

Zur Entwicklung des Seilzugaggregats

Dr.-Ing. G. König, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Sektion Mechanisierung der Pflanzenproduktion
 Dipl.-Ing. K. Griepentrog, KDT, Betriebsakademie des VEB Kombinat Landtechnik Halle, Sitz Bad Kösen

1. Problemstellung

Die Mechanisierung der Pflanzenproduktion hatte u. a. zur Folge, daß der Boden nicht mehr allein Pflanzenstandort, sondern in zunehmendem Maß auch Fahrbahn wurde. So wird beispielsweise bei der vollmechanisierten Getreideproduktion die Fläche 2,6mal und bei der Rübenproduktion die Fläche 4,6mal der Druckbelastung der Fahrwerke ausgesetzt [1]. Radtraktoren belasten den Boden mit einem Druck von 0,10 bis 0,15 MPa. Lastkraftwagen mit Anhänger üben einen Druck von 0,25 bis 0,70 MPa auf den Boden aus [2]. Der maximal vertretbare Bodendruck

beträgt bei Arbeiten im Frühjahr 0,04 bis 0,06 MPa und bei Arbeiten im Herbst 0,1 bis 0,15 MPa. Eine ebenfalls schädliche Wirkung auf den Boden wird durch den Radschlupf ausgeübt. Bei einem Schlupf von 15 bis 25 % ist die Wasserführung infolge Abscherens des Bodens durch die Reifenstollen unterbrochen. Das führt zum schlechten Aufgang des Saatgutes, zur Verkrustung des Bodens und zu wurzelhemmenden Schmierzonen.

Auf der Suche nach Lösungen, das Befahren des Feldes einzuschränken sowie den durch die Fahrwerke verursachten hohen Bodendruck und Schlupf zu verringern, tritt immer

wieder die Frage nach einer Alternative zum gegenwärtig verwendeten Traktor-Landmaschine-Aggregat auf. Besonders im Zusammenhang mit der Bodenbearbeitung wird dabei sehr häufig das Seilzugaggregat (SZA) als eine mögliche Ergänzungsvariante zur heutigen Bodenbearbeitungstechnik genannt. Da sich Tendenzen der Entwicklung der landtechnischen Arbeitsmittel ohne eine möglichst genaue Erfassung der bisherigen Entwicklung der Technik nicht bestimmen lassen, sind analytische Betrachtungen zur historischen Entwicklung der SZA eine Voraussetzung zur Beantwortung der aufgetretenen Frage.

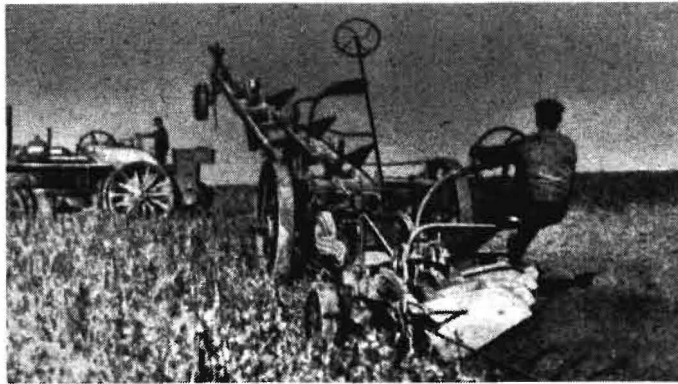


Bild 1
 Seilzugaggregat der Fa. J. Kemna mit Dampfmaschinenantrieb und Kippflug

Bild 2
 Entwicklung von Bauformen ausgewählter Seilzugaggregate:
 D Dampfmaschinenantrieb, E Elektromotorantrieb, V Verbrennungsmotorantrieb, EMS Einmaschinen-system, ZMS Zweimaschinen-system

2. Historische Entwicklung des Seilzugaggregats

Vor mehr als 170 Jahren wurde das erste Seilzugaggregat als eine mit einem Seil hergestellte funktionsbedingte Einheit von Kraftmaschine und Arbeitsgerät für den Einsatz in der Landwirtschaft entwickelt [3]. Das Seil diente bei den SZA der Übertragung der Antriebsenergie von der Kraftmaschine auf das Arbeitsgerät (Bild 1). Im Verlauf der historischen Entwicklung der SZA kamen Kraftmaschinen mit Dampfmaschinen-, Elektromotor- oder Verbrennungsmotorantrieb zum Einsatz (Bild 2, Tafel 1).

1810 D; EMS auf Stahlrädern; Handseilzug, Kettenzug	1832 D; EMS auf Schienen, Hilfswagen; Kippflug	1846 D; ZMS auf Schienen; Kettenzug	1851 D; EMS; Umlenkrollen; geteilte Windetrommel; 2 Pflüge
1855 D; EMS; Ankerwagen; Stahlseilzug, Kippflug	1856 D; ZMS Windetrommelachse senkrecht	1857 D; EMS; 1 Ankerwagen; 1 Umlenkrolle	1858 D; EMS; 2 Ankerwagen; 1 Umlenkrolle
1879 E	1890 E; EMS; 1 Ankerwagen; flexibles Stramkabel	1892 E; ZMS auf verlegbaren Schienen; Kabelwagen; Transformatorstation	1894 E; 2 fahrbare Kabelwagen; Kabel auf Stützen; Pflug mit Motor
1889 V	1914 V; ZMS mit zweifachem Antrieb; Umlenkrolle in der Kraftmaschine	1960 V; ZMS auf Gleisketten	1962 V; ZMS; Zinkenege

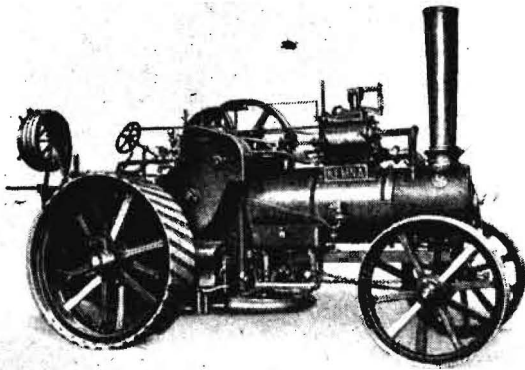
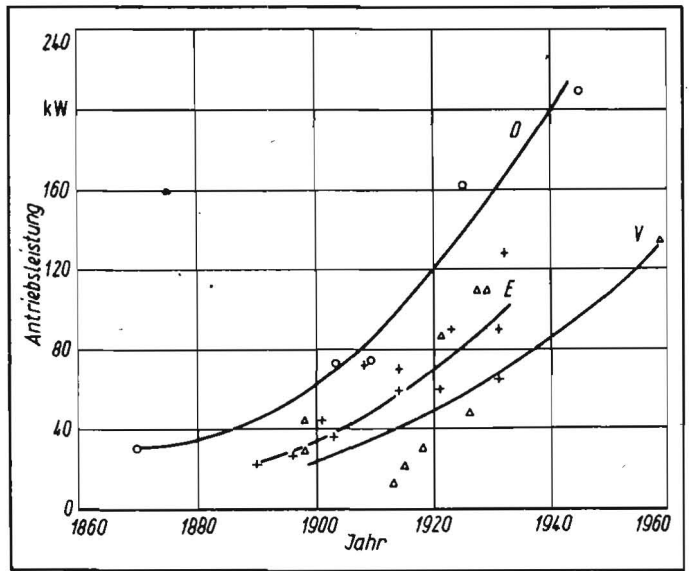


Bild 3. Kraftmaschine eines Seilzugaggregats mit Dampfmaschinenantrieb der Fa. J. Kemna

Bild 4. Tendenzen in der Entwicklung der Antriebsleistungen der Kraftmaschinen der Seilzugaggregate; D Dampfmaschinenantrieb, E Elektromotorantrieb, V Verbrennungsmotorantrieb



2.1. Seilzugaggregate mit Dampfmaschinenantrieb

Im Jahr 1770 meldete J. Watt ein Patent für eine Niederdruck-Dampfmaschine zum Zug landwirtschaftlicher Geräte an [4]. Zu bemerkenswerten Entwicklungen von SZAs kam es erst in den Jahren 1810 und 1812. Die Engländer Pratt und Chapman ließen sich SZAs patentieren, bei denen zur Übertragung der Antriebsenergie endlose Ketten bzw. Seile verwendet wurden. Der Schotte J. Heathcoat entwickelte im Jahr 1832 ein SZA, das zu beiden Seiten der Dampfmaschine einen Hilfswagen hatte. Zwischen Dampfmaschine und Hilfswagen gespannte Seile zogen die landwirtschaftlichen Geräte. Die Hilfswagen wurden parallel zur Dampfmaschine fortbewegt.

J. T. Osborne erhielt im Jahr 1846 ein Patent für ein SZA, bei dem sich zwei Dampfmaschinen auf Schienen an den Feldrändern gegenüberstanden. Der Pflug wurde mit Hilfe einer Kette über das Feld gezogen. Von Lord Willoughby wurde im Jahr 1851 ein SZA entwickelt, bei dem eine Dampfmaschine zwei Pflüge über getrennte Windeanlagen antrieb. Im Jahr 1855 verwendeten David und Thomas Robert Hay Fischen einen Ankerwagen zum Umlenken des Seils. Damit war es möglich, mit einer Dampfmaschine einen Kippflug im Hin- und Hergang zu bewegen. Zum Ziehen des Pfluges wurde ein Drahtseil verwendet.

J. Fowler verbesserte im Jahr 1856 das Fiskensche Aggregat und baute ein SZA mit zwei Dampfmaschinen, die Seilwindetrom-

meln mit senkrecht stehenden Achsen hatten. Die Fa. J. Howard entwickelte im Jahr 1857 ein SZA, das aus Dampfmaschine, Ankerwagen, Umlenkrolle und Kippflug bestand. Mit dem sog. Rund-Herum-System setzte die Fa. J. Howard im Jahr 1858 die Entwicklung ihres Einmaschinensystems (EMS) fort. Obwohl die Fa. J. Fowler zwei Dampfmaschinen für ein SZA benötigte, bestimmte dieses Zweimaschinensystem (ZMS) durch einfache Einstellung und Bedienung, höhere Antriebsleistung und bessere Ausnutzung der Arbeitszeit den weiteren Bau von SZAs. Besondere Verdienste bei der weiteren Verbesserung und der weltweit erfolgreichen Einführung dieses SZAs hatte M. Eyth [5].

