

seeland stattfindet, rechtzeitiger und gründlicher vorzubereiten. Für den Start in Neuseeland kommen die Sieger der DDR-Ausscheidung 1965 und 1966 in Frage die noch einmal unter sich die zwei Besten ermitteln müssen.

Zu prüfen wäre, ob nicht künftig schon der DDR-Entscheid nach WPO-Regeln durchgeführt werden sollte und ob weitere internationale Leistungsvergleiche mit befreundeten Nachbarländern — ähnlich dem ersten Versuch in Markkleeburg 1964 — möglich sind.

Nur wenige Sportarten sind so berufsverbunden wie das Leistungspflügen. Nachdem die DDR nun Mitglied der WPO geworden ist, hat jeder Traktorist jetzt die Möglichkeit, sich für die Teilnahme an einem internationalen Wettkampf zu qualifizieren. Mit Unterstützung der gesellschaftlichen Organisationen muß nun in jeder LPG und in jedem VEG ein echter Berufswettkampf eingeleitet werden. Damit sollen nicht nur die Qualität der Bodenbearbeitung noch weiter gehoben, sondern auch aus den Tausenden von befähigten Pflügerern der DDR die wirklich besten in den Leistungswettbewerben herausgefunden werden, um sie dann als Vertreter unseres Staates für internationale Ausscheidung oder zur Weltmeisterschaft delegieren zu können.

In Verbindung mit der Pflugweltmeisterschaft wurde eine

### Landmaschinen- und Traktorenschau

gezeigt; einzelne Exponate sind der Erwähnung wert.

#### Traktoren

Entsprechend dem hohen Waldanteil in Norwegen waren viele Traktoren mit Spezialausrüstungen für die Holzbringung ausgestellt. Neben Seilwinden und Verladeeinrichtungen waren die meisten Radtraktoren (z. T. auch die Rückewagen) mit Raupenbändern versehen, die über eine Hilfsachse oder auch direkt über die Vorderräder geführt werden. Durch die vergrößerte Auflagefläche wird die Befahrbarkeit von nacheigebenen Böden verbessert (Bild 6; Bild 6 bis Bild 13 s. 3. U.-S.).

#### Pflüge

KVERNELANDS stellte sein neues Pflugsystem aus.

Hinter einem einheitlichen Pflugkopf lassen sich je nach Wunsch zwei- bis sechsfurchige Pflüge zusammenbauen. Die unterschiedliche Länge der Teilstücke erlaubt Schnittbreiten von 30, 35 und 40 cm je Körper (Bild 7). Ab 4. Körper ist

eine zusätzliche Rahmenversteifung angebracht. Die Grindelhalterung ist so ausgelegt, daß wahlweise eine halbautomatische Überlastsicherung für jeden Körper eingebaut werden kann (Bild 8).

Nachdem in den letzten Jahren bei der Weltmeisterschaft der prozentuale Anteil der Anbaupflüge immer kleiner wurde, fehlten sie in Oslo ganz. Dafür gab es aber Anbaupflüge mit je 1 Stützrad vorn und hinten. In Verbindung mit einem oberen Lenker, der in seiner Länge in einem bestimmten Bereich frei beweglich ist, war auch so eine ausreichende Bodenspannung gesichert (Bild 5).

Einen Wettbewerbspflug (Bild 9) und einen sechsfurchigen Sattelpflug mit starrer Tragachse, d. h. ohne Vertikalgelenk, hatte KILLINGSTAD ausgestellt (Bild 10).

#### Saattbettvorbereitung

Eine zweiteilige Schleppe aus zwei Winkelleisen, das hintere mit verschränkten Eggenzielen bestückt, ist mit Ketten an einem Dreipunktbock angehängt. Zusätzliche Belastung ist möglich (Bild 11).

Der bekannte Feingrubber war in verschiedenen Ausführungen zu sehen. Bei KILLINGSTAD waren die Federzinken zweiteilig; der Griffwinkel ist meist verstellbar (Bild 12).

