

**Universität Hohenheim  
Fakultät Agrarwissenschaften  
Institut für Agrartechnik**

**Beitrag zur Untersuchung  
des Innovationsgeschehens und  
ausgewählter Unternehmen der deutschen  
Landmaschinenindustrie von den Anfängen  
bis in die 1970er Jahre**

**von Klaus Kromholz vorgelegte  
Dissertation zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Agrarwissenschaften**

**Hohenheim  
2017**

Für die vorliegende Arbeit wurde am 14.12.2016 vom Promotionsausschuss der Fakultät für Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim das Promotionsverfahren eröffnet.

Am 07.04.2017 wurde die Arbeit als Dissertation zur Erlangung des Grades eines Doktors der Agrarwissenschaften angenommen

Dekan: Prof. Dr. Ralf T. Vögele

Tag der mündlichen Prüfung: 24.05.2017

Vorsitzender der mündlichen Prüfung:  
Prof. Dr. M. Rodehutschord (Vorsitzender des Promotionsausschusses)

Berichterstatter, 1. Prüfer: Prof. Dr. agr. Dr. hc. mult. K Köller  
Mitberichterstatter, 2. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. habil. Th. Herlitzius  
3. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. S. Böttinger

Abgelegte Kenntnisprüfungen:

Modul 4401-410 Energietechnik:  
Prof. Dr.-Ing. S. Böttinger am 08.08.2016

Modul 4403-520 Nacherntetechnologie:  
Prof. Dr. J. Müller am 06.09.2016

Modul 4404-420 Funktion und Management von Landmaschinen:  
Prof. Dr. sc. agr. Hans W. Griepentrog am 06.09.2016

## Vorwort

Die Beschäftigung des Autors mit der Entwicklungsgeschichte der Landtechnik führte in den letzten Jahren zu einer Reihe von Veröffentlichungen, darunter im Jahr 2016 auch das Buch „Von Nachbildern zu Vorbildern – Unternehmen und Personen der deutschen Landmaschinenindustrie“. Dabei hatten sich aus der Analyse der Entwicklung der betrachteten Unternehmen und Personen eine Vielzahl von Zusammenhängen und Erkenntnissen ergeben, die für die Darstellung im Rahmen der oben genannten, für einen breiteren Leserkreis konzipierten Publikation, nur bedingt geeignet sind.

Es entstand deshalb die Überlegung, dies in einer gesonderten Arbeit im Sinne einer ergänzenden wissenschaftlichen Untersetzung der Darstellungen und Aussagen vorzunehmen. Der Vorschlag, dies im Rahmen einer Dissertation auszuführen, fand dankenswerterweise bei Herrn Prof. Köller Unterstützung.

Der grundlegende Teil dieser Arbeit ist die Analyse der Entwicklung der maßgebenden Unternehmen der deutschen Landmaschinenindustrie in Verbindung mit den politischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten und die Einordnung ihrer Leistungen in die Gesamtentwicklung der Branche. Mit den daraus gewonnenen Erkenntnissen und mit den Erfahrungen des Autors aus seinem in der Landmaschinenindustrie absolvierten Berufsleben wurde es möglich, eine Reihe weiterführender Sachverhalte zur Charakterisierung der Entwicklungsgeschichte dieses Industriezweiges herauszuarbeiten.

Das oben genannte Buch ist eine wesentliche Grundlage dieser Dissertation. Auf die Darstellungen dieser Publikation wird in der Arbeit immer wieder mit Angabe der entsprechenden Seitenzahlen Bezug genommen, ohne sie zu wiederholen.

Der Autor bedankt sich bei den Verantwortlichen der Universität Hohenheim, die dieses Verfahren ermöglicht und unterstützt haben, insbesondere bei Privatdozentin Dr. habil. Anette Fomin sowie den Gutachtern und Prüfern, den Herren Prof. Dr. Dr. hc. mult. K. Köller, Prof. Dr.-Ing. habil. T. Herltzius und Prof. Dr.-Ing. S. Böttinger.

Stockach, 30.11.2016



<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Vorwort	3
Bildverzeichnis	6
Tabellenverzeichnis	8
<b>Abschnitt</b>	
1. Zur Stellung der Landmaschinenindustrie in Deutschland	10
1.1. Entstehung der deutschen Landmaschinenindustrie	10
1.2. Produktivitätsentwicklung in der Landwirtschaft und Freisetzung von Arbeitskräften	12
1.3. Entwicklung des Potentials der deutschen Landmaschinenindustrie	14
1.4. Zum volkswirtschaftlichen Stellenwert der Landmaschinenindustrie	17
2. Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie	21
2.1. Merkmale der industriellen Produktion	21
2.2. Struktur der deutschen Landmaschinenindustrie	25
2.3. Zur Sortimentsentwicklung in der Landtechnik	29
2.4. Sortiment und Serienmäßigkeit der deutschen Landtechnikhersteller	34
2.5. Sortiment und Serienmäßigkeit der deutschen Traktorenhersteller	42
3. Zum Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie	48
3.1. Bedingungen und Umfeld der landtechnischen Innovationen	48
3.2. Zur Entwicklung der Methoden und Instrumentarien für den Innovationsprozess	54
3.3. Über Neuheiten und Innovationen	65
Zusammenfassung	77
Quellenverzeichnis	81
Lebenslauf	91

## Inhaltsverzeichnis der Vorveröffentlichung

### **„Von Nachbildern zu Vorbildern – Unternehmen und Personen der deutschen Landmaschinenindustrie“** (im Text als Buch bezeichnet)

#### **Kapitel**

1	Zur Entstehung der Landmaschinenindustrie in Deutschland ( 6 Kurzbiografien)	11
2	Über die Innovationen der deutschen Landmaschinenindustrie ( 14 Kurzbiografien) - Gebiete der ersten deutschen Innovationsaktivitäten - Innovationen bei Kraftmaschinen und Traktoren - Die späteren deutschen Innovationsgebiete	18
3	Unternehmen der Gründerzeit (16 Unternehmensporträts und 19 Kurzbiografien)	61
4	Zeit der Weltkriege und die Motorisierung (16 Unternehmensporträts und 13 Kurzbiografien)	101
5	Die Landmaschinenindustrie im Rahmen der Marktwirtschaft (21 Unternehmensporträts und 10 Kurzbiografien)	143
6	Ostdeutscher Landmaschinenbau mit Planwirtschaft (7 Unternehmensporträts und 1 Kurzbiografie)	189
7	Die Landmaschinenindustrie nach eineinhalb Jahrhunderten (10 Unternehmensporträts)	205
8	Über den Innovationsstandort Deutschland	217

#### Quellenverzeichnis

#### **Anlagen**

1	Geschichtskalender für Landwirtschaftstechnik und Landmaschinenwesen	233
2	Englische Fabrikanten von Landwirtschaftlichen Geräten und Maschinen	237
3	Aus dem Katalog der Firma Wilhelm Siedersleben von 1871	238
4	Übersicht ausgewählter Unternehmen der deutschen Landmaschinenindustrie	241
5	Namenregister	244

## Bildverzeichnis

## Seite

Bild 1.1.	Entwicklung des Anteils der Beschäftigten in der Landwirtschaft an den Gesamtbeschäftigten nach Angaben in /2, 104/	11
Bild 1.2.	Entwicklung des Arbeitskräfteeinsatzes pro Hektar für die Getreide-, Halmfutter-, Kartoffel- und Zuckerrübenenernte nach Grafiken in /27/ (siehe auch Abschnitt 3.3.)	12
Bild 1.3.	Tendenz der Ertragsentwicklung bei Weizen und Kartoffeln nach /27/	13
Bild 1.4.	Entwicklungstendenzen der auf die Flächeneinheit (100 ha) bezogenen Bestände bei Rindern und Schweinen sowie des Milch-ertrags pro Kuh und Jahr. Die Werte im Jahr 1900 sind gleich 100 % gesetzt. (Quelle /27/)	13
Bild 1.5.	Tendenz für die Entwicklung der Beschäftigten in der deutschen Landmaschinenindustrie - eingezeichnet ist die ermittelte Anzahl der Beschäftigten der im Buch porträtierten Unternehmen in den Stichjahren 1900, 1935 und 1970	15
Bild 1.6.	Tendenz für die Entwicklung der Exporte der deutschen Landma- schinenindustrie und der Importe von Landtechnik nach Deutsch- land bezogen auf den Umsatz	20
Bild 2.1.	Entwicklung und zeitliche Einordnung der Anwendung handwerk- licher und industrieller Produktionstechnik	22
Bild 2.2.	Abhängigkeit der Fertigungskosten und der Zusatzaufwendungen für Fertigungs-ausrüstungen von der Stückzahl nach den in /102/ angegebenen Funktionen	23
Bild 2.3.	Einfluss der Anzahl eingesetzter Fertigungsmittel auf die Ferti- gungszeit entsprechend einer Analyse der Mähdescherfertigung des Kombines Fortschritt in /98, 101/	23
Bild 2.4.	Tendenz für die Entwicklung des Anteils der Beschäftigten der deutschen Landmaschinenindustrie in Großunternehmen	26
Bild 2.5.	Entwicklung und zeitliche Einordnung der Anwendung der einzel- nen Entwicklungsstufen landtechnischer Arbeitsmittel	30
Bild 2.6.:	Einschätzung des Anwendungsumfangs und der Anwendungs- zeiträume für die Antriebsarten in der Landtechnik	31
Bild 2.7.	Tendenz der Entwicklung des Teilesortimentes in der Landma- schinenindustrie mit den wichtigsten Einflussfaktoren. Dabei wur- de näherungsweise eine Erhöhung des Teilesortimentes in einem Zeitraum von 20 Jahren um den Faktor 3 angesetzt - entspricht der Entwicklung mehrerer Erzeugnisprogramme des Kombines Fortschritt nach /101/	33
Bild 2.8.	Tendenz für den Seriencharakter der Produktion in der deutschen Landmaschineindustrie, abgeschätzt auf der Grundlage der Be- triebsgrößen und Sortimente der Unternehmen. Ohne Landma- schinenbau der DDR, der hauptsächlich im Bereich Mittel- und Großserien einzuordnen ist.	36