Fowlersche SZAs gehörten zu den ersten, die Anfang der 60er Jahre des vergangenen Jahrhunderts auf deutschem Boden eingesetzt wurden. In der danach folgenden Zeit bauten u. a. die deutschen Firmen R. Sack (Leipzig), J. Kemna (Breslau, Bild 3), R. Wolf (Magdeburg), A. Heuke (Gatersleben), A. Borsig (Berlin) und Brutschke (Berlin) SZAs nach dem ZMS. Aggregate nach dem EMS bauten u. a. die Firmen Brutschke (Berlin) und A. Taatz (Halle).

Im Jahr 1907 wurden in Deutschland insgesamt 2995 SZAs mit Dampfmaschinenantrieb eingesetzt [6]. Durch die immer größer werdende Antriebsleistung der Dampfmaschinen (Bild 4) erreichten die SZAs beachtliche Jahresleistungen. Die SZAs einer Dampfpluggenossenschaft z. B. erreichten von 1909 bis 1913 eine durchschnittliche Jahresleistung beim Pflügen von 700 ha in durchschnittlich 86 Arbeitstagen (8,15 ha/d).

2.2. Seilzugaggregate mit Elektromotorantrieb

Das erste SZA mit Elektromotorantrieb wurde von Chrétien und Felix im Jahr 1879 als ZMS gebaut. Im Jahr 1880 meldete Siemens ein Patent für ein elektromotorisch betriebenes SZA an. Nach 1890 baute die Fa. A. Borsig (Berlin) ein SZA auf der Grundlage eines EMS.

Die Stromversorgung erfolgte meist über eine fahrbare Transformatorstation und ein flexibles Kabel. Die Fa. H. F. Eckert (Berlin) entwickelte im Jahr 1894 ein SZA, bei dem eine Schleifleitung auf Kabelstützen, ruhend zwischen zwei fahrbaren Kabeltrommeln, auf dem ungepflügten Land geführt wurde. Der

Tafel 1. Ausgewählte Seilzugaggregate mit Dampfmaschinen-, Elektromotor- und Verbrennungsmotorantrieb

Firma Stadt (Land)	Kraftmaschine		Arbeitsgerät – Pflug		Arbeitsgeschw. km/h	Flächenleistung ha/h (ha/d)
	Anz.	Leistung kW	Anz. Furchen	Arbeits-tiefe cm		
Dampfmaschinenantrieb						
J. Fowler (England)	2	45	4...6	15...40	< 7	≅ 0,92
	2	70	3...12	20...39		≅ 1,25
R. Sack, Leipzig	2		3...5			
J. Kemna, Breslau	2	60...70	3...5	10...37	5,4	
	2	140		26...40		(12...16)
R. Wolf, Magdeburg-Buckau	2	147				
A. Heuke, Gatersleben	2	44	4...8	22		(10)
A. Borsig, Berlin	2	55	5	31...36		1
Brutschke, Berlin	2	70	4	25...40		≅ 0,95
Elektromotorantrieb						
Siemens u. Halske, Berlin	2	26	3	24	3,8	0,3
A. Borsig, Berlin	1	44	2...4	24	4,1	0,43
Bergmann, Berlin	1	70	3...4	20...37	7,2	≅ 0,56
VEB AEG, Berlin (UdSSR)	2	29...59	5	15...36		(11)
	2	65		20	4,9	0,96
SGA (Frankreich)	2	35	3...4		4,5	≅ 0,5
	1	129	4...6	80		
E. A. T. Belford (Frankreich)	2	35	3	36	2,9; 4,3	0,35
V. Tescari (Italien)	1	74				
Verbrennungsmotorantrieb						
A. Behrend, Gardelegen	1	9...21	2...3			≅ 0,4
	2	9...30	2...4	≅ 36	≅ 4,4	≅ 0,6
A. Borsig-Kuers, Berlin	2	24...30	2...6		≅ 4,5	≅ 0,36
J. Fowler (England)	2	52...110		36	5,5	
VEB Mähdrescherwerk Weimar	2	132	5/12	20...35	≅ 7,85	0,7/1,1

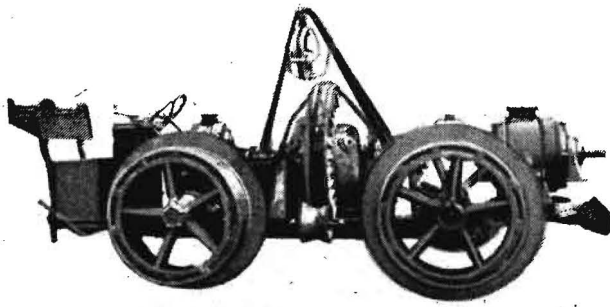


Bild 5. Kraftmaschine eines Seilzugaggregats mit Elektromotorantrieb der Fa. Estrade-Als-Thom (Frankreich)