Besonderer Wert wird auf eine gute Bodenanpassung gelegt. Da die Hubstangen der Traktoren keine Langlöcher besitzen, wird die Tragachse am Geräterahmen beweglich angeordnet. Hier ist z. B. das Gerät mit Ketten an dem Dreipunktbock angehängt, so daß er sich um alle drei Achsen frei bewegen kann. Dadurch wird vor allem auch das Kurvenfahren erleichtert. Eine von der Tragachse zum oberen Lenkeranschluß an der Getrieberückwand geführte Kette überträgt die überschüssige Gerätelast auf die Traktortriebachse.

Als Nachläufergerät hinter dem Feingrubber waren Rundstahlfedern, ähnlich unserer Ackerbürste, angeordnet, die noch entsprechend den Bodenbedingungen im Anstellwinkel und in der Arbeitstiefe verstellbar sind (Bild 13).

### Zusammenfassung

Über die 13. Weltmeisterschaft im Pflügen 1965 in Oslo, bei der die DDR das erste Mal aktiv als gleichberechtigter Staat teilnahm, und über die gleichzeitige Ausstellung von Traktoren und Bodenbearbeitungsgeräte wurde kurz berichtet.

A 6326

## Stand und Entwicklung der Traktorenproduktion in internationaler Sicht

Dipl.-Ing. K. WEHSELY  
A. M. I. Mech. E.\*

Die Bedeutung der internationalen Traktorenproduktion erhellt aus der Tatsache, daß zur ausreichenden Ernährung der z. Z. jährlich um  $\approx 50$  Millionen Menschen zunehmenden Erdbevölkerung die landwirtschaftliche Produktion ständig erheblich gesteigert werden muß, wobei die Technik eine entscheidende Rolle spielt.

Ford schätzt die Erhöhung der gegenwärtigen Weltproduktion von Traktoren bis 1970 auf mindestens 18%, was einer Erhöhung des Welttraktorenbesatzes um 2 Mill. Stück gleichkäme.

Es ist aber durchaus möglich, daß durch beschleunigte Entwicklungen in den jungen Nationalstaaten die Nachfrage nach Traktoren einfacheren Aufbaues diese Voraussagen übertreffen wird. Hier entscheidet insbesondere die Frage der Betriebssicherheit.

Die Welttraktorenproduktion beläuft sich z. Z. auf jährlich  $\approx 1\frac{1}{4}$  bis  $1\frac{1}{2}$  Mill. Stück. Davon erzeugt die UdSSR  $\approx 250$  000 Stück.

### 1. International erreichter Entwicklungsstand und Entwicklungstendenzen im Traktorenbau

Der objektive wissenschaftlich-technische Höchststand im Traktorenbau ergibt sich als das Resultat eines nach wissenschaftlichen Methoden durchgeführten Vergleiches aller bekannten Traktoren, die produziert werden, in der Auswahl von Typen, bei denen der allumfassende technisch-ökonomische Kompromiß quantitativ und qualitativ, im Sinne eines Optimums, der Masse der Traktortypen überlegen ist.

Das Weltniveau oder die Weltmarktfähigkeit wird im Traktorenbau durch den besten Kompromiß aus wissenschaftlich-technischem Höchststand, Verkaufspreis und Absatzzahl bestimmt (Bild 1). Die Bestimmung des Weltniveaus im Traktorenbau ist das Ergebnis eines wechselwirkenden Prozesses zwischen Erzeuger und Käufer, indem die Faktoren Bestehende technische Konzeption, Preis, Service, Verkaufnetz

\* Konsultant Ingenieur; Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig (Direktor: Dr. Ing. H. REICHEL)