Bild 2.9.	Entwicklung der Anzahl der in Deutschland produzierenden Traktorenhersteller (obere Linie), darunter die Anzahl der deutschen Traktorenhersteller, die jährlich mehr als 1.000 Stück für den deutschen Markt geliefert haben	45
Bild 2.10.	Entwicklung der Neuzulassungen (Stück) von Traktoren in Deutschland mit dem Anteil der Importe (untere Linie)	46
Bild 3.1.	Wechselbeziehungen zwischen den Elementen des Arbeitsprozesses in der landwirtschaftlichen Produktion	49
Bild 3.2.	Schematische Übersicht über die Maschinensysteme für die Land- und Nahrungsgüterwirtschaft nach /116/	52
Bild 3.3.	Die Kombination von historischer und moderner Landtechnik soll hier als Beispiel für nicht aufeinander abgestimmte Mechanisierungsmittel dienen	53
Bild 3.4.	Elemente und Phasen der Technischen Vorbereitung von Erzeugnissen nach /121/. Gegenüber der Originaldarstellung wurden einige Abkürzungen ausgeschrieben	55
Bild 3.5.	Werkstattzeichnung der Firma Fahr aus den Jahr 1892 nach /32/	57
Bild 3.6.	Entwicklungstendenz für das theoretische Fundament der Landtechnik nach /15/	60
Bild 3.7.	Anwendungszeiträume ausgewählter Methoden der Erzeugnisentwicklung und Fertigungsvorbereitung	63
Bild 3.8.	Tendenzielle Entwicklung von der Dominanz der Nachbauten und Nachentwicklungen zur Dominanz der Eigenentwicklungen und Innovationen in den Erzeugnisprogrammen der deutschen Landmaschinenindustrie mit den Schwerpunkten der Innovationstätigkeit	65
Bild 3.9.	Zeitabschnitte für Entwicklung und Herstellung der einzelnen Erzeugnisgruppen, gegliedert nach den frühen Innovationsgebieten (blaue Balken) und späteren Innovationsgebieten (grüne Balken) der deutschen Landmaschinenindustrie	67
Bild 3.10.	Der von der Firma Siedersleben in den 1860er Jahren entwickelte zweireihige Rübenheber - Abbildung ist dem Katalog aus dem Jahr 1871 entnommen /13/	70
Bild 3.11.	Köpfröder für Längsschwadablage von Zuckerrüben und Blatt nach dem Patent von Ludwig Erhardt (DRP 369 742) aus dem Jahr 1921 - entnommen /33/	70
Bild 3.12.	Entwicklung des Aufwandes an Arbeitskraftstunden pro Hektar für die Kartoffelernte nach /27/	72
Bild 3.13.	Tendenz für den Anwendungsumfang der Kartoffelerntetechnik verschiedener Entwicklungsstufen in den beiden Teilen Deutschlands nach /27/	72
Bild 3.14.	Entwicklung des Aufwandes an Arbeitskraftstunden pro Hektar für das Vereinzeln und Pflegen sowie die Ernte von Zuckerrüben nach /27/	72
Bild 3.15.	Tendenz für den Anwendungsumfang der Zuckerrüben-erntetechnik verschiedener Entwicklungsstufen in den beiden Teilen Deutschlands nach /27/	73

Bild 3.16.	Entwicklung des Aufwandes an Arbeitskraftstunden pro Hektar für die Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Aussaat nach /27/. „Schonende“ Verfahren sind nach /122/ eine Bodenbearbeitung mit nichtwendenden Werkzeugen sowie die Direktsaat ohne Bodenbearbeitung (Mulchsaat)	73
Bild 3.17.	Entwicklung des Aufwandes an Arbeitskraftstunden pro Hektar für die Getreideernte und Strohbergung nach /27/	74
Bild 3.18.	Entwicklung des Aufwandes an Arbeitskraftstunden pro Hektar für die unterschiedlichen Verfahren der Halmfütterernte nach /27/	74
Bild 3.19.	Relative Entwicklung des Bestandes an Zugtieren und Traktoren im Deutschen Reich bzw. der Bundesrepublik Deutschland nach /27/	74
Bild 3.20.	Tendenz für die Ablösung der nichtmotorisierten durch motorisierte Bodenbearbeitung und für den Anwendungsumfang „Schonender Verfahren“ nach /27/ (siehe hierzu auch Bild 3.16.)	75

## **Tabellenverzeichnis**

	<b>Seite</b>	
Tabelle 1.1.	Export der deutschen Landmaschinenindustrie und Importe von Landmaschinen nach Deutschland in der Summe der Jahre 1907 bis 1913 (7 Jahre) mit den prozentualen Anteilen am Gesamtumsatz (geschätzt) nach /12/	18
Tabelle 1.2.	Weltumsatz und –export von Landtechnik im Jahr 1925 mit den Anteilen der USA und Deutschlands nach /76/	19
Tabelle 2.1.	Struktur der deutschen Landmaschinenindustrie nach Angaben in /12, 35/ *) ohne den Unternehmen mit ausschließlicher Traktorenproduktion	25
Tabelle 2.2.	Struktur der Landmaschinenindustrie der USA Ende der 1940er Jahre nach Angaben in /108/ - Anteile der ausgewählten Großunternehmen am Gesamtumsatz der Branche von insgesamt 1.850 Mio \$ im Jahr 1949	28
Tabelle 2.3.	Erzeugnissortiment der Firma Flöther entsprechend Katalog aus dem Jahr 1912. Der Durchschnitt der Antriebsarten bezieht sich auf die Anzahl der Erzeugnispositionen Arbeitsmaschinen (Zeile 1 bis 7)	31
Tabelle 2.4.	Produktionsstückzahlen der Firmen IH und FAHR nach /32/ und Angaben des Fördervereins des Landwirtschaftsmuseums Sinstedten. *) maximale Jahresstückzahl, **) durchschnittliche Jahresstückzahl	37
Tabelle 2.5.	Leistungsbedingte und tatsächliche Stückzahlreduzierung der II. und III. Mähdeschergeneration des Kombiniertes Fortschritt gegenüber der I. Mähdeschergeneration nach /101/	39

Tabelle 2.6.	Produktionsstückzahlen ausgewählter Erzeugnisgruppen des DDR-Landmaschinenbaus nach /25/ *) Durchschnittliche Jahresstückzahlen in den 1970er und 1980er Jahren	41
Tabelle 2.7.	Motorgeräte-/Traktorenhersteller und die bis Anfang der 1940er Jahre angebotene Anzahl von Modellen entsprechend den Darstellungen in /20/	43
Tabelle 2.8.	Motorgeräte-/Traktorenhersteller aus der Zeit bis 1945 mit der breitesten Modellpalette nach /20/	43
Tabelle 2.9.	vergleichbare Serienstückzahlen für die Pöhl-Ackerbaumaschine und den Fordson-Traktor auf der Grundlage der Preisangaben in /33/	44
Tabelle 3.1.	Zuordnung von Prozess-, Verfahrens- und Maschinensystemelementen nach /116/	52
Tabelle 3.2.	Diplomabschlüsse und Graduierungsarbeiten der Landtechnik an der Technischen Universität Dresden im Zeitraum von der Gründung 1953 bis 1989 nach /124/	59

# 1. Zur Stellung der Landmaschinenindustrie in Deutschland

## 1.1. Entstehung der deutschen Landmaschinenindustrie

Ein Teil der Vorgeschichte der im 19. Jahrhundert in Deutschland entstandenen Landmaschinenindustrie (s. hierzu auch die Darstellungen im Buch, Seiten 11 bis 17) sind nach /2, 4/ die Hochkulturen des Altertums, die in den Regionen um das östliche Mittelmeer angesiedelt waren und eine gut entwickelte Bewässerungstechnik besaßen, sowie das Römische Reich, wo die Anwendung landtechnischer Arbeitsmittel bereits einen hohen Stand hatte, der auf vielen Gebieten durch die Anwendung tierischer Zugkraft geprägt war.

Mit dem Untergang des Weströmischen Reiches gerieten in den germanischen Regionen viele dieser Bewirtschaftungsmethoden und Arbeitsmittel in Vergessenheit. Die weitere Entwicklung basierte auf dem Stand in Urgermanien, wo zunächst die Viehhaltung gegenüber dem Ackerbau dominierte, und vollzog sich in den folgenden Jahrhunderten in relativ kleinen Schritten.

Unter den politischen und gesellschaftlichen Bedingungen des Mittelalters war das Bedürfnis zur gravierenden Veränderung in der Landbewirtschaftung nicht besonders ausgeprägt. So gab es über einen Zeitraum von etwa tausend Jahren in den deutschen Ländern in der Agrikultur praktisch eine Stagnation, in der nur sehr wenig in der Entwicklung der Bewirtschaftungsmethoden und der angewendeten Technik verändert wurde /2/.

Erst mit der Stärkung des feudalistischen Absolutismus in einigen der deutschen Staaten, vor allem in Preußen, erkannten die Regierenden des 18. Jahrhunderts die Zweckmäßigkeit einer stärkeren Landwirtschaft für die ökonomische und politische Entwicklung und damit vor allem auch für die militärische Stärkung des Staates /2/.

