahren nach dem Kriege im Gesamten falsch mechanisiert, so ist, wenn man Ursache und Wirkung bei der Entwicklung der Landtechnik in den letzten 20 Jahren berücksichtigt, leicht der Beweis zu liefern, daß es sich hier um Behauptungen handelt, die viele zwingende Gründe für die stufenweise Mechanisierung außer Betracht lassen.

Was geschah mit der Landtechnik in den letzten 20 Jahren? Sie alle wissen, daß der Mechanisierungsgrad der landwirtschaftlichen Betriebe in der Bundesrepublik nach dem Zweiten Weltkrieg noch lange nicht dem Stand der Landtechnik in den vom Krieg verschont gebliebenen übrigen Industriestaaten entsprach. In diesen ersten Jahren nach dem letzten Krieg war die Situation in der bundesdeutschen Landwirtschaft dadurch gekennzeichnet, daß neben einem verhältnismäßig großen und billigen Angebot von einheimischen und zugewanderten Arbeitskräften die kleinen und kleinsten Betriebsgrößen zu berücksichtigen waren und selbst die Struktur unserer größeren landwirtschaftlichen Betriebe durch zeitbedingte politische Entscheidungen über die Bodenreform mehr verschlechtert als verbessert wurde.

Das war der Ausgangspunkt für die Mechanisierung unserer Landwirtschaft nach dem Kriege und auch der Grund dafür, daß die Landtechnik der vom Krieg verschont gebliebenen Länder, die zu diesem Zeitpunkt bereits auf einer höheren Stufe arbeiteten, in der Bundesrepublik noch nicht verwertet werden konnte, weil unserer Landwirtschaft damals einfach noch die Voraussetzungen für den zwingenden oder rentablen Einsatz dieser höheren Mechanisierungsstufe fehlten.

So blieb nichts anderes übrig, als mit Hilfe einer von unten beginnenden Entwicklung die Landwirtschaft in der Bundesrepublik mit Unterstützung der Landtechnik von der Stufe des Ochsen gespanntes allmählich wieder an den internationalen Stand heranzuführen. Und deshalb bemühte sich die Landwirtschaft nach dem letzten Kriege zunächst einmal um den Übergang von der tierischen Anspannung zum Schlepperzug. Dieser erste Ackerschlepper nach dem Krieg hatte mit Geräten zu arbeiten, die teilweise noch von der Gespannstufe her vorhanden waren oder in gleicher Größe für den Anbau an den Schlepper umgebaut wurden, und von dieser Seite her war die Größe der Zugkraft bestimmt. Man verwendete den Schlepper mehr zur Arbeitserleichterung als zur Arbeitsverbesserung.

Die differenzierten Verhältnisse in der Agrarstruktur und auf dem Arbeitsmarkt in den verschiedenen europäischen Ländern sind bis auf den heutigen Tag für den unterschiedlichen Grad der Mechanisierung dieser Industriestaaten ausschlaggebend. Eine von so vielen Faktoren wechselseitig befruchtete Entwicklung in der Landwirtschaft stellt natürlich auch die Landtechnik von Jahr zu Jahr vor neue Situationen. Wenn die optimale und zukunftssichere Lösung der Mechanisierungsprobleme von heute auf den landwirtschaftlichen Betrieben von damals noch nicht möglich war, so einfach deswegen, weil die Betriebsstruktur, die Größenordnung und der Arbeitskräftebesatz in den ersten Jahren nach dem letzten Krieg die heute erforderliche Technik noch nicht zuließen.

Ähnliche Entwicklungen gibt es auf allen Gebieten der Wirtschaft und der Technik, ohne daß es jemandem einfallen würde, von einer Fehlmechanisierung zu sprechen. Es steht außer Zweifel, daß die ständige und notwendige Weiterentwicklung der Technik auch ihren Preis von denen fordert, die sich ihrer bedienen. Dies ist aber der Tribut, den jede moderne Wirtschaft dem technischen Fortschritt zu zahlen hat. Es ist dies kein Spezifikum der Landtechnik, sondern eine generelle Erscheinung überall dort, wo die Technik sich zum Wohle der Menschheit weiterentwickelt und nach neuen und besseren Lösungen suchen muß.

In der Folgezeit mußte die Landtechnik in immer stärkerem Maße dem Tempo der Agrarstrukturverbesserungen und dem Ausmaß der Abwanderung landwirtschaftlicher Arbeitskräfte Rechnung tragen. Eine verstärkte Mechanisierung aller landwirtschaftlichen Arbeiten war die natürliche Voraussetzung für den Ersatz menschlicher Arbeitskräfte bei steigendem Einkommen.

Sofort fanden die Kritiker ein neues Haar in der Suppe dieser zwingenden, landtechnischen Entwicklung. Das Schlagwort von der „Übermechanisierung“ machte die Runde.

Als Begründung für den Vorwurf der Übermechanisierung werden fast immer die Maschinenbestände einzelner Länder mit ihren landwirtschaftlichen Nutzflächen global zueinander in Vergleich gesetzt. Grundsätzlich ist an dieser Stelle zu sagen, daß es nicht nur falsch, sondern für die richtige und zweckmäßige Mechanisierung unserer Landwirtschaft in höchstem Maße sogar schädlich ist, wenn Art und Grad der Mechanisierung mit Globalzahlen über Maschinenbestände oder PS-Kräfte, bezogen auf die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche, oder nach sonstigen summarischen Zusammenstellungen beurteilt werden. Wenn weiterhin mit so ober-

flächlichen Betrachtungen der Versuch gemacht wird, die Landtechnik zu steuern und sie auf Grund dieser Fehleinschätzung in die falsche Richtung gelenkt wird, dann werden wir eines Tages wirklich Grund haben, von einer „Fehlmechanisierung“ zu sprechen.

In der Landwirtschaft ist jeder Betrieb nach seiner Lage, nach seiner Bodenstruktur, nach seiner Größe, nach seinem Arbeitskräftepotential und nicht zuletzt – wenigstens auf lange Sicht – noch nach den Möglichkeiten, die im vorhandenen Gebäudekapital und in der persönlichen Eigenart seines Besitzers liegen, individuell zu beurteilen. Selbst ein Vergleich von Ländern mit gleicher Betriebsgrößenstruktur und gleichen klimatischen Verhältnissen oder sogar eine Analyse der Maschinenbestände innerhalb der einzelnen Betriebsgrößenklassen verfälscht die notwendige individuelle Beurteilung der richtigen Mechanisierung für den einzelnen Betrieb. Es würde heute keinem ernstzunehmenden industriellen Wirtschaftsberater einfallen, die Maschinenbestände gleicher Industrien regional oder international miteinander zu vergleichen, um so den richtigen Mechanisierungsgrad der Betriebe zu beurteilen. Obwohl die Arbeitsbedingungen in den klimatisierten Fabrikhallen unserer Industrie weltweit noch viel besser vergleichbar sind, als die Arbeitsbedingungen auf den landwirtschaftlichen Betrieben, hat man den Dilettantismus, der in einem solchen für die heutige spezialisierte Arbeitstechnik viel zu groben Vergleich steckt, in der Industrie längst erkannt.

Die moderne Landtechnik wird ihre große und verantwortungsvolle Aufgabe für die Landwirtschaft nur erfüllen können, wenn sich um landwirtschaftliche und landtechnische Probleme in Zukunft nur noch Persönlichkeiten kümmern, denen die echten Zusammenhänge für eine objektive Beurteilung der erforderlichen und notwendigen Mechanisierung bekannt sind und die sich mit Hilfe dieser Kenntnisse der differenzierten Problematik, die in dieser Entwicklung steckt, gewachsen zeigen. Die Spezialisierung unserer landwirtschaftlichen Betriebe ist bereits so weit fortgeschritten und die erforderliche kapitalintensive Mechanisierung hat so weittragende Folgen angenommen, daß nicht mehr jeder Naturfreund die notwendige Entwicklung richtig beurteilen kann.

In den Industriestaaten von heute kann das soziale Problem der Einkommensdisparität zwischen Landwirtschaft und der übrigen Wirtschaft nur mit Hilfe einer Landtechnik gelöst werden, die unter Berücksichtigung neuzeitlicher, marktorientierter, betriebswirtschaftlicher Überlegungen mit den modernsten Erkenntnissen der Technik die Produktivität der landwirtschaftlichen Betriebe steigert. Daran führt kein Weg vorbei, weil jeder, der sich auf dieser Welt mit produktiver Arbeit ernähren muß, sein Einkommen nur durch Erhöhung dieser produktiven Leistung steigern kann.

Der dritte Vorwurf, mit dem man die Mechanisierung der Landwirtschaft angreift, ist die Behauptung, daß die moderne Landtechnik zu teure Lösungen anbieten würde.

Daß diese Kritik, auf das Ganze gesehen, einer sachlichen Grundlage entbehrt, beweist schon die Tatsache, daß durch die Mechanisierung der bundesdeutschen Landwirtschaft innerhalb von 7 Jahren das Einkommen der dort tätigen Arbeitskräfte um 81 Prozent stieg, während sich gleichzeitig die Arbeitskosten in diesem Zeitraum nur um 43 Prozent erhöhten.

Schon dieses einfache Beispiel zeigt, daß die moderne Landtechnik die Kostenlage in der Landwirtschaft laufend verbessert.

Für viele Kritiker ist aber bis heute noch nicht sichtbar geworden, daß die Anwendung moderner, landtechnischer Arbeitsmethoden über die Vervielfachung der menschlichen Arbeitsleistung hinaus die Sicherheit und Qualität der landwirtschaftlichen Produktion in früher nie gekanntem Ausmaß gewährleistet.

Im Zusammenhang mit dem Vorwurf der zu teuren Mechanisierung muß aber hier einmal etwas Grundsätzliches gesagt werden, was anscheinend bis heute nicht ausreichend berücksichtigt wurde. Wir erleben es nun 20 Jahre lang und wundern uns immer aufs neue darüber, daß die landwirtschaftliche Praxis im Gegensatz zu vielen Berechnungen und Prognosen oft einen anderen Weg gegangen ist und dabei meistens die teuren technischen Lösungen erzwingen mußte.