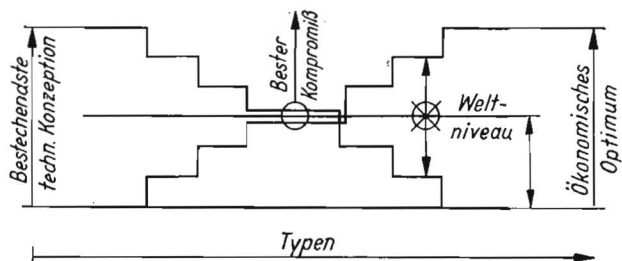


Bild 1. Methode der Ermittlung des Weltniveaus

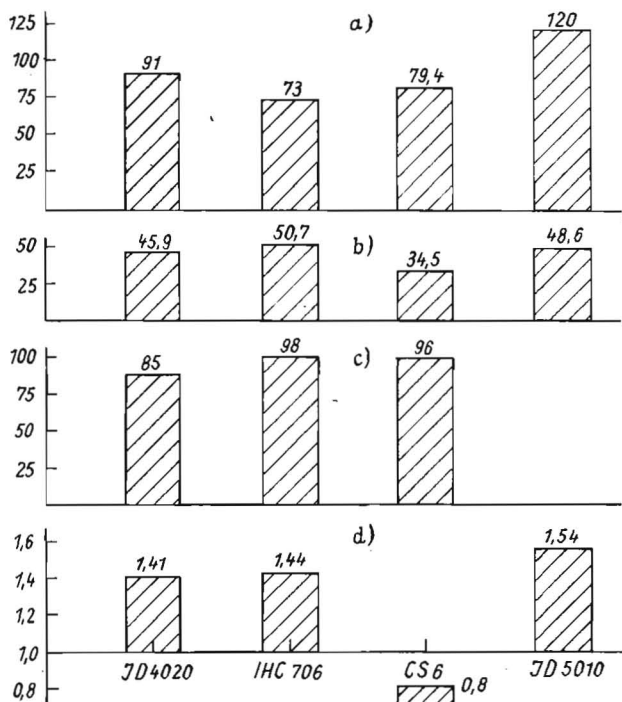


Bild 2. Kennziffervergleich der Traktoren IHC 706, John Deere 4020 und 5010 sowie „County-Super-Six“-Hinterradantrieb  
 a) tatsächliche Traktorenleistung [PS],  
 b) Masse-Leistungsverhältnis [kg/PS],  
 c) Vergleichbares Masse-Leistungsverhältnis [kg/F. E.],  
 d) Spez. Kraftstoffbehältervolumen [l/PS]

sowie Produktionskapazität und Lieferfähigkeit optimal zur Wirkung gebracht werden.

Nur der Erzeuger kann das Weltniveau mitbestimmen, der die wissenschaftliche und die materielle Kapazität besitzt, diese Faktoren von sich aus wirken zu lassen.

Die quantitative Bestimmung des technischen Höchststandes muß dem unterschiedlichen Niveau der Produktionskräfte der einzelnen Länder bzw. deren Mechanisierungsziel Rechnung tragen. Dazu sind geeignete Kennziffern am zweckmäßigsten. Nun sind die Traktoren einer Klasse mit unterschiedlichem technischen Aufwand ausgestattet und ein Vergleich ausschließlich mit der bekannten Kennziffer kg/PS könnte zu falschen Schlußfolgerungen führen. Der Autor ist der Ansicht, daß die oben genannte Kennziffer nicht ausreicht, um eine gründliche Charakterisierung des tatsächlichen technischen Aufwandes, der in einem Traktor verwirklicht ist oder für einen Traktor gefordert wird, darzustellen. Er schlägt daher eine Erweiterung des Kennziffernspektrums vor (Bild 2). Hier wird dargestellt, wie die beiden Kennziffern „Masse-Leistungsverhältnis“ und „Vergleichbares Masse-Leistungsverhältnis“ unterschiedliche Aussagen bewirken. Dieses Problem soll in einer gesonderten Veröffentlichung behandelt werden. Die Tendenz, Traktoren in Reihen mit geometrischer und technologischer Ähnlichkeit zu bauen, hat sich durchgesetzt (Bild 3).

Der im Entwicklungsprozeß der Traktorenbauform erreichte Stand ist durch den hinterradgetriebenen Traktor gekennzeichnet. Dieser Standardtraktor besitzt eine genügend breite Einsatzfähigkeit in der Landwirtschaft, so daß er mit Hilfe

einer großen Anzahl von Verfeinerungen zum energetischen Kern der Mechanisierung der Landwirtschaftsbetriebe geworden ist. Der eingebaute technische Aufwand steigt mit der Leistung und damit mit dem möglicherweise erzielbaren Preis. In begrenztem Maße werden zusätzliche Vorderradantriebe und vereinzelt Allradtraktoren für Spezialbedingungen angeboten. Zusammenhängend damit muß auf die ständige Weiterentwicklung des englischen Tandemtraktors von Doe mit 130 PS hingewiesen werden. Hier zeigt sich ein Weg zur Typenbeschränkung und zu industriemäßiger Produktion in der Landwirtschaft.