In Preußen wurden ab 1806 entsprechende Reformen eingeleitet, zu denen die Säkularisierung der kirchlich verwalteten Landwirtschaftsbetriebe und die schrittweise Aufhebung der Leibeigenschaft in Verbindung mit der Übertragung von Rechten auf die Bauernschaft gehörten, die damit eine zunehmende unternehmerische Freiheit in der Bewirtschaftung ihrer Höfe erhielt /2/.

Die Bewirtschaftungsmethoden und die Arbeitsmittel waren nach SÖHNE /47/ zu Beginn der Neuzeit „... gekennzeichnet durch den vom Pferd-, Ochsen- oder Kuhgespann gezogenen vierseitigen Pflug mit eisernem Schar, hölzernem Streichbrett, Grindel und Griessäule und der Egge zur Saatbettbereitung, der Sense und Sichel zum Schneiden von Gras und Getreide, dem Dreschflegel zum Dreschen des Getreides, den Harken zum Wenden und Sammeln von Heu; für Transportarbeiten benutzte man gespanngezogene Ein- und Zweiachswagen; für das Mahlen von Getreide gab es Mühlen mit ober- oder unterschlächtigen Wasserrädern oder Windmühlen. Alle Lade- und Verteilarbeiten auf Hof und Feld von Stallung, Getreidegarben, Heu, erfolgten von Hand.“

Diese Arbeitsmittel wurden vom Anwender entweder selbst gefertigt oder sie entstanden in Zusammenarbeit mit den örtlichen Handwerkern. Eine überregionale und industrielle Produktion von Landtechnik entstand in Deutschland vor allem auch unter dem Einfluss der in England bereits vorangeschrittenen Entwicklung erst sehr allmählich in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts.

In der Statistik von Preußen /103/ sind für das Jahr 1861 unter „Maschinen- und Schiffbau“ 39.277 Beschäftigte in Handwerksbetrieben und 34.025 Beschäftigte in 884 Fabrikbetrieben (Durchschnitt 38 Beschäftigte pro Fabrikbetrieb) aufgeführt. Die Herstellung von Landtechnik spielte in dieser Statistik weder im Bereich des Handwerks noch der Fabriken eine Rolle.

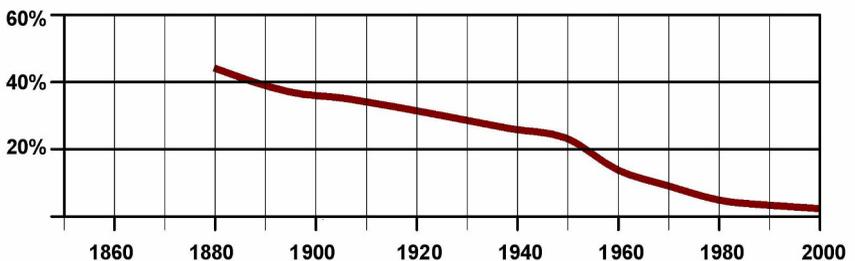


Bild 1.1.:  
Entwicklung des Anteils der Beschäftigten in der Landwirtschaft an den Gesamtbeschäftigten nach Angaben in /2, 104/

## Zur Stellung der Landmaschinenindustrie in Deutschland

### 1.2. Produktivitätsentwicklung in der Landwirtschaft und Freisetzung von Arbeitskräften

Die im 18. Jahrhundert zuerst in England entstandenen Manufakturen und Industriebetriebe erforderten Arbeitskräfte, für die vor allem in der Landwirtschaft ein entsprechendes Potential verfügbar war. Voraussetzung für die Freisetzung von Arbeitskräften war eine Veränderung der Bewirtschaftungsmethoden, darunter auch die Anwendung arbeitssparender technischer Arbeitsmittel. Mit der Industrialisierung entstanden gleichzeitig die Möglichkeiten für eine effektive Herstellung dieser landtechnischen Arbeitsmittel.

In Deutschland setzte dieser Prozess erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts ein, wobei die Landwirtschaft erst ab den 1870er Jahren in der Lage war, die für diesen Prozess notwendigen Vorleistungen, insbesondere die Freisetzung von Arbeitskräften für die Industrie sowie die Schaffung der Ernährungsgrundlage für die außerhalb der Landwirtschaft tätige Bevölkerung, zu erbringen /2/.

Die zunehmenden wissenschaftlichen Grundlagen für die Landbewirtschaftung, der Einsatz von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln sowie der Übergang von Handarbeit zu motorisierten landtechnischen Arbeitsmitteln unterstützten diesen Prozess in der Folgezeit sehr wesentlich. Der in der Landwirtschaft tätige Bevölkerungsanteil verringerte sich.

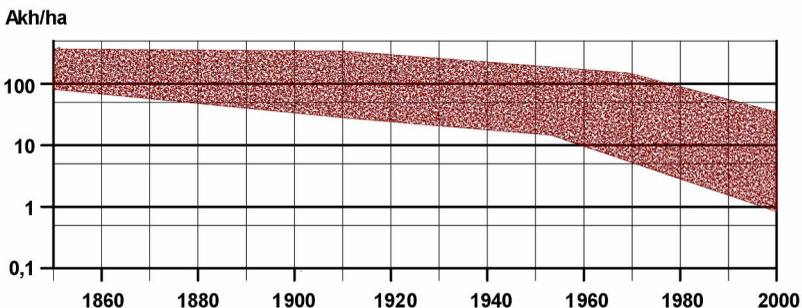


Bild 1.2.: Entwicklung des Arbeitskräfteeinsatzes pro Hektar für die Getreide-, Halmfutter-, Kartoffel- und Zuckerrübenenernte nach Grafiken in /27/ (siehe auch Abschnitt 3.3.)

Im Ergebnis reduzierte sich der im Bild 1.1. dargestellte Anteil der in der Landwirtschaft Beschäftigten an den Gesamtbeschäftigten. Eine entscheidende Voraussetzung dafür war die Steigerung der Produktivität für die landwirtschaftlichen Produktionsprozesse.

Im Bild 1.2. ist die Entwicklung des Arbeitskräfteeinsatzes pro Hektar für die wichtigsten Ernteprozesse dargestellt. Die große Spannweite der Produktivität ergibt sich daraus, dass durch die unterschiedlichen Strukturen in der Landwirtschaft zu allen Zeiten Produktionsverfahren und Mechanisierungslösungen mit sehr unterschiedlichem Produktivitätsniveau parallel zur Anwendung kamen und auch heute noch zur Anwendung kommen. Dargestellt sind dabei unter anderem die Zeitabschnitte, in denen bei den unteren Niveaustufen Handarbeit bzw. Ge- spanntechnik bzw. motorisierte Technik angewendet wurden.

Die Bilder 1.3. und 1.4. bringen zum Ausdruck, wie sich gleichzeitig die Erträge der Pflanzen- und Tierproduktion entwickelt haben. Während die Reduzierung des Arbeitskräfteeinsatzes in hohem Grade durch die angewendete Technik bestimmt wird, haben auf das Ertragsniveau vor allem die Ergebnisse der Züchtung sowie der Einsatz von Roh- und Hilfsstoffen, insbesondere Dünge- und Pflanzenschutzmittel, entscheidenden Einfluss. Diese Grafiken wurden vom Autor erarbeitet und in /27/ veröffentlicht.

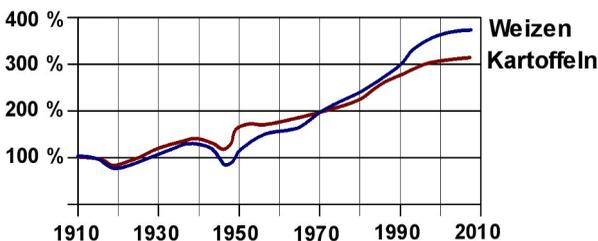


Bild 1.3.: Tendenz der Ertragsentwicklung bei Weizen und Kartoffeln nach /27/

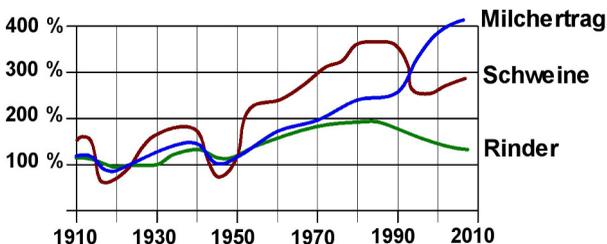


Bild 1.4.: Entwicklungstendenzen der auf die Flächeneinheit (100 ha) bezogenen Bestände bei Rindern und Schweinen sowie des Milchertrags pro Kuh und Jahr. Die Werte im Jahr 1900 sind gleich 100 % gesetzt. (Quelle /27/)

## Zur Stellung der Landmaschinenindustrie in Deutschland

### 1.3. Entwicklung des Potentials der deutschen Landmaschinenindustrie

Ein wesentlicher Parameter für das Potential der Branche ist die Anzahl der Beschäftigten. Problematisch waren und sind Definition und Abgrenzung der Landmaschinenindustrie bzw. der Hersteller von Landtechnik.