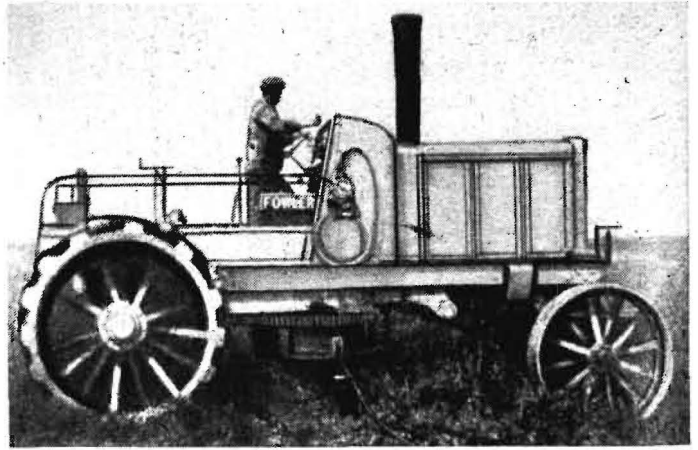


Bild 6. Kraftmaschine eines Seilzugaggregats mit Verbrennungsmotorantrieb der Fa. J. Fowler (England)

Strom für den Antriebsmotor auf dem Pflug wurde über einen Ausleger mit Stromabnehmer von der Schleifleitung abgenommen. Der Betrieb des Pfluges erfolgte entlang einer Kette (später Drahtseil).

Überwiegend wurden jedoch SZA mit flexiblem Kabel in Form von EMS und ZMS gebaut (Bild 5). Das in der Literatur ausgewiesene leistungsstärkste SZA mit Elektromotorantrieb fertigte die französische Fa. SGA als EMS mit einem 129-kW-Elektromotor. Die Kraftmaschine des SZA war außerdem mit einem Benzinmotor für den Straßentransport ausgestattet.

Der Elektroenergieverbrauch der SZA betrug bei Pflugarbeiten mit Arbeitstiefen von 35 cm und einem spezifischen Bodenwiderstand von 0,8 kN/dm² etwa 100 kWh/ha.

Die SZA mit Elektromotorantrieb hatten gegenüber SZA mit Dampfmaschinenantrieb Vorteile, z. B. geringere Masse, höhere Betriebssicherheit, besserer Energiewirkungsgrad, geräuschärmerer Betrieb und unfallsichere Handhabung sowie Wegfall des Wasser- und Kohletransports. Nachteilig wirkten sich die großen Mengen an flexiblem Kabel (Längen bis 3500 m) und die Bereitstellung eines fahrbaren Transformators aus.

2.3. Seilzugaggregate mit Verbrennungsmotorantrieb

Bereits im Jahr 1889 wurde in der Literatur von einem SZA (ZMS) mit Spiritusmotorantrieb berichtet, das bei einer Motorleistung von 29 kW bzw. 44 kW 0,5 bzw. 0,7 ha/h bei einer Arbeitstiefe von 15 bis 20 cm pflügte [7]. Eines der ersten SZA mit Schwerölmotor-

antrieb baute im Jahr 1896 die Fa. Sack (Leipzig). Aufgrund zu geringer Motorleistung wurden die Versuche abgebrochen. Erst mit ansteigender Motorleistung kam es zum verstärkten Bau von SZA mit Verbrennungsmotorantrieb. Von der Fa. Behrend (Gardelegen) wurden SZA in Form von EMS und ZMS mit einer Leistung bis 30 kW gebaut. Das am weitesten verbreitete SZA (ZMS) mit Schwerölmotorantrieb wurde von der Maschinenfabrik Borsig-Kuers gebaut. Bekannt als „Ergomobil-Motorpflug“, hatte der einzylindrige Motor eine Leistung von 26 kW bei einer Motordrehzahl von 300 bis 330 min⁻¹. Im Jahr 1927 verwendete die englische Fa. J. Fowler 52-kW-, 73-kW- und 110-kW-MAN-Dieselmotoren für ihre SZA (ZMS) (Bild 6). Bei SZA mit dem 110-kW-Dieselmotor wurden bei einer Pflugarbeitstiefe von 36 cm 27 bis 32 l/ha Dieselmotoröl verbraucht. Zu dieser Zeit gab es im ehemaligen Preußen 52 dieselmotorbetriebene SZA. In der nachfolgenden Zeit wurde das SZA in zunehmendem Maß von Traktoren verdrängt. Erst in den 50er Jahren kam es in der DDR erneut zur Entwicklung eines SZA mit Verbrennungsmotorantrieb (Bild 7). Für den Einsatz auf schwer bearbeitbaren Flächen in der Wische, in der Magdeburger Börde und im Oderbruch vorgesehen, hatte das SZA SZ 24 (ZMS) einen Dieselmotor von 132 kW. Mit dem Seil wurden Zugkräfte von 60 kN bei einer Seilgeschwindigkeit von 7,85 km/h bei 118 kN bei 4,05 km/h übertragen.

2.4. Arbeitsgeräte der Seilzugaggregate

Mit dem Bau eines zweifurchigen Pendel-

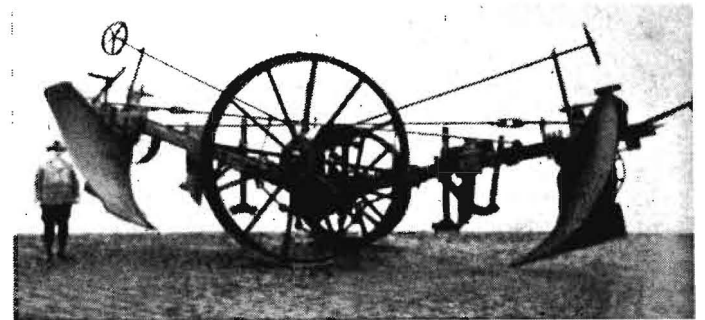
kippfluges nach einem Patent von J. Haethcoat im Jahr 1832 wurde erstmals ein spezielles Arbeitsgerät für ein SZA geschaffen [8]. Jedoch erst mit dem von den Brüdern Fischen im Jahr 1855 entwickelten Kippflug (Balancierpflug) stand ein für den praktischen Einsatz eines SZA brauchbarer Pflug zur Verfügung. Im Jahr 1860 baute die Fa. Howard den ersten Drehpflug für ein SZA und schuf damit eine weitere Lösung für das Pflügen im Hin- und Hergang. Bei dem von M. Eyth und D. Greig konstruierten Scharschälflug der Fa. J. Fowler erfolgte das Umkehren in die entgegengesetzte Arbeitsrichtung durch Drehen des Pfluges um eine vertikale Achse. Bestimmend für die grundsätzliche Bauform der Pflüge der SZA war jedoch der Kippflug, der auch als Scheibenschäl-, Scharschäl-, Moor- und Rajolpflug (Bild 8) sowie als Scharpflug mit federnden oder festen Untergrundlockerern (Bild 9) gebaut wurde.

Neben dem Pflug gehörten zu den ersten Arbeitsgeräten der SZA Grubber, Eggen und Walzen. Die Grubber wurden als nach beiden Seiten arbeitende Grubber mit Doppelzinken, als Umwendegrubber (Bild 10) oder als Kippgrubber ausgeführt. Die Zinkeneggen wurden zumeist in einen Geräteträger gehängt, der einen zweiseitigen Zug ermöglichte (Bild 11). Dieser Geräteträger wurde ebenfalls genutzt, um Walzen (meistens Krumpenpacker) zum Einsatz zu bringen. Zu den Arbeitsgeräten der SZA gehörten auch Scheibeneggen, die als Einfach- oder Doppelscheibeneggen verwendet wurden. Zur Verbesserung der Arbeitsqualität



Bild 7. Kraftmaschine des Seilzugaggregats SZ 24 vom VEB Mähdrescherwerk Weimar

Bild 8. Rajolpflug der Fa. A. Borsig



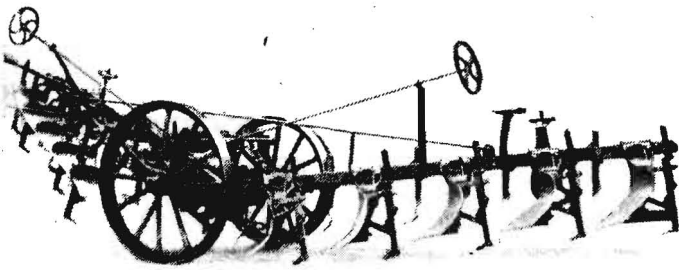


Bild 9. Kippflug mit nachgiebigen Untergrundlockerern der Fa. A. Heuke

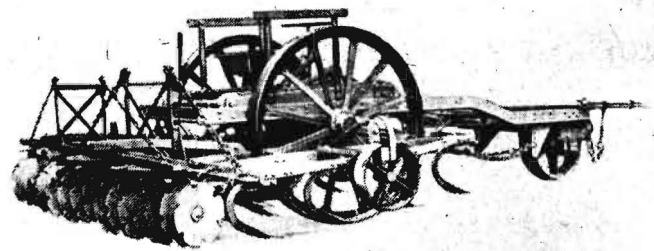


Bild 10. Umdendegrubber mit Scheibenegge der Fa. A. Borsig

und zur Einsparung von Arbeitsgängen wurde eine Vielzahl von Kombinationen der Arbeitsgeräte eingesetzt. Dazu zählten die Kombinationen Pflug-Krumenpacker, Pflug-Zinkenege, Grubber-Scheibenegge (Bild 10), Grubber-Scheibenegge-Walze, Grubber-Zinkenege und Zinkenege-Walze (Bild 11). Darüber hinaus wurden auch Kombinationen aus Pflug und Sämaschine sowie aus Grubber, Scheibenegge und Sämaschine verwendet. Auch Rübenheber sowie kombinierte Rübenerntemaschinen für Blatt- und Rübenablage auf dem Feld gehörten zu den Arbeitsgeräten bzw. -maschinen der SZA. Die in Verbindung mit dem SZA SZ 24 verwendeten Arbeitsgeräte sind in Tafel 2 dargestellt.

3. Bewertung und Schlußfolgerungen

Zu den Vorteilen der SZA gegenüber den Traktor-Landmaschine-Aggregaten gehören:

- Wegfall des Bodendrucks und des Schlupfes der Traktorfahrwerke
- Einhaltung der agrotechnischen Termine unabhängig von der Befahrbarkeit des Bodens
- Einhaltung der agrotechnischen Forderungen auf besonders schwer bearbeitbarem Boden
- Wegfall des Fahrwiderstands- und Schlupfleistungsbedarfs des Traktorfahrwerks beim Antrieb der Arbeitsgeräte
- hohe Ausnutzung der Motorleistung der Kraftmaschine durch Direktübertragung der Zugkraft mit Hilfe eines Drahtseils
- geringe Abnutzung der Elemente des Triebwerks, des Fahrwerks, der Lenkung und der Bremsen der Kraftmaschine

- gute Arbeitsbedingungen besonders durch bessere Arbeitsplatzgestaltung sowie weniger Lärm- und Staubbelastigung. Besonders hervorzuheben sind die Vorteile, die zu einer Verbesserung der Arbeitsqualität und der Bodenfruchtbarkeit führen. Untersuchungen haben Steigerungen der Erträge beim Einsatz von SZA nachgewiesen.

Beim Betrieb der SZA traten aber auch Mängel auf. Dazu zählten:

Technische Mängel

- geringe nutzbare Seillänge
- erforderliche Masse zur Abstützung der Kraftmaschine
- ungenügende Ausnutzung der Motorleistung beim ZMS
- zeitaufwendiges Aufstellen, Abbauen und Umsetzen des SZA

Technologische Mängel

- schwierige Bearbeitung unregelmäßiger Flächen
- Einsatzgrenzen im hügligen Gelände
- aufwendige Bearbeitung von Feldern mit Stromleitungsmasten, Bäumen u. a. Hindernissen

Ökonomische Mängel

- geringe technologische Kapazität
- keine universelle Verwendung von Kraftmaschine und Arbeitsgerät
- hoher Energieverbrauch
- hoher Aufwand an lebendiger Arbeit

Arbeitsschutz- und gesundheitsschutztechnische Mängel

- kein Endschalter am Seilzug
- ungenügende Verständigungsmöglichkeit

- Verletzungsgefahr bei Seilrissen und beim Umkippen des Pfluges.

Diese Mängel beim Einsatz der SZA und die sich im wachsenden Maß vollzogene Nutzung universell einsetzbarer Traktoren führten schließlich zur Einstellung der Produktion von SZA.

Mit der Verwendung der Traktoren wurden jedoch die Felder in einem immer größer werdenden Umfang befahren, was zur Beeinträchtigung des Fruchtbarkeitszustands des Bodens führte.

Daher ist es verständlich, wenn in der Verwendung von SZA eine Möglichkeit für bodenschonendes Bearbeiten der Felder gesehen wird, zumal ein großer Teil der vor Jahrzehnten aufgetretenen Mängel bei Nutzung der gegenwärtigen technischen Erkenntnisse abgeschwächt oder behoben werden kann. Eine neue Qualität der Seilzugaggregate kann beispielsweise durch Nutzung folgender technischer Möglichkeiten erzielt werden:

- automatische Steuerung der Prozesse im Bearbeitungs- und Antriebssystem zur Verringerung des Energiebedarfs
- Laser- oder Funkleitstrahlen zur Lenkung der Arbeitsmaschine
- hydraulische Abstützung zur Verringerung der Kraftmaschinenmasse
- Fernseh- und Sprechfunktechnik zur Erhöhung der Betriebssicherheit.

4. Zusammenfassung

Im Beitrag wurde die historische Entwicklung der Seilzugaggregate analytisch betrachtet. Im Mittelpunkt standen dabei technisch bedeutsame Bauformen von Kraftmaschinen mit Dampfmaschinen-, Elektromotor- und

Fortsetzung auf Seite 461

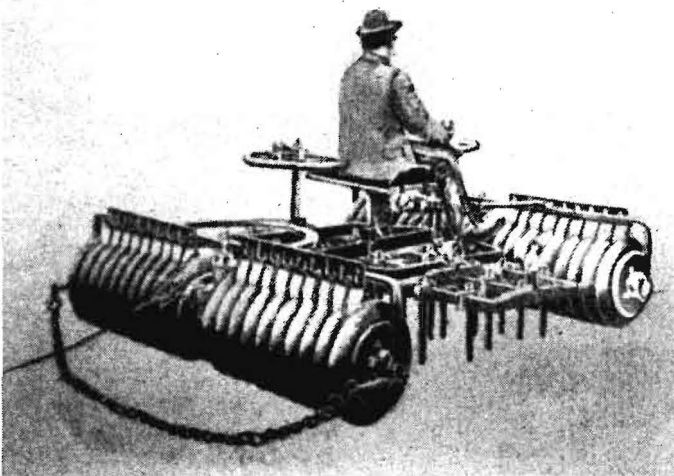


Bild 11
Geräteträger mit Krumenpacker und Zinkenege der Fa. R. Sack

Tafel 2. Ausgewählte Parameter der Arbeitsgeräte des Seilzugaggregats SZ 24 [9]

	Pflug B090	B091	B091	Grubber B235	Egge B492
Pflugkörperform	-	35 Z	35 Z	20 Y	-
Arbeitsbreite	m	1,4...1,75	2	3	5
Arbeitstiefe	cm	35	35	20	≤ 40
Arbeitsgeschwindigkeit	km/h	5	4...6	4...8	5...7
Zugleistung	kW	147	132	132	147
Flächenleistung	ha/h	0,8	0,6...0,8	0,8...1	≈ 2
Masse	kg	4 160	5 830	6 270	3 000

Mögliche Beiträge der Landtechnik zur Verbesserung der Bodenstruktur

Dr. agr. E. Pötke, KDT, Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz der AdL der DDR

Der Ackerboden mit seiner durch Zusammensetzung und Bearbeitung bedingten Struktur ist eine wesentliche Grundlage für Ertragshöhe und Ertragsstabilität in der Feldwirtschaft. Die Ursachen der negativen Beeinflussung der Bodenstruktur durch die Pflugsohlenbildung sind bereits zur Gespannflugzeit erkannt und eingehend untersucht worden.

Auf die Bodenverdichtung durch den Huftritt beim Pflügen mit 4 Pferden, die 25 % der Gesamtfläche betraf, wurde z. B. von Kühne [1] bereits im Jahr 1928 hingewiesen. Mit der Übernahme der Bodenbearbeitung durch Traktoren der MTS wurden die Ursachen der Untergrundverdichtung, ihre Feststellung und Beseitigung durch Untergrundlockerung und organische Düngung durchaus beachtet [2, 3].

Die großen Veränderungen in der Landwirtschaft der DDR in den vergangenen Jahrzehnten, gekennzeichnet durch Vergrößerung der Betriebe, Vollmechanisierung der wesentlichen landwirtschaftlichen Produktionsprozesse, steigenden Düngereinsatz und mit steigender Arbeitsproduktivität verbundenen Ertragsanstieg, haben Anzeichen einer Bodenstrukturverschlechterung, die in der Ertragsentwicklung der Hackfrüchte zuerst sichtbar wurden, nicht rechtzeitig und deutlich genug erkennen lassen [4].

Mechanisierungseinflüsse auf die Bodenstruktur

Die Strukturverschlechterung – auch der leichteren Böden – wird im wesentlichen vom Bodendruck der Maschinen-, Anhänger- und Zugmittleräder und vom Schlupf der angetriebenen Räder verursacht [5, 6]. Die Auswirkungen des hohen Bodendrucks

der Vorderräder der Traktoren, vor allem bei geringer Auslastung der Zugkraft (z. B. bei Bestell- und Pflegearbeiten mit schweren Traktoren), wurden zu Beginn der Vollmechanisierung der Feldarbeiten erkannt [5]. Daraus wurde die Notwendigkeit zur Reduzierung des Bodendrucks abgeleitet [7]. Das Fahren der Traktoren neben und nicht in der Pflugfurche, der Einsatz von Gitter- und Zwillingrädern sowie die Reduzierung des Reifeninnendrucks und der Einsatz von Spurlokerern wurden ackerbaulich begründet und gefordert.

Die Bedeutung des Radschlupfes wurde mit dem Hinweis hervorgehoben, daß alle Maßnahmen zur Verminderung des Radschlupfes auch bodenstrukturschonend wirken. Da Bodendruck und Schlupf in ihrer Schädigung mit zunehmender Bodenfeuchte ansteigen, sollten die Traktoren für den Anhängerzug als Straßen- und Ackertraktoren zumindest im Herbst und nach größeren Niederschlägen unterschiedlich ausgerüstet werden, um vor allem die Porenverschmierung durch den Radschlupf zu vermindern. Letzteres trifft besonders auch für die Gülleausbringung im Spätherbst und Winter zu. Gülle sollte nur auf aufgeraute Bodenoberflächen und mit hinter der Anhängerachse eingesetzten Spurlokerern bzw. Eggen- oder Schleppfeldern ausgebracht werden, um Tümpelbildung durch Zusammenlaufen der Gülle in den Radspuren und auf der Ackerfläche sicher zu vermeiden.

Die Wuchsraumbeeinträchtigung durch die Fahrspuren der Traktoren, Maschinen und Geräte bei den Arbeitsgängen der Saatbettvorbereitung, der Aussaat und Pflege führt z. B. im Kartoffelanbau zu beachtlichen Ertragsbeeinflussungen

– direkt durch die Bodenverfestigung
– durch den Einfluß auf die Knollenablage beim Legen.

Mit dem Verfahren der Herbstdammformung [8], das die Klutenminderung auf schweren Böden bewirkt, wurde der positive Nebeneffekt des von Fahrspuren unbeeinträchtigten Wuchsraums erkannt und inzwischen auch für leichte Böden mit positivem Einfluß auf Erträge und Qualität der Knollen bestätigt [9].

Ein Beispiel ungenügender Berücksichtigung des Anspruchs der Kartoffelstaude auf einen ungestörten Wuchsraum bietet die Vorderachse des Traktors ZT 303 beim Einsatz vor der Legemaschine 6-SAD-75 mit der Spurweite von 1650 mm gegenüber 1500 mm der Hinterachse. Dreijährige Untersuchungen brachten in den Reihen 2 und 3 Mindererträge von 19% und 14% gegenüber der im Wuchsraum kaum beeinträchtigten Reihe 1 [10].

Daß auch die leichteren Böden durch einen zu hohen Bodendruck nachhaltig geschädigt werden, ist eine noch zu wenig bekannte und beachtete Tatsache [11]. Allgemein wird zur Minderung der Ertragsausfälle in den Radspuren ein Bodendruck von < 0,06 MPa gefordert [12, 13], um sicherzustellen, daß bei erreichter Bearbeitbarkeit der Böden auch ein strukturschonendes Bearbeiten ohne Ertragseinbußen erfolgen kann. Mit der Standardausstattung der Traktoren ist dieses Ziel nicht erreichbar (Tafel 1).

Der Einsatz von Kettentraktoren, der in den 50er Jahren weit verbreitet war, ist wegen des hohen Ketten- und Fahrwerkverschleißes unökonomisch geworden. Die in die Gummi-Perlon-Kette gesetzten Hoffnungen haben sich nicht erfüllt. Die in der Erpro-

Fortsetzung von Seite 460

Verbrennungsmotorantrieb sowie von Arbeitsgeräten. In einer Bewertung der SZA wurden ihre Vor- und Nachteile herausgearbeitet.

Literatur

- [1] Petelkau, H.: Ursachen, Entstehung und Prinzipien zur Einschränkung von Bodenstrukturen. Plenarvortrag zur 13. Wissenschaftlichen Tagung der Bodenkundlichen Gesellschaft in der DDR am 28. und 29. September 1982 in Magdeburg (unveröffentlicht).
- [2] Pötke, E.: Mögliche Beiträge der Landtechnik zur Verbesserung der Bodenstruktur. agrartechnik, Berlin 35 (1985) 10, S. 461–463.
- [3] Griepentrog, K.: Theoretische Untersuchungen zu Seilzugaggregaten. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1983.
- [4] Rühlmann, M.: Allgemeine Maschinenlehre, Bd. 2. Braunschweig: Verlag C. A. Schwetschke und Sohn 1876, S. 548–559.
- [5] Eyth, M.: Hinter Pflug und Schraubstock. Stuttgart, Berlin: Deutsche Verlagsanstalt 1921.
- [6] Schwanecke, H. K.: Die wesentlichen Wirkungen der Arbeits- und Kraftmaschinen in der deutschen Landwirtschaft. Halle: Verlag Erhardt Karras GmbH 1914, S. 11–21.

gen der Arbeits- und Kraftmaschinen in der deutschen Landwirtschaft. Halle: Verlag Erhardt Karras GmbH 1914, S. 11–21.

- [7] Wüst, A.: Landwirtschaftliche Maschinenkunde. Berlin: Verlagsbuchhandlung Paul Parey 1889, S. 202–217.
- [8] Franz, G.: Die Geschichte der Landtechnik im 20. Jahrhundert. Frankfurt (Main): DLG-Verlags-GmbH 1969, S. 119–126.
- [9] Seilzugpflug B091. Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim, Prüfbericht Nr. 360 vom 4. Juli 1963. A 4510

Fortsetzung von Seite 456

kung erzielt, werden gegenüber der Rohrdränung Materialeinsparungen von 150 bis 350 kg PVC je Hektar und Energieeinsparungen je Hektar von mehr als 5000 MJ erreicht. Weiterhin sind Einsparungen an Jah-

reskosten, bezogen auf die normative Nutzungsdauer, von rd. 50% zu verzeichnen. In bezug auf die Dränung mit offenen Gräben wird ein Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche in Höhe von 3 bis 5% vermieden [2].

Literatur

- [1] Baden, W.; Eggelsmann, R.: Maulwurfsdränung im Moor. Zeitschrift für Kulturtechnik, Hamburg, Berlin 2 (1961) 3, S. 146–166.
- [2] Lizenzangebot des Instituts für Futterproduktion Paulinenaue und des VEB Meliorationsmechanisierung Dannenwalde zu den Verfahrensgrundsätzen der MFD und zum Anbau-Maulwurfsfrädräner B721B, 1984.
- [3] Haß, W.: Maulwurfsfrädränereinrichtung zum Drängrabenbagger ETZ 202A, Typ B721A, und zum Kettentraktor DT-75B, Typ B721B. Zentrale Prüfstelle für Landtechnik Potsdam-Bornim, Prüfbericht 1983.
- [4] Scholz, A.; Voß, J.; Niendorf, H.: Maulwurfsfrädränung auf tiefgründigem Niedermoor in der LPG Bad Sülze. Melioration und Landwirtschaftsbau, Berlin 18 (1984) 7, S. 297–300.

A 4507