Die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet des Triebsatzes gehen in allen Industrieländern weiter, weil die Grundidee, den Traktor als Kern eines Mähdeschers zu benutzen, so grundlegend am ökonomischen Fundament des Maschineneinsatzes rüttelt, daß sie nicht vom Tisch gefegt werden kann. Gleichzeitig wird aber auch am System des Maschinenträgers weiterentwickelt. In diesem Zusammenhang sind die Vor- und Rückwärtsfahrbarkeit, die feiner abgestuften Getriebe resp. Getriebe mit Automatik oder stufenlosen Wandlungsbereichen, die Halbrahmenbauweise usw., Schrittmacher, die diese Idee in der Zukunft realisieren helfen können.

## 2. Stand der Technik der Baugruppen

### 2.1. Motoren

Im wesentlichen hat sich der Dieselmotor durchgesetzt. Während noch die größere Anzahl von Traktoren den Motor als tragendes Element in Form der Blockbauweise besitzen, zeichnet sich schon die Halbrahmenbauart in der einen oder anderen Form ab. Durch diese Entwicklung wird letzten Endes eine Isolierung des Dieselgeräusches erreicht und die Fortpflanzung der Schwingungen der beweglichen Massen gehemmt sowie die Möglichkeit realisiert, leicht gebaute Automotoren im Traktor zu verwenden. Die Traktorenwerke benutzen immer mehr und mehr das Motorreihenprinzip.

Weitere Tendenzen im Motorenbau konzentrieren sich auf Verteilereinspritzpumpen, Filterung, Senkung des Geräuschpegels, Senkung des Batterievolumens, Aufladung und evtl. Gasturbinen. In weiterer Zukunft darf man den Einsatz der Brennstoffzellen erwarten.

### 2.2. Getriebe

Wenn auch der größere Teil der derzeit produzierten Traktorgetriebe noch geradzahnte Schubradgetriebe sind, so zeichnet sich immer mehr eine Verfeinerung der mechanischen Getriebe und der Einbau neuer Getriebe ab.

Anlaß zu dieser Entwicklung ist einerseits das Streben, den Wunsch der Landwirtschaft nach höherer Arbeitsproduktivität zu erfüllen und zum anderen die sich abzeichnende Möglichkeit der Anwendung hydraulischer Getriebe für teil- und vollautomatisierte Traktoren in der Zukunft.

Dieser Entwicklungsprozeß wird durch folgende Phasen charakterisiert:

#### Mechanische Getriebe

Ständig im Eingriff stehende  
 Zahnräder mit Muffenschaltung  
 Verbesserte Verzahnungen mit  
 größerer Laufruhe und größerer  
 Festigkeit  
 Verkleinerung des Einbau-  
 volumens und Verlängerung  
 der Standzeiten  
 Wartungsarmut  
 Synchronisierung  
 Unter-Last-Schaltung (U.L.Sch.)  
 Kupplungsautomatik  
 Automatik der U.L.Sch.  
 Automatisierung des Arbeitsber.  
 zwischen 3 und 9 km/h  
 Einführung teilstufenloser  
 Bereiche durch Leistungs-  
 regelung stärkerer Motore oder  
 mechanische stufenlose Wandler

#### Hydraulische Getriebe

Erhöhung des Wirkungsgrades  
 in allen Bereichen  
 Sicherstellung der Betriebssicher-  
 heit in allen Bereichen  
 Beherrschung der Öltempe-  
 raturen  
 Senkung der Kosten  
 Steigerung des Druckes  
 Senkung des Einbauvolumens  
 Automatisierung der Steuerung  
 Verbesserung der Einbaufähig-  
 keit im Traktor im Interesse  
 einer zweckmäßigeren künftigen  
 Traktorbauform

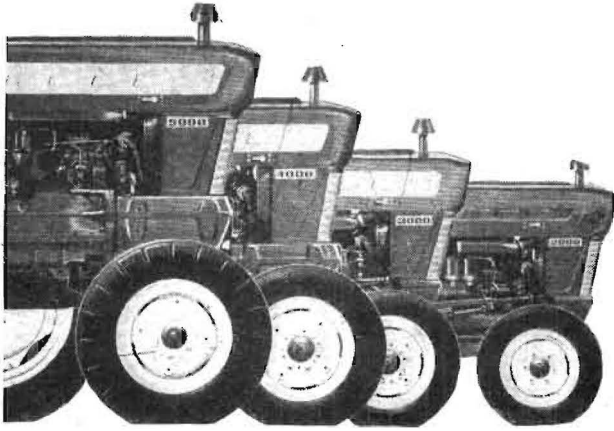


Bild 3. Das Gesicht der neuen Ford-Traktorenreihe

Bei schrittweiser Realisierung dieser Tendenzen wird letzten Endes der Benutzer kaum den Unterschied zwischen beiden Getriebearten merken und auch der ökonomische Vergleich wird kaum das eine oder das andere Getriebe ausschließen.

### 2.3. Hydraulik

Der derzeitige Stand auf dem Gebiet der Traktorhydraulik zeigt ein solch hohes Niveau, daß von Jahr zu Jahr mehr Sättigungserscheinungen der Entwicklung sichtbar werden. Für den aufmerksamen Beobachter nimmt die Zuwachsrates der Verbesserung ab. Heute besitzt jeder weltmarktfähige Traktor eine Regelhydraulik auf der Basis der Zugkraft- und Lage-regelung, ein oder mehrere Hydraulikanschlüsse nach außen und ist in der Lage, einen Förderstrom von 15 bis 30 l/min nach außen zu liefern. Eine absolute Spitze von 45 l/min nach außen kann Massey-Ferguson nachweisen. Diese Charakteristik deutet schon das Aufkommen einer hydraulischen Zapfwelle an. Die verwendeten Drücke liegen bei 175 kp/cm<sup>2</sup>.

Bei einzelnen Entwicklungen wird aber auch schon mit  $\approx 300 \text{ kp/cm}^2$  gearbeitet. In diesem Zusammenhang soll darauf hingewiesen werden, daß auch die Pneumatik wegen der günstigen Preislage gute Aussichten besitzt, bei der Automatisierung am Traktor Verwendung zu finden.

### 3. Industriemäßiger Einsatz von Traktoren

Die notwendige weitere Erhöhung der Arbeitsproduktivität der Traktoren wird vorerst durch Leistungssteigerung und Verbesserung der Einmannbedienung vorangetrieben. Diese Tendenzen können jedoch nicht unbeschränkt fortschreiten, ohne in eine neue Qualität der Traktorenkonzeption und des Einsatzes umzuschlagen. Wichtige Hinweise kann die neue wissenschaftliche Disziplin der Terramechanik geben.<sup>1</sup>

### 4. Forschung

Das Verhältnis von Forschungsbesatz zu Produktionsbesatz hat sich weiter zu Gunsten der Forschung und Entwicklung verändert, seitdem man die gezielte schöpferische Forschung als Produktivkraft erkannt hat. Die Aufgaben der Forschung verlagern sich mit ihrem Schwerpunkt immer mehr auf Vorlaufarbeit. Die Erarbeitung des wissenschaftlich-technischen Vorlaufs ist ein kontinuierlicher Prozeß der Erkundung der möglichen und der für den Absatz aussichtsreichsten Entwicklungslinien, des Durchdringens zu einer eigenen schöpferischen Konzeption im Rahmen der technologischen Möglichkeiten oder Perspektiven des Produktionsbetriebes.

### 5. Zusammenfassung

Es wurde versucht, aus den auf dem internationalen Markt vorhandenen Traktor-Typen eine Einschätzung des Entwicklungsstandes und der sich abzeichnenden Tendenzen zu geben. Erhöhte Bedeutung kommt in der Zukunft der quantitativen Vergleichsmessung in Theorie und Praxis als Ausgangspunkt für die eigene Marschroute zu.

A 6330

<sup>1</sup> s. anschließenden Aufsatz

## Die Bedeutung der „Terra-Mechanik“ für den Traktorenbau und den Einsatz landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge

Dipl.-Ing. K. WEHSELY  
A. M. I. Mech. E.\*

Ziel dieses Beitrages ist es, einen ganz allgemeinen Überblick und Eindruck von der neuen wissenschaftlichen Disziplin „Terra-Mechanik“ zu geben, um das Interesse der Wissenschaft und Industrie für sie zu wecken. Es wird deshalb bewußt auf jede nähere zeichnerische Erläuterung der Zusammenhänge – auch im Interesse der Kürze – verzichtet und auch nur jener Teil der Disziplin berührt, der sich mit Boden-Fahrzeug-Beziehungen beschäftigt.

### 1. Problemstellung

Die unterschiedlichen klimatischen Verhältnisse, die den Ablauf aufeinanderfolgender landwirtschaftlicher Kampagnen sehr weitgehend beeinflussen, stellen den Landwirt vor nicht geringe Probleme. Besondere Schwierigkeiten jedoch bereiten dem Landwirt jene Probleme, die unter dem Begriff „Befahrbarkeit des Erdbodens“ zusammengefaßt werden können.

Die Erscheinungen dieses Problemkomplexes sind: festgefahrene Traktoren, im Feld bis an die Radachsen versunkene Anhänger, beängstigend tiefe Radspuren der Mäh-drescher und anderer Großmaschinen, letztlich Pferdegewanne, die die „moderne Technik“ aus einer äußerst mißlichen Lage herausziehen usw.

Allzulange hat der Landwirt, aber auch der Fahrzeughersteller, vor und außerhalb dieses komplizierten Problemkreises gestanden und dies mit der Ansicht begründet, daß das Erkennen der Gesetzmäßigkeiten des Bodens viel zu kompliziert sei, sich für eine numerische Analyse wenig

eigne und das Verstehen der Bodeneigenschaften nur einigen wenigen alten Praktikern mit entsprechendem Fingerspitzengefühl gegeben sei.

Für den Traktorenbau ist es von allergrößter Bedeutung, zu wissen, ob der Energieträger auch als Schlechtwettermaschine eingesetzt werden kann, weil dann die energetische Schlagkraft der Landwirtschaft wesentlich erhöht wird. Zu einseitig ist die Begeisterung für Wirkungsgradverbesserungen an Getrieben im Rahmen von 3 % oder für spezif. Brennstoffverbrauchs-senkungen von 5 g/PS<sub>h</sub>, während die Traktoren fortwährend mit beträchtlichem Schlupf arbeiten und schwer zu beseitigende Bodenverdichtungen auf den Feldern verursachen.

Vor dem Traktorenbau und den Herstellern landwirtschaftlich genutzter Fahrzeuge steht die Aufgabe der Aneignung und Beherrschung der scheinbar im Dunkel liegenden Gesetzmäßigkeiten des Systems Boden – Fahrzeug, während die Benutzer dieser Fahrzeuge entsprechend der ihren Böden innewohnenden spezifischen Eigenschaften lernen müssen, die entsprechenden Fahrzeuge unter den zugeordneten Bedingungen einzusetzen.

### 2. Stand des Wissens auf dem Gebiet der Terra-Mechanik

Zeichenerklärung

|          |                       |                                   |
|----------|-----------------------|-----------------------------------|
| $G$      | [kg]                  | Fahrzeugmasse                     |
| $p$      | [kp/cm <sup>2</sup> ] | spezifischer Bodendruck           |
| $p_c$    | [kp/cm <sup>2</sup> ] | Karkassensteifheit von Luftreifen |
| $p_i$    | [kp/cm <sup>2</sup> ] | Reifeninnendruck                  |
| $\gamma$ | [kp/cm <sup>3</sup> ] | Bodenwichte                       |

\* Konsultant Ingenieur; Institut für Landmaschinen- und Traktorenbau Leipzig (Direktor Dr.-Ing. H. REICHEL)