Wo liegen nun die echten Ursachen dieser divergierenden Vorgänge, die wegen ihrer zu häufig wiederkehrenden Erscheinung aller Wahrscheinlichkeit nach einen realen, betriebswirtschaftlich zwingenden Hintergrund haben müssen? Der wahre Grund für die unterschiedliche Beurteilung der zweckmäßigen Mechanisierung vor allem in der Feldwirtschaft lag wohl darin, daß die Wirtschaftlichkeitsberechnung für die Mechanisierung der Feldwirtschaft nach anderen Gesetzen aufzustellen ist, als dies bei industriellen Investitionen normalerweise geschieht. Wer den Kapitalaufwand für die erfolgreiche Mechanisierung eines Bauernhofes richtig bemessen will, darf in der Berechnungsformel den Faktor „Natur“ nicht vergessen. Hier liegt die Divergenz der Meinungen. Wer seine Feldfrüchte, gleich welcher Art, mit höheren Erträgen, mit bestmöglicher Qualität und mit höchstmöglicher Sicherheit ernten und verwerten will, hat zu allen Jahreszeiten nur einen ganz geringen Zeitfaktor, den er in die Formel der Wirtschaftlichkeitsberechnung einsetzen kann. So lange noch genügend Arbeitskräfte vorhanden waren und gleichzeitig im Ernteergebnis ein größerer Spielraum verkraftet werden konnte, war der Faktor „Arbeitszeit“ noch nicht so ausschlaggebend wie heute. Der moderne landwirtschaftliche Betrieb mit 2 bis 4 Arbeitskräften pro 100 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche kann nur mit den kurzen und sicheren Arbeitszeiten rechnen, die ihm die Natur das Jahr über zur Verfügung stellt, wenn er gleichzeitig höhere, bessere und sicherere Ernteergebnisse als früher erzielen will. Er kann dazu keine Maschinen brauchen, die ihn für diese Arbeitsvorgänge zu lange beschäftigen und nur die Annehmlichkeit und Bequemlichkeit bei der Arbeit steigern. Er muß also schon allein zur Sicherung seines Einkommens und erst recht zur Verbesserung seines Ertrages mit Maschinengrößen kalkulieren, die mit Sicherheit seine ganze Feldarbeit in den unter normalen Verhältnissen zur Verfügung stehenden Schönwettertagen bewältigen.

Hier liegt die entscheidende Ursache für die unterschiedliche Beurteilung des notwendigen und richtigen Aufwandes für die Mechanisierung in der Feldwirtschaft. Die Industrie berechnet die notwendige Leistung ihrer Maschinen mit dem Arbeitszeitfaktor von 250 Tagen, wenn möglich noch in doppelter oder dreifacher Schichtzeit, während die Landwirtschaft die notwendige Schlagkraft der in der Feldwirtschaft eingesetzten Maschinen mit dem Zeitfaktor weniger Schönwettertage berechnen muß.

Mit der allmählichen sozialen Eingliederung der landwirtschaftlichen Bevölkerung in eine moderne Industriegesellschaft erfüllt die Landtechnik nur einen Teil der Aufgaben, die ihr heute auf der ganzen Welt gestellt sind. So intensiv die moderne Landtechnik in den industriell hochentwickelten Ländern die neuesten Erkenntnisse auf allen Gebieten der Wirtschaft und der Technik verwerten muß, um das soziale Gefälle zwischen Industriegesellschaft und Landwirtschaft allmählich auszugleichen, so lebenswichtig ist die Aufgabe der Landtechnik in der übrigen Welt heute und erst recht morgen. Falsche Vorstellungen von der Reihenfolge und Dringlichkeit bei der wirtschaftlichen Entwicklung der Völker haben bei industriell entwickelten und unterentwickelten Ländern volkswirtschaftliche Zustände geschaffen, von denen die nackte Existenz ihrer Bewohner bedroht wird. Während die Staatshandelsländer des Ostens mittlerweile das Ungleichgewicht ihrer Überindustrialisierung erkannt haben und der Entwicklung ihrer Landwirtschaft in den letzten Jahren stärkere Impulse gaben, versucht die große Zahl der sogenannten Entwicklungsländer, zum größten Teil mit fremdem Geld, ihr Prestige in einer maßlosen Übersteigerung einseitiger Industrialisierung zu befriedigen.

Die Dynamik der Fortpflanzung allen Lebens auf dieser Welt nimmt ab einer gewissen Größenordnung explosionsartige Formen an. Zum erstenmal, seit diese Welt existiert, droht der Menschheit die größte Gefahr aus ihrer eigenen Vermehrung. Wenn auch im Augenblick die weniger hoch entwickelten Volkswirtschaften in erster Linie der Gefahr einer ungenügenden Ernährung ausgesetzt sind, so werden mit Sicherheit auch die heute noch satten Völker ernsthaft bedroht sein, wenn der Hunger erst einmal in großen Teilen dieser Welt die Herrschaft an sich gerissen hat. In den Staatshandelsländern östlich unserer Grenzen versucht man mit Hilfe einer neuen modernen Landtechnik nicht nur, die Ernährung der eigenen Menschen zu sichern und zu verbessern, sondern darüber hinaus die natürlichen und strukturellen Vorteile der Landbewirtschaftung für bessere Wirtschaftsbeziehungen mit der übrigen Welt in die Waagschale zu werfen. Ingenieure und Landwirte werden dort in verstärktem Maße auf den Plan gerufen, um das wirtschaftliche Plan-Soll zu erfüllen, das die Industrie dieser Länder trotz jahrzehntelanger Überbewertung bis heute nie voll erfüllen konnte. Trotz größter Anstrengungen war es in jahrzehntelangen Bemühungen nicht gelungen, allein durch die Industrialisierung den Lebensstandard dieser Völker auf die Stufe westlicher Industrienationen zu heben. Die Modernisierung und Intensivierung der Landtechnik aber wird es ermöglichen, die Produktion von landwirtschaftlichen Gütern in einem Ausmaß zu steigern, daß damit nicht nur der eigene Lebensstandard entscheidend gehoben und gesichert werden kann, sondern darüber hinaus auch der Export dieser Produkte dazu beitragen wird, in stärkerem Maße als bisher an den Erzeugnissen der übrigen Welt zu partizipieren und zu profitieren. Der Erfolg dieser Aktion wird denen rechtgeben, die den Wert der modernen Landtechnik für die moderne Menschheit erkennen und sie deshalb aus ihrer stiefmütterlichen Behandlung befreit und zum Lieblingskind gemacht haben.

So groß auch die Aufgaben und Erfolge der modernen Landtechnik in den Industrie- und Agrarländern des Ostens und Westens sein mögen, die größte Aufgabe wartet auf den Landtechniker und Ingenieur in den Ländern, die ihre Volkswirtschaft mit

eigener und fremder Hilfe erst entwickeln müssen. Ist es nicht ein Jammer zu sehen und zu hören, wie neben den mit Entwicklungshilfen der ganzen Welt gebauten repräsentativen Industriebetrieben und Wolkenkratzern, neben Autobahnen und Straßenkreuzern und neben all den zweifelhaften Vergnügungsstätten der modernen Zivilisation Menschen verhungern, weil man an die Sicherstellung der Grundernährung aus eigenem Boden zu spät, zuletzt oder noch gar nicht gedacht hat.

Sicher ist es richtig und wichtig, beim Aufbau einer Volkswirtschaft die Industrialisierung und die Technisierung auf allen Gebieten voranzutreiben, damit über die Einkommenssteigerung der Bevölkerung die Wirtschaft gefördert und angekurbelt wird; aber in gleichem Maße muß auch die Mechanisierung und Technisierung der landwirtschaftlichen Produktion einhergehen, die wiederum ihren entscheidenden Impuls durch das Abwandern der Arbeitskräfte in die Industrie bekommen muß.

Das Problem in diesen Ländern mit dem höchsten Bevölkerungszuwachs und der niedrigsten Nahrungsmittelproduktion ist zunächst einmal, die Existenz dieser Menschen sicherzustellen, was natürlich nicht allein mit den Mitteln der Landtechnik gelöst werden kann. Die psychologischen Hindernisse auf dem Weg zu einer ausreichenden Ernährung sind zweifellos im Augenblick noch größer als die technischen und wirtschaftlichen. Es ist die Tragik dieser Völker, daß ihre Menschen in vielen Gebieten lieber sterben wollen, als Vorurteile überwinden und technische und wirtschaftliche Möglichkeiten zur Sicherstellung ihrer Ernährung in Angriff zu nehmen. Aber wenn heute bereits die Hälfte der Menschheit unterernährt ist und die Weltbevölkerung schneller wächst als die Masse ihrer Nahrungsmittel, dann wird es auf die Dauer unmöglich sein, nur mit der Hilfe von außen all diesen Menschen eine ausreichende Ernährung zu sichern. Selbst wenn Amerika und die übrigen Länder mit hochentwickelter Landwirtschaft ihre Agrarerzeugung auf ein Maximum steigern würden, könnten sie höchstens noch für einige Jahrzehnte den zusätzlichen Lebensmittelbedarf der explosionsartig steigenden Bevölkerungszahl auf dieser Welt decken.

Wenn wir daher das Leben dieser Völker und gleichzeitig damit unser eigenes Leben und das Leben dieser Welt über uns und die nach uns folgenden Generationen hinaus sicherstellen wollen, müssen wir den Willen und die Möglichkeit zur Ernährung aus eigener Scholle bei allen Völkern dieser Erde rechtzeitig wecken und schaffen. Dabei ist es vorerst wichtiger, mit modernen Methoden der Natur die notwendigen Lebensmittel abzurufen, bevor man an eine Erweiterung der Anbauflächen denkt. Hier öffnen sich der modernen Landtechnik ungeahnte Möglichkeiten und dem forschenden Geist des Ingenieurs sind auf diesem Gebiet keine Grenzen gesetzt.

Wenn Sie vor diesem Hintergrund eine Rangordnung der Probleme unserer Welt aufzustellen versuchen, dann werden Sie feststellen, daß diese in Wirklichkeit und bezogen auf die Zukunft eine wesentlich andere Reihenfolge haben muß, als ihr allgemein von der öffentlichen Meinung zuerkannt wird.

Das Wichtigste auf dieser Welt ist die Sicherung des menschlichen Lebens, die Förderung des Lebensstandards und der Ausgleich aller sozialen Spannungen. Noch nie schienen diese Grundlagen eines menschenwürdigen Daseins so gefährdet zu sein, als bei einem Ausblick in die nächsten Jahrzehnte und Jahrhunderte. So

attraktiv für unseren modernen Geist die Erforschung des Weltraums auch immer sein mag, wir werden sie uns nur leisten können, wenn die Grundlagen unseres Lebens sichergestellt sind. Ich bin überzeugt, daß schon heute in manchen Völkern dieser Welt eine nur um die Hälfte höhere Produktion landwirtschaftlicher Güter und eine dafür halb so große Sterblichkeit nicht nur wichtiger, sondern auch aufregender ist, als eine Reise zum Mond.

Vor diesem Hintergrund wird aber gleichzeitig auch die Dringlichkeit und Bedeutung der einzelnen technischen Wissenschaften in einem anderen Licht erscheinen, als sie der fernsehgebildete Mensch unserer Tage in seinem Sensationsbedürfnis bisher zu sehen gewohnt war. Die Landtechnik hat eine große Tradition und eine reiche Geschichte. Größer aber noch als die Vergangenheit sind die Aufgaben, die von der modernen Landtechnik in der Zukunft gelöst werden müssen. Sie sind nicht nur interessant und für die Zukunft der Menschheit von fundamentaler Bedeutung, sie sind vor allem so vielseitig, wie sie keine andere Technik zu bieten hat. Der Landtechniker ist der Ingenieur der Zukunft; denn von ihm wird es weitgehend abhängen, inwieweit der Mensch seine eigene Zukunft bewältigen kann, eine Zukunft, die, wie mir scheint, schon begonnen hat.

Aber noch etwas ganz Besonderes qualifiziert den landtechnischen Ingenieur gegenüber seinen Berufskollegen. Seine Aufgabe ist es nämlich, Maschinen zu bauen und Arbeitsmethoden zu entwickeln, die in das Leben der Natur eingreifen, ohne es zu zerstören. Nicht nur der Mensch, sondern auch das Tier und die Pflanze gehören zu den Lebewesen dieser Welt. Dieses vielschichtige Leben bei der Bewirtschaftung des Bodens zu ordnen und zu pflegen, zu fördern und zu vermehren, zu veredeln und zu ernten, ist die Aufgabe, die der Ingenieur der Landtechnik mit Maschinen und Arbeitsmethoden lösen muß, die er in vielgestaltiger Form den Forderungen der Natur anzupassen hat. Wahrlich eine schwierige und schöne Aufgabe, der in Zukunft nur die besten technischen Geister gewachsen sein werden.

Es gäbe noch vieles zu sagen über die Aufgaben, die von der Landtechnik gelöst werden müssen, um die eigenen Probleme zu bewältigen. Ich denke dabei an das allmähliche Ineinanderwachsen der landtechnischen Produktionszentren dieser Erde. Wenn in Zukunft die landtechnische Entwicklung und Produktion in Amerika, in Europa, in Rußland und vielleicht auch in Asien gegenseitig in nähere Berührung kommt, wenn sie sich in immer stärkerem Maße auf den interessantesten Absatzmärkten dieser Welt begegnen, dann treten nicht nur im Wettbewerb, sondern auch auf rein technischem Gebiet, wie zum Beispiel in Fragen der weltweiten Normung Probleme auf, die eine ganz andere Größenordnung und -Bedeutung haben werden, als wir sie bisher gekannt haben, und die deswegen auch mit besonderer Sorgfalt zu behandeln sind, damit sie zum Nutzen aller und nicht zum Schaden einiger geregelt werden.

Das gehört zu den Aufgaben der Landtechnik im eigenen Hause, damit sie die ihr von außen gestellten Aufgaben um so besser erfüllen kann.

Die moderne Landtechnik ist heute in den Mittelpunkt der technischen Entwicklung gerückt und sie wird letztlich die ihr gestellten technischen und sozialpolitischen Aufgaben am besten in einer ständig enger werdenden Kooperation zwischen allen Bereichen der Wissenschaft, der Industrie und der täglichen Praxis erfüllen können.

# Probleme der Bodenbearbeitung mit schweren Schleppern

Von Prof. Dr. H. Vetter, Direktor der Landw. Untersuchungs- u. Forschungsanstalt der Landwirtschaftskammer Weser-Ems, Oldenburg/Oldb.,  
Schlüter-Informationstagung am 25. April 1968

In einer Zeit stärkster Spezialisierung, wie der unsrigen, muß man es dankbar begrüßen, wenn auf ein und derselben Tagung Herren verschiedener Fachgebiete das Wort nehmen dürfen. Unter diesem Gesichtspunkt habe ich mich sehr gefreut, daß Sie, Herr Schlüter, mich zu diesem Vortrag zu einem acker- und pflanzenbaulichen Thema vor Landtechnikern aufgefordert haben. Ich gestehe jedoch offen, daß ich nicht gut informiert war, daß diese Tagung in so würdigem Rahmen abläuft. — Das Thema, über das ich vorzutragen habe, paßt weit besser, als man es zunächst meinen sollte, zu den Ausführungen von Herrn Dr. Estler, u. a., weil die Qualität der Saatbettbereitung in hohem Maße bestimmt wird durch die vorausgegangene Bodenbearbeitung, u. a. speziell durch die vorausgegangene Pflugarbeit.

Sie alle wissen, daß in allen Ländern der Bundesrepublik, ebenso wie in vielen anderen Ländern der Welt, sich im Laufe der letzten Jahre eine sehr rasche Entwicklung zum stärkeren Schlepper vollzogen hat. In der Bundesrepublik hat sich allein im Laufe der letzten 12 Jahre die Leistung der neu zugelassenen Schlepper verdoppelt. Die größeren Schlepper sind nötig, um die schweren, modernen Erntemaschinen bewegen zu können und ebenso auch, um die Arbeitsleistung je AK bei den übrigen Arbeiten erhöhen zu können. Ein Schlepper mit 80 PS und 4 Scharen kann eben in der gleichen Zeiteinheit doppelt soviel leisten wie etwa ein Schlepper mit 30 PS und 2 Scharen. Der Einsatz des Großschleppers und Großpfluges mindert nicht nur die Lohnkosten, sondern erhöht darüber hinaus die Schlagkraft des Betriebes, so daß das Pflügen, Bestellen und Pflegen eher als sonst zum ackerbaulich günstigen Zeitpunkt erfolgen kann.

Die Entwicklung zum größeren Schlepper und größeren Gerät ist wirtschaftlich zwingend und unaufhaltsam. Die Diskussion über das Thema „schwere Schlepper“ kann sich heute nicht mehr um die Alternativfrage groß oder klein drehen, sondern um die Frage, wie können wir die großen Schlepper nach dem Motto „soviel Kraft wie man braucht“ mit vollem Nutzeffekt möglichst ohne Schädigung zum Einsatz bringen. Das freilich müssen wir bedenken, große Schlepper und große Geräte geben uns nicht nur die Möglichkeit, mehr und besser zu arbeiten als bisher, sondern sie bringen auch die Gefahr mit sich, daß wir mit diesen größeren und schwereren Geräten bei unsachgemäßem Einsatz größere Schäden verursachen. Größere Schlepper und Geräte können zu Bodenverdichtungen führen, zu Verdichtungen im Unterboden weit häufiger als wir es zumeist wissen. Die Verdichtungen im Unterboden werden allzu oft übersehen, eben weil sie zugedeckt sind, weil sie sich schwer diagnostizieren lassen, weil in der Praxis nur sehr selten Felder mit starker Verdichtung unmittelbar neben solchen ohne Verdichtung liegen. Wenn eine unsachgemäße Pflugarbeit in der Praxis zu Unterbodenverdichtungen führt, handelt es sich meistens nur um eine mehr oder weniger ausgeprägte Verstärkung einer schon vorher dagewesenen Unterbodenverdichtung. Es kommt zu einer allmählich zunehmenden Unterbodenverdichtung im Laufe der Jahre.

Die große Bedeutung des Unterbodens für das Wachstum der Kulturpflanzen zeigt sich in Versuchen deutlich, wenn man den Boden völlig verschließt. In einem bei Köhnlein in Kiel durchgeführten Versuch ist Cramer so verfahren, daß er in 25 oder 30 cm Tiefe Plastikfolien in den Boden eingelegt hat, so daß weder die Wurzeln



der Kulturpflanzen noch das Sickerwasser in den Unterboden eindringen konnten. Der Ernteertrag auf diesen Flächen sank, selbst da, wo das Wasser seitlich ablaufen konnte, wo also die Plastikfolie nicht als „Wanne“ eingebracht war, auf etwa die Hälfte ab.

Wie entstehen Pflugsohlen? Der Begriff Pflugsohle assoziiert mehr oder weniger rasch die Vorstellung, die Pflugsohle sei durch den Pflug, d. h. seine Streich- und Druckwirkung verursacht. Früher ist das sicher auch so gewesen, früher als die Pflüge gezogen und nicht getragen wurden. Ist das noch heute so oder ist das, was wir „Pflugsohle“ nennen, in der Regel eine „Schlepperrad“ sohle?

Wir sehen zumindest auf den sandig-lehmigen Parabraunerden und den Marschen in Schleswig-Holstein und Niedersachsen nicht selten Bilder wie dieses (Abb. 1), streifige Felder, von denen man zunächst meinen möchte, diese Streifen unterschiedlicher Blattaufsfärbung, in diesem Fall bei Hafer, wären bedingt durch unsauberes Stickstoffstreuen. In Wirklichkeit ist in Querrichtung Stickstoff gestreut worden und nicht in der Längsrichtung. Die hellen Streifen liegen in Abständen, die der Arbeitsbreite des Pfluges entsprechen. Hier ist mit einem 3-Schar-Pflug gepflügt worden, so daß jede 3. Furche vom Schlepperrad befahren wurde. Diese befahrene Furche stand in der Vegetationszeit mit wesentlich hellerem Grün da.

Wir haben uns gefragt, ob diese in der Praxis hie und da zu beobachtenden Fälle sich auch im Versuch nachweisen lassen.

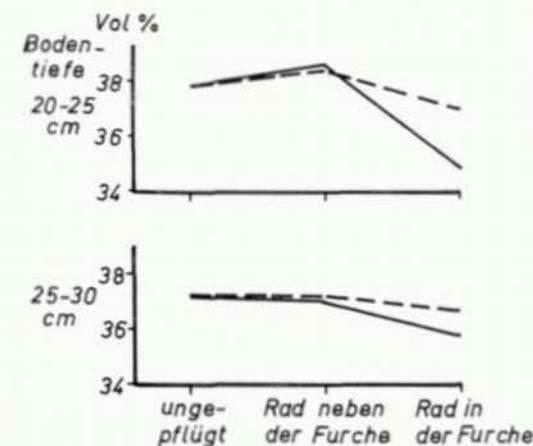
Wir haben deshalb in einem Feldversuch in einigen Parzellen den Schlepper neben der Furche fahren lassen, auf anderen Parzellen in der Furche und zwar in einer Versuchsreihe bei ausreichend trockenem Boden und in einer zweiten bei nassem Boden. Die Differenzierung in der Bodenfeuchtigkeit wurde durch Beregnung erreicht. Der Boden der feucht gepflügten Parzellen war im Mittel um 7 Gew.% feuchter als der trocken gepflügte.

Der Boden, auf dem diese beiden Versuche liefen, ist eine sandiglehmige Parabraunerde aus jungdiluvialen Geschiebelehm, Az. 55-58. Die etwa 25 cm mächtige Krume hat einen pH-Wert von 6,3, einen Schluffgehalt von ca. 19%, einen Tongehalt von 7-8%, einen C-Gehalt von 1,6%, einen N-Gehalt von 0,2‰. Die Niederschlagsmenge pro Jahr lag in beiden Versuchsjahren zwischen 700 und 800 mm, bei annähernd gleichmäßiger Verteilung über alle Jahreszeiten.

Um Art und Ausmaß der durch Pflug und Schlepperrad verursachten Unterbodenverdichtungen möglichst treffend erfassen zu können, ermittelte mein Mitarbeiter Lichtenstein:

1. Das Gesamtporenvolumen und die Anteile verschieden großer Poren ( $< 20 \mu$ ,  $> 20 \mu$ ,  $>> 20 \mu$ ,  $> 1000 \mu$ ).  
Im Unterboden in 20-25 cm, 25-30 cm, 30-35 cm und 35-40 cm Tiefe.
2. Den Abscherwiderstand in 20-25 cm Bodentiefe nach Schaffer.
3. Die Luftdurchlässigkeit nach dem Verfahren Rid (16) in 20-25 cm Tiefe.
4. Die Infiltrationsrate nach einer von Köhnlein und Koch entwickelten Feldmethode mit Aufsatzzylindern von 11,3 cm Durchmesser, 100 cm<sup>2</sup> Querschnittfläche, 10 cm Kantenhöhe und 800 cm<sup>3</sup> Netto-Rauminhalt in ebenfalls 20-25 cm Tiefe.

Neben diesen physikalischen Daten wurden als biologische Kenndaten der eingetretenen Unterbodenverdichtung das Wurzelvolumen in 25-65 cm Bodentiefe zur Zeit der Blüte von Ackerbohnen und Hafer und der Kornertrag z. Z. der Reife ermittelt.



**Abb. 2.** Der Einfluß von Pflug und Schlepperrad auf das Gesamtporenvolumen im Unterboden  
trocken gepflügt — — — — —  
feucht gepflügt —————

Eine Verminderung des **Gesamtporenvolumens** ist verständlicherweise nur da nachzuweisen, wo das Schlepperrad in der Furche gelaufen ist (Abb. 2). Die Minderung des Gesamtporenvolumens zeigt sich in den ersten 5 cm unterhalb der Bearbeitungsgrenze stärker als 10 cm tiefer, nach feuchtem Pflügen stärker als nach trockenem Pflügen. In 20-25 cm Bodentiefe hat das Schlepperrad bei feuchtem Boden das Gesamtporenvolumen um rd. 4% gedrückt, bei trockenem Boden um rd. 1,5%, in 25-30 cm Tiefe bei feuchtem Boden um 1,3% bei trockenem Boden in nicht mehr absicherbarem Umfang.

Die Veränderung des Gesamtporenvolumens kann das Ausmaß und die pflanzenphysiologische Bedeutung der eingetretenen Unterbodenverdichtung nicht ausreichend charakterisieren, denn dem verringerten Anteil großer Poren steht eine wenn auch nicht ganz so starke Zunahme kleiner Poren gegenüber. Das **Mittel- und Feinporenvolumen** wird durch das Schlepperrad in der Furche bei feuchtem Boden in den ersten 5 cm unter der Bearbeitungsgrenze um mehr als 4% erhöht, nämlich von 25,1 auf 29,7% (Abb. 3).

Das Ausmaß der Unterbodenverdichtung zeigt sich deutlicher im Rückgang großer Poren. Das Volumen an **Grobporen** ( $> 20\mu$ ) sank unter dem Druck des Schlepperrades bei feuchtem Boden in 20-25 cm Bodentiefe um 8%, nämlich von 13 auf 5%, in 25-30 cm Bodentiefe um 1,9%, nämlich von 12,3 auf 10,4%.

Von den noch größeren **weilumigen Poren** und von den **Gröbstoporen** ( $> 1000\mu$ ) wird ein noch größerer Anteil zerstört (Abb. 4). In 20 bis 25 cm Bodentiefe sinkt das

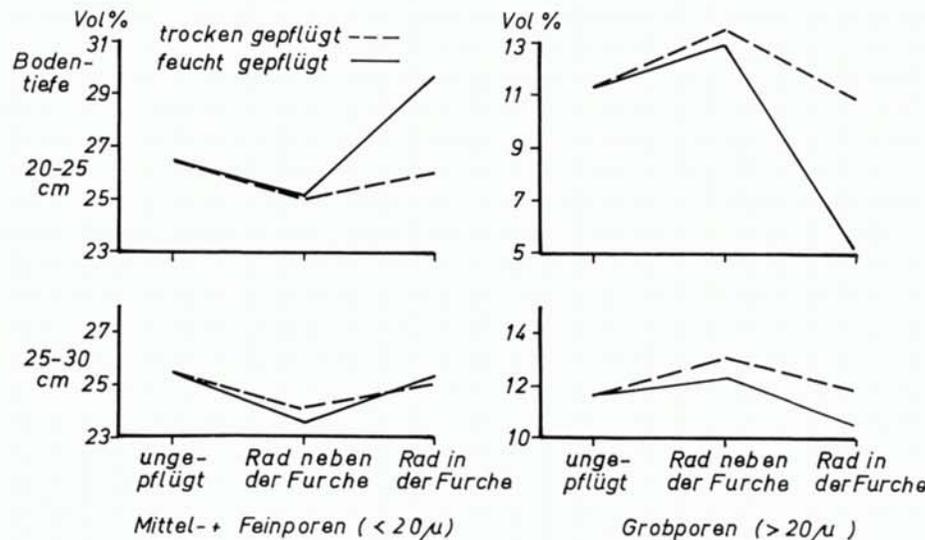


Abb. 3. Die gegensätzliche Veränderung des Fein- und Grobporenvolumens im Unterboden infolge unterschiedlichen Pflügens

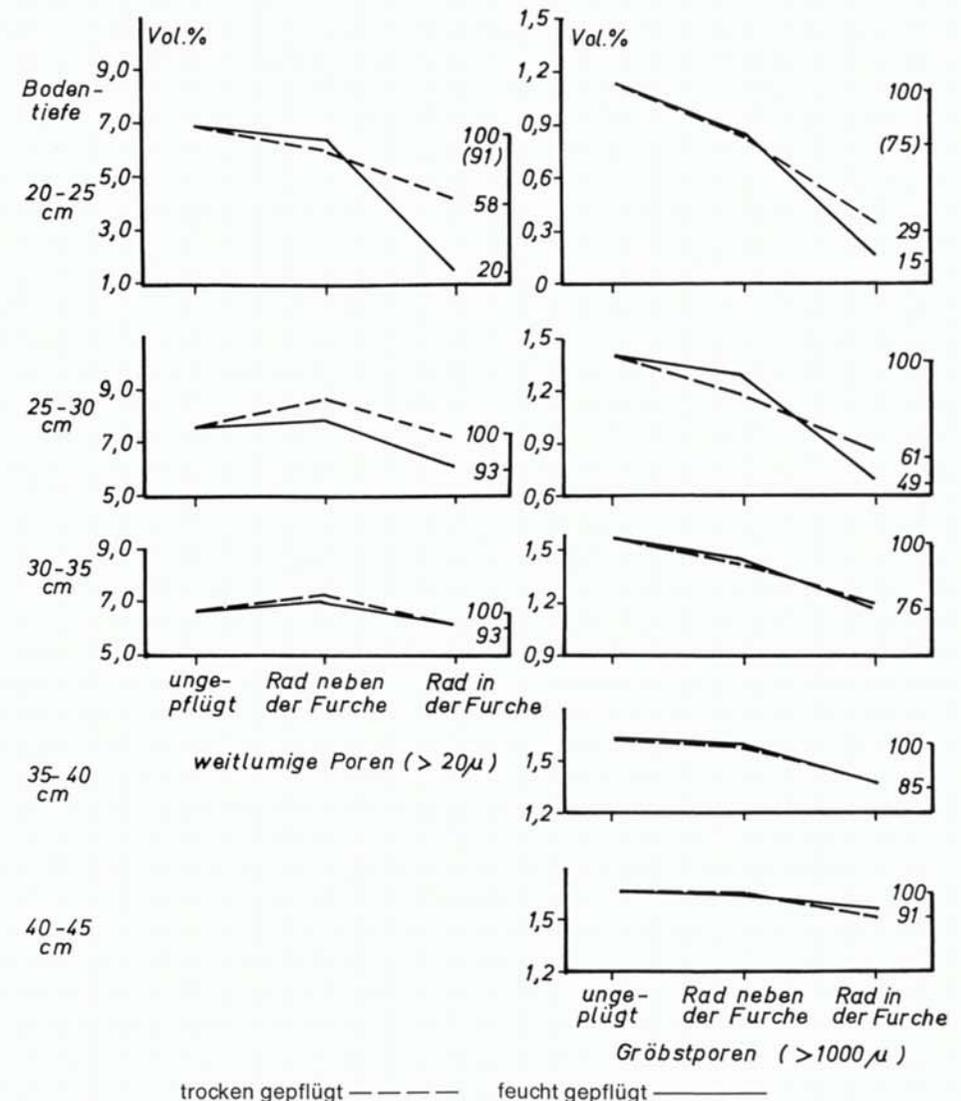


Abb. 4. Die Zerstörung großer Unterbodenporen durch Pflug und Schlepperrad bei unterschiedlicher Bodenfeuchtigkeit

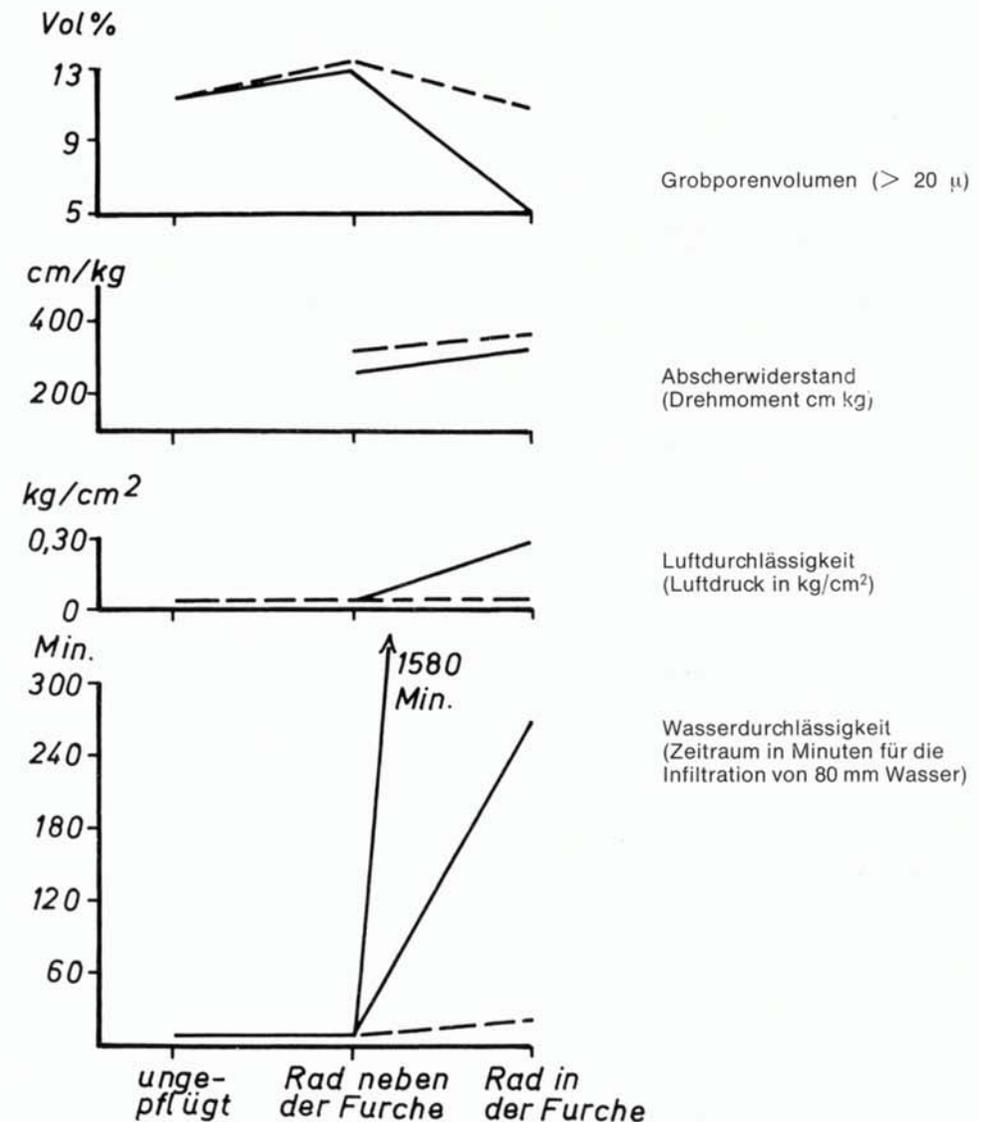
Volumen weilumiger Poren bei feuchtem Pflügen von rd. 7 auf 1%, beim trockenem Pflügen von rd. 7 auf 4%, das Gröbstoporenvolumen sinkt im gleichen Tiefenbereich bei feuchtem Pflügen von 1,11 auf 0,17%, bei trockenem Pflügen von 1,11 auf 0,32%, d. h. von den Gröbstoporen blieben in diesem Tiefenbereich nur 15 bzw. 29% der Ausgangsdurchporung erhalten.

In der Bodentiefe von 25–30 cm werden die Gröbstporen bei feuchtem Pflügen bis auf einen Restbestand von 49% des Ausgangsvolumens zerstört, bei trockenem Pflügen bis auf 61%. Noch bis 15 cm unterhalb der Bearbeitungsgrenze läßt sich eine statistisch klar absicherbare Minderung des Gröbstporenvolumens nachweisen. Die porenzerstörende Wirkung des Schlepperrades erfaßt die größeren Poren bis in weit größere Bodentiefen als die mittleren Porengrößen. Von den Gröbstporen wird auch bei trockenem Boden ein relativ hoher Anteil zerstört. Eine porenzerstörende Wirkung des Pfluges ließ sich nur in 20–25 cm Tiefe nachweisen, bei den Gröbstporen deutlicher als bei den weitleumigen, bei nassem Pflügen bemerkenswerterweise nicht deutlicher als bei trockenem. Die porenzerstörende Wirkung des Pfluges war also wesentlich schwächer als die der Schlepperräder in der Furche. Mit der Zerstörung großer Poren ändern sich auch andere physikalische Eigenschaften des Bodens, die für das Wurzel- und Sproßwachstum bedeutsam sein können. Wir ermittelten, wie gesagt, in den obersten 10 bzw. 5 cm unterhalb der Bearbeitungsgrenze den Abscherwiderstand des Bodens sowie die Luft- und Wasserdurchlässigkeit.

Der **Abscherwiderstand** des Bodens ist durch die Furchenräder des Schleppers geringfügig erhöht worden, von 260 auf 33 cm kg bzw. von 316 auf 352 cm kg (Abb. 5). Bemerkenswerterweise wurden in dem bei Nässe gepflügten Boden geringere Abscherwiderstände gemessen als im trocken gepflügten, obwohl der feucht gepflügte Boden stärker verdichtet war. Der feucht gepflügte stärker verdichtete Boden staute Wasser, war deshalb auch zum Untersuchungszeitpunkt feuchter und setzte so einer seitlichen Bodenteilchenverschiebung nur geringen Widerstand entgegen. Erst nach stärkerem Austrocknen des Bodens darf ein hoher Abscherwiderstand im verdichteten Boden erwartet werden.

Die **Luftdurchlässigkeit** des Bodens ist durch die unterschiedliche Bodenbearbeitung stärker verändert worden als der Abscherwiderstand. Die Luftdurchlässigkeit war in dem bei Nässe befahrenen Unterboden etwa zehnmal schlechter als in dem ungepflügten Boden und in dem Unterboden, auf dem kein Furchenrad sondern nur der Pflug eingewirkt hat. Der bei Nässe befahrene Unterboden setzte dem angewendeten Luftdruck von 0,6 kg/cm<sup>2</sup> einen Widerstand von 0,29 kg/cm<sup>2</sup> entgegen, der trocken befahrene Unterboden einen Widerstand von 0,06 kg/cm<sup>2</sup>, der Unterboden, auf den nur der Pflug eingewirkt hatte, einen von 0,04 kg/cm<sup>2</sup>, der ungepflügte Boden einen von 0,03 kg/cm<sup>2</sup>. Wir können also feststellen, daß die alleinige Einwirkung des Pfluges die Luftdurchlässigkeit überhaupt nicht beeinträchtigt hat – weder bei trockenem noch bei nassem Pflügen –, daß jedoch das Schlepperfurchenrad die Luftdurchlässigkeit des Unterbodens besonders durch Befahren bei Nässe erheblich minderte.

Die **Wasserdurchlässigkeit** hat sich durch die Einwirkung des Furchenrades noch mehr verschlechtert als die Luftdurchlässigkeit (Abb. 5). Für die Infiltration von 800 mm Wasser waren bei dem Unterboden, auf den nur der Pflug und nicht das Furchenrad eingewirkt hatte, ebenso wie im Unterboden des ungepflügten Bodens nur 6 Minuten erforderlich, in dem bei Trockenheit befahrenen Unterboden 22 Minuten, in dem bei Nässe befahrenen 270 Minuten, auf bestimmten Furchenstreifen sogar 1580 Minuten, d. h. mehr als 26 Stunden.



**Abb. 5.** Der Einfluß von Pflug und Schlepperrad auf einige physikalische Eigenschaften des Unterbodens in 20–25 cm Tiefe  
 - - - trocken gepflügt, — feucht gepflügt

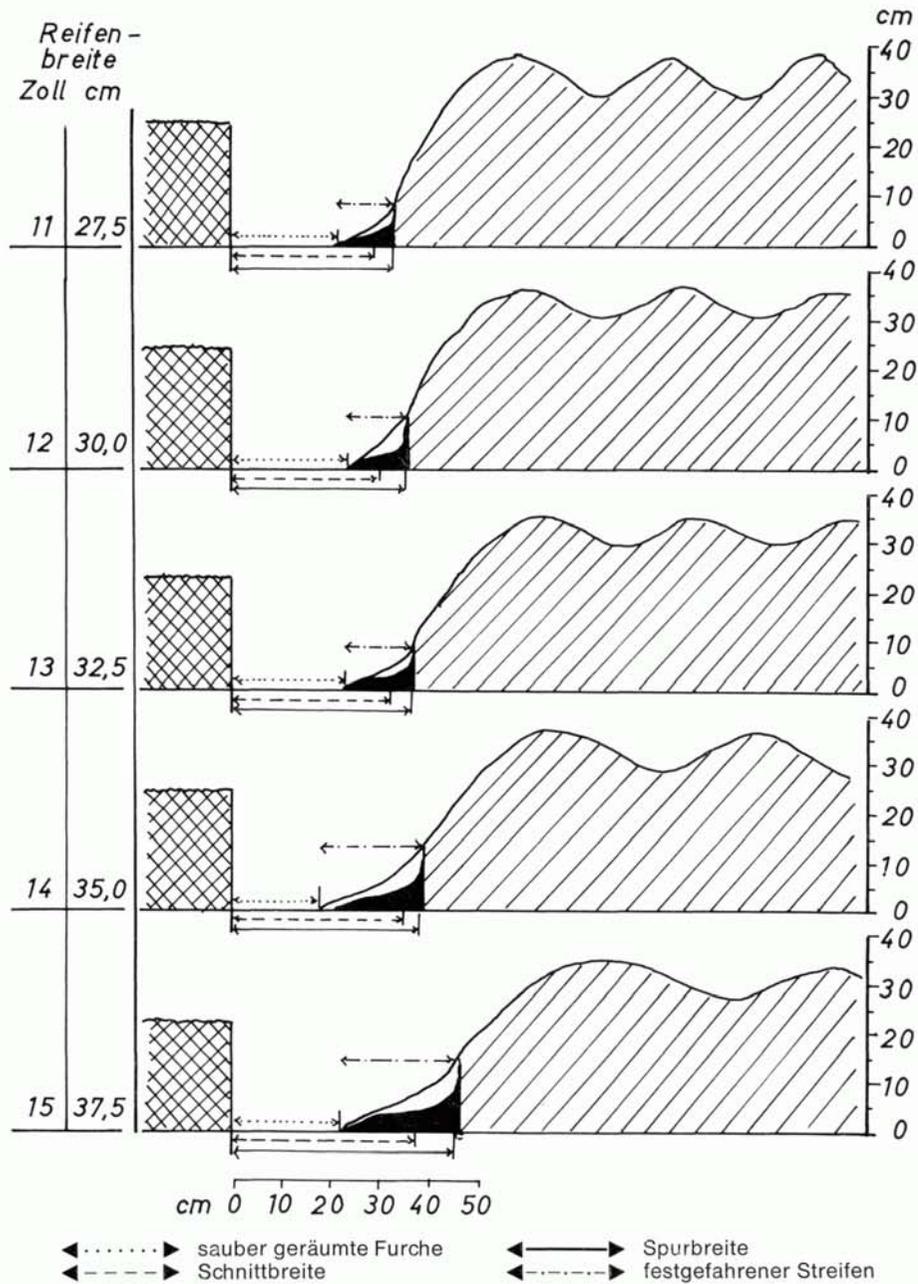


Abb. 6. Reifenbreite und Pflugbild  
Mittelwerte der Pflugvorführung in Bossee 1967

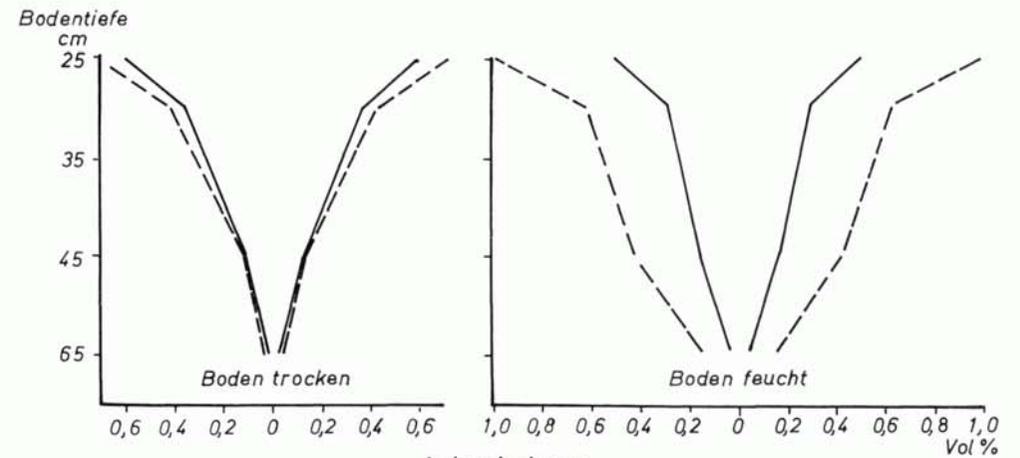


Abb. 7. Minderung des Wurzelvolumens ( $\frac{0}{100}$  des Bodenvolumens) im Unterboden durch das Schlepperrad bei verschiedener Bodenfeuchtigkeit und unterschiedlicher Fahrweise  
 - - - - - Schlepperrad neben der Furche  
 ————— Schlepperrad in der Furche

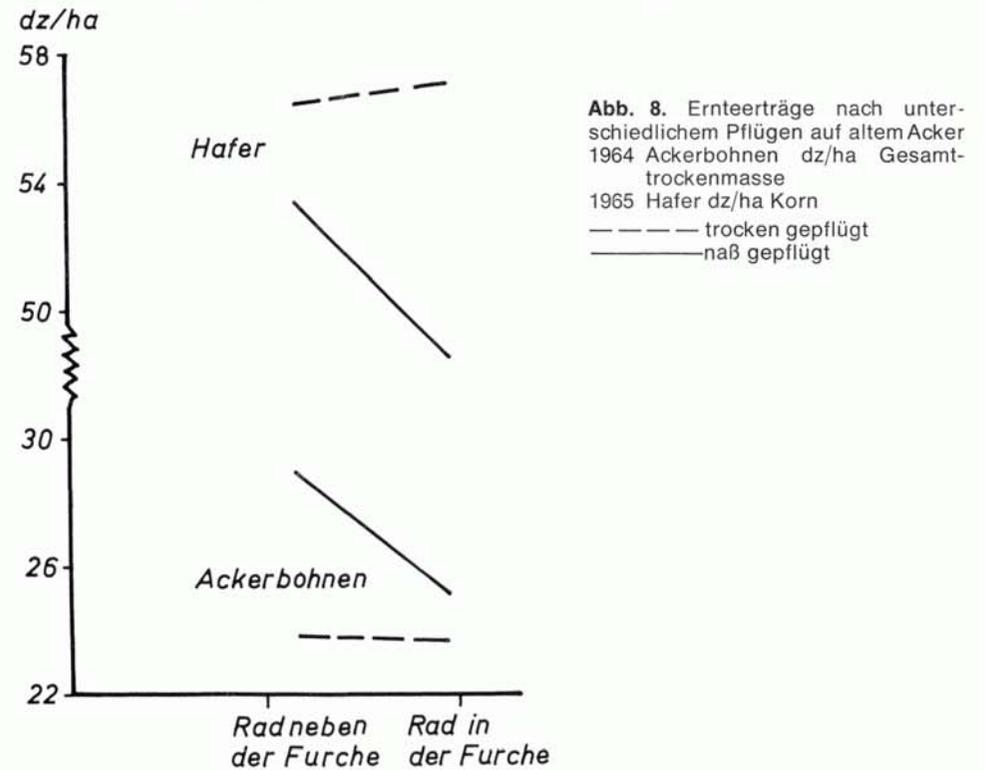


Abb. 8. Ernteerträge nach unterschiedlichem Pflügen auf altem Acker  
 1964 Ackerbohnen dz/ha Gesamt-trockenmasse  
 1965 Hafer dz/ha Korn  
 - - - - - trocken gepflügt  
 ————— naß gepflügt

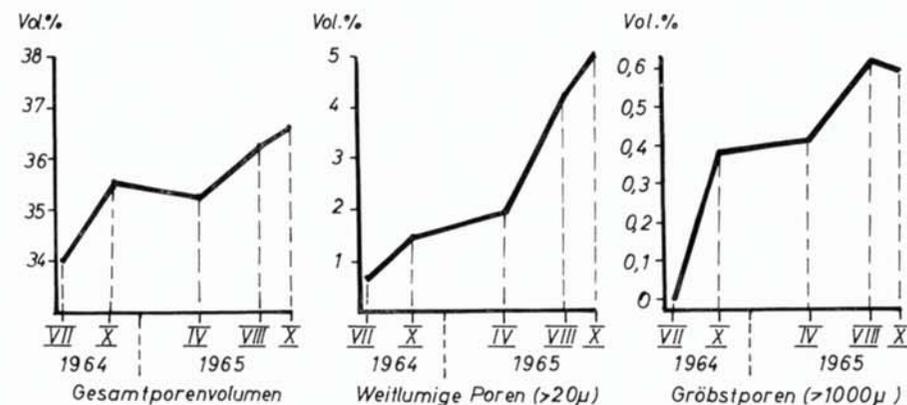
Die genannte extrem schlechte Wasserdurchlässigkeit von ca. 26 Stunden wurde in Furchenstreifen gemessen, bei denen relativ viel vorher gelockerter Boden durch das Furchenrad wieder angewalzt worden war (vergl. Abb. 6). Diese auf die Bearbeitungsgrenze durch das Furchenrad aufgewalzte Sohle zeigte nicht selten blaue oder grauschwarze Reduktionsflecken. Die dem Boden beigemischten, bei Nässe eingepreßten Pflanzenteile durchliefen eine Umsetzung unter starkem Sauerstoffmangel. Die Walzsohlen rochen nach Schwefelwasserstoff und enthielten mehr Eisen (II) und weniger Eisen (III) als die darüber und darunter liegenden Bodenzonen.

Das **Wurzelvolumen** ist im Tiefenbereich zwischen 25 und 65 cm durch die Furchenradeinwirkung ebenfalls vermindert worden, vor allem bei Ackerbohnen durch Befahren bei Bodennässe (Abb. 7). Das Wurzelvolumen der Ackerbohnen wurde hierdurch auf weniger als  $\frac{1}{3}$  vermindert. Die Furchenradeinwirkung bei nassem Boden drückte den Trockenmasseertrag bei Ackerbohnen um 4 dz je ha, den Kornertrag bei Hafer um rd. 6 dz/ha (Abb. 8).

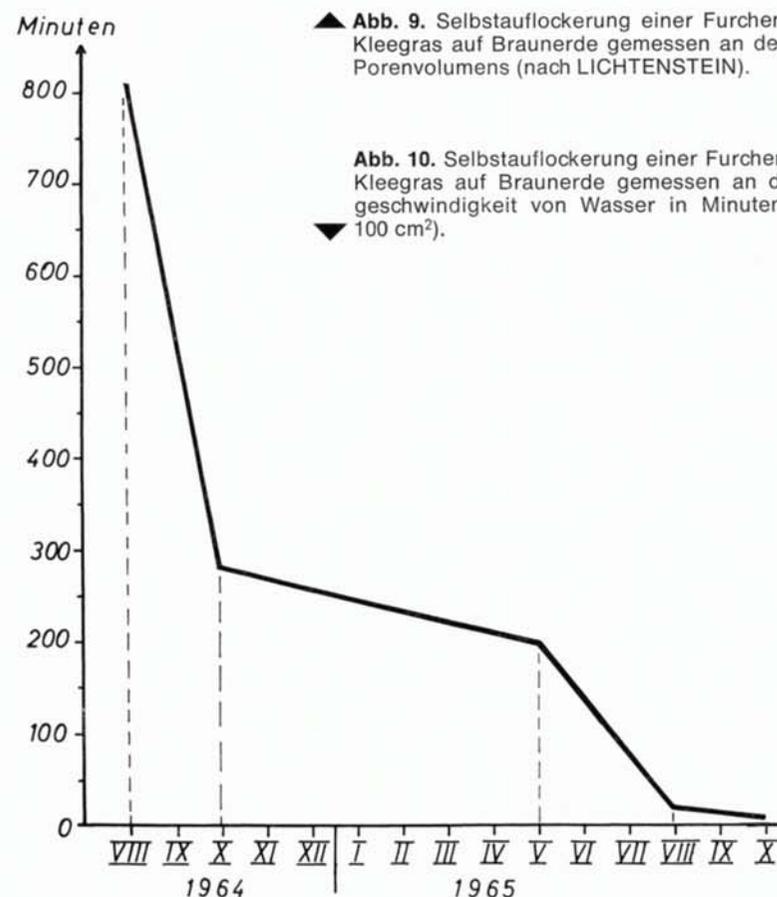
Ergebnis dieser Untersuchungen ist also, daß beim Pflügen der Hohenschulener Parabraunerde starke, das Pflanzenwachstum hemmende Unterbodenverdichtungen entstehen können, daß derartige Verdichtungen nur **bei nassem Pflügen** entstehen und daß sie durch Druck und Schlupf des Schlepperrades und nicht durch den Pflug verursacht werden. Wir müssen auch für andere Standorte damit rechnen, daß bei der modernen Pflugarbeit, bei der die Pflüge nicht gezogen, sondern in der Hydraulik getragen werden, während das Pferd durch immer schwerer werdende Schlepper ersetzt worden ist, Unterbodenverdichtungen nur selten als „Pflug“-sohlen entstehen, sondern als „Rad“-sohlen. Schlepperräder können den Boden wesentlich stärker verdichten als der Huftritt des Pferdes, weil die vom Schlepperrad gedrückte Bodenfläche größer ist und deshalb wesentlich eher den Nässestau bewirkt. Schwere Schlepper können den Boden stärker verdichten als leichte, obwohl der Druck je qcm an der Bodenoberfläche bei beiden etwa gleich groß ist. Die von einem Reifen ausgehenden Drucklinien reichen bei gleichem Druck an der Bodenoberfläche in größere Bodentiefen, wenn der Reifen breiter ist. Eine verdichtende Wirkung hat der Reifen freilich erst, wenn der Druck größer ist als die Widerstandskraft des Bodens, und die Gefahr ist eben auf nassem Boden wesentlich eher gegeben als auf trockenem.

#### Welche Möglichkeiten gibt es, die Bildung von Radsohlen zu vermeiden oder aber eine einmal entstandene Verdichtung zu beseitigen?

Es gibt Standorte, auf denen ein Pflügen bei nassem Boden oder ein auf andere Weise unsachgemäßes Pflügen kaum zu ertragsdrückenden Unterbodenverdichtungen führt, während auf unmittelbar benachbarten, der Entstehung nach gleichartigen Böden schon geringste Fehler zu Bodenschäden führen, die wir noch jahrelang danach beobachten können. In solchen Fällen ist die unterschiedliche Verdichtungsanfälligkeit dieser Böden meistens verursacht durch unterschiedliche Bewirtschaftungsmaßnahmen. **Eine das Bodenleben fördernde Bodenbewirtschaftung läßt Böden entstehen, die auch schwere Schlepper zu tragen vermögen, ohne daß es zu Verdichtungen kommt oder aber entstandene Bodenverdichtungen in be-**



▲ **Abb. 9.** Selbstauflockerung einer Furchenradsohle unter Klee gras auf Braunerde gemessen an der Zunahme des Porenvolumens (nach LICHTENSTEIN).



▼ **Abb. 10.** Selbstauflockerung einer Furchenradsohle unter Klee gras auf Braunerde gemessen an der Infiltrationsgeschwindigkeit von Wasser in Minuten (800 cm<sup>3</sup> auf 100 cm<sup>2</sup>).

**merkwürdig kurzer Frist wieder zur Auflösung kommen lassen. Ein anschauliches Beispiel in dieser Richtung zeigen Lichtensteins Untersuchungen in Hohenschulen.**

Im Juli 1964 wurde eine sandiglehmige Braunerde bei Nässe gepflügt, so daß eine deutliche Verdichtung als Furchenradsohle entstand. Dieser Boden blieb für 15 Monate ungepflügt liegen, um die Selbstauflockerung der Radsohle mit wiederholten Messungen zu verfolgen. Das Gesamtporenvolumen stieg von Juli bis Oktober 1964 von 34 auf 35,5%, blieb während des Winters von Oktober bis April annähernd gleich, um während des Sommers 1965 bis auf annähernd 37% anzusteigen (Abb. 9). Die Zahl und das Volumen der großen Poren wuchs stärker als das der kleinen Poren, aber ebenso wie das Gesamtporenvolumen nur während des Sommers und nicht während des Winters. Dem Porenvolumen entsprechend besserte sich auch die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens vornehmlich während des Sommers und nur wenig während des Winters (Abb. 10). Für die Versickerung von 80 mm Wasser waren direkt nach dem Pflügen im Mittel 800 Minuten notwendig, 2 Monate später nur noch 300 Minuten. Während des Winters besserte sich die Wasseraufnahmefähigkeit des Bodens nur wenig. Von Mai bis Anfang August 1965 verminderte sich die Einsickerungszeit von 200 auf 20 Minuten. Entscheidend für die Auflockerung der Schlepperradsohle war also nicht der während des Winters wohl wirksame Frost, sondern die Tätigkeit der Bodenlebewesen in der warmen Jahreszeit.

Ein belebter oder wie wir sagen „tätiger“ Boden behält ein gutes Gefüge, gute Struktur und Gare, auch wenn er auf ungeschickteste Weise bearbeitet wird. Vergessen wir nicht: Das weitaus günstigste Bodengefüge bildet sich da, wo gar keine mechanische Bodenbearbeitung erfolgt: Unter Grünland und unter Klee gras, eben

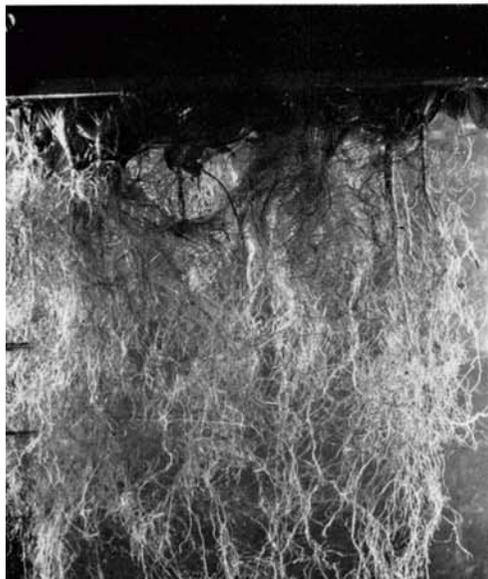
weil sich unter diesen Kulturen im unbearbeiteten Boden bei reichlicher Nahrungszufuhr (Abb. 11–14) ein reges Bodenleben entfalten kann.

Die **Zwischenfrüchte** können, im Prinzip ähnlich wie ganzjährige Futterpflanzen (Abb. 15), das Bodengefüge verbessern, aber sie reichen, eben weil ihre Wachstumszeit und die dadurch bedingte Schonung des Bodens kürzer ist, in ihrer Wirkung leider bei weitem nicht an die ganzjährigen Futterschläge heran. Das erschwert die wirtschaftliche Situation bei unserer derzeitigen Betriebsausrichtung ganz erheblich.

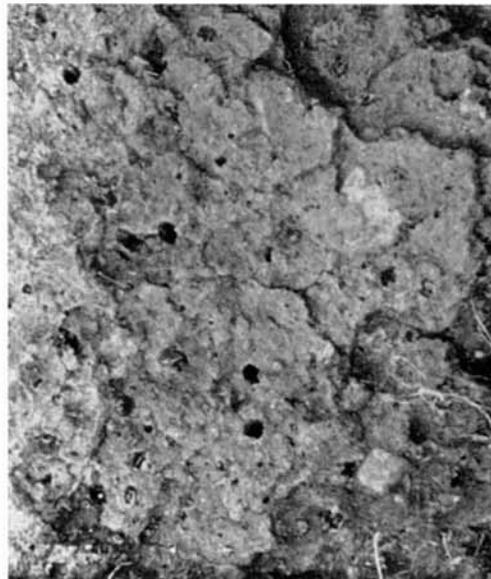
Keine auch noch so geschickte mechanische Bodenbearbeitung ist in der Lage, einen für das Pflanzenwachstum derart günstigen Bodenzustand herzustellen, wie er unter Klee gras oder Grünland durch Lebewesen gebildet wird. Das oberste Ziel der mechanischen Bodenbearbeitung kann deshalb neben der Unkrautbekämpfung und Saatbettbereitung nur die Förderung des Bodenlebens sein. Die mechanische Bodenbearbeitung ist Wegbereiterin der weit wichtigeren biologischen Bodenbearbeitung.

Je mehr es auf unseren Äckern gelingt, das Bodenleben zu erhalten und zu fördern, desto mehr wird die mechanische Bodenbearbeitung erleichtert. Alle Maßnahmen der Bodenbearbeitung vom Pflügen bis zur Saatbettbereitung führen dann mit weniger Aufwand zu besserem Erfolg. Viele von den Maßnahmen, die der Förderung des Bodenlebens dienen, sind jedoch gerade in der modernen Ackerwirtschaft häufig ins Hintertreffen geraten: So die Kalkung (Abb. 16), die Stallmistdüngung und die Einhaltung vielseitiger Fruchtfolgen mit Futterschlägen und Zwischenfrüchten.

**Abb. 11.** Klee gras bringt mit Wurzeln und Stoppeln 3mal mehr organische Masse in den Boden als Getreide.  
Foto: Vetter



**Abb. 12.** Klee gras fördert das Bodenleben und die Bodendurchporung.  
Foto: Köhnlein



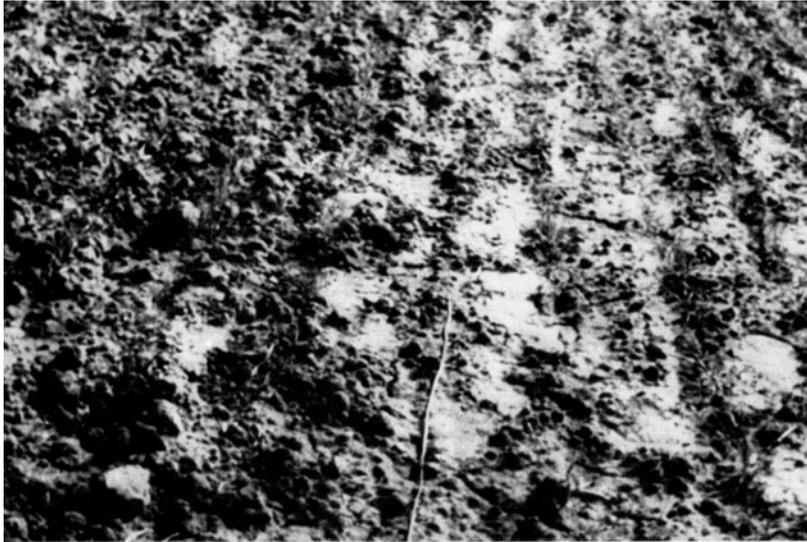
**Abb. 13.** Klee gras bringt den Boden in besseres Bodengefüge (rechte Bildhälfte) als Brache (linke Bildhälfte). Versuchsgut Puch.  
Foto: Rid



**Abb. 14.** Mais bringt mit Wurzeln und Stoppeln annähernd doppelt so viel organische Masse in den Boden wie Getreide.  
Foto: Vetter







◀ **Abb. 15.** Auch Zwischenfruchtbau stabilisiert das Bodengefüge, wenn auch nicht so stark und nachhaltig wie ganzjähriger Futterbau.

Foto: Gliemeroth

**Abb. 16.** Eine gute Kalkversorgung erleichtert die Ableitung von Überschußwasser und beugt so der Unterbodenverdichtung vor. Helle Streifen ungekalkt.

Foto: Köhnlein



Die **Kalkung** ist im Zuge der vermehrten Anwendung von Mehrnährstoffdüngern vernachlässigt worden, die Stallmistdüngung in vielen Betrieben durch den Übergang zu viehloser und viehschwacher Wirtschaftsweise zurückgegangen, die früher üblichen vielseitigen Fruchtfolgen im Zuge der zunehmenden Spezialisierung durch einseitigere Fruchtfolgen mit weniger Futterpflanzen und mehr Getreide und Raps ersetzt worden. — Hinzu kommt, daß in derartig spezialisierten Betrieben mit hohem Getreideanteil die Getreideernte eine so große Arbeitsspitze bedeutet, daß die Stoppelbearbeitung zu spät erfolgt und häufig auch die Tieffurche. Ein abgeerntetes Getreidefeld wird durch eine verspätete Tieffurche weit mehr geschädigt als andere Felder, weil der von Pflanzen geräumte Boden früher vernäßt und unter Garelosigkeit leidet.

Ein Betrieb, der um Arbeit zu sparen auf Maßnahmen zur Förderung des Bodenlebens weitgehend verzichtet, ohne Vieh, ohne Mist, ohne Ackerfutter wirtschaftet, und wegen stark spezialisierter Wirtschaftsweise Arbeitsspitzen zu bewältigen hat, die zu später Tieffurche führen, wird schwere Ackergeräte nicht ohne Schaden einsetzen können. Umgekehrt ist der Einsatz schweren Ackergerätes ohne Schaden möglich, wenn eine das Bodenleben fördernde Bodenbewirtschaftung innegehalten wird und darüber hinaus die Betriebsorganisation eine stets zeitgerechte Bodenbearbeitung, vor allem eine zeitgerechte Winterfurche sicherstellt.

Neben den eben geschilderten bodenpflegenden Maßnahmen gibt es weitere Möglichkeiten, die Entstehung von Unterbodenverdichtungen beim Einsatz schwerer Schlepper zu vermeiden:

**Das Fahren neben der Furche** ist wahrscheinlich, obwohl es in anderen Ländern zum Teil praktiziert wird, bei uns keine praktikable Maßnahme. Der Seitenzug und das erschwerte Lenken ist vor allem bei kleineren Schleppern ein sehr großes

Hindernis. Bei großen Schleppern, wo der Seitenzug entfällt, wären diese Hindernisse freilich geringer, aber das Lenken wäre, selbst wenn ein Tast- oder Lenkrad in der Furche mitläuft, wie es in den USA zum Teil praktiziert wird, auch dann noch wesentlich schwerer als beim normalen Fahren.

**Der Einsatz von Pflügen mit ausreichend großem Seitentransport** verringert die Bodenfläche, die durch das Furchenrad wieder festgefahren wird, wesentlich. Dieser Gesichtspunkt ist im Laufe der letzten Jahre vernachlässigt worden. Der oft gegebene Hinweis, daß ein großer Schlepper, der einen Vier- oder Fünfscharpflug zieht, weniger Furchenradspuren in den Boden legt als ein kleiner, ist unbestritten richtig. Dennoch ist der Schaden, den gerade ein breites Furchenrad durch Anwalzen vorher gelockerten Bodens bei nicht ausreichend trockenem Boden anrichten kann, so groß, daß seine Vermeidung der Mühe wert ist.

Die wichtigste Maßnahme zur Vermeidung von Unterbodenverdichtungen ist **das zeitgerechte Pflügen**, eine Maßnahme, deren Bedeutung unsere Väter schon genau gekannt haben, deren Innehaltung in unserer Zeit einerseits wichtiger, auf der anderen Seite aber schwerer ist als früher. Es ist schwerer u. a., weil wir mehr Getreide bauen. Ein Boden nach Getreide vernäßt rascher und stärker als ein Boden unter anderen Kulturen. Wenn auf einem Feld eine Blattfrucht wächst, „pumpt“ diese Blattfrucht bis zum Herbst hin Wasser aus dem Boden heraus, die Zwischenfrucht ebenso. Auf einem Getreideschlag hört das Verdunsten schon im Monat Juli auf. Getreideschläge sind oft schon Mitte Oktober bis in große Tiefen hinein so weit mit Wasser gesättigt, daß ein Befahren mit schweren Schleppern unvermeidlich zu Verdichtungen führt.

Es ist zu fragen, ob die seit Generationen bewährte Pflugarbeit, Schälens nach der Getreideernte, Tiefpflügen im Herbst, heute noch das bestmögliche ist oder ob ein

sofortiges Tiefpflügen direkt nach der Getreideernte für bestimmte Standorte günstiger wäre. Drei Gesichtspunkte lassen uns diese Frage heute anders beurteilen als früher.

1. Die Zugkräfte würden heute im Gegensatz zu früher für ein sofortiges Tiefpflügen nach der Getreideernte ausreichen.
2. Die Gefahr der Unterbodenverdichtung bei späterem Pflügen ist heute größer als früher.
3. In die tiefe Sommerfurche bestellte Zwischenfrüchte gedeihen besser als in flacher Furche bestellte Zwischenfrüchte und das Interesse an einem guten Wuchs der bestellten Zwischenfrüchte ist bei Innehaltung getreidereicher Fruchtfolgen größer als sonst.

Herr Thormann in Förste und eine große Zahl anderer Betriebe in Niedersachsen praktizieren bereits seit Jahren das zur Diskussion gestellte Verfahren: Tiefe Sommerfurche direkt nach der Getreideernte, Zwischenfruchtanbau, flaches Einarbeiten der Zwischenfrucht direkt vor dem Bestellen der Folgefrucht (evtl. nach vorausgegangenem Totspritzen mit Grammoxon oder Reglone). Das Einarbeiten der aufgewachsenen Zwischenfrucht direkt vor dem Bestellen der Folgefrucht gibt auf manchen Standorten allerdings große Probleme auf. Der Arbeitskreis Bodenbearbeitung beim KTL prüft gegenwärtig in Feldversuchen, auf welchen Standorten die tiefe Sommerfurche günstiger sein kann als die bewährte tiefe Herbstfurche, um Unterbodenverdichtungen zu vermeiden und höhere Ernteerträge zu erzielen. Wenn es zu Unterbodenverdichtungen gekommen ist, ist zu fragen, auf welche Weise **das mechanische Brechen von Unterbodenverdichtungen** zu nachhaltigen Erfolgen führen kann. Sie alle wissen, daß Ende der 20er Jahre und in den 30er Jahren nicht wenige Versuche dieser Art gemacht worden sind, die durchaus nicht immer zu gutem Erfolg geführt haben. Die wichtigste Nebenmaßnahme bei mechanischem Brechen ist das Stabilisieren der auf mechanischem Wege erreichten Lockerung. Zur Stabilisierung der auf mechanischem Wege erreichten Lockerung kann je nach Art der Bodenverhältnisse eine Aufkalkung, eine Aufdüngung mit P oder aber der Anbau von Pflanzen dienen, die mit ihren Wurzeln tief in den Boden eindringen und auf biologischem Wege die mechanisch bewirkte Lockerung stabilisieren. Es gibt mehrere Versuche in der Bundesrepublik, die zeigen, daß die zusätzliche Aufdüngung mit Kalk und Phosphor zu einem besseren Bodengefüge und zu einem höheren Ertrag führt, als das alleinige Tiefpflügen. In einem Versuch, in dem wir tiefgepflügt haben und außerdem 160 Doppelzentner Kalk eingebracht haben, stieg der Ernteertrag um 23–65%. Es besserte sich in erster Linie die Wasserdurchlässigkeit. Da, wo wir tiefgepflügt und gekalkt hatten, sank die Wasserinfiltrationszeit in 15 cm Tiefe von 300 Minuten auf 4, in 25 cm Tiefe von 1020 Minuten auf 49, in 45 cm Tiefe von 300 Minuten auf 54 Minuten. Vielleicht sind diese Versuche am besten geeignet, darzulegen, daß wir das Problem „Unterbodenverdichtung“ nicht als unwichtig beiseite tun dürfen.

Ein weiteres Problem ist **der Einsatz schwerer Schlepper bei der Saatbettbereitung**. Wenn im Betrieb vorhandene schwere Schlepper auch bei der Saatbettbereitung Verwendung finden, können ebenfalls schwere Druckschäden entstehen. Eine Saatbettbereitung mit schweren Schleppern ist ohne schwerwiegenden Spurschaden

nur möglich, wenn die Arbeitsverfahren bei der Saatbettbereitung und beim vorausgehenden Pflügen auf das schwere Ackergerät abgestellt werden. Abgesehen von der Möglichkeit, mit breiten Reifen zu arbeiten, ist das oberste Ziel einer solchen Saatbettbereitung die Beschränkung auf wenige Arbeitsgänge, so daß nur wenig Treckerspuren in den Acker gedrückt werden. Dazu gehört, daß bei der Saatbettbereitung möglichst viele Geräte und Arbeitsgänge miteinander gekoppelt werden und daß die Winterfurche so eben wie möglich und so rauh wie nötig gegeben wird. Dieser theoretisch klar abgrenzbare Rauheitsgrad der Ackeroberfläche ist praktisch schwer zu treffen, weil der Verlauf der Winter- und Frühjahrswitterung nicht vorausgesagt werden kann. Fest steht, daß leicht verschlämmende Böden, wie z. B. unsere schluffreichen Marschen mit möglichst rauher, geformter Tieffurche in den Winter gehen sollten, die humusreichen, schluffarmen, tonhaltigen Böden mit festem Gefüge dagegen in möglichst ungeebener Furche.

Eine rauh geformte Furche wird begünstigt durch langsames Fahren, gewundene, spitzwinklige Pflugkörper, ein weites Breiten-Tiefen-Verhältnis des Pflugbalkens und Verzicht auf Vorschäler. Umgekehrt wird eine mehr oder weniger geschüttete Furche mit möglichst ebener Ackeroberfläche begünstigt durch etwas schnelleres Fahren, steilere, mehr breitwinkelige Pflugkörper, enges Breiten-Tiefen-Verhältnis des Pflugbalkens und tiefgreifende Vorschäler. In der Praxis wird der Fehler zu langsamen Fahrens wahrscheinlich häufiger als der zu schnellen Fahrens gemacht. Eine sorgfältig gegebene Tieffurche spart Arbeitsgänge bei der Saatbettbereitung und schafft die Voraussetzung dafür, daß auch schwere Schlepper bei der Saatbettbereitung mit gutem Erfolg zum Einsatz gelangen können. Die Frage, wie rauh und wie geformt die Winterfurche sein muß, damit der Boden nicht verschlämmt, wie eben die Winterfurche werden darf, um bei der Saatbettbereitung mit wenig Arbeitsgängen auszukommen, verdient neu untersucht zu werden.

Ich komme zum Schluß. Die Entwicklung zum großen Schlepper und großen Gerät, so haben wir festgestellt, ist unaufhaltsam. Es gilt, die höhere Leistungsfähigkeit größerer Schlepper und Geräte zu nutzen, ohne daß ihr größeres Gewicht und der größere Bodendruck sich nachteilig bemerkbar machen. Die wichtigsten, den Ertrag drückenden Bodenverdichtungen entstehen als Radsohlen und nicht als Pflugsohlen, und zwar bei nassem Pflügen. Zur Vermeidung von Radsohlen sind alle das Bodenleben fördernden Bewirtschaftungsmaßnahmen, Fruchtfolge, Kalkung, Zwischenfruchtanbau, geeignet und außerdem eine Maßnahme, die unsere Väter besser einzusetzen wußten als wir, die zeitgerechte, trockene Tiefenbearbeitung. Die wichtigste Maßnahme zur Vermeidung von Ungleichmäßigkeiten bei der Saatbettbereitung ist die Beschränkung auf wenige Arbeitsgänge.

Bei Berücksichtigung aller genannten Maßnahmen ist der Einsatz schwerer Schlepper nicht nur ohne Schaden, sondern mit großem Gewinn für die Bodenbearbeitung möglich. Die zeitgerechte Bodenbearbeitung ist mit größeren, schlagkräftigeren Schleppern weit eher erreichbar als mit kleineren. Problematisch kann die Bodenbearbeitung mit Schleppern in solchen Betrieben werden, die eine das Bodenleben reduzierende Wirtschaftsweise ohne Vieh und ohne Futterpflanzen innehalten und mit einseitigen Fruchtfolgen arbeiten, die eine zeitgerechte Bodenbearbeitung erschweren.