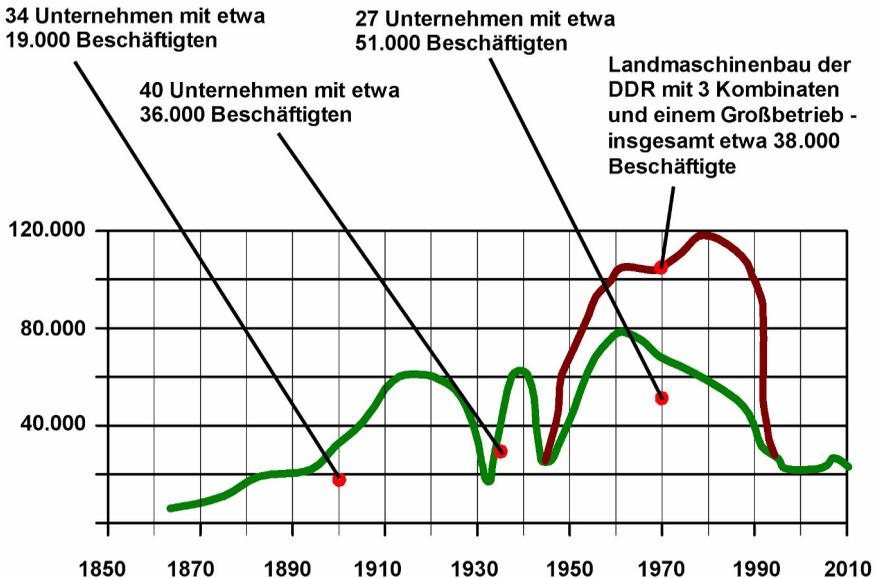
Das breit gefächerte Spektrum der Landmaschinenhersteller reicht vom Handwerksbetrieb mit einstelliger Beschäftigtenzahl bis zu industriellen Großbetrieben mit mehreren Tausend Beschäftigten. Die Abgrenzung nach unten, d.h. gegenüber den Handwerks- und Kleinbetrieben, hat sich in den Betrachtungen und den Statistiken immer wieder verändert, wobei über mehrere Jahrzehnte noch nicht einmal eine klare Tendenz zur Verschiebung der Grenzen in Richtung größerer Unternehmen festzustellen ist.

Weiterhin entstand und entsteht Landtechnik auch heute noch auch in Unternehmen, deren Hauptaufgabe die Instandsetzung oder der Handel mit Landtechnik ist, oder die als Lohnunternehmer in der Landwirtschaft tätig sind.

Ab Mitte des 20. Jahrhunderts verstanden sich zunehmend Unternehmen der Zulieferindustrie als Bestandteil der Landmaschinenindustrie und wurden Mitglied der Landmaschinen- und Ackerschlepper Vereinigung (LAV) im VDMA. Etwas später folgten auch die in Deutschland tätigen ausländischen Unternehmen und die Importbetriebe. Insgesamt ist daraus abzuleiten, dass die Abgrenzung vor allem auch für die statistischen Erhebungen im Lauf der Zeit nicht einheitlich war und ist. Darunter die Tatsache, dass die Statistiken des VDMA nur die Mitglieder und damit nicht alle tätigen Landmaschinenhersteller umfassen. Das verfügbare Zahlenmaterial ist damit nur bedingt vergleichbar.

Im Buch sind für alle Zeitabschnitte Darstellungen und Aussagen zu den Beschäftigten, den Standorten und zur Struktur des Industriezweiges enthalten. Daraus wurde die Gesamtdarstellung für die tendenzielle Entwicklung des Potentials der deutschen Landmaschinenindustrie auf der Grundlage der Beschäftigten entsprechend Bild 1.5. abgeleitet. Eingezeichnet ist die aus den Unterlagen der im Buch porträtierten Unternehmen ermittelte Anzahl von Beschäftigten in den Stichjahren 1900, 1935 und 1970. Auch wenn die Unternehmensangaben oftmals etwas über der Statistik liegen, kommt zum Ausdruck,

dass die porträtierten Unternehmen eine repräsentative Auswahl des Industriezweigs darstellen.



**Bild 1.5.:** Tendenz für die Entwicklung der Beschäftigten in der deutschen Landmaschinenindustrie - eingezeichnet ist die ermittelte Anzahl der Beschäftigten der im Buch porträtierten Unternehmen in den Stichjahren 1900, 1935 und 1970

Die politische, gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung hat in den einzelnen Zeitabschnitten wesentlichen Einfluss auf das Potential dieses Industriezweiges genommen, der naturgemäß immer sehr eng mit der Entwicklung der Landwirtschaft verbunden war.

Als entscheidender Faktor für die Versorgung der Bevölkerung mit Nahrungsmitteln hat die Landwirtschaft in allen Zeitabschnitten vielfältige politische und wirtschaftliche Fördermaßnahmen erhalten, von denen die Hersteller von Landtechnik meist ebenfalls profitierten. Nachfolgend werden einige gravierende Ereignisse und Abschnitte in der Entwicklung des Industriezweiges kommentiert.

Die Zeit während und nach dem Ersten Weltkrieg mit ihrem überdurchschnittlichem Wachstum führte zu einer gravierenden Überdimensionierung der Kapazi-

## Zur Stellung der Landmaschinenindustrie in Deutschland

täten, in deren Folge eine Reihe namhafter Firmen in ihrer Geschäftstätigkeit stark beeinträchtigt wurden und im Ergebnis der Weltwirtschaftskrise Anfang der 1930er Jahre sogar aufgeben mussten. Dazu gehörten die Firmen Eckert, Zimmermann, Badenia, Flöther, Epple & Buxbaum. Von den Großunternehmen war lediglich die Firma Lanz relativ gut über diese Zeiten gekommen. Siehe hierzu Buch, Seite 101 ff.

Ein Erneuter Aufschwung der Branche folgte ab Mitte der 1930er Jahre im Rahmen der Nahrungsgütererzeugerschlacht des NS-Regims zur Selbstversorgung des Landes mit Nahrungsgütern und dem Einstieg auch der Landmaschinenindustrie in die Produktion von militärischen Ausrüstungen. In den Kriegsjahren kam die Versorgung der eroberten Gebiete mit Landtechnik hinzu. Siehe auch Buch, Seiten 104 ff.

Der Neubeginn der Landmaschinenindustrie nach dem Zweiten Weltkrieg erfolgte mit den hochgradig zerstörten Produktionsstätten, wodurch einige Unternehmen die Geschäftstätigkeit nicht wieder aufnehmen konnten.

Der Übergang zur Vollmechanisierung der Landwirtschaft auf der Basis von Motorgeräten/Traktoren bescherte dem Industriezweig hohe Wachstumsraten. Das Potential der Branche, in der neben zahlreichen Neugründern durch die Beschränkungen der Siegermächte in den ersten Nachkriegsjahren auch einige Unternehmen aus dem Bereich der Rüstungsindustrie tätig wurden, wuchs bis Anfang der 1960er Jahre auf ein Maximum von etwa 78.000 Beschäftigten. Zunehmende Bedeutung erhält ab dieser Zeit die Zulieferindustrie. Siehe hierzu Buch, Seiten 143 ff.

Mit der Marktsättigung und den sich verändernden Anforderungen an die Erzeugnisse vollzogen sich ab den 1960er Jahren gravierende Veränderungen in der Firmenlandschaft der deutschen Landmaschinenindustrie, die durch Übernahmen, Fusionen und zahlreiche Geschäftsaufgaben charakterisiert sind. In Verbindung damit schrumpfte das Potential der Branche. Auswirkungen hatte das unter anderem auf die Geschäftstätigkeit der Firmen Bautz, Ködel & Böhm, Fahr, Eicher, Güldner, Hanomag, Platz. Siehe Buch, Seiten 145 ff.

Da der Osten Deutschlands nach dem Zweiten Weltkrieg nur über etwa 15 % des gesamtdeutschen Potentials zur Herstellung von Landtechnik verfügte /10/,

erfolgte in der DDR ein zielstrebigere Ausbau dieser Branche mit starker Exportorientierung in die Sowjetunion und die osteuropäischen Länder. In den 1980er Jahren hatte der Landmaschinenbau der DDR mit seinen etwa 60.000 Beschäftigten eine ähnliche Größenordnung wie der Landmaschinenbau der Bundesrepublik. Siehe Buch, Seiten 189 ff.

Die Umsatzrückgänge der Landmaschinenindustrie ab Mitte der 1980er Jahre wurden Anfang der 1990er Jahre durch den zusätzlichen Markt im Osten Deutschlands kurzzeitig etwas gedämpft. Insgesamt führte diese Entwicklung erneut zu starken Veränderungen in der Firmenlandschaft, wobei in dieser Phase zunehmend ausländische Unternehmen in Deutschland aktiv wurden, wodurch die deutsche Landmaschinenindustrie auf dem Weg der Globalisierung weiter voranschritt. Betroffen waren unter anderem die Firmen Klöckner-Humboldt-Deutz, Fendt, Niemeyer, Rau, Holder. Siehe Buch, Seiten 205 ff.

Die ostdeutschen Kapazitäten waren bereits bis Mitte der 1990er Jahre weitestgehend liquidiert und auf weniger als 5 % ihrer ursprünglichen Größe geschrumpft. Siehe Buch, Seiten 206/207.

### 1.4. Zum volkswirtschaftlichen Stellenwert der Landmaschinenindustrie

Ein Indikator für den volkswirtschaftlichen Stellenwert des Landmaschinenbaus ist sein Anteil an der Maschinenbauproduktion. So wie für den Landmaschinenbau haben sich jedoch auch für den Maschinenbau im Betrachtungszeitraum Definition und Abgrenzung immer wieder gravierend verändert. Damit ist eine durchgehende Darstellung der Anteile des Landmaschinenbaus am Maschinenbau nicht möglich. Der Stellenwert der Branche kann deshalb nur an einigen ausgewählten Punkten der Entwicklung, für die entsprechende Angaben ermittelt werden konnten, dargestellt werden.

Während Anfang der 1860er Jahre die Landmaschinenproduktion in den Statistiken noch keine Rolle spielte, hatten im Jahr 1907 die Beschäftigten der „Fabriken von landwirtschaftlichen Maschinen und Geräten“ einen Anteil von 3,7 % an den Beschäftigten der „Industrie der Maschinen, Instrumente und Apparate“ /104/.

## Zur Stellung der Landmaschinenindustrie in Deutschland

Nach einer Angabe von LUBEN /12/ waren 1913 4,35 % aller gewerblichen Arbeiter der Maschinenindustrie mit der Herstellung von Landmaschinen beschäftigt. In der gleichen Quelle wird für Anfang der 1920er Jahre die Zahl der im Maschinenbau Beschäftigten mit 1,3 Millionen angegeben und eingeschätzt, dass davon etwa 100.000 auf die Herstellung von Landmaschinen entfielen. Das wäre ein Anteil von etwa 7,7 %. Nach Analysen in /12/ haben sich zu dieser Zeit in Deutschland etwa 2.200 Unternehmen mit der Herstellung von Landtechnik befasst.

Ein weiterer Extremwert für die Landmaschinenindustrie ist in /10/ für Anfang der 1950er Jahre genannt, wo ein Anteil von etwa 15 % an der Maschinenbauproduktion erreicht wurde. Durch die stark steigende Maschinenbauproduktion reduzierte sich dieser Anteil in der Folgezeit gravierend. Er lag ab den 1990er Jahren relativ gleichbleibend im Bereich von 2,5 bis 3 % /106/.

In der DDR hat sich der Landmaschinenbau im Rahmen der Planwirtschaft relativ kontinuierlich entwickelt. Unstetigkeiten sind vor allem durch immer wieder veränderte Abgrenzungen entstanden (siehe auch Buch, Seiten 189 ff.) /25, 78/.

Erzeugnisgruppe	Export in [TRM]	Import in [TRM]	Exportan- teil am Umsatz	Import, bezogen auf Umsatz
Einzelteile	0	8.802	0	0,6 %
Sensen, Maschinenmesser u.ä.	33.175	2.572	2,2 %	0,2 %
Pflüge	76.280	782	5,1 %	0,1 %
Kultivatoren, Hackmaschinen, Eggen u.ä.	20.800	3.774	1,4 %	0,3 %
Lokomobilen bis 6 t	29.426	4.474	2,0 %	0,3 %
Lokomobilen über 6 t	72.236	2.803	4,8 %	0,2 %
Kraftpflüge	12.440	8.819	0,8 %	0,6 %
Mähmaschinen und Mähmaschinenteile	17.526	110.442	1,2 %	7,4 %
Dreschmaschinen	38.960	8.235	2,6 %	0,5 %
Milchenträhmungsmaschinen	26.631	17.357	1,8 %	1,2 %
Sämaschinen, Heuwender, Schrotmühlen	56.750	8.786	3,8 %	0,6 %
Reinigungsmaschinen für Körnerfrüchte	21.757	714	1,5 %	<0,1 %
<b>Gesamt</b>	<b>405.981</b>	<b>177.560</b>	<b>27,1 %</b>	<b>11,8 %</b>

Tabelle 1.1.: Export der deutschen Landmaschinenindustrie und Importe von Landmaschinen nach Deutschland in der Summe der Jahre 1907 bis 1913 (7 Jahre) mit den prozentualen Anteilen am Gesamtumsatz (geschätzt) nach /12/

So gehörte der Traktorenbau zeitweise zum Automobilbau und ab den 1970er Jahren bestand die Verflechtung mit dem Nahrungsgütermaschinenbau. Ende der 1980er Jahre betrug der Anteil des Kombines Fortschritt als Träger der DDR-Landmaschinenindustrie 3,8 % an den Produktionsleistungen der metallverarbeitenden Industrie der DDR /78/.

Insgesamt hatte der Landmaschinenebau im Rahmen der Volkswirtschaft der DDR eine überdurchschnittliche Entwicklung genommen. Nach / 107/ war die Produktionsleistung 1988 gegenüber 1970 auf das 4,5-fache gestiegen. Die Steigerung der Industrieproduktion erreichte etwa das 2,3-fache. Im Rahmen des Maschinen- und Fahrzeugbaus (Steigerung in den 1980er Jahren auf 142 %) hatte der Landmaschinenbau mit einer Steigerung auf 181 % ebenfalls eine Spitzenposition /107/.

Aus den Unternehmensporträts ist abzuleiten, dass vor allem die Großunternehmen bereits in der Gründerzeit auch im Export sehr aktiv waren. In /104/ des Jahres 1899 sind die Ex- und Importe nur nach Maschinen „überwiegend aus Holz“, „überwiegend aus Gusseisen“ und „überwiegend aus Stahl“ gegliedert. Für Anfang des 20. Jahrhunderts enthält /12/ eine detaillierte Analyse zum Export-Import-Geschehen der Landmaschinenindustrie, in der unter anderem für die meisten Erzeugnisprogramme ein teilweise erheblicher Exportüberschuss ausgewiesen ist (Tabelle 1.1.). Lediglich bei den Mähmaschinen überwog der Import. Bereits zu dieser Zeit war die Importabhängigkeit bei Landtechnik, die nach den Darstellungen unter anderem in /3, 7, 12/ bisher die Versorgung der deutschen Landwirtschaft dominierte, hochgradig überwunden.

	Umsatz in [Mio RM]	Anteil am Weltumsatz	Export in [Mio RM]	Anteil am Weltexport
<b>USA</b>	1.550	67 %	326	54 %
<b>Deutschland</b>	350	15 %	68	11 %
<b>Gesamt weltweit</b>	2.315		600	

Tabelle 1.2.: Weltumsatz und –export von Landtechnik im Jahr 1925 mit den Anteilen der USA und Deutschlands nach /76/

## Zur Stellung der Landmaschinenindustrie in Deutschland

Im Bild 1.6. sind die Tendenzen für die Entwicklung der Exporte der deutschen Landmaschinenindustrie und die Importe von Landtechnik nach Deutschland dargestellt. Sie basieren für die Zeiträume ohne ausreichende statistischen Angaben auf Hochrechnungen und Schätzungen.

Die internationale Position der deutschen Landmaschinenindustrie ist für Mitte der 1920er Jahre in /76/ entsprechend Tabelle 1.2. eingeschätzt. Sehr deutlich wird dabei die Spitzenposition der USA. Die Position von Deutschland konnte ab Mitte des 20. Jahrhunderts vor allem durch die Steigerung der Exportleistungen ab den 1970er Jahren entscheidend aufgewertet werden. Mitte der 1980er Jahre hatten die deutschen Hersteller bei den Landmaschinenexporten der westlichen Industrieländer mit einem Anteil von 21,9 % erstmals die USA (17,7 %) überholt und den ersten Platz errungen. Bei Traktoren lag man gemeinsam mit Japan auf Platz zwei hinter den USA /10/.

Die Exportoffensive der DDR-Landmaschinenindustrie begann Ende der 1960er Jahre und orientierte vor allem auf die Sowjetunion und die osteuropäischen Länder. Mit einem Anteil von etwa 9,5 % Anteil am Export der metallverarbeitenden Industrie (entsprach zeitweise einem Anteil am gesamten DDR-Export von mehr als 6 %) hatten die Exportleistungen des Landmaschinenbaus einen hohen volkswirtschaftlichen Stellenwert. Von einigen Erzeugnisprogrammen wurde mehr als 90 % exportiert. Etwa 50 % der Exporte gingen in die Sowjetunion /25, 78/. Das Export-Import-Verhältnis lag in den 1980er Jahren gegenüber der Sowjetunion bei 3,5 : 1 und gegenüber den übrigen Rubel-Märkten bei 2,2 : 1 /78/.

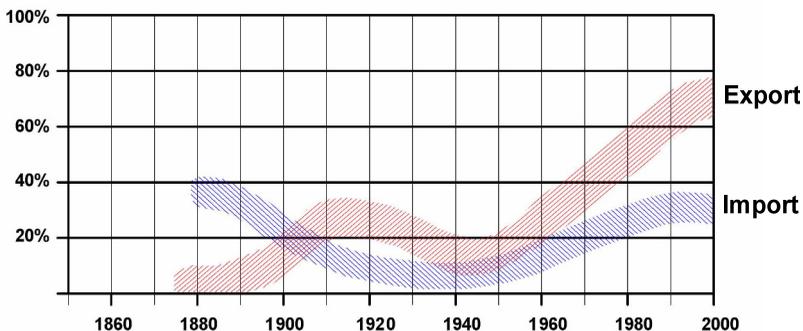


Bild 1.6.: Tendenz für die Entwicklung der Exporte (rot) der deutschen Landmaschinenindustrie und der Importe (blau) von Landtechnik nach Deutschland bezogen auf den Umsatz

## 2. Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

### 2.1. Merkmale der industriellen Produktion

Über lange Zeiträume wird in Veröffentlichungen die Dominanz der Handwerker in der Herstellung von Landtechnik in Deutschland als Hemmnis für eine effektive und qualitativ hochwertige Landmaschinenproduktion dargestellt /3, 7, 12/. Siehe auch Buch, Seiten 11 bis 17. FISCHER weist in /3/ zusätzlich darauf hin, dass zu einer industriemäßigen Produktion auch eine ingenieurmäßige Entwicklung und Fertigungsvorbereitung gehört.

Dazu das bereits im Buch verwendete folgende Zitat aus /3/: *„Eine gute Werkstatt allein gewährleistet noch keine gute Fabrikation, und das Erzeugnis bleibt mangelhaft, wenn nicht auch bei seinem Entwurf an der Stelle des Handwerksgebrauchs die Beherrschung der Stoffe und Kräfte durch den Ingenieur tritt. Dieser Schritt ist im landwirtschaftlichen Maschinenwesen später als in anderen Industrien getan worden.“*

Vom zunftgebundenen Handwerk ging die Entwicklung zunächst zu den Manufakturen, die nach /100/ einerseits eine Zusammenfassung verschiedener Gewerke in einer Werkstatt zur Fertigung komplexer Erzeugnisse, z.B. Kutschen, und andererseits die Zusammenfassung mehrerer Arbeitskräfte eines Handwerks in einer Werkstatt waren, von denen durch eine starke Arbeitsteilung auch für einfache Erzeugnisse eine hohe Produktivität erreicht wurde. Durch die in den Manufakturen angewendeten Fertigungsmittel und –verfahren hatte diese Produktion noch handwerklichen Charakter. In diesem Sinne ist auch die Anwendung von Mechanismen mit Antrieb durch menschliche oder tierische Muskelkraft oder Wasserkraft einzuordnen.

Der Weg zur industriellen Produktion vollzog sich mit dem Übergang von handgeführten zu maschinengeführten Werkzeugen auf der Grundlage von Kraftantrieben. Ein weiterer Entwicklungsschritt war die zunehmende Anwendung von Vorrichtungen und Lehren. Es folgte der Einsatz von Sondermaschinen, Maschinensystemen und teilautomatisierten Fertigungslinien. Mit dem Einsatz von CNC-gesteuerten Werkzeugmaschinen und Industrierobotern für Handhabungs- und Bearbeitungsprozesse entstanden ab den 1970er Jahren zunehmend Möglichkeiten zur flexiblen Automatisierung der Fertigung.

# Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

Von MARX /100/ wurde diese Entwicklung bereits in den 1860er Jahren charakterisiert, wofür die folgenden Zitate ausgewählt wurden:

*„Nach Übertragung des eigentlichen Werkzeugs vom Menschen auf einen Mechanismus tritt eine Maschine an die Stelle des bloßen Werkzeugs.“*

*“Die Maschine, wovon die industrielle Revolution ausgeht, ersetzt den Arbeiter, der ein einzelnes Werkzeug handhabt, durch einen Mechanismus, der mit einer Masse derselben oder gleichartiger Werkzeuge auf einmal operiert und von einer einzigen Triebkraft bewegt wird.“*

*„Nachdem erst die Werkzeuge aus Werkzeugen des menschlichen Organismus in Werkzeuge des mechanischen Apparats, der Werkzeugmaschine, verwandelt, erhielt nun auch die Bewegungsmaschine eine selbständige, von Schranken menschlicher Kraft völlig emanzipierte Form.“*

*„Ein eigentliches Maschinensystem tritt aber erst an die Stelle der einzelnen selbständigen Maschine, wo der Arbeitsgegenstand eine zusammenhängende Reihe verschiedener Stufenprozesse durchläuft, die von einer Kette verschiedenartiger, aber einander ergänzender Werkzeugmaschinen ausgeführt werden.“*

*„Sobald die Arbeitsmaschine alle zur Bearbeitung des Rohstoffs nötigen Bewegungen ohne menschliche Beihilfe verrichtet und nur noch menschlicher Nachhilfe bedarf, haben wir ein automatisches System der Maschinerie, das indes beständiger Ausarbeitung im Detail fähig ist.“*

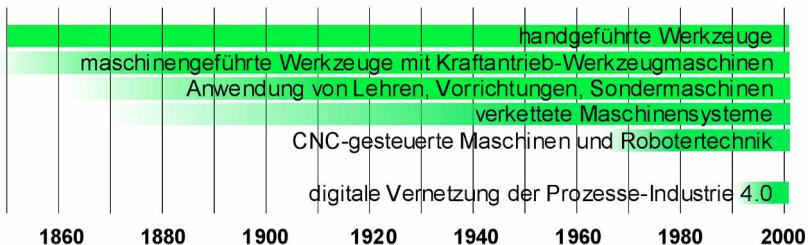


Bild 2.1.: Entwicklung und zeitliche Einordnung der Anwendung handwerklicher und industrieller Produktionstechnik

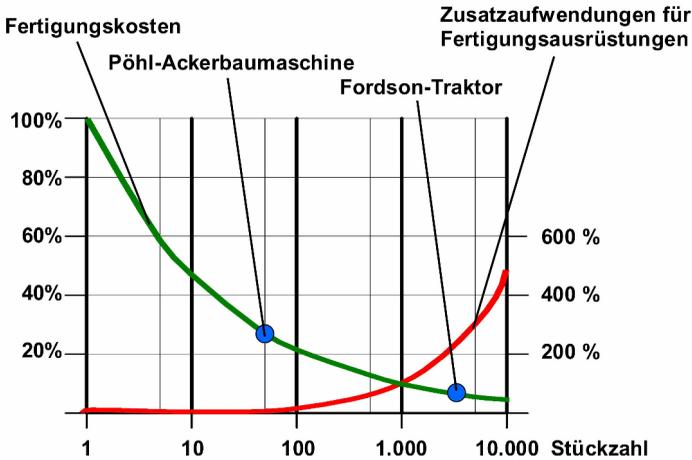


Bild 2.2.: Abhängigkeit der Fertigungskosten und der Zusatzaufwendungen für Fertigungs-ausrüstungen von der Stückzahl nach den in /102/ angegebenen Funktionen

Mit den dargestellten Entwicklungsstufen der industriellen Produktion steigen die Aufwendungen für die Vorleistungen/Investitionen in die Fertigungstechnik (Maschinerie) und die Fertigungsorganisation/Arbeitsvorbereitung, die über den Verkauf einer entsprechenden in Serienproduktion hergestellten Stückzahl zu amortisieren sind. Die Vorleistungen zur Erzeugnisentwicklung werden im nachfolgenden Abschnitt 3 betrachtet. In der Regel steigen die Vorleistungen mit den Anforderungen an die Effektivität der Fertigung. Die Prozesse werden somit in starkem Maße durch die Erzeugnisstückzahlen bzw. die Serienmäßigkeit der Fertigung bestimmt.

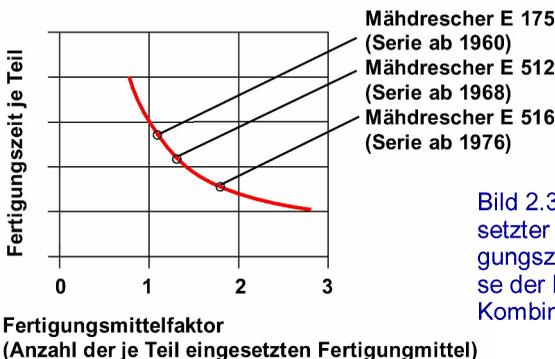


Bild 2.3.: Einfluss der Anzahl eingesetzter Fertigungsmittel auf die Fertigungszeit entsprechend einer Analyse der Mährescherfertigung des Kombi-nates Fortschritt in /101/

## Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

KLOTH, der die Bedingungen für die Großserienfertigung in der amerikanischen Landmaschinenindustrie Ende der 1940er Jahre untersucht hat, stellt dazu in /108/ fest: *„Die Planungsarbeit, welche der Fertigung vorausgeht, hat einen erheblichen Umfang. ....Die Aufwendungen zum Ingangsetzen einer solchen Fabrikation sind erheblich.“*

Im Bild 2.2. sind auf der Grundlage der nach dem Stand der Fertigungstechnik in den 1960er Jahren in /102/ getroffenen Aussagen die Degression der Fertigungskosten sowie die Entwicklung der Zusatzaufwendungen für die Fertigungsausrüstungen in Abhängigkeit von der Stückzahl dargestellt, wobei in /102/ gleichzeitig darauf hingewiesen wird, dass Betrachtungen dieser Art oftmals von „schicksalhafter Bedeutung“ und Konsequenz für die Unternehmen sind. Eingezeichnet sind auf der Kostenkurve im Bild 2.2. mögliche Positionen für den Fordson-Traktor und die Pöhl-Ackerbaumaschine auf der Grundlage der Preisangaben für beide Erzeugnisse in /33/. Auf diesen Sachverhalt wird an anderer Stelle noch Bezug genommen.

Aus der Analyse von Erzeugnisprogrammen des Kombinates Fortschritt /98, 101/ wurde ermittelt, dass die notwendigen Aufwendungen in der Fertigung (Fertigungszeit pro Teil) umgekehrt proportional sind den Aufwendungen für die Vorbereitung der Fertigung, die unter anderem durch die Anzahl von Fertigungsmitteln, die für die Fertigung eines Teils eingesetzt werden, zum Ausdruck kommen (Bild 2.3.).

An dem Sachverhalt, dass mit zunehmender Produktivität in der Fertigung die Aufwendungen in der Fertigungsvorbereitung steigen, hat sich auch mit der Einführung von Elementen der flexiblen Automatisierung nichts geändert. Verbessert hat sich mit dieser Fertigungstechnik die Flexibilität. Während bei der konventionellen Fertigungstechnik Erzeugnisänderungen und –modifikationen mit hohem Aufwand verbunden waren und deshalb meist nur zögerlich realisiert wurden, ermöglicht die moderne Fertigungstechnik eine effektive Fertigung auch kleiner Losgrößen.

Im Bild 2.1. ist Entwicklung und zeitliche Einordnung der Anwendung handwerklicher Produktionstechnik sowie der einzelnen Entwicklungsstufen industrieller Produktionstechnik in der deutschen Landmaschinenindustrie dargestellt.

## 2.2. Struktur der deutschen Landmaschinenindustrie

Die Ursprünge für die Herstellung von Landtechnik liegen im Bereich der Landwirtschaft und des Handwerks. Industriebetriebe sind auf diesem Gebiet in Deutschland im Vergleich zu anderen Branchen erst relativ spät entstanden. In /12/ wurden die Ursprünge der deutschen Landmaschinenindustrie für die 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts aus der Sicht der Vorgeschichte/Herkunft der Unternehmensgründer analysiert und dabei in Handwerker (20), Landwirte (11), Maschinenbauer/Techniker (7), Händler (4) und Gewerbetreibende/Kapitalanleger (39) untergliedert. Von den 81 betrachteten Unternehmen kamen fast die Hälfte der Gründer aus dem Bereich der Gewerbetreibenden bzw. es konnte die Herkunft des Gründers nicht ermittelt werden.

Die Mehrzahl dieser Unternehmen wurden als Handwerksbetrieb gegründet. Sie haben sich oftmals nur allmählich über mehrere Jahrzehnte oder sogar erst in der Folgegeneration zu einem Industriebetrieb entwickelt. Nur wenige Unternehmen wurden als Industriebetriebe gegründet bzw. sehr früh in diesem Sinne ausgerichtet. Aus den Unternehmens- und Personenporträts ist abzuleiten, dass in diesem Sinne für das 19. Jahrhundert die Firmen Rudolf Wolf, Magdeburg, Rudolph Sack, Leipzig, und Fritz Zimmermann, Halle, einzuordnen sind.

Auch in der Folgezeit waren diese vielfältigen Ursprünge in der deutschen Landmaschinenindustrie wirksam. Von STOLL /35/ wird Mitte der 1960er Jahre festgestellt, dass immer wieder auf der Grundlage einer tragfähigen Geschäftsidee Kleinbetriebe entstehen, die sich zu mittleren und schließlich zu großen Betrieben entwickeln.

	Angaben in /12/ für 1924		Angaben in /35/ für 1964*)	
	Beschäftigte	Anteil	Beschäftigte	Anteil
<b>Kleinbetriebe</b>	6 bis 50	17 %	< 300	37 %
<b>Mittelbetriebe</b>	50 bis 200	33 %	300 bis 1.000	32 %
<b>Großbetriebe</b>	> 200	50 %	> 1.000	31 %

Tabelle 2.1.: Struktur der deutschen Landmaschinenindustrie nach Angaben in /12, 35/

\*) ohne den Unternehmen mit ausschließlicher Traktorenproduktion

## Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

Unternehmensgründer, die ihre Aktivitäten mit der Entwicklung und Fertigung von Rationalisierungsmitteln für den eigenen Landwirtschaftsbetrieb begannen, sind beispielsweise Wilhelm Siedersleben mit seiner Drillmaschine in den 1850er Jahren und Heinrich Weiste mit seiner Pflanzmaschine etwa 100 Jahre später. Die für deutsche Landtechnikhersteller typischen Entstehungs- und Entwicklungsgeschichten sind demzufolge bis in die Gegenwart aktuell.

Die Folge davon ist, dass im Gegensatz zu einigen anderen Regionen die deutsche Landmaschinenindustrie während ihrer gesamten Existenz durch eine

Ausgewählte Großunternehmen aus dem Kreis der porträtierten Firmen

um die Jahrhundertwende:

Lanz, Flöther, Eckert, Sack,  
Epple&Buxbaum, Wolf

um die Mitte der 1930er Jahre:

Lanz, Hanomag, Deutz, Fahr,  
Sack, IHC Neuß, Eberhardt

für den Zeitraum von Ende der 1950er  
bis Anfang der 1970er Jahre:

Deutz, Hanomag, IHC Neuß, Claas,  
John Deere, Fahr, Fendt, Eicher, Daimler,  
Mengele, Güldner, Ködel&Böhm, Welger

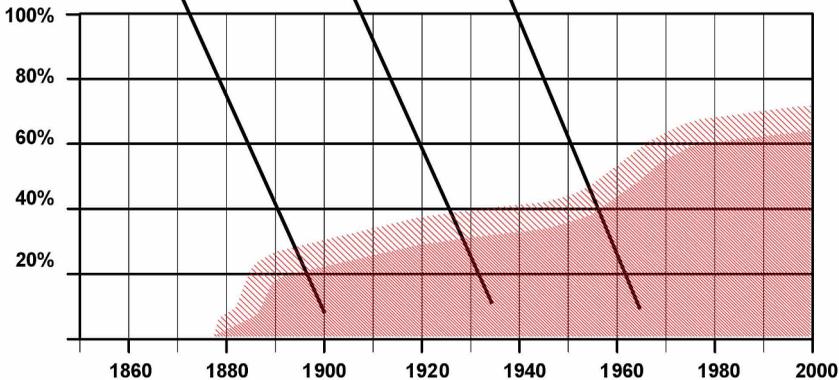


Bild 2.4.: Tendenz für die Entwicklung des Anteils der Beschäftigten der deutschen Landmaschinenindustrie in Großunternehmen

breite Palette unterschiedlicher Unternehmensstrukturen gekennzeichnet war und ist, die vom Kleinstbetrieb bis zum Großunternehmen mit mehreren Tausend Beschäftigten reicht.

Die Ermittlung einer Tendenz für die Entwicklung der Unternehmensgrößen stößt einmal auf die bereits im Abschnitt 1.2. genannten Probleme der Abgrenzung der Branche und die sich immer wieder verändernden Definitionen für Klein-, Mittel- und Großbetriebe. Im Buch sind für alle Zeitabschnitte aus der Literatur verfügbare Statistiken zur Größenstruktur der Unternehmen enthalten, die jedoch aus genannten Gründen nur bedingt vergleichbar sind.

In Tabelle 2.1. sind zwei seltene Angaben aus der Literatur aufgeführt, die nicht nur die Anzahl der Betriebe für die einzelnen Kategorien nennen, sondern auch die Anteile der Beschäftigten beziffern.

Dabei kommentiert LUBEN /12/ in der Form, dass *„man (kann) gegenüber der Vorkriegszeit auf eine nicht unwesentliche Veränderung in den Betriebsgrößen der Einzelbetriebe schließen kann; auf eine Verschiebung vom kleinen zum mittleren und vom mittleren zum Großbetriebe.“* Eine ähnliche Feststellung wird in /35/ beim Vergleich der Zahlenwerte von 1964 mit 1959 gemacht.

Nicht erstaunlich ist das unterschiedliche Verständnis der beiden Autoren von einem Klein-, Mittel- und Großbetrieb in der Landmaschinenindustrie, das sich im Verlauf von 40 Jahren gravierend geändert hat (siehe Tabelle 2.1.). Das deutet ebenfalls auf eine Tendenz in Richtung größerer Betriebe.

Unter diesem Aspekt wurden die verfügbaren Statistiken sowie die Angaben in den Unternehmensporträts ausgewertet und mittels Hochrechnungen und Schätzungen eine Tendenz für den Anteil der Beschäftigten in Großbetrieben ermittelt (Bild 2.4.), wobei im Gegensatz zu den Angaben in Tabelle 2.1. im Bild 2.4. auch die Traktorenhersteller berücksichtigt sind. Angegeben sind in den einzelnen Zeitabschnitten die als Großunternehmen eingeordneten Firmen, die im Buch porträtiert sind.

Eine andere Situation bestand in der Landmaschinenindustrie der USA (Tabelle 2.2.). Entsprechend den Angaben in /108/ wurden Ende der 1940er Jahre über 85 % der Landmaschinen und Traktoren in 8 Großunternehmen mit mehreren Tausend Beschäftigten hergestellt.

## Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

Unternehmen	Anteil am Gesamtumsatz
John Deere	17,3 %
IHC	16,8 %
Allis Chalmers	14,0 %
Ford	9,2 %
Case	8,6 %
Massey Harris	7,6 %
Oliver	5,4 %
Minneapolis Moline	3,8 %
Sonstige	17,3 %

Tabelle 2.2.: Struktur der Landmaschinenindustrie der USA Ende der 1940er Jahre nach Angaben in /108/ - Anteile der ausgewählten Großunternehmen am Gesamtumsatz der Branche von insgesamt 1.850 Mio \$ im Jahr 1949

Der ab 1970 in drei und ab 1978 in einem Kombinat zusammengefasste Landmaschinenbau der DDR war mit seinen fast 60.000 Beschäftigten in einer konzernartigen Struktur organisiert, die auf Großunternehmen mit jeweils mehreren Tausend Beschäftigten basierte.

Daneben wurde Landtechnik in größerem Umfang in Betrieben des sogenannten Rationalisierungsmittelbaus der Landwirtschaft hergestellt, die in der Regel aus ehemaligen Reparaturbetrieben der Landwirtschaft entstanden waren. Mit diesen Erzeugnissen wurden etwa 15 – 20 % des Ausrüstungsbedarfs der DDR-Landwirtschaft abgedeckt /25, 109/. Diese Unternehmen mit ihren insgesamt etwa 8.000 bis 10.000 Beschäftigten waren als Mittelbetriebe einzuordnen.

## 2.3. Zur Sortimentsentwicklung in der Landtechnik

Es kann angenommen werden, dass das Erzeugnissortiment der Landtechnik Mitte des 19. Jahrhunderts durch die Darstellungen von HAMM /6/ weitestgehend beschrieben wird. In /6/ ist es gegliedert in:

### 1. Handgeräte

### 2. Spanngeräte

- Pflüge
- Hacken
- Kultivatoren
- Eggen
- Walzen
- Transportgeräte

### 3. Maschinen

- Breitsämaschinen
- Drill- und Dibbelmaschinen
- Dreschapparate und -maschinen
- Getreidereinigungsmaschinen
- Wurzelwerkwasch- und Schneidmaschinen
- Strohschneid- und Häckselmaschinen
- Erntemaschinen (Rechen und Wender)

Neben dem vorherrschenden Handantrieb wurden in dieser Zeit Wind- und Wasserkraft sowie Göpelantriebe eingesetzt.

Ausgehend von diesem Stand setzte in den folgenden Jahrzehnten auch in Deutschland eine stürmische Entwicklung ein. Zunächst wurden immer mehr Handarbeitsgänge durch technische Arbeitsmittel ersetzt oder unterstützt. In der Folgezeit erhöhte sich die Produktivität der technischen Arbeitsmittel, wobei die höheren Produktivitätsstufen die vorangegangenen Produktivitätsstufen nicht ablösten, sondern parallel in der Landwirtschaft angewendet wurden und damit auch von der Landmaschinenindustrie bereitzustellen waren. Die Durchführung der Produktion mit unterschiedlichem Produktivitätsniveau ist durch die vielgestaltige Betriebsstruktur in der Landwirtschaft besonders ausgeprägt.

## Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

Insgesamt ist festzustellen, dass sich die Merkmale der landtechnischen Arbeitsmittel in ähnlicher Weise wie die der Produktionstechnik der Industrie entsprechend Bild 2.3 entwickelten. Unter diesem Aspekt ist in Bild 2.5. Entwicklung und zeitliche Einordnung der Anwendung der einzelnen Entwicklungs- bzw. Niveaustufen landtechnischer Arbeitsmittel dargestellt.

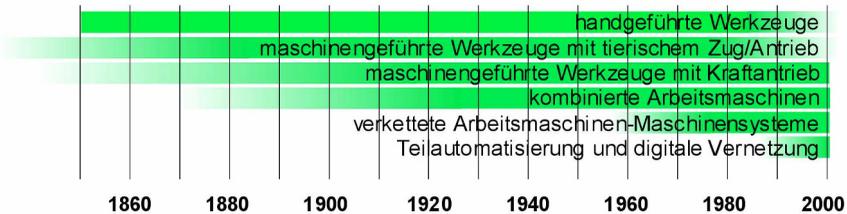


Bild 2.5.: Entwicklung und zeitliche Einordnung der Anwendung der einzelnen Entwicklungsstufen landtechnischer Arbeitsmittel

Nachfolgend werden einige Faktoren dieser Entwicklung mit ihren Wirkungen auf das Erzeugnissortiment erläutert.

Im stationären Bereich wurden ab Beginn des 20. Jahrhunderts die Dampftriebe immer mehr durch Elektroantriebe ersetzt. Einfacher Aufbau und Betrieb der Elektroantriebe führten gleichzeitig zur Ablösung der Göpel- und Handantriebe und Erweiterung des Anwendungsumfangs von Mechanisierungsmitteln, so dass die Motorisierung zunächst vor allem die Prozesse der Hofwirtschaft erfasste und zu neuen Erzeugnissen bzw. erweiterten Sortimenten in diesem Bereich führte. Dabei waren die unterschiedlichen Antriebsarten über lange Zeiträume parallel in Anwendung (siehe auch Sortiment der Firma Flöther – Tabelle 2.3.)

Der Einsatz der Traktoren in der Feldwirtschaft löste die Gespanntechnik nicht sofort ab. Bis in die 1960er Jahre waren Maschinen und Geräte sowohl für Gespanne wie auch für Traktoren mit entsprechender Wirkung auf das Sortiment anzubieten. Wenn sich die Traktoren zunächst vor allem im Leistungsbereich bis 25 PS bewegten, ging ab Ende der 1950er Jahre die Entwicklung verstärkt zu höheren Leistungen, ohne dass auf die unteren Leistungsbereiche verzichtet werden konnte. Obwohl die Gespanntechnik zunehmend abgelöst wurde, erweiterte sich damit sowohl für die Traktoren- wie auch die Landmaschinenhersteller die Sortimentsbreite erheblich.

Erzeugnisgruppe	Anzahl der Positionen	Anzahl der Varianten	Anteil Handantrieb	Anteil tier. Zug/Antrieb	Anteil Dampfantrieb
Bodenbearbeitung	39	149		100%	
Aussaatechnik	10	26		100%	
Heuwerbemaschinen (Rechen)	4	12		100%	
Dreschmaschinen und Zubehör	35	124	10%	67%	23%
Reinigungsmaschinen	4	14	100%		
Häckselmaschinen	15	54	83%	17%	
Rübenschneider/Ölkuchenbrecher	9	14	67%	33%	
Tierische Kraftantriebe (Göpel)	11	98	-	-	-
Dampfantriebe	5	37	-	-	-
<b>Gesamt/Durchschnitt</b>	<b>132</b>	<b>528</b>	<b>23%</b>	<b>70%</b>	<b>7%</b>

Tabelle 2.3.: Erzeugnissortiment der Firma Flöther entsprechend Katalog aus dem Jahr 1912 /99/. Der Durchschnitt der Antriebsarten bezieht sich auf die Anzahl der Erzeugnispositionen Arbeitsmaschinen (Zeile 1 bis 7)

Im Bild 2.6. sind Anwendungsumfang und -zeiträume für die einzelnen in der Landtechnik angewendeten Antriebsarten eingeschätzt. Für einige landwirtschaftliche Produktionsprozesse entstanden mit der Mechanisierung mehrere alternative Verfahrensvarianten, die mit entsprechenden Mechanisierungsmitteln zu untersetzen waren. So erfolgte die Getreideernte zunächst im Erntehofdrusch mit Mähmaschine bzw. Bindemäher und stationärer Dreschmaschine und ab den 1950er Jahren zunehmend mit dem Mähdrescher. Über einige Jahrzehnte existierten beide Verfahrensvarianten parallel. Für das Halmfutter, das in der Handarbeitsstufe ausschließlich als Langgut gerettet wurde, entstanden mit der Me-

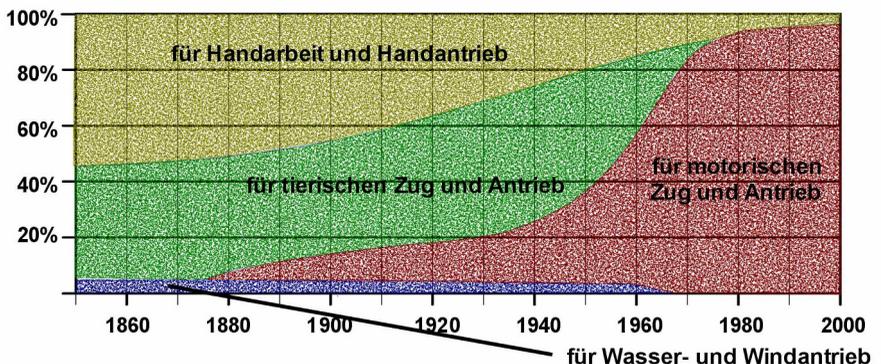


Bild 2.6.: Einschätzung des Anwendungsumfangs und der Anwendungszeiträume für die Antriebsarten in der Landtechnik

## Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

chanisierung ab den 1950er Jahren Verfahrensvarianten für die Bergung als Lang- bzw. Schnittgut, Häcksel- und Pressgut, wobei sich letzteres nochmals in Hochdruck-, Rund- und Quadergroßballen untergliedert. Auch für die Kartoffel- und Zuckerrübenerte sowie die Bodenbearbeitungs-, Aussaat-, Düngungs- und Pflanzenschutzprozesse wurden immer wieder neue Alternativverfahren mit entsprechendem Einfluss auf das Sortiment entwickelt.

Eine Zäsur für die Sortimentsentwicklung war für den Landmaschinenbau der Übergang zu selbstfahrenden Arbeitsmaschinen, der in den 1950er Jahren beim Mähdrescher eingeleitet wurde und sich in den 1990er Jahren auf fast alle Einsatzbereiche ausgeweitet hatte. Parallel dazu blieb die traktorgebundene Technik mit wenigen Ausnahmen weiterhin aktuell. Ab den 1960er Jahren rückten verstärkt die ergonomischen Anforderungen für das Bedienpersonal ins Blickfeld, was zunehmend aufwendigere Lösungen für die Gestaltung der Bedienplätze zur Folge hatte. Ab den 1980er Jahren sind es die Lösungen zur Prozessautomatisierung, die das Teilesortiment der Erzeugnisse erhöhen.

Zusammengefasst ist festzustellen, dass vor allem folgende Faktoren für die Sortimentsentwicklung maßgebend sind:

Die Handarbeit wurde zunehmend durch Mechanisierungsmittel ersetzt und damit weitere Bereiche für die Technik erschlossen – es entstanden und entstehen immer wieder neue Maschinenarten.

Eine entscheidende neue Maschinenart waren die Kraftmaschinen. Das waren zunächst die Dampfmaschinen und später die Elektromotoren für die Arbeitsmaschinen im stationären Bereich der Landwirtschaft. Dabei wurden die Elektromotoren keine Erzeugnisse der Landmaschinenindustrie.

Die Kraftmaschinen brachten nicht nur die Möglichkeiten zur Erhöhung der Leistungsparameter der Arbeitsmaschinen, sondern gestatteten auch komplexere Maschinen und damit neue Maschinenarten. Gleichzeitig erhöht sich ständig die Spannweite des Produktivitätsniveaus der angewendeten Kraft- und Arbeitsmaschinen.

Der Einsatz von Kraftmaschinen in der Feldwirtschaft hatte mit den Zweimaschinen-Dampfseilpflug-Systemen begonnen. Danach führte die Anwendung des Verbrennungsmotors in der Landwirtschaft zu der neuen Maschinenart Motorge-

räte/Traktoren, mit der sich die mobilen Mechanisierungsmittel grundlegend veränderten.

Für die landwirtschaftlichen Produktionsprozesse entwickeln sich zunehmend unterschiedliche Verfahrensvarianten, die parallel angewendet werden und in der Regel auch unterschiedliche Mechanisierungsmittel erfordern.

Im Bild 2.7. ist die Tendenz für die mögliche Entwicklung des Teilesortiments der Landtechnik mit der zeitlichen Einordnung der oben genannten Faktoren dargestellt.

**englisches Landmaschinensortiment nach Hamm um 1845:**  
 Pflüge, Grubber, Hackmaschinen, Eggen, Walzen, Sämaschