11. ZWEIMASCHINENSYSTEME MIT WINDEN

11.1 Prinzip der Zweimaschinensysteme

Ein grundlegender Nachteil der Einmaschinensysteme war, neben den Unsicherheiten des Betriebs, deren hoher personeller Aufwand bei der Vorbereitung und Durchführung von Pflugarbeiten und der umständliche Transport der vielen Geräte von einem Einsatzort zum anderen. Es gab daher schon früh Überlegungen, den apparativen und personellen Aufwand zu verringern. Eine Idee war die Winden selbstfahrend zu machen und als maschinelle Basis eine Straßenlokomotive zu verwenden. Das Kulturgerät sollte dann wieder über das Feld hin und her gezogen werden. Die ersten diesbezüglichen Versuche scheiterten noch an der Unzulänglichkeit der Pfluglokomotiven. Aber die Grundidee, die Arbeitsbewegung und die Bewegung in Richtung Arbeitsfortschritt von beweglichen Maschinen vollziehen zu lassen, war erfolgversprechend. Sie setzte sich Ende des 19. Jahrhunderts weitgehend durch. Bei den Zweimaschinensystemen wurden also zur Bewegung der Bodenkulturgeräte zwei Kraftmaschinen eingesetzt. Das Seil wurde von den jeweiligen „Winden" zum Kulturgerät geführt. Das Gerät wurde zwischengeschaltet. Das Arbeitsprinzip der einsetzbaren Geräte lag damit fest. Alle nach dem Kehrprinzip arbeitenden Geräte waren einsetzbar. Bei den Pflügen setzte sich, wegen seines einfachen Bewegungsablaufs, auch beim Zweimaschinenbetrieb von Anfang an der Kipppflug durch. Bei den anderen Kulturgeräten waren auch Maschinen im Einsatz, die am Ende der Furche gewendet wurden, also eine Kehre machen mussten. Ein Beispiel hierfür sind die Grubber. Für die Dampf-Bodenkultur waren zwei Pfluglokomotiven mit je einer Winde erforderlich. Die Anordnung der Winde variierte stark. Es gab Konstruktionen mit horizontaler oder vertikaler Windenachse. Die Winde war im Heck, an der Seite, an den Hinterrädern oder unter dem Kessel angeordnet. Es wurde sehr kreativ alles probiert, was auch nur halbwegs Erfolg versprechend war. Durchgesetzt haben sich dann die Konstruktionen mit der Winde unter dem Kessel. Bei dieser Anordnung war es auch möglich, die im Laufe der Entwicklung immer weiter steigenden Maschinenleistungen auf den Pflug zu bringen.

Einige prinzipielle Nachteile hatte das übliche Zweimaschinensystem. Zum einen war es in der Anschaffung durch die beiden Pfluglokomotiven sehr teuer. Ein kompletter Pflugsatz kostete zwischen 50000 und 90000 Mark. Zum anderen wurde die gesamte zur Verfügung stehende Maschinenleistung nur phasenweise genutzt. Die gerade nicht im Zug arbeitende Maschine lief leer. Man nutzte diese Zeit zwar zum intensiven Nachspeisen und zum Aufbau eines guten Dampfdrucks, aber der Nachteil blieb. Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurden dann Zweimaschinensysteme mit veränderter Seilführung entwickelt, bei denen beide Pfluglokomotiven ununterbrochen im Betrieb waren. Die Einsatzflexibilität der Einmaschinensysteme erreichten die Zweimaschinensysteme nicht. Zwar waren die Pfluglokomotiven auf den Vorgewenden manövrierbar, aber allein durch das hohe Gewicht der Maschinen und den Querzug durch das Seil war das mehr Theorie als Praxis. Man war froh, wenn die Maschinen nicht im Boden versanken.

Man kann beim Zweimaschinensystem zwei Verfahrensgruppen unterscheiden:

1. Zweimaschinensysteme mit abwechselndem Einsatz der Pfluglokomotiven,
2. Zweimaschinensysteme mit ununterbrochenem Einsatz der Pfluglokomotiven.

Das erste Verfahren war das gerätetechnisch einfachere. Es war auch am weitesten verbreitet. Beim zweiten Verfahren waren die Seilführung und der Arbeitsablauf beim Betrieb mit Winden komplizierter. Bei einigen Varianten waren auch spezielle Pfluglokomotiven mit zwei Winden erforderlich. Durch die großen Seilkräfte waren die Belastungen auf den Maschinen sehr groß.

In den nachfolgenden Abschnitten werden die beiden Verfahrensgruppen getrennt behandelt.

11.2 Zweimaschinensystem mit abwechselndem Einsatz der Pfluglokomotiven

11.2.1 Beschreibung

Es ist der Verdienst von John Fowler, der das System nach dem technischen Prinzip der Winde, bei dem immer nur eine Pfluglokomotive im Wechsel mit der anderen arbeitete, für eine praktische Nutzung bei der Bodenkultur anwendbar machte. Durch den einfachen Aufbau des Zweimaschinensystems gab es auch nur wenige Verfahrensvarianten. Die drei Hauptelemente Pfluglokomotive, Kipppflug und wieder Pfluglokomotive legten die Struktur des Bodenbearbeitungssystems fest.

Anmerkung:
Bei den Pfluglokomotiven gab es eine lange Entwicklungsphase. Sie führte zu deutlichen Unterschieden zwischen den Maschinen der einzelnen Hersteller. Die ersten Maschinen wurden von Savory und Howard gebaut. Howard'sche Dampfpflüge wurden in Deutschland erstmals auf den Gewebeausstellungen 1865 in Cöln und Stettin gezeigt. Die ersten dieser Pfluglokomotiven waren zu anfällig und daher nicht sehr erfolgreich. Das änderte sich rasch. Mit dem Fortschritt beim Bau der Dampfmaschinen wurden auch die Pfluglokomotiven immer zuverlässiger und leistungsfähiger. Bei Fowler wurden die ersten Zweimaschinensysteme mit Leistungen um 10 PS ab etwa 1863 gebaut. In Europa bauten Ende der 60er Jahre nur englische Hersteller Pfluglokomotiven für das Zweimaschinensystem, und zwar Charles Burell aus Thretford, Aveling und Porter aus Rochester, J. und H. McLaren aus Leeds, John Fowler ebenfalls aus Leeds, John Allen aus Oxford, die Firma Howard und in geringerem Umfang Savory & Son. Die Pfluglokomotiven besaßen nur eine Winde. Eine Maschine warf das Seil links aus, die andere rechts. Während die eine Maschine zog, lief die andere leer. Das Seil der leer laufenden Maschine wurde leicht gebremst abgewickelt. Die Lage und Anordnung der Winde an den Maschinen war am Anfang der Entwicklung sehr unterschiedlich. Es wurde alles probiert, was technisch machbar war und wenigsten in einigen Aspekten einen Vorteil versprach. Es gab Maschinen mit horizontaler oder vertikaler Windenachse. Bei einigen Konstruktionen lag die Winde vor der Maschine, in der Mitte, im Heckbereich, seitlich neben dem Kessel, um den Kessel herum, an den Hinterrädern u. s. w.
Die Weiterentwicklung des Systems und insbesondere der Pfluglokomotiven dauerte etwa 50 Jahre. In einem ersten Schritt hatte sich nach 20 Jahren als beste Lösung die Konstruktion mit der Windentrommel unter dem Langkessel durchgesetzt. Sie war relativ einfach in der Herstellung und man konnte, mit wenigen Anpassungen, die bewährte Konstruktion des „Lokomotivkessels" übernehmen. Der Angriffspunkt der Zugkraft des Seiles lag so tief, dass ein Kippen der Maschine oder ein starkes Einarbeiten in den Boden weitgehend vermieden wurde. Die Seilkraft konnte, je nach Lage der Winde unter dem Kessel, auf alle vier Räder aufgeteilt werden. Natürlich waren die in Zugrichtung liegenden Räder höher belastet, aber insgesamt wurde die Querbelastung recht gut verteilt. Bei Überlastung rutschte die Maschine nur seitlich weg. Sie drehte sich dabei nur unwesentlich um ihre senkrechte Achse. Das war bei Maschinen mit Winden an den Enden anders. Durch den ungünstigeren Angriffspunkt der Seilkraft versetzten sie stärker und drehten sich um die senkrechte Achse. Von der anfänglichen Lösungsvielfalt blieb in dieser Phase nicht mehr viel übrig. Man hat im Wesentlichen nur die Maschinen mit Winden unter dem Kessel weiterentwickelt. Das änderte sich in Deutschland in den 1890er Jahren. Viele mittlere Wirtschaften verlangten nach kleineren und preiswerteren Dampfpflügen. Einige einheimischen Hersteller nahmen daraufhin den Bau einfacherer Maschinen auf. Sie hatten häufig Stehkessel und einfache Dampfmaschinen als Antriebe. Die Bauweise mit mittragendem Lokomotivkessel wurde aufgegeben und durch eine Rahmenbauweise ersetzt. Diese Veränderungen wurden auch durch das Auftreten anderer Antriebsarten gestützt. Eine Basiskonstruktion konnte mit wenigen Anpassungen wahlweise mit Dampfantrieb, elektrischem Antrieb oder mit Explosionsmotor bestellt werden, je nach den Einsatzverhältnissen vor Ort. A. Borsig in Berlin baute beispielsweise Dampfpflüge mit allen drei Antriebsarten. Auch die Maschinenfabrik von Brutschke lieferte Maschinen mit Dampf- oder elektrischem Antrieb.

Beim Zweimaschinensystem mit abwechselndem Betrieb der Pfluglokomotiven hatten am Anfang drei „Verfahren" in der Praxis eine gewisse Verbreitung gefunden. Sie unterschieden sich allerdings nicht in der Seilführung, sondern nur in der Konstruktion der Maschinen voneinander. Die „Verfahren" sind mit dem Namen des jeweiligen Herstellers verbunden, der das System als erster zum Einsatz brachte:

- das Howard'sche Zweimaschinensystem,
- das Zweimaschinensystem von Savory und das
- Fowler'sche Zweimaschinensystem.

Arbeitsprinzip:

Die Pfluglokomotiven besaßen nur je eine Winde. Sie wurden auf dem Vorgewende an den Stirnseiten des Feldes gegenüber liegend aufgestellt. Die eine Maschine hatte den Seilauswurf links, die andere rechts. Das Seil auf den Winden war vorher entsprechend aufgewickelt worden. Der Kipppflug wurde zwischen den Seilenden eingehängt. Durch abwechselnden Zug wurde der Pflug hin und her bewegt. Während die eine Maschine zieht läuft die andere leer. Auf jeder Winde lag nur soviel Seil wie es die zu bearbeitende Feldlänge erforderte. Größere Schläge konnten ohne Unterbrechung durch Umsetzen der Geräte in einem „Zug" gepflügt werden. Die Bewegung in Richtung Arbeitsfortschritt erfolgt durch schrittweises Verfahren der Pfluglokomotiven. Da es keine Umlenkungen des Seiles gab, lag nur die unmittelbar zum Ziehen des Pfluges benötigte Seilkraft an den Winden an. Ein großer Vorteil bei diesem System. Da die Kraft quer zur Längsachse der Pfluglokomotive wirkte, musste deren Aufbau sehr stabil sein. Insbesondere die Rad- und Achskonstruktionen waren hoch belastet. Auch die Winden waren sehr kräftig gelagert. Das einfache Arbeitsprinzip ist im Bild 11.2.1/1 wiedergegeben. Eine Anpassung an eine unterschiedliche Feldgeometrie war nur in engen Grenzen durch entsprechendes Verfahren der Maschinen auf den Vorgewenden möglich.

Arbeitsgeräte:

Zum Betrieb des Zweimaschinensystems in dieser einfachen Form wurden nur benötigt:

1. Zwei Pfluglokomotiven mit je einer Winde
2. Ein Kipppflug

und ggf.

3. Einige Seilträger

Arbeitsablauf:

Der gesamte Dampfpflug mit allen Geräten und zusätzlichen Einrichtungen wie Wasserwagen, Kohleanhänger und Wagen zur Unterbringung der Pflugmannschaft konnten von den Pfluglokomotiven zum Einsatzort gefahren werden. Gespanne für den Transport waren nicht erforderlich. Die erste Pfluglokomotive wurde am Feldanfang auf dem Vorgewende aufgestellt. Die zweite fuhr beispielsweise mit angehängtem Pflug (und ggf. mit angehängtem, leer ablaufendem Seil der ersten Maschine) zur anderen Feldseite.

Bezeichnungen und Abkürzungen für Maschinen und Geräte:

Für die Bezeichnungen von Maschinen und Geräten werden einheitlich Abkürzungen mit Großbuchstaben am Anfang verwendet.

AW	:	Ankerwagen
AR	:	Ankerrolle
AS	:	Anker mit Seil (Seilanker)
WW	:	Windewagen
W	:	Winde
PfLok	:	Pfluglokomotive
Lok	:	Lokomobile
KPf	:	Kipppflug
KG	:	Kulturgerät (allgemeines Gerät/Maschine für die Bodenkultur)

Bezeichnungen und Abkürzungen für die Bewegungen:

Für die Bezeichnungen von Bewegungen der beteiligten Komponenten werden einheitlich Abkürzungen mit Kleinbuchstaben am Anfang verwendet.

ab	:	Arbeitsbewegung (des Pfluges), Pfluggang
ab(La)	:	Arbeitsbewegung unter Last, Bewegung im Lasttrum
ab(Le)	:	Arbeitsbewegung leer, Bewegung im Leertrum
af	:	Arbeitsfortschrittbewegung (quer zur Arbeitsbewegung des Pfluges)
af(AW)	:	Arbeitsfortschrittbewegung des Ankerwagens
af(AR)	:	Arbeitsfortschrittbewegung der Ankerrolle
af(PfLok)	:	Arbeitsfortschrittbewegung der Pfluglokomotive
af(Lok)	:	Arbeitsfortschrittbewegung der Lokomobile (verschieben)
ub	:	Umkehrbewegung, Kehre der Arbeitsmaschine am Ende der Furche
wb	:	Wechselbewegung der Pflugkörper-Teile bei Kehrpflügen

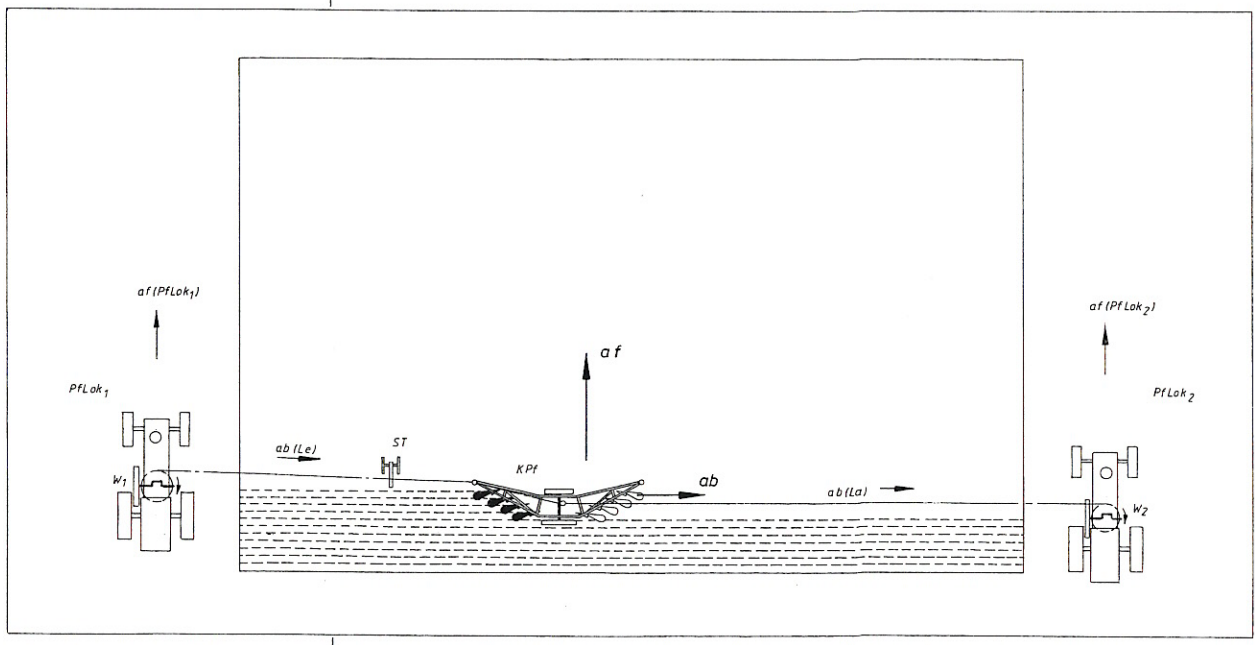


Bild 11.2.1/1: Zweimaschinensystem mit abwechselndem Einsatz der Pfluglokomotiven

Der Pflug wurde an der Feldseite in Stellung gebracht und die beiden Windenseile angeschlossen. Die üblichen Seillängen auf den Winden lagen zwischen 350 und 650 Metern. Die beiden Pfluglokomotiven standen sich genau gegenüber. Von der Lokomotive, von der das Seil abgewickelt war, konnte sofort mit der Arbeit begonnen werde. Der Pflug wurde in Stellung gekippt und für den ersten Gang (ohne Führung durch das Furchenrad) eingestellt. Die Winde wurde eingerückt und durch das Aufwinden des Seiles wurde der Pflug zur Maschine gezogen. Im Eingriff war dabei beispielsweise die Seite des Kipppfluges mit den rechtswendenden Scharen. Von der Winde der zweiten Pfluglokomotive lief das Seil leer ab. Damit dies nicht unkontrolliert geschah, besaßen die Winden einfache Bremsvorrichtungen, die eine gewisse Spannung im ablaufenden Seil hielten. In dieser Zeit konnte die Maschine mit der auswerfenden Winde schon ihre Position für die nächste Zugphase einnehmen. Sie rückte um die Arbeitsbreite des Pfluges vor. Wenn der Pflug zum ersten Mal die ziehende Maschine erreicht hatte, wurde er mit Maschinenkraft um eine gesamte Arbeitsbreite versetzt, der andere Pflugkörpersatz, beispielsweise mit den linkswendenden Pflugkörpern, wurde herabgezogen, das Furchenrad endgültig auf den Gang in der Furche eingestellt und die Maschine an der gegenüberliegenden Feldseite begann ihre Zugarbeit. Die jetzt freigehende Maschine rückte um die doppelte Arbeitsbreite vor. Mit dieser Einstellung wiederholte sich der Ablauf, bis der gesamte Acker gepflügt war. Die Informationen zum Maschineneinsatz wurden bei den großen Entfernungen meist durch vereinbarte Signale der Dampfpfeife gegeben, aber auch durch optische Signale.

Die Mannschaft, die unmittelbar an den Maschinen arbeitete (direkte Pflugmannschaft) bestand aus:

- 2 (bis 4) Personen auf den beiden Pfluglokomotiven (einschließlich Pflugmeister),
- 2 Personen auf dem Pflug, davon ein Person zur Steuerung auf dem Pflug (Pflugmann), eine Person als Schwanzmann (ggf. auch mehrere)
- ggf. 1 bis 2 Helfer für das Versetzen der Seilträger.

Die Seilträger konnten meist entfallen, da durch Bewuchsreste auf dem Acker und die Spannung im ablaufenden Seil ein Aufliegen auf dem Boden bei nicht zu großer Seillänge zu keinen störender Verschmutzung führte. Bei sehr großen Seillängen machte sich allerdings die Reibung des Seils auf dem Acker schon nachteilig bemerkbar. Bei hügeligem Gelände waren Seilträger erforderlich, da sich das Seil sonst an den erhöhten Partien stärker in den Boden einarbeitete. Die Seilträger wurden nach einigen Gängen von Hand versetzt.
Noch nicht gerechnet bei der Pflugmannschaft sind die zusätzlich erforderlichen Arbeitspersonen zu Versorgung der Lokomotiven mit Wasser und Brennmaterial und ganz wesentlich der Koch, der für eine gute und pünktliche Versorgung der Leute zuständig war (gegessen wurde meist während der Arbeit auf den Maschinen).

Die Eigenschaften Systems:

Die vielen Vorteile dieses einfachen Zweimaschinensystems sprachen für sich. Durch die selbstfahrenden Lokomotiven waren die wenigen Geräte des Systems einfach und relativ schnell an den Einsatzort zu bringen. Zum Aufbau wurde die eigene Maschinenkraft verwendet. Das ging schnell und war problemlos ohne fremde Hilfe möglich. Durch die auf dem Vorgewende frei beweglichen Pfluglokomotiven war eine gewisse Flexibilität gegeben. Auch eine etwas unregelmäßige Feldgeometrie konnten bearbeitet werden. Das Zweimaschinensystem eignete sich gut für die schweren Pflugarbeiten der Tiefkultur. Bei entsprechender Leistung der Pfluglokomotiven konnte bis in Arbeitstiefen von 35 bis 40 Zentimeter gearbeitet werden. Bei normalen Arbeitstiefen von etwa 25 Zentimetern konnten mit großen Kipppflügen (bis zu 6scharig, bei leichten Schälarbeiten auch mehr) beachtliche Arbeitsleistungen erzielt werden. Durchschnittliche Tagesleistungen von 20 bis 30 Morgen waren hierzulande um 1900 keine Seltenheit. Bei leichteren Arbeiten unter günstigen Bedingungen wurden auch bis 40 Morgen erreicht. Die durchschnittlichen Arbeitskosten einschließlich Abschreibung, Zinsen, anteiligen Reparaturkosten u. s. w. betrugen 8 bis 10 Mark je Morgen. Das System war im Betrieb sicher. Herausgerissene Anker und Ankerwagen wie beim Einmaschinensystem gab es nicht.
Der wirtschaftliche Einsatz des Zweimaschinensystems setzte eine hinreichende Größe des Ackers voraus. Die untere Grenze war etwa 30 Morgen. Je gradliniger begrenzt und je länger die Schläge waren, umso wirtschaftlicher konnte gearbeitet werden.
Es war beim Zweimaschinensystem in dieser einfachen Ausführung immer nur eine Maschine „in der Arbeit". Die zweite lief leer. Auch wenn diese Zeit mit Nachspeisen, Schmieren und weiteren Arbeiten genutzt wurde, der grundsätzliche Nachteil blieb. Die Hälfte der eingesetzten Maschinenleistung wurde nicht genutzt.
Auf die hohen Anlagenkosten durch die beiden Pfluglokomotiven wurde schon hingewiesen.
Ein kleiner Nachteil bleibt noch nachzutragen. Die Vorgewende bei diesem System mussten durch die beiden Pfluglokomotiven und die Länge des Kipppfluges recht groß sein. Eine Breite von 6 bis 10 Metern war keine Seltenheit. Man versuchte das Vorgewende so klein wie möglich zu halten. Zwar konnten große Kipppflüge mit der herausgehobenen Seite sehr nahe an (und über den Kessel) der Pfluglokomotive herangefahren werden, aber ein Ausreizen bis zum letzten Zentimeter war gefährlich. Beim zu späten Ausklinken der Winde zog sich der Pflug in die Winde und es gab „Bruch". Des weiteren wurde auch noch Platz zum Manövrieren und Versetzen des Pfluges benötigt. Wenn diese Fläche als Ackerfläche genutzt werden sollte, musste nachgepflügt werden. Das war im Allgemeinen nur mit Gespannen möglich.

Anmerkung:
Bodenkultursysteme mit abwechselndem Einsatz der Pfluglokomotiven gab es auch für mehr als zwei Maschinen. Wenn der Kraftbedarf für das Ziehen der Bodenkulturgeräte sehr groß wurde, beispielsweise bei sehr tiefer Bodenbearbeitung und sehr schweren Böden, kamen je Feldseite auch zwei Pfluglokomotiven zum Einsatz. Sie arbeiteten parallel. Man bezeichnete dieses System dann analog zum Zweimaschinensystem als „Viermaschinensystem". Ein typischer Einsatzfall für Viermaschinensysteme war die Kultivierung sehr mächtiger Moore. Die Fa. Ottomeyer, Bad Pyrmond, setzte in den 1950er Jahren beispielsweise vier sehr große Pfluglokomotiven mit Einzelleistungen von über 400 PS und Arbeitstiefen von über 2 m bei der Urbarmachung von Mooren ein. Nach dem zweiten Weltkrieg musste für die in den Ostgebieten vertriebenen Landwirte Siedlungsraum geschaffen werden. Im Emsland (Emslandplan der BRD) wurde ein Teil der Moore in Kultur genommen (Siehe Kapitel 21).

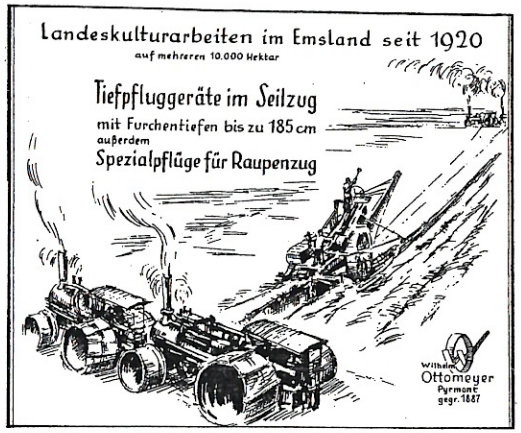
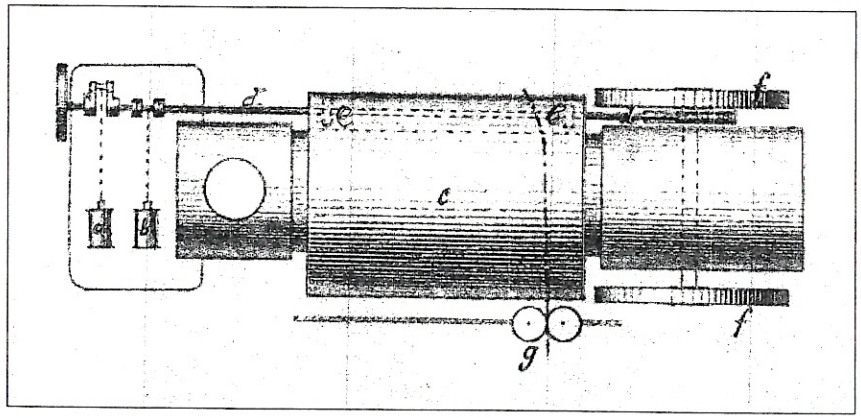


Bild 11.2.1/2:
Werbeanzeige der
Fa. Ottomeyer
(1962)

Bei den Howard'schen Pfluglokomotiven besaß die Winde eine horizontale Achse. Sie war hinten im Tender untergebracht. Die Ableitung des Seils war nur in einer Ebene möglich. Ansonsten wussten zusätzliche Umlenkrollen an der Maschine angebracht werden. Der Vorteil war, dass die Winde ausschließlich über robuste Stirnräder angetrieben wurde. Komplizierte und empfindliche Kegelradgetriebe gab es nicht. Des Weiteren belasteten die erheblichen Querkräfte des Pflugseils den Kessel nicht zusätzlich. Eine Pfluglokomotive in einer vergleichbaren Ausführung ist in der Tafel 10.3.2/1 bei den Einmaschinensystemen dargestellt.
Beim Zweimaschinensystem von Savory war eine Winde mit großem Durchmesser um den Langkessel einer fahrbaren Lokomobile (Pfluglokomotive) herum angeordnet. Der nicht zu vermeidende Nachteil bei dieser Ausführung war, dass durch die Wärmeausdehnung des Kessels die Lagerung der Trommel Schwierigkeiten bereitete. Die Trommel neigte zum Klemmen. Der Seilabgriff lag günstig, tief unter dem Kessel (siehe Bild 11.2.2/1).
Bei den Fowler'schen Pfluglokomotiven hatte die Winde eine vertikale Achse und lag unter dem Kessel. Diese Ausführung hatte sich Anfang der 70er Jahre durchgesetzt. Sie wurde von unterschiedlichen Herstellern gebaut.

Die ersten Dampfpflüge arbeiteten in Deutschland Anfang der 1860er Jahre. Im September 1861 wurde ein unmittelbar in England beschaffter Dampfpflug von Fowler bei einer Maschinenvorführung in Mecklenburg gezeigt. 1863 wurde in der Magdeburger Börde ein weiterer Dampfpflug vorgeführt. Eine andere Quelle berichtet von einem erstmaligen Einsatz eines Dampfpflugs bei einer Maschinenvorführung in Cöln im Jahr 1865. Anfang der 70er Jahre wurde das Zweimaschinensystem in Deutschland in der landwirtschaftlichen Praxis eingeführt. Der Amtsrat Metscher aus Gramschütz in Schlesien schaffte im Jahr 1872 einen Pflugsatz von Fowler an. Das System arbeitete bis 1914 zur Zufriedenheit des Besitzers. 1873 verkaufte Max Eyth Dampfpflugsätze von Fowler in Ostpreußen und in Bayern (Regensburg). 1875 wurde das System von Fowler auf dem Maschinenmarkt in Breslau einer breiten Öffentlichkeit gezeigt. Zwei Maschinen mit nominell 6 PS reichten damals für den Antrieb aus. Der stolze Preis für das gesamte System mit allen Hilfseinrichtungen betrug 90000 Mark.

Anmerkung:
Vom Zweimaschinensystem von Savory, siehe Skizze auf der gegenüberliegenden Seite (Bild 11.2.2/1), gibt es eine frühe Einsatzbeschreibung. Am 15 bis 18 Juli 1863 fanden in Worcester, England, vergleichende Versuche mit unterschiedlichen Dampfpflugsystemen statt. Sie wurden von der Royal Agricultural Society durchgeführt. Zu dem Einsatz des Savory'schen Systems schreibt Th. Lange, der die Versuche beobachtet hatte, in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure 1863, S. 97 ff.:
„Die größte Neuigkeit im Felde war Savory's System. Savory & Son hängen nämlich eine Trommel von 6 Fuß Drchm. auf Friktionsrollen um den Kessel einer Lokomobile von 10 Pfrdst. Die beiden Zylinder a, b sind quer vor dem Rauchkasten gelagert, Fig. 1; die Verlängerung der Krummachse d geht längs des Kessels im Inneren der Trommel c nach hinten und ist 2 ¾ Zoll stark. Die Trommel ist nämlich nur ein zylindrischer Mantel aus Eisenblech ohne Arme oder Speichen. Die Krummachse trägt Getriebe e, e von zwei Zoll Teilung, welche mit einem Kranze mit innerer Verzahnung im Innern der Trommel in Eingriff sind, und endlich eine Schraube ohne Ende, welche die Triebräder f, f hinter dem Feuerkasten treibt, wenn die Maschine sich bewegen soll. Die Laufräder vorne sind zum Steuern eingerichtet. Auch ist am hinteren Ende eine kleine Dampfspeisepumpe angebracht.



Figur 1: Prinzipskizze zu Savory's Pfluglokomotive für das Zweimaschinensystem

Die Trommel ist groß genug, um ein Seil von 1500 Fuß Länge in einer einzigen Lage aufzunehmen, und der Pflug wird gezogen, indem das Seil, welches nur einmal über das Feld herübergeht, aufgewunden wird. Eine gleiche Maschine am anderen Ende des Feldes zieht den Pflug zurück. Ein Paar Leitrollen g, welche durch eine Leitspindel hin- und herbewegt werden, führen das Seil regelmäßig auf die Trommel auf. Während eine Maschine den Pflug an sich zieht, läßt die andere ihre Trommel frei herumlaufen und bewegt sich zugleich ein paar Fuß vorwärts, um für die nächste Furche in die richtige Lage zu gelangen.
Die Idee, zwei Maschinen anzuwenden, scheint aus der Erfahrung der Gloucester-Dampfpfluggesellschaft entsprungen zu sein, für welche Savory den ersten derartigen Apparat baute. Diese Gesellschaft fand nämlich, daß, um zur Miehte zu arbeiten, zwei Maschinen nöthig seien, die sich selbst ohne Hülfe von einem Ort zum anderen bewegen können. Die Schnelligkeit, mit welcher diese Maschinen die nöthigen Operationen ausführen, setzte alle Welt in Erstaunen. Sobald sie mit Pflügen aufhören, sind sie auch fertig, sich weiter zu begeben, die eine den Pflug und die andere den Wasserkarren hinter sich herziehend; und sobald sie auf den entgegengesetzten Enden eines Feldes angekommen sind, sind sie auch fertig, das Pflügen zu beginnen. Dabei hat man nicht nötig, die Winden festzustellen und Anker in die Erde zu graben.
Die Existenz des Savory'schen Apparates veranlaßte auch Fowler sein mit Nr. 3 bezeichnetes System zu adoptiren und aufzustellen. Obwohl nun die Arbeit an Fowler's Maschinen bei weitem vorzüglicher war, so ist doch nicht zu leugnen, da? Savory's Construction vorzuziehen ist: denn da hier die Trommel einen größeren Durchmesser hat und das Seil in nur einer einzigen Lage aufnimmt, so wird der Verschleiß des Seiles bei Savory geringer ausfallen, als bei Fowler.

11.2.2 Pfluglokomotiven für dieses System

Die ersten brauchbaren Pfluglokomotiven stammten von Savory. Ihre Konstruktion und der technische Stand der Ausführung waren für einen dauerhaften Einsatz in der Landwirtschaft noch nicht geeignet. Ein Problem beim Pflügen mit Windesystemen ist der Umstand, dass mit jeder Seillage auf der Windentrommel sich der wirksame Durchmesser ändert. Bei konstanter Maschinendrehzahl wird im Verlauf des Aufwindens die Arbeitsgeschwindigkeit des Pfluges immer größer. Das ist von Nachteil, da eine konstante Arbeitsgeschwindigkeit großen Einfluss auf die Qualität der Pflugarbeit besitzt.
Savory's erste Pfluglokomotive vermied diesen Nachteil durch einen sehr großen Windendurchmesser und eine sehr lange Winde. Das Seil wurde nur in einer (oder sehr wenigen) Lagen gewickelt. Die einzige Anordnungsmöglichkeit für eine derartige Winde war „außen um den Kessel herum". Die Windentrommel stützte sich über kleine Laufrollen auf dem Kessel ab. Die Idee war gut, führte aber in der Praxis zu vielen Problemen. Der Kessel dehnte sich durch die Erwärmung und vor allem durch den Innendruck nicht unerheblich aus. Das führte zu schwergängigen Winden und nicht selten zum Klemmen der Trommel. Weiterhin lag durch die Trommelanordnung der Angriffspunkt der Zugkraft unter der Trommel recht hoch über dem Boden. Das Erhöhte die Kipp- und Rutschgefahr bei den Pfluglokomotiven. Diese Konstruktion wurde im Laufe der Entwicklung vollständig aufgegeben. Die folgende einfache Skizze zeigt ein Zweimaschinensystem mit frühen Pfluglokomotiven von Savory. Dargestellt ist die Arbeit mit einem Grubber.

Bild 11.2.2/1: Pfluglokomotive mit Winde um den Kessel von Savory (um 1864)

Auf den folgenden Seiten werden einige Pfluglokomotiven für das Zweimaschinensystem vorgestellt. Auf die Erläuterung der englischen Maschinen kann verzichtet werden. Sie sind hierzulande hinreichend bekannt. Der Schwerpunkt liegt auf den Maschinen der einheimischen Hersteller. Die Erläuterungen sind kurz gefasst, da die technische Seite der Maschinen nur ein Aspekt von vielen ist. Die Informationssituation zu den einzelnen Pfluglokomotiven ist sehr unterschiedlich. Es sind daher auch nicht alle Daten untereinander vergleichbar. Bei einem kurzen Blick auf die einzelnen Konstruktionen wird allerdings rasch deutlich, dass sich zu Beginn der Entwicklung fast alle Hersteller an der bewährten Bauweise mit der Basis „Lokomotivkessel mit aufgesattelter Dampfmaschine" und Winde unter dem Kessel orientierten. Einige einheimische Hersteller haben nach 1900 dann bei Maschinen mit höherer Leistung überhitzten Dampf eingesetzt. Insgesamt wurden nach 1920 die Leistungen der Maschinen drastisch gesteigert. Pfluglokomotiven mit mehr als 200 PS waren keine Seltenheit. Die größten Leistungen erreichten nach 1945 Maschinen zur Moorkultivierung mit über 400 PS.

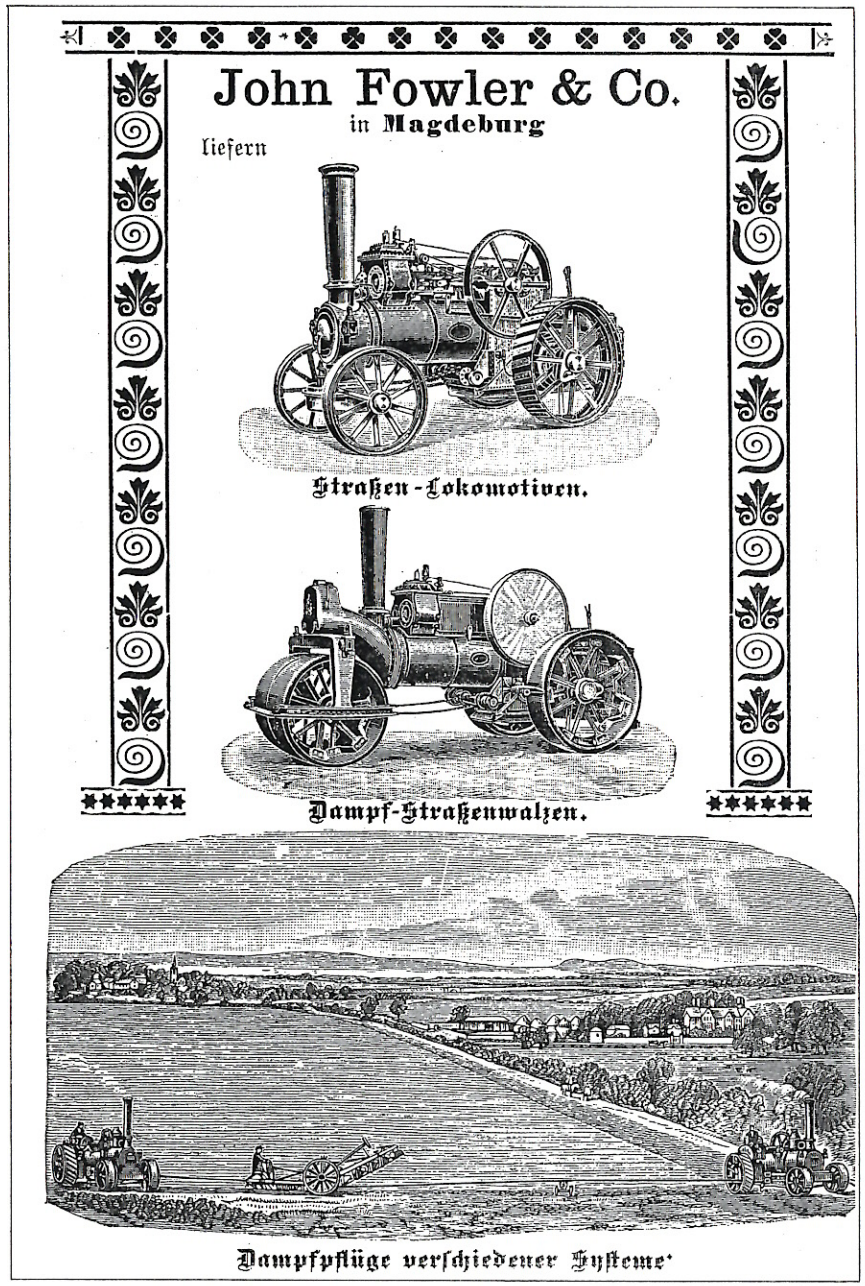


Bild 11.2.2/2: Anzeige von John Fowler & Co, Magdeburg (1901)

Dampfpfluglokomotiven deutscher Hersteller

Die englischen Hersteller waren bis 1880 führend. Viele Konstruktionen deutscher Hersteller lehnten sich bis zu diesem Zeitpunkt an die englischer Vorbilder an. Ab etwa 1880 findet man zunehmend eigenständige Weiterentwicklungen und später auch Konstruktionen mit völlig neuen Entwicklungselementen. Die traditionelle Bauweise der Kessel wurde teilweise aufgegeben, es wurde mit höheren Dampfdrücken gearbeitet, die ersten Überhitzer kamen zum Einsatz und in deren Folge dann Heißdampfmaschinen (beispielsweise in Verbundanordnung). Im unmittelbaren Wettbewerb mit den großen Tragpflügen mit Explosionsmotoren, die im Anschaffungspreis bei vergleichbarer Flächenleistung deutlich günstiger waren, ging eine Entwicklung bei den Dampfpfluglokomotiven zu immer größeren Maschinen- und damit auch Pflugleistungen. Der Endpunkt der Entwicklung waren die riesigen Dampfpfluglokomotiven für die Kultivierung von Mooren (siehe Kapitel 21). Eine andere Entwicklungslinie ging zu kleineren, einfacheren und vor allem preiswerteren Maschinen für mittelgroße ländliche Wirtschaften. Diese landwirtschaftlichen Betriebe stellten das Gros der einheimischen Betrieb.

Es gab ein gutes Dutzend führender Hersteller von Dampfpfluglokomotiven in Deutschland.
- **R. Wolf AG, Magdeburg-Buckau**
- **Andreas Heucke, Dampfpflug-Lokomotivfabrik, Gatersleben**
- **Friedrich Dehne, Halberstadt**
- **A. Ventzki, Graudenz**
- **Kemna, Breslau**
- **Borsig, Berlin**
- **F. Siegel, Schönebeck a.d. Elbe**
- **Rudolf Sack, Leipzig**
- **Maschinenfabrik Brutschke, Berlin**
- **Komnikwerke, Elbing und Jakaterinoslaw**
- **MGH, Heilbronn**
- **Wilhelm Ottomeyer/ Henschel, Bad Pyrmont/Kassel**
- **Rheinmetall, Düsseldorf.**

Hinzu kommen noch einige weitere Hersteller, die nur kurze Zeit oder nur versuchsweise Dampfpfluglokomotiven gebaut haben (Pfanhauser, A. Ganz u. a.)

Einige Maschinen einheimischer Hersteller werden in den folgenden Tafeln vorgestellt. Nicht immer waren von den Maschinen alle relevanten Daten zu finden. Wo es angebracht war, sind einige Bemerkungen zum Hersteller und der Firmengeschichte ergänzt worden.
Nachzutragen bleibt noch, dass ab 1900 nicht mehr übersehen werden konnte, dass die Entwicklung immer größerer und leistungsfähiger Einzweckmaschinen für die Pflugarbeiten in eine Sackgasse führte. Das gilt sowohl für die Dampfpflüge als auch für die Motortragpflüge. Sie waren nur in Lohnbetrieben oder sehr großen Wirtschaften rentabel einzusetzen. Verlangt wurden Maschinen für mittlere und kleinere Wirtschaften, die universell einsetzbar waren. Die einheimischen Hersteller von Dampfpfluglokomotiven reagierten entsprechend. Es wurden zwar immer noch „Einzweckmaschinen" für das Pflügen gebaut, aber man entwickelte kleinere und vor allem preiswertere Maschinen. Der technische Aufbau dieser Maschinen wich völlig von den bekannten Ausführungen ab. Es wurden häufig einfache Stehkessel eingesetzt und der Fahrantrieb, die Winden u.a.m. wurden vereinfacht. Mit der Tendenz zu preiswerteren Maschinen mittlerer Leistung kam es auch zu einer kurzen Renaissance des Einmaschinensystems. Dieses preiswerte System kam mit verbesserten Ankerwagen wieder stärker auf.

A. Heucke's Dampfpflüge

Heißdampf Sattdampf

seit 30 Jahren

unter den verschiedenartigsten Verhältnissen

im Betriebe

erprobt, gewährleisten infolge

unerreichter Vollkommenheit

die vorteilhafteste und zuverlässigste Arbeit und vielseitige Verwendung.

Einzige Spezialität

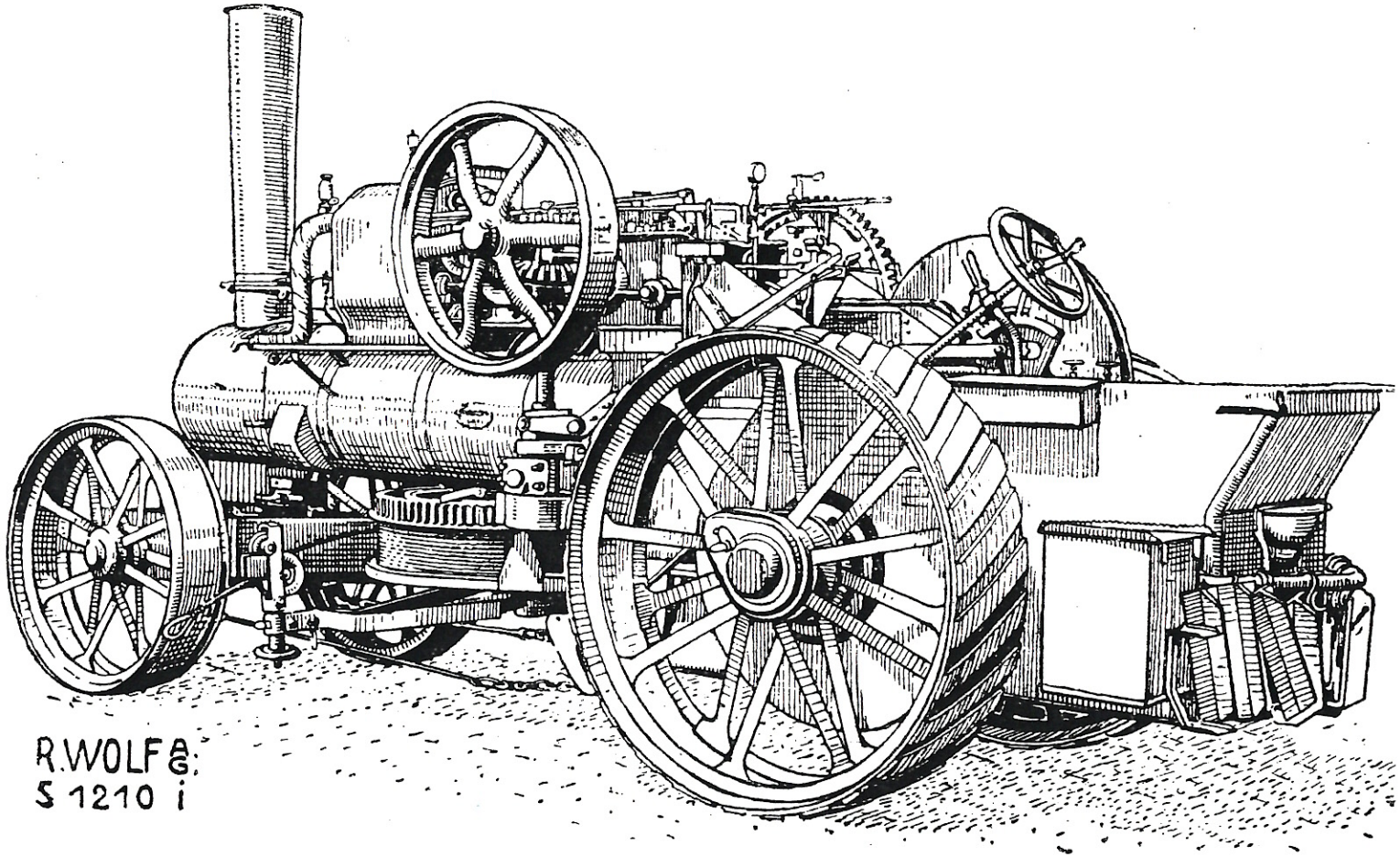
der

Dampfpflug-Lokomotiv-Fabrik

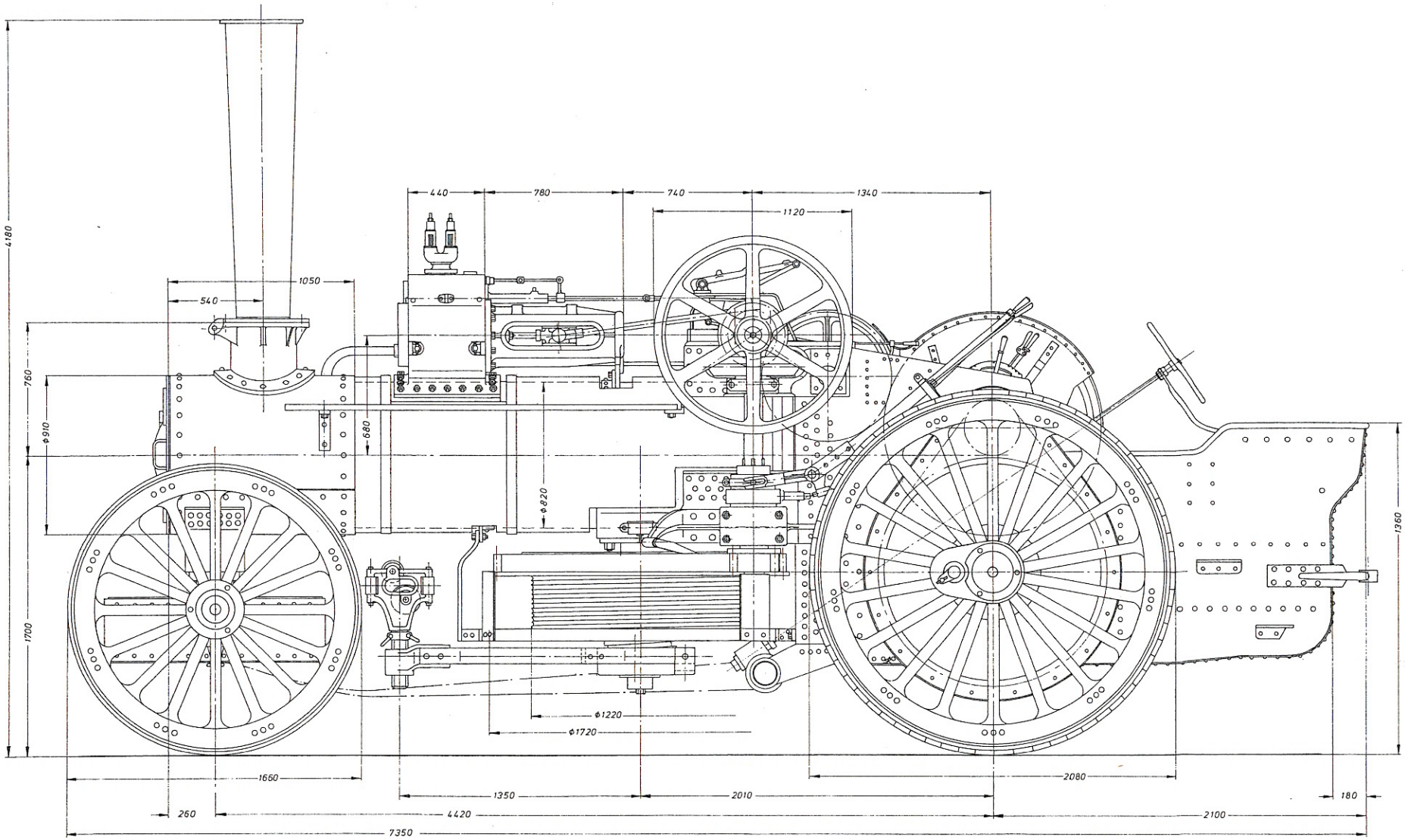
A. Heucke

Gatersleben (Bez. Magdeburg).

(2)

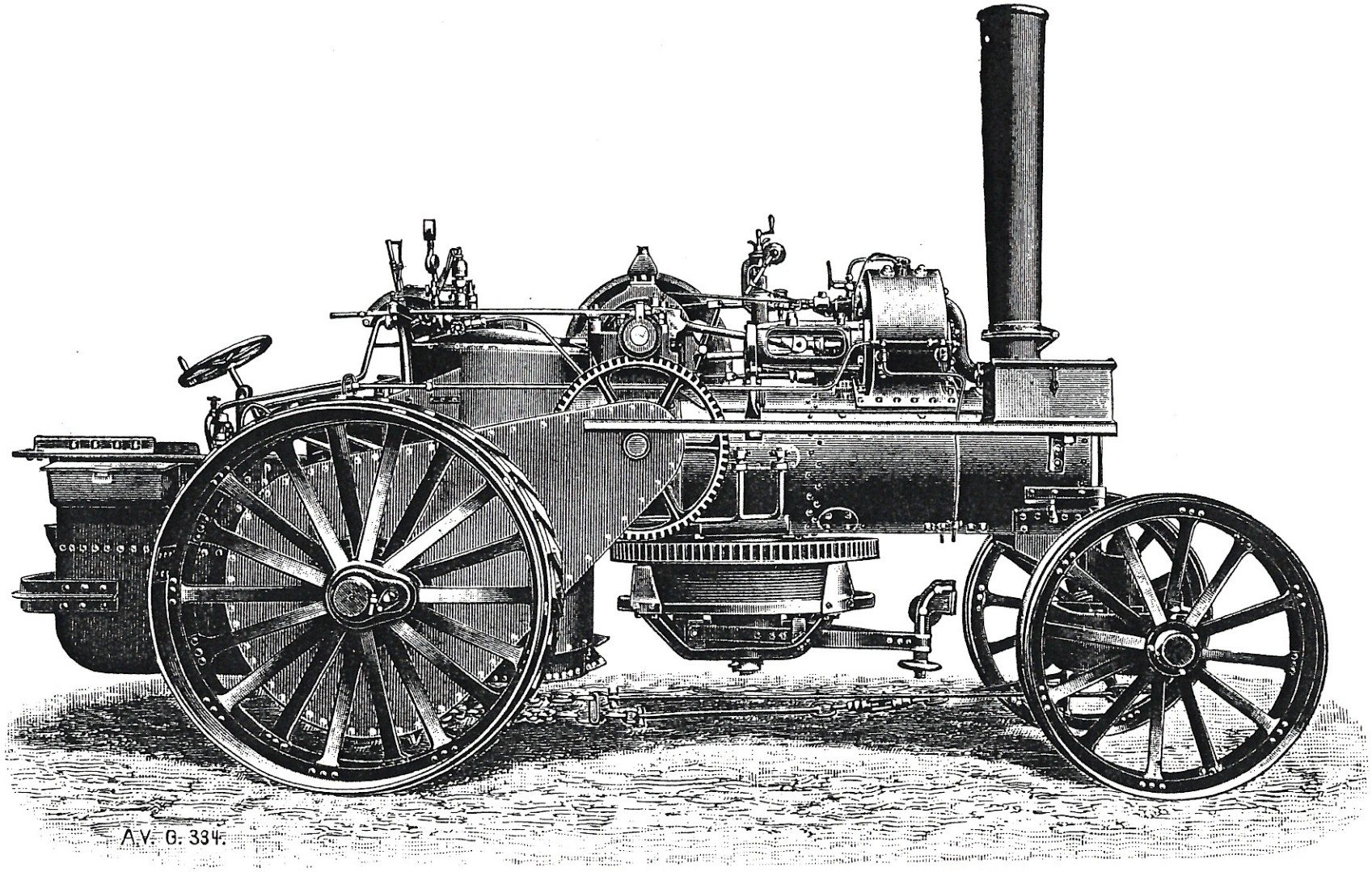


Tafel 11.2.2/1: Patent-Heißdampf-Pfluglokomotive von R. Wolf (1920)

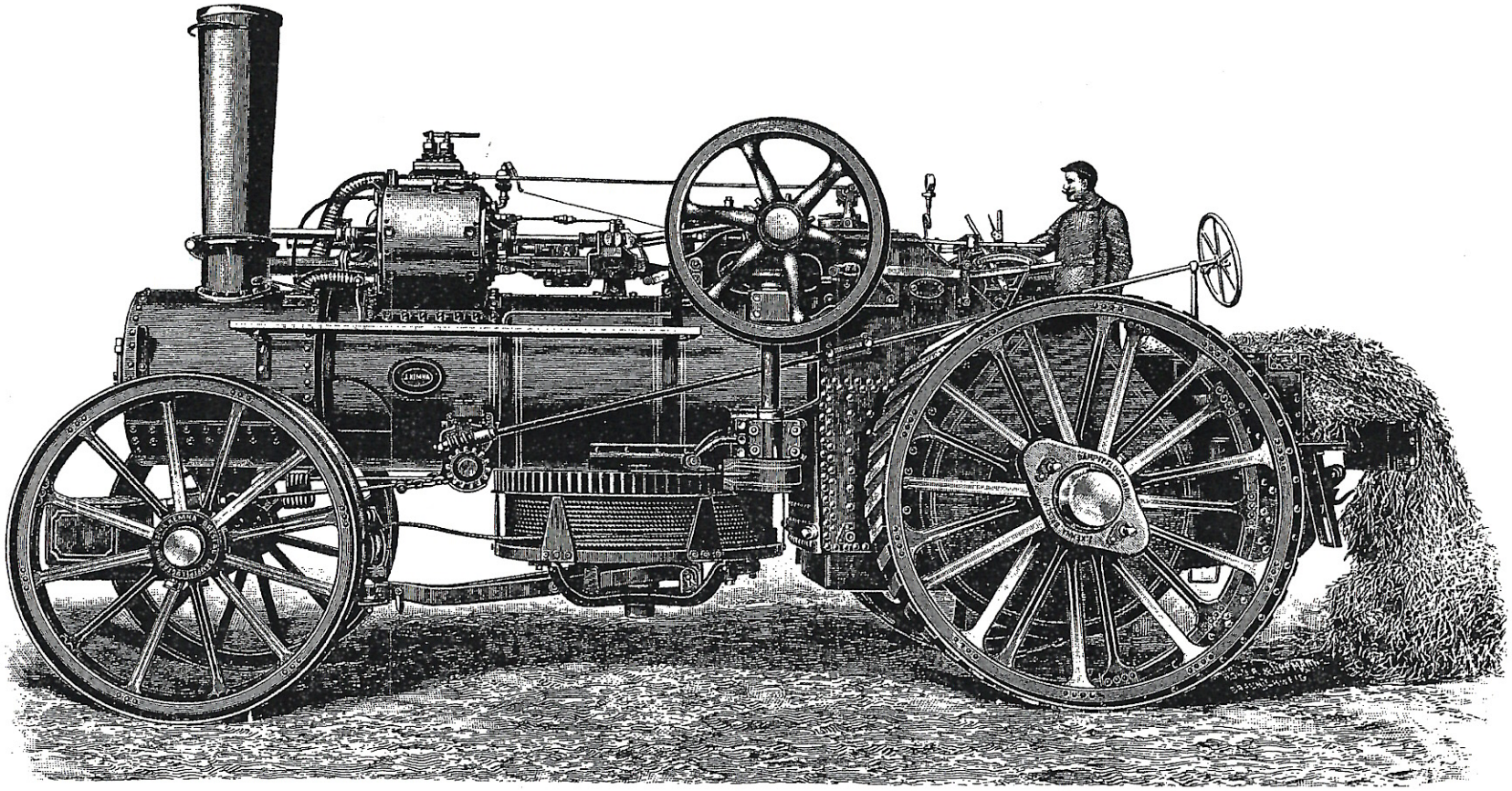


Tafel 11.2.2/2: Pfluglokomotive von A. Heucke (1910)

(Zeichnung der Seitenansicht)

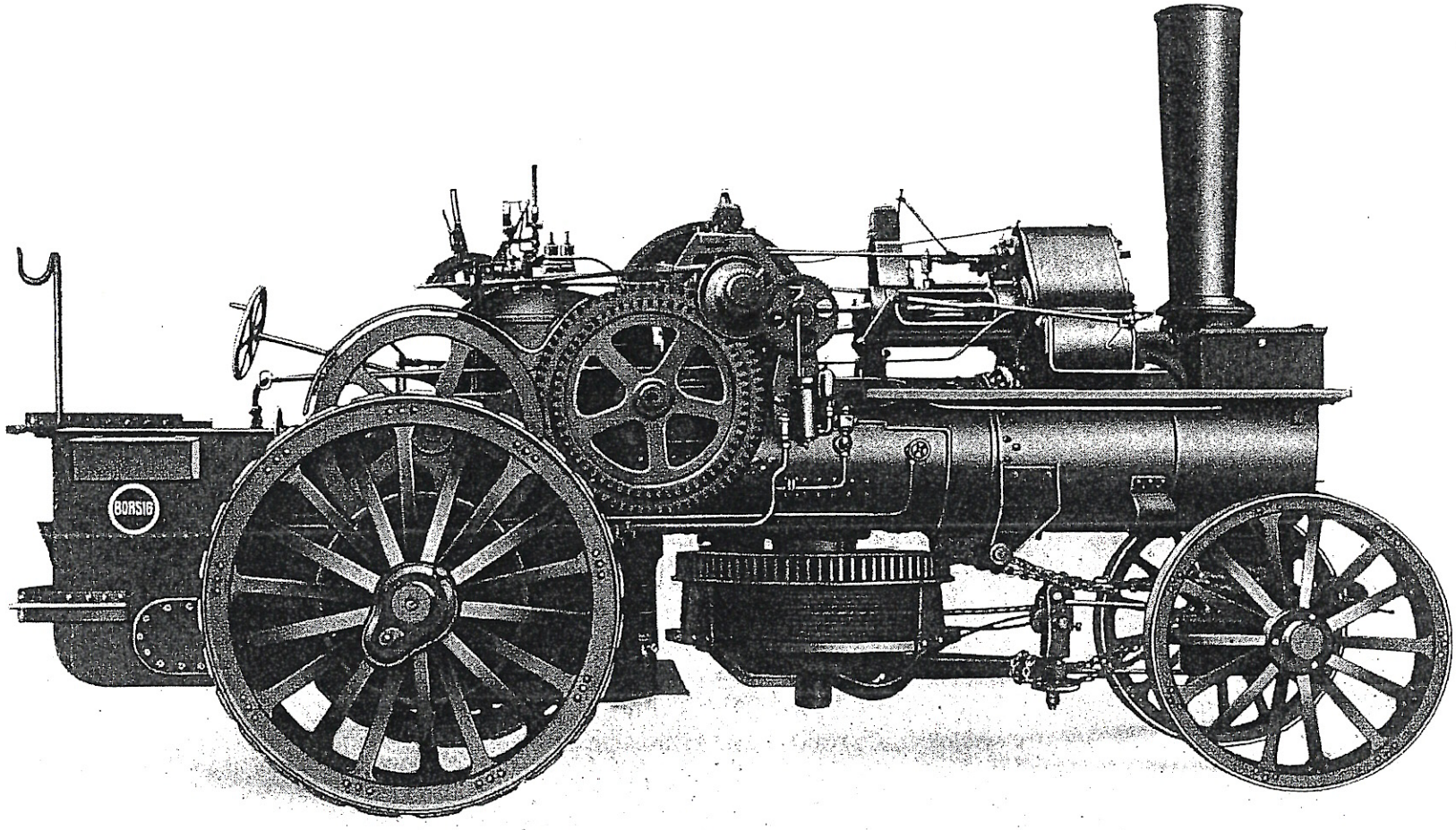


Tafel 11.2.2/11: Pfluglokomotive von A. Ventski (um 1908)



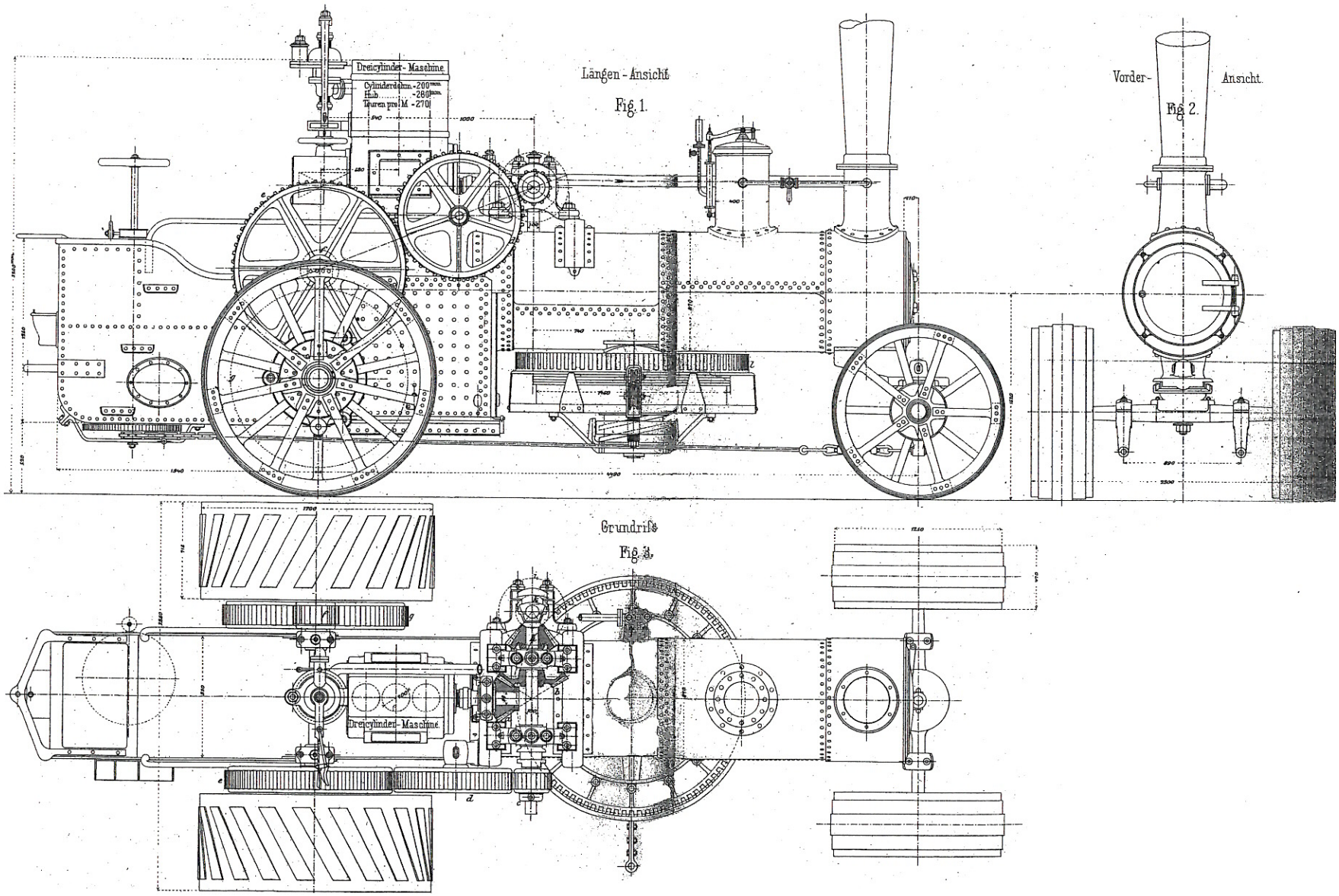
Tafel 11.2.2/12: Pfluglokomotive von J. Kemna (1912)

(mit Strohfeuerung)



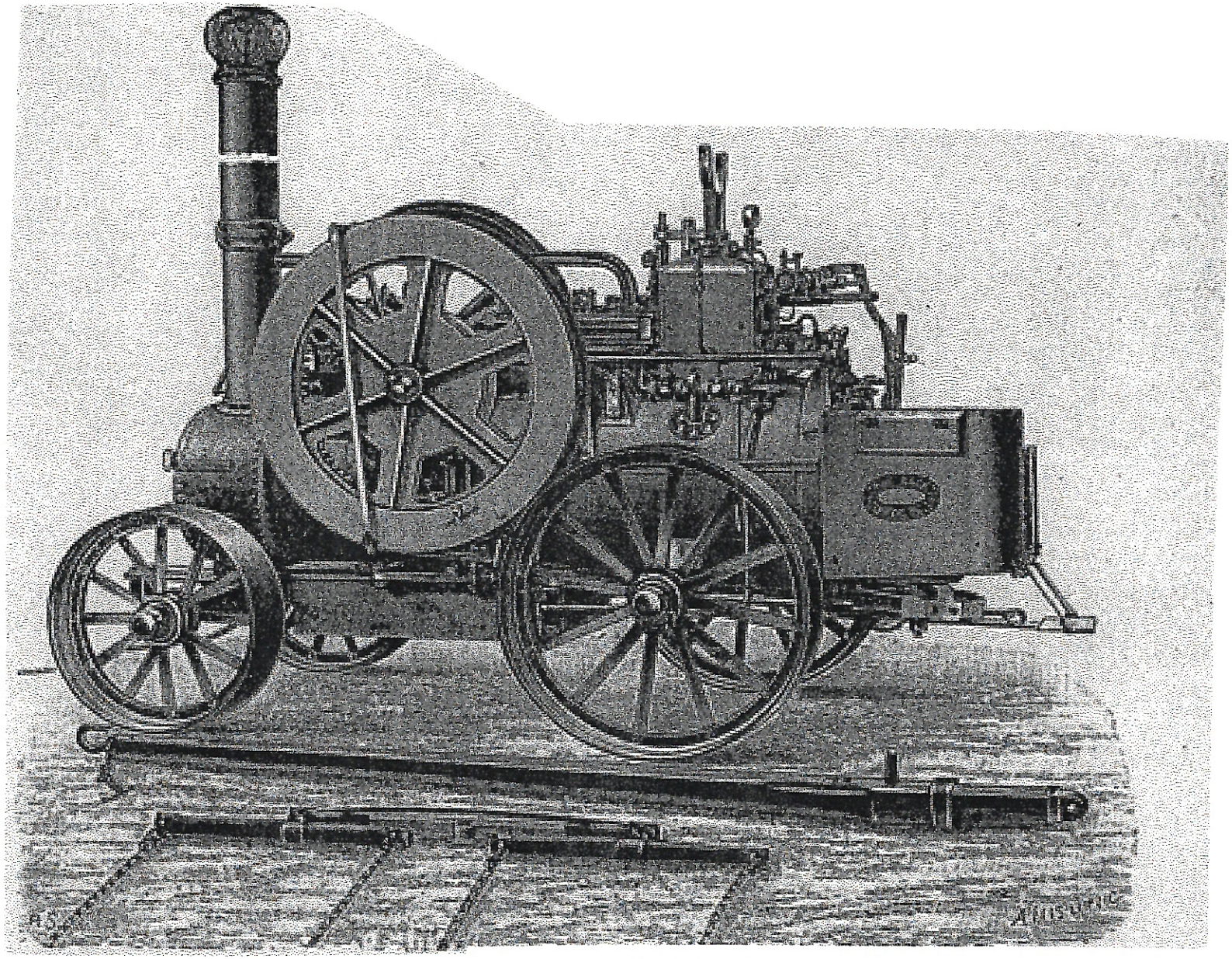
Tafel 11.2.2/16: Pfluglokomotive von A. Borsig, Berlin (1920)

(Heißdampfmaschine, Typ HA, Fahrbetriebsseite,
Leistung: bis 140 PS)



Tafel 11.2.2/17: Pfluglokomotive von F. Siegel (1883)

(Antrieb durch patentierten Dampfmotor)



Tafel 11.2.2/19: Pfluglokomotive von R. Sack (um 1900)
Im Vordergrund sind zwei Zuggeschirre abgebildet.

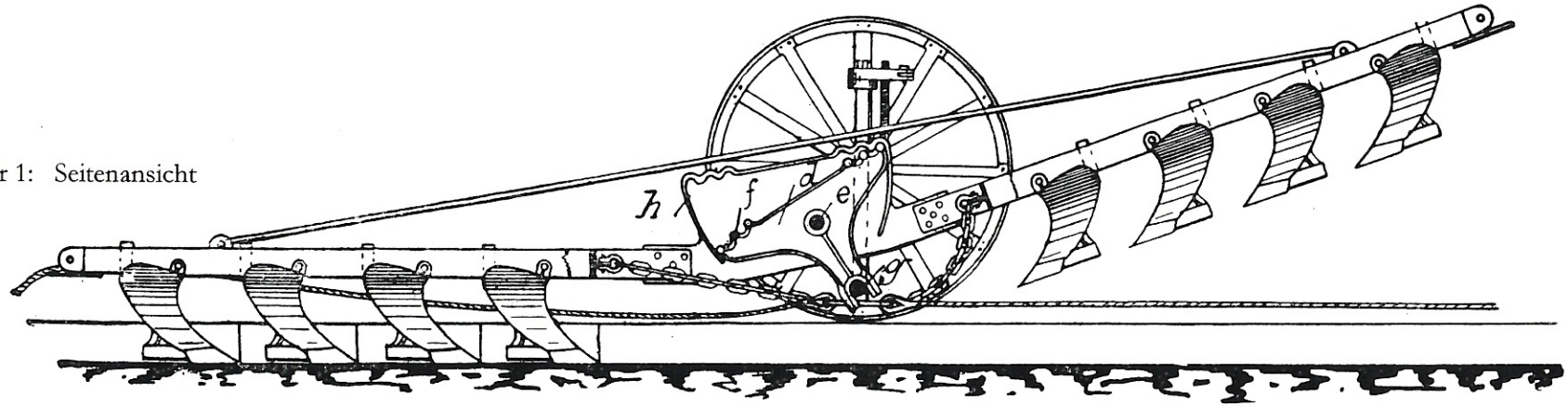
11.2.3 Pflüge für dieses System

Auch bei diesem Zweimaschinensystem waren ausschließlich Kipppflüge im Einsatz. Prinzipiell wären zwar alle Arten von Kehrpflügen geeignet, aber das zusätzliche Wenden am Ende eines Ganges wäre beim Pflug viel zu aufwendig. Bei anderen Bodenkulturgeräten setzte man auch beim Zweimaschinensystem Kehrgeräte ein. Zum Beispiel bei großen Grubbern, die auf dem Vorgewende eine Kehre machten. In ihrer grundsätzlichen Konstruktion unterscheiden sich die Kipppflüge für das Zweimaschinensystem nicht von denen der anderen indirekten Systeme. Sie sind nur deutlich größer.

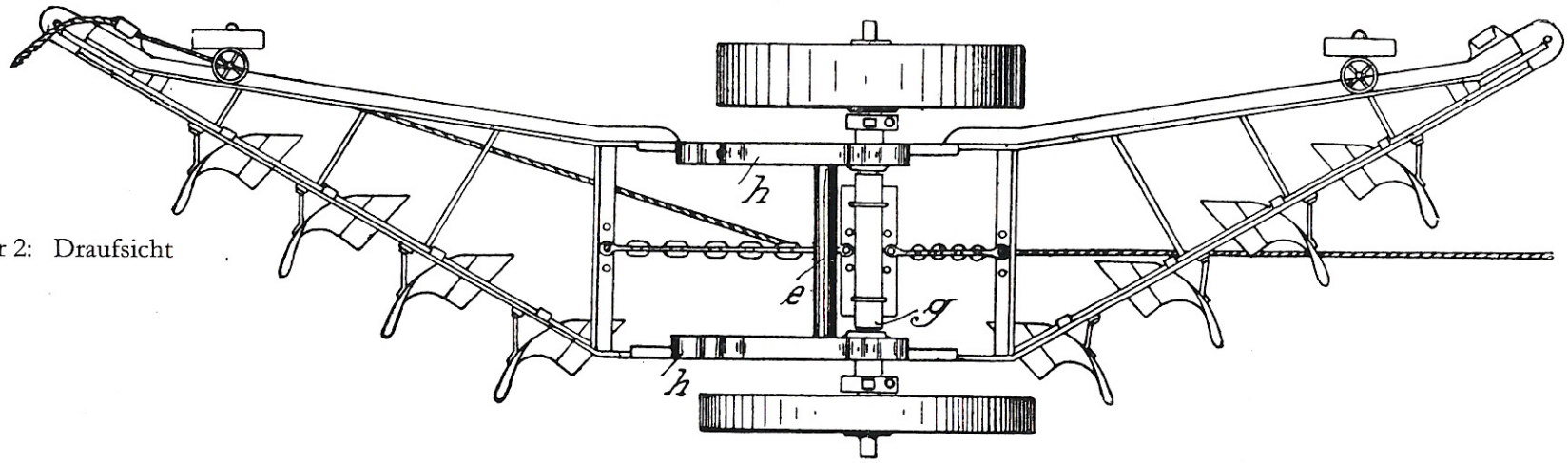
Im Laufe der Entwicklung der Pfluglokomotiven wurden deren Leistungen immer weiter gesteigert. Während am Anfang Ende der 60er Jahre die Leistungen bei einigen Maschinen unter 10 PS lagen, waren es zur Jahrhundertwende weit mehr als 100 PS. Die großen Maschinen von Heucke, Kemna, Rheinmetall u. a. aus erreichten 1920 Leistungen bis 250 PS. Da sich das Zweimaschinensystem weitgehend in der Dampf-Bodenkultur durchgesetzt hatte, wurden auch die Leistungen der eingesetzten Kipppflüge entsprechend angepasst. Sechsscharige Pflüge bei Tiefkulturarbeiten und achtscharige bei normalen Pflugtiefen waren keine Seltenheit. Bei Schälpflügen ging man auch noch darüber hinaus.
Bei dem Bestreben die Maschinenleistungen vollständig auszunutzen stieß man bei der Konstruktion der Pflüge aber schnell an Grenzen. Zum einen wurden die Pflüge durch ihre beiden Pflughälften sehr groß und schwer. Der Transport von einem Einsatzort zum anderen und die Aufstellung auf dem Feld erforderte Verkehrswege und Flächen, die nicht immer vorhanden waren. Weiterhin wurde die gesamte Beweglichkeit und Handhabung beim Pflugbetrieb schwieriger. Das Kippen der Pflughälften, das Versetzen um eine Arbeitsbreite u. s. w., war sehr mühsam. Wesentlich aber war, dass das Pfluggewicht nicht proportional mit der Anzahl der Pflugkörper wuchs, sondern viel stärker. Damit ging ein Teil der Vorteile des indirekten Ganges, nämlich die geringe Bodenverdichtung durch die Räder, verloren. Jeder einzelne Pflugkörper und seine Rahmenelement ist annähernd auf die Aufnahme der gesamten Zugkraft der Maschine ausgelegt. Läuft der Pflugkörper beispielsweise gegen ein Hindernis, z. B. einen Stein im Boden, sind die anderen Pflugkörper momentan ohne Belastung und die gesamte Kraft geht über den einen Pflugkörper. Diese unberechenbaren Fälle durften nicht zu einer Zerstörung des Pfluges führen. Bei der Vergrößerung der Pflüge führten dieser Sachverhalt und andere Einflüsse zu einer überproportionalen Gewichtszunahme.
Der Kipppflug musste sehr gut ausbalanciert sein, sonst war er nicht zu handhaben. Die Räder waren also genau mittig angeordnet. Das Übergewicht auf der Arbeitsseite wurde durch den Pflugmann und den Schwanzmann erreicht, die zur Steuerung des Pfluges erforderlich waren und einen einfachen Sitzplatz an der jeweiligen Seite des Pfluges hatten. Bei großen Kipppflügen war das Gewicht der Leute aber nicht ausreichend. Der Pflug musste durch eine geeignete Konstruktion von der ziehenden Maschine gekippt werden.
Bei Arbeiten mit geringer Tiefe, beispielsweise beim Stoppelschälen, kam es des Öfteren vor, dass der Pflug aus dem Boden gerissen wurde. Wenn nur ein einfacher Balancierpflug verwendet wurde, mussten, je nach Bedarf, noch ein bis zwei Personen zusätzlich auf dem Pflug mitfahren. Sie wechselten ihre Positionen nach jedem Gang.

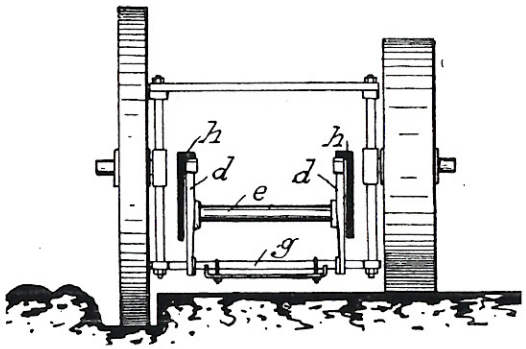
Bild 11.2.3/1: Werbeanzeige der Landmaschinenfabrik R. Wermke aus dem Jahr 1899

Figur 1: Seitenansicht

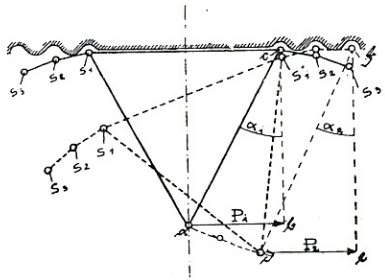


Figur 2: Draufsicht



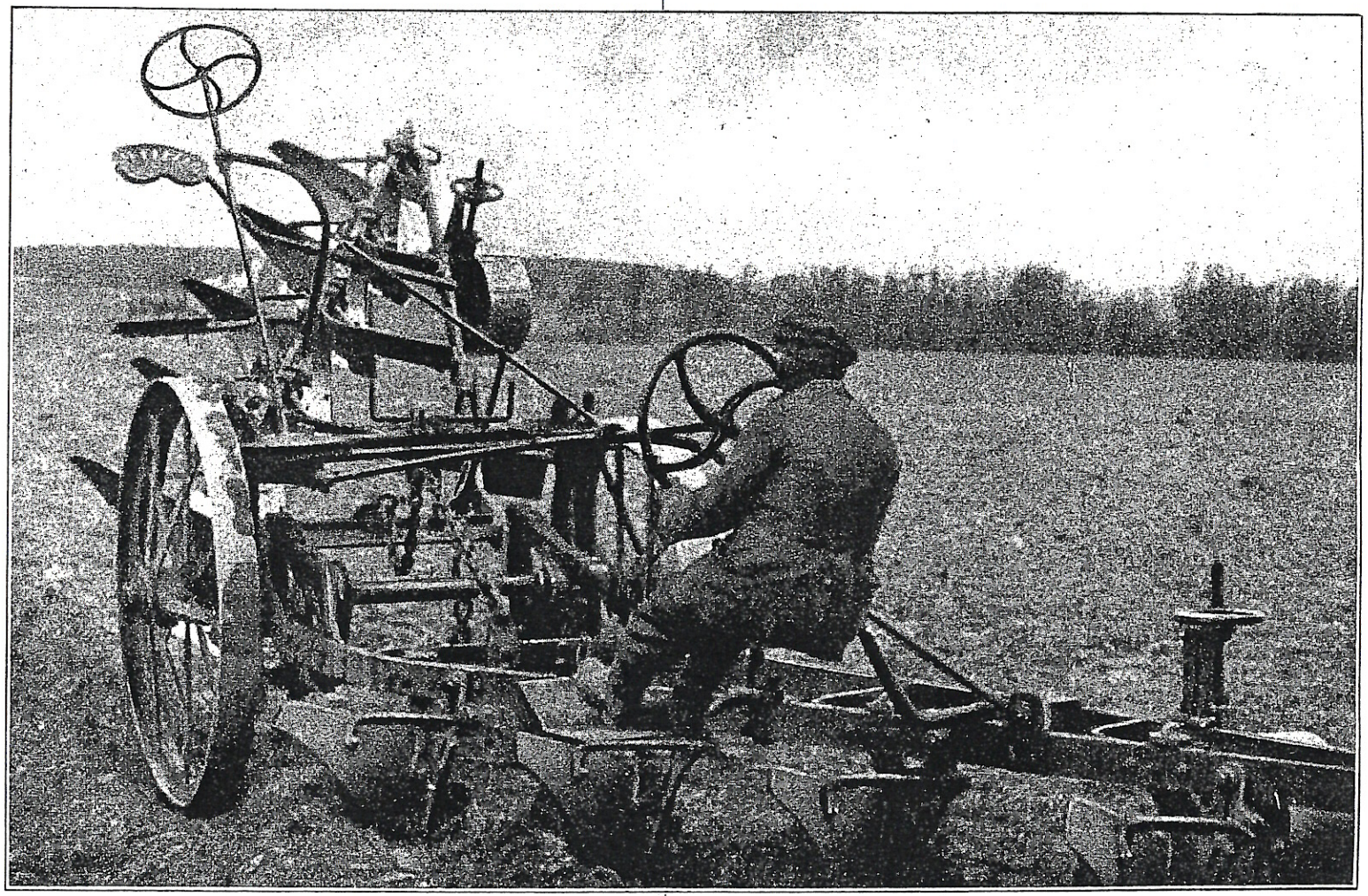


Figur 3: Schnittdarstellung



Figur 4: Kräfteverhältnisse

Tafel 11.2.3/2: Antibalancier-Pflug von Ventzki (1906)



11.3 Zweimaschinensysteme mit ununterbrochenem Einsatz beider Pfluglokomotiven

11.3.1 Beschreibung

Beim Zweimaschinensystem mit abwechselndem Einsatz der Pfluglokomotiven zog immer nur eine Maschine den Pflug. Die nicht ziehende Maschine lief in dieser Phase leer. Deren Winde war ausgekuppelt. Das Seil wurde nur leicht gebremst für den anderen Gang des Pfluges ausgeworfen. Es gab schon sehr früh Versuche, durch den gleichzeitigen Einsatz beider Lokomotiven die Leistung des Dampfpflugsatzes zu steigern. Man erwartete zwar nicht die doppelte Leistung, aber eine 70- bis 80-prozentige Verbesserung wurde angestrebt. Dabei sollten die Vorteile des Zweimaschinensystems aber nicht verloren gehen.

Es gibt für dieses Problem nur zwei grundsätzliche Lösungen:

1. Man nutzt beide Gänge gleichzeitig. Es werden zwei Bodenkulturgeräte gleichzeitig mit gleicher Geschwindigkeit betrieben. Das eine Gerät arbeitet nach links, das andere nach rechts. Die Seilführung ist einfach. Unter Berücksichtigung der Umlenkung an den Pfluglokomotiven arbeiten die Maschinen „hintereinander".
2. Während eines Ganges wird die Leistung beider Maschinen auf das Bodenkulturgerät übertragen. Es wird nur ein Bodenkulturgerät verwendet. Die Seilführung ist durch die notwendige, mehrfache Umlenkung kompliziert. Die Pfluglokomotiven arbeiten bei diesem System „parallel". Es waren spezielle Pfluglokomotiven notwendig, die nur für dieses Verfahren ausgelegt waren.

Da bei der ersten Lösung ein Bodenkulturgerät immer über den gerade gepflügten Acker läuft, sind die Einsatzmöglichkeiten (und Vorteile) sehr begrenzt. Im Prinzip können mit dem zweiten Gerät nur solche Arbeiten ausgeführt werden, die nach dem eigentlichen Pflügen eine weitere Vorbereitung für die nachfolgende Aussaat oder Pflanzung bewerkstelligen. Insgesamt waren die Vorteile gering. Einen ähnlichen Effekt erreichte man durch Gerätekombinationen, beispielsweise aus Pflügen und Eggen. Das System hat keine größere Verbreitung gefunden. Es war in der Handhabung zu umständlich und eine annähernd gleiche Auslastung der Pfluglokomotiven war nicht zu erreichen.

Die Lösungen beim zweiten Verfahren waren deutlich erfolgsversprechender. Technisch ist es durchaus möglich, durch geeignete Seilumlenkungen an den Pfluglokomotiven die Kraft beider Winden zu überlagern und auf ein Bodenkulturgerät zu bringen. Zwar lässt sich der Einsatz beider Antriebsmaschinen nicht so genau steuern, dass immer die volle Leistung anliegt und ein Teil ging durch die mehrfache Seilumlenkung verloren, aber über 80 % der Summe beider Maschinen wurden erreicht.
Man kann sich die immensen Zugkräfte im Seil vorstellen. Alle Maschinen und Geräte für dieses System mussten außerordentlich stabil gebaut sein.
Es gab einige Firmen, die Anfang des 20. Jahrhunderts mit diesem System experimentierten. Zumindest ein Hersteller, die Firma Schlick-Nicholson aus Budapest, brachte das System des ungarischen Ingenieurs Gibás zum praktischen Einsatz. Sie wurde recht bekannt damit und nahm an vielen Pflugwettbewerben erfolgreich teil.

Beide Systeme werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Im Bild 11.3.1/3 ist der prinzipielle Aufbau des Systems von Gibás dargestellt. Bei der praktischen Umsetzung legte man die Umlenkrollen an den Pfluglokomotiven meistens unter eine Windentrommel. Die Maschinen bauten dann etwas kürzer. Die beiden Zugseile jeder Seite wurden natürlich in einem Angriffspunkt am Kipppflug zusammen geführt. In der Skizze ist auch deutlich die Funktion der zusätzlichen Seilführung am Pflug zu erkennen. Die Führung diente insbesondere zur Unterstützung des jeweils ziehenden Seiles.
Der gesamte Arbeitsablauf bei diesem System entsprach dem des üblichen Zweimaschinensystems mit unterbrochenem Betrieb, bei dem die Maschinen abwechselnd arbeiteten.

Das System von Gibás war zwar sehr leistungsstark, aber eine große Verbreitung hat es nicht gefunden. Zum einen waren die Pfluglokomotiven sehr hoch belastet, mechanisch kompliziert und teuer. Zum anderen war die vierfache Seilführung über den Acker sehr nachteilig. Seile waren Verschleißteile. Durch die großen Seillängen wurde ein Ersatz bei Verschleiß sehr kostspielig.

Bezeichnungen und Abkürzungen für Maschinen und Geräte:

Für die Bezeichnungen von Maschinen und Geräten werden einheitlich Abkürzungen mit Großbuchstaben am Anfang verwendet.

AW	:	Ankerwagen
AR	:	Ankerrolle
AS	:	Anker mit Seil (Seilanker)
WW	:	Windewagen
W	:	Winde
PfLok	:	Pfluglokomotive
Lok	:	Lokomobile
KPf	:	Kipppflug
KG	:	Kulturgerät (allgemeines Gerät/Maschine für die Bodenkultur)

Bezeichnungen und Abkürzungen für die Bewegungen:

Für die Bezeichnungen von Bewegungen der beteiligten Komponenten werden einheitlich Abkürzungen mit Kleinbuchstaben am Anfang verwendet.

ab	:	Arbeitsbewegung (des Pfluges), Pfluggang
ab(La)	:	Arbeitsbewegung unter Last, Bewegung im Lasttrum
ab(Le)	:	Arbeitsbewegung leer, Bewegung im Leertrum
af	:	Arbeitsfortschrittbewegung (quer zur Arbeitsbewegung des Pfluges)
af(AW)	:	Arbeitsfortschrittbewegung des Ankerwagens
af(AR)	:	Arbeitsfortschrittbewegung der Ankerrolle
af(PfLok)	:	Arbeitsfortschrittbewegung der Pfluglokomotive
af(Lok)	:	Arbeitsfortschrittbewegung der Lokomobile (verschieben)
ub	:	Umkehrbewegung, Kehre der Arbeitsmaschine am Ende der Furche
wb	:	Wechselbewegung der Pflugkörper-Teile bei Kehrpflügen

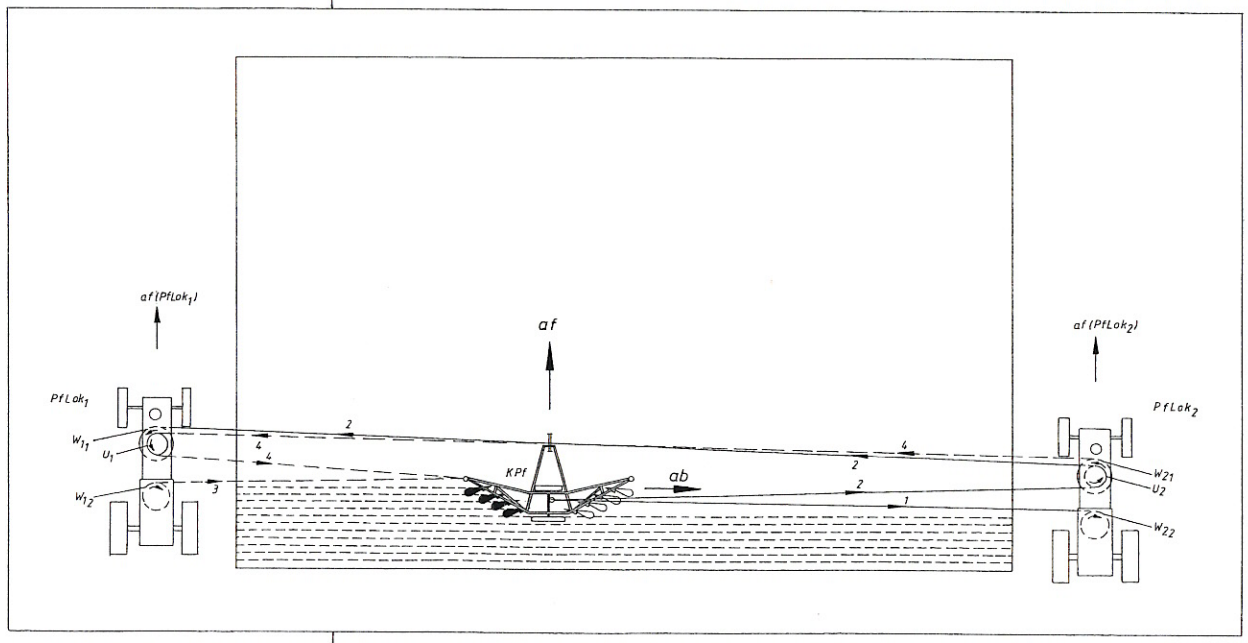


Bild 11.3.1/3: Zweimaschinensystem nach Gibás der Maschinenfabrik Schlick-Nicholson

11.3.2 Pfluglokomotiven für das System von Gibás

Als Antriebsmaschinen für dieses System waren sehr große Rohöl- und Elektrolokomotiven in Gebrauch. Ob auch große Dampfpfluglokomotiven mit zwei Winden eingesetzt worden sind, ist nicht sicher.
In der Tafel 11.3.2/1 ist eine schwere Rohöllokomotive von der Schlick-Nicholson, Maschinen-, Waggon- und Schiffbau AG, Budapest, dargestellt. Die Maschine wog 17 Tonnen. Es war eine Einzweckmaschine. Zum Ziehen von Lasten war sie nicht ausgelegt. Eine Verwendung als Schlepper für Bodenkulturgeräte im direkten Zug schied ebenfalls aus. Die Maschine war viel zu schwer und die Bodenfreiheit betrug nur 40 cm.

11.3.3 Pflüge für das System

Die Pflüge beim Gibas-System und bei ähnlichen Systemen waren etwas größer als die bisher dargestellten. Als Beispiel ist im Bild 11.3.3/1 ein schwerer siebenschariger Kipppflug wiedergegeben. Er wog 3,4 Tonnen. Der Pflug hatte neben seiner Größe noch eine weitere Besonderheit. An der den Scharen gegenüber liegenden Seite war eine zusätzliche Seilführung erforderlich. Im Bild sind die entsprechenden Streben etwas hochgestellt zu erkennen.

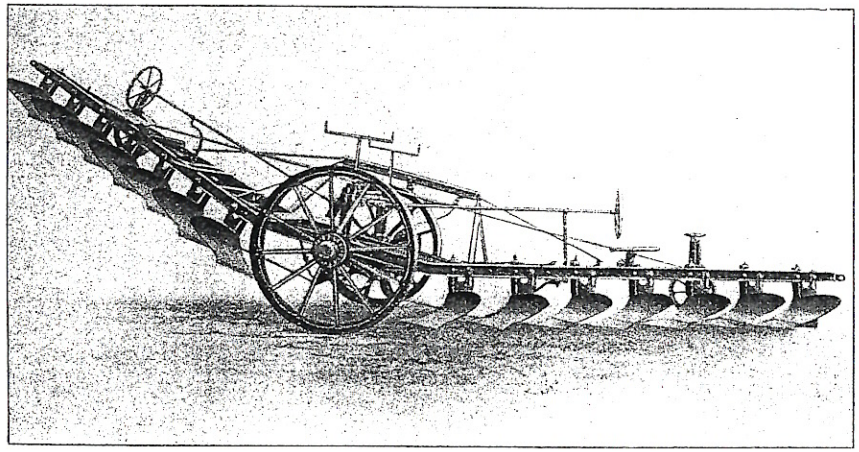


Bild 11.3.3/1: Kipppflug für das Gibas-System

Zur Leistungsfähigkeit des Zweimaschinensystems von Gibas gibt es Berichte von Pflugwettbewerben. Der siebenscharige Pflug hatte eine Arbeitsbreite von über 2 Metern. Er wurde mit einer Arbeitsgeschwindigkeit von 1,48 m/s, das sind fast 5,5 km/h, bewegt. Die Pflugtiefe betrug 20 bis 28 cm. Das waren beachtliche Leistungen. Zur Bedienung des gesamten Pflugsatzes waren bei den Vorführungen nur vier Personen erforderlich.
Bei diesen großen Einheiten war das Vorgewende schon beachtlich groß. 14 Meter waren erforderlich. 8 Meter für die nicht gepflügten „Dreiecke" durch den Überhang des Pfluges und 6 Meter für die Breite der Maschine bis zur äußersten Radspur und die Manövrierfläche.

11.4 Zweimaschinensysteme mit anderen Antriebsarten

Der Explosionsmotor als Kraftmaschine war in der Landwirtschaft seit den 90er Jahren verbreitet, und zwar in allen Ausführungen. Es gab ihn als Gasmaschine, Rohölmotor, Petroleummotor u.a.m. Am Anfang reichten die Leistungen nur für kleinere stationäre Antriebsaufgaben. Die Gewichte der Maschinen waren für einen Einsatz in Fahrzeugen zu hoch. Die Explosionsmotoren hatten, im Vergleich zu den anderen Kraftmaschinen, beim Einsatz in der Landwirtschaft einige große Vorteile. Sie brauchten zum Betrieb nur eine Art von Treibstoff und keine zusätzlichen Kessel mit ihren Wasserverbräuchen. Sie waren sofort einsatzbereit. Eine ausgebaute Infrastruktur mit Elektrostation und Verteilungsnetzen war auch nicht notwendig. Es dauerte allerdings gut zwanzig Jahre, bis die komplizierten Maschinen soweit ausgereift waren, dass ein sicherer und zuverlässiger Betrieb unter den rauen landwirtschaftlichen Einsatzbedingungen möglich wurde. Die grundsätzlichen Nachteile, die geringe Überlastsicherheit und die ungünstige Drehzahl-Drehmoment-Kennlinie, blieben allerdings bestehen. Während zu Beginn des 20. Jahrhunderts schon die ersten Traktoren mit Explosionsmotoren für Bodenkulturarbeiten im direkten Gang in Einsatz waren, versuchten zeitlich parallel andere Hersteller „Pflugmaschinen" für das indirekte System mit Antrieb durch Explosionsmotoren als unmittelbare Konkurrenten zu den Dampfpfluglokomotiven und den Traktoren zu etablieren. Auch bei den Zweimaschinensystemen.

Seit der Jahrhundertwende führte die rasante Entwicklung bei den elektrischen Maschinen zu einer raschen Ausbreitung in den landwirtschaftlichen Betrieben. Die Elektrizitätsstationen mit ihren regional eng begrenzten Netzen wurden ausgebaut. Die Energie wurde zuerst für Beleuchtungszwecke eingesetzt. Für den Antrieb von Maschinen war sie zu teuer. Immer größere Versorgungseinheiten entstanden. Mit der zunehmenden Größe stieg die Wirtschaftlichkeit. Die elektrische Energie wurde auch bei Antriebsaufgaben wettbewerbsfähig. Um eine gleichmäßigere Auslastung zu erreichen wurden nach und nach kleinere elektrische Maschinen angeschlossen. Im Verlauf dieser Entwicklung wurden die eingesetzten elektrischen Motoren immer leistungsstärker. Der Elektromotor trat seinen Siegeszug bei den stationären Arbeitsmaschinen mit Einzelantrieb an. Aber nicht nur dort. Versuche mit elektrischen Antrieben bei mobilen Arbeitsmaschinen in der Landwirtschaft sind seit den 80er Jahren des 19. Jahrhunderts in vielfältiger Weise unternommen worden, auch bei Bodenkulturarbeiten aller Art. Ebenfalls auch bei den Zweimaschinensystemen.

Bei den „Pfluglokomotiven" waren Maschinen mit Verbrennungsmotoren recht häufig anzutreffen. Ein Beispiel einer schweren Pfluglokomotive mit Rohölmotor wurde schon im Abschnitt 11.3.2 bei der Vorstellung des Zweimaschinensystems von Gibas gezeigt.

„Pfluglokomotiven" mit elektrischem Antrieb waren seltener. Als die elektrischen Verteilungsnetze so weit entwickelt waren, dass man ohne großen Aufwand einen Betrieb nicht nur in eng begrenzten Gebieten aufnehmen konnte, war mit dem Verbrennungsmotor eine alternative Antriebsquelle entstanden, die günstiger und flexibler war als die elektrischen Antriebe.

Zwei Beispiele von Maschinen mit Explosionsmotoren werden im Folgenden kurz vorgestellt.

Pfluglokomotiven mit Verbrennungsmotor von A. Borsig, Berlin

Eine weitere sehr interessante Konstruktion für das einfache Zweimaschinensystem ist die Pfluglokomotive der Fa. Borsig, Berlin-Tegel, aus dem Jahre 1913. Sie war bis in die 20er Jahre in verschiedenen Ländern Europas im Einsatz. Die Maschine wog etwas mehr als 8 Tonnen und war sehr einfach und robust konstruiert. Sie besaß zwei Einzylinder-Viertakt-Motoren mit je 40 PS Leistung, die auf eine gemeinsame Welle mit einem großen Schwungrad an der rechten Seite arbeiteten. Die Drehzahl betrug 360 U/min. Das Fahrgestell war aus geraden Profilen aufgebaut. Tragende Elemente waren zwei stabile U-Träger. Die Tanks für den Treibstoff und das Kühlwasser waren einfach aufgesetzt. Die Maschine war weitgehend unverkleidet. Die Radkonstruktion war von den Dampf-Pfluglokomotiven übernommen worden.
Die Anordnung der Winde war ungewöhnlich. Sie war sehr hochgelegt und besaß einen sehr großen Durchmesser. Die Windenachse war horizontal. Ein Vorteil dieser Anordnung war, dass der Windenantrieb sehr einfach nur über Stirnräder bewerkstelligt werden konnte. Seillängen bis 400 Metern waren möglich. Der Seildurchmesser betrug 15 Millimeter. Zum Betrieb als Pfluglokomotive musste das Seil allerdings unter der Maschine um 90° umgelenkt werden. Dazu diente die leicht schräg angeordnete Umlenkscheibe unter dem Rahmen.

Die Leistung der Maschine reichte aus, um einen vier- bis fünfscharigen Pflug zu ziehen. Zwei Pfluggeschwindigkeiten konnten gewählt werden, einmal 4 km/h oder 5,6 km/h.

Die Bilder 11.4/ 1 bis 4 zeigen die Maschine in verschiedenen Ansichten.

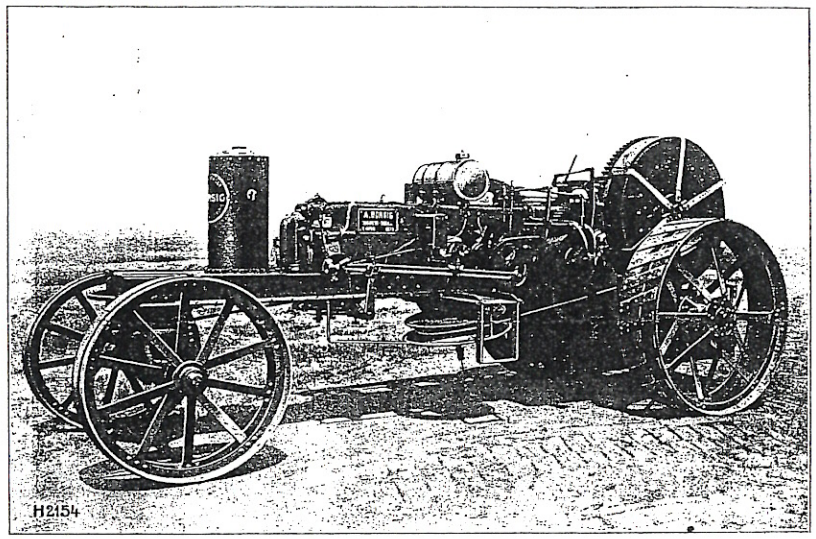


Bild 11.4/1: Rohöl-Pfluglokomotive von A. Borsig, Berlin, von der linken Seite

Pfluglokomotiven mit elektrischem Antrieb (elektrische Windewagen)

Pfluglokomotiven mit elektrischem Antrieb für das Zweimaschinensystem, so genannte Elektropflüge, wurden von verschiedenen Firmen angeboten. Bekannte Hersteller waren: die Sudenburger Maschinenfabrik, Fa. Zimmermann, A. Borsig, die AEG in Berlin, Siemens & Halske, Berlin, die Fa. Mayer in Duisburg u.a.m. Die folgenden Bilder zeigen einen großen Elektropflug bei der Arbeit.

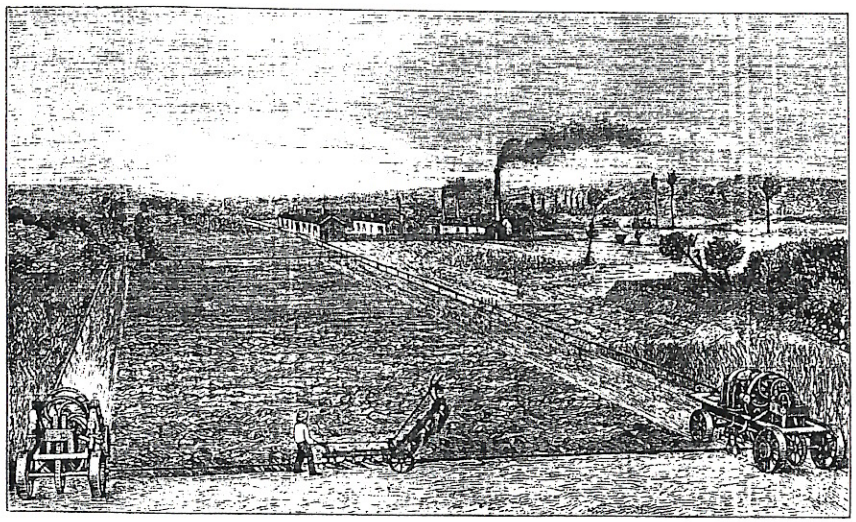


Bild 11.4/7: Elektropflüge im Zweimaschinenbetrieb (1901)

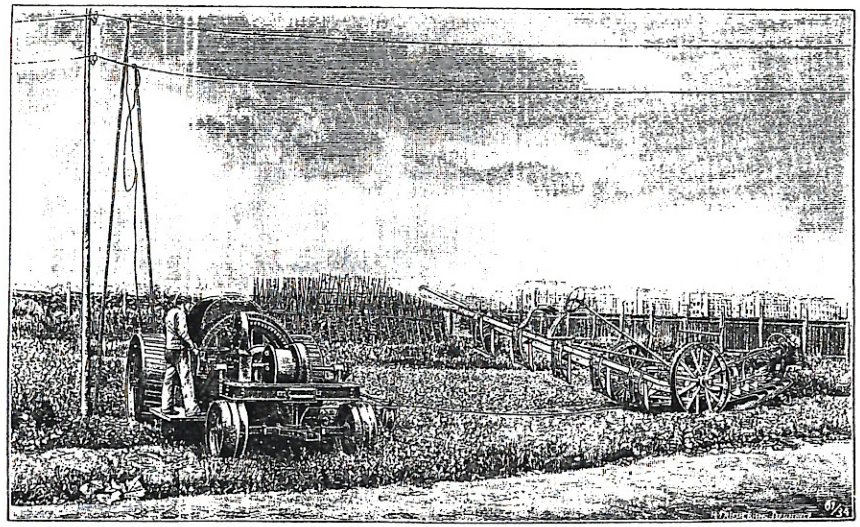


Bild 11.4/8: Elektropflug mit fünfscharigem Kipppflug am Ende des Ganges (1901)

Einfachere und preiswertere Elektropflüge gab es auch für mittlere landwirtschaftliche Betriebe. Die folgenden Bilder zeigen einfache Maschinen für den Betrieb mit zweischarigen Kipppflügen.

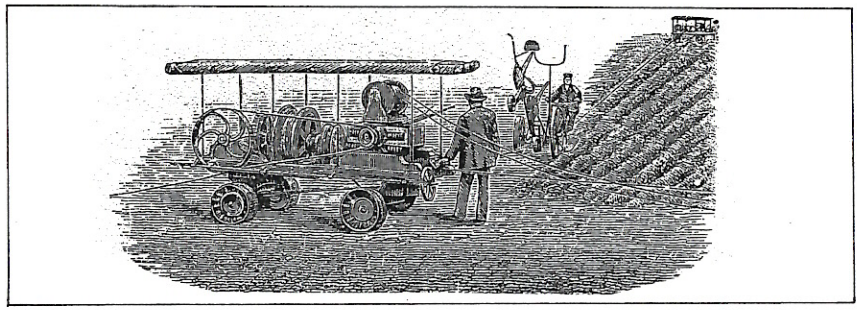


Bild 11.4/9: Kleiner Elektropflug von Siemens & Halske (um 1908)

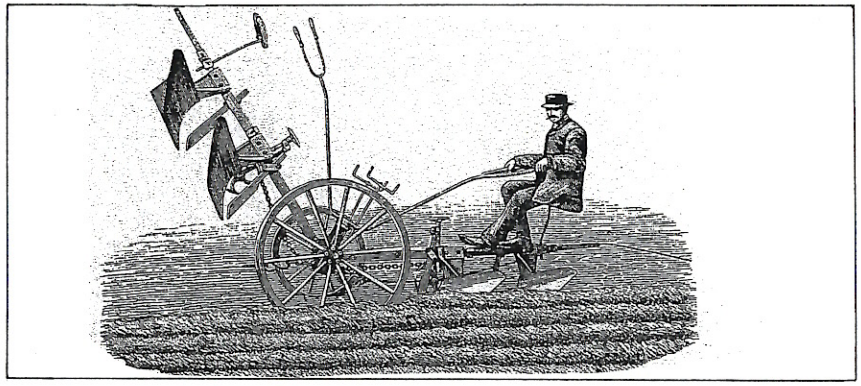


Bild 11.4/10: Leichter, zweischariger Kipppflug für den elektrischen Betrieb

Die großen Elektropflüge besaßen einen eigenen Fahrantrieb zum Manövrieren auf dem Feld und zum Versetzen der Maschine nach jedem Gang. Die Winde wurde über ein Rädergetriebe oder über Schneckenräder vom elektrischen Motor angetrieben. Für das Ein- und Auskuppeln der Winde reichten einfache Klauenkupplungen. Der Seilabgriff lag so nahe wie möglich an der Ackeroberfläche. Das verringerte die Gefahr des Kippens der Maschine bzw. das Verrutschen auf dem Vorgewende. Die Elektroversorgung wurde nach Möglichkeit von vorhandenen Überlandleitungen abgegriffen. Ggf. musste ein Transformatorwagen zwischengeschaltet werden. Die Pfluglokomotiven hatten im Allgemeinen im hinteren Bereich Haspeln, auf denen ein gewisser Kabelvorrat aufgewickelt war.
Die Leistungen der großen Elektropflüge reichten an die großer Dampfpflüge heran.

11.5 Weiterentwicklung der Zweimaschinensysteme

Das Zweimaschinensystem mit ununterbrochenem Einsatz beider Pfluglokomotiven war nur eine kurze Episode in der Dampf-Bodenkultur. Eine Weiterentwicklung hat nur insofern stattgefunden, dass anstelle der Dampfpfluglokomotiven Maschinen mit Explosionsmotoren eingesetzt worden sind. Ob auch elektrische Antriebe eingesetzt worden sind, ist nicht bekannt. In den 30er Jahren der 20. Jahrhunderts waren die letzten Pflugsätze dieses Systems verschwunden. Die komplizierte Seilführung und immensen Seillängen machte das System zu störanfällig.

Es gab ab etwa 1880 einige interessante Versuche, schnelllaufenden Dampfmotoren anderer dampfgetriebener Fahrzeuge auch für Pfluglokomotiven für das Einmaschinen- und auch für das Zweimaschinensystem einzusetzen. Über die Herstellung einzelner Maschinen ist dieser Ansatz nicht hinausgekommen. Die Maschinen bewährten sich nicht. Sie waren im rauen Betrieb auf dem Acker und bei den ungünstigen Witterungsverhältnissen zu anfällig

Anders sah es beim Zweimaschinensystem mit abwechselndem Einsatz der Pfluglokomotiven aus. Dampfpflugsätze nach diesem System waren noch bis in die 1970er Jahre im Einsatz. Bei der Moorkultivierung setzte man einscharige Großpflüge mit immensen Arbeitstiefen ein. In Extremfällen gingen die Arbeitstiefen bis 2,5 Meter. Gezogen wurden die Pflüge im Viermaschinenbetrieb mit zwei Pfluglokomotiven an jeder Seite. Das darf aber nicht darüber hinwegtäuschen, dass eine technische Weiterentwicklung der Maschinen nur in geringem Maße stattgefunden hat. Die Pfluglokomotiven waren sehr große, leistungsstarke Maschinen in traditioneller Bauweise. Lediglich die Kesseldrücke und in geringem Maße die Maschinendrehzahlen wurden dem Stand der Technik entsprechend gesteigert. Zum Schluss der Entwicklung wurden geschweißte Kessel eingesetzt. Die Maschinen waren sehr robust und die Lebensdauer bei entsprechender Wartung und Pflege konnte durchaus 20 bis 30 Jahre betragen. Es gab auch keine zwingende Notwendigkeit zur Weiterentwicklung. Es wurden bei Dampfpflugarbeiten mit dem Windesystem schwere, überlastsichere und zuverlässige Maschinen mit einfachster Technik benötigt. Die waren in ausgereifter Form vorhanden.

Wenig bekannt ist, dass in der DDR ab 1961 moderne Versionen von „Pfluglokomotiven" für das Zweimaschinensystem gebaut worden sind. Die Einsatzgebiete dieser Maschinen waren Bodenkulturarbeiten auf schwierigsten, tiefgehenden Böden. Des Weiteren wurden sie bei Pflugarbeiten eingesetzt, die bei sehr großen Äckern und schweren Böden sehr rasch erledigt werden mussten. Die indirekt arbeitenden Maschinen waren in diesen Fällen von Vorteil. Die Maschinen hatten keine Ähnlichkeit mehr mit den alten Dampfpfluglokomotiven. Sie waren mit dem neuesten Stand der Technik gebaut. Unter der Bezeichnung „Seilzugaggregat SZ 24" wurden sie vom VEB Mähdrescherwerk Weimar gebaut. Basis war ein sehr flach gebautes Raupenfahrwerk. Die sehr große Winde (Kapazität 2400 m!!) hatte eine vertikale Achse und war aufgesattelt. Die Antriebsleistung des Dieselmotors lag bei 180 PS. Von dem Seilzugaggregat sind etwa 60 Maschinensätze gebaut worden. Weitere Hinweise zur Maschine: siehe Kapitel 23.

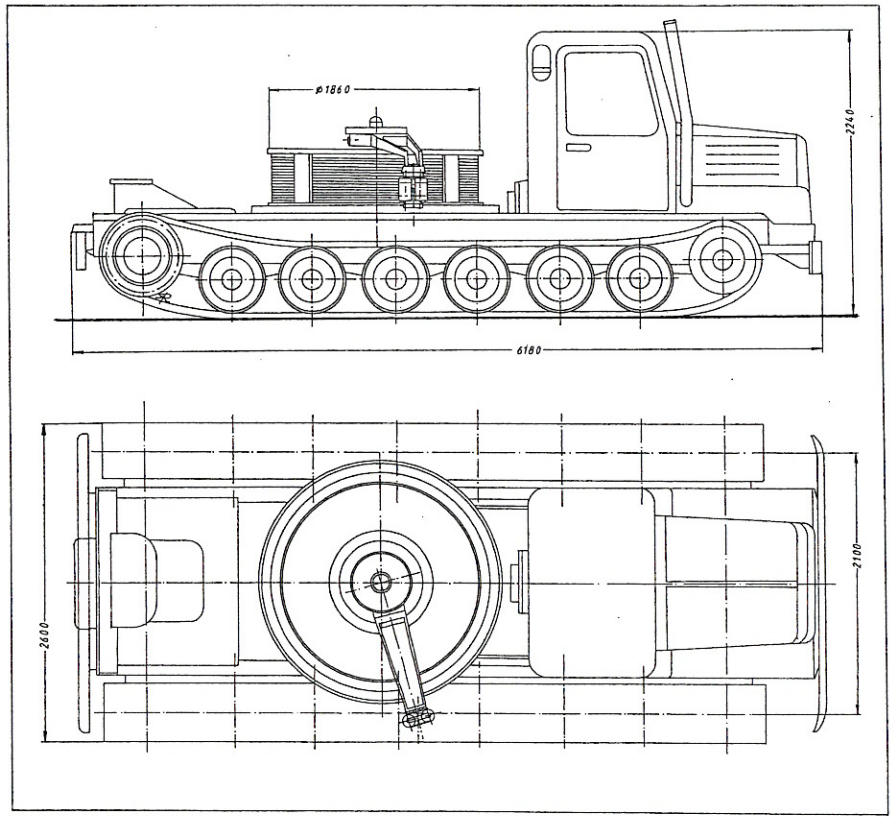


Bild 11.5/1: Seilzugaggregat SZ 24 des VEB Mähdrescherwerk Weimar, um 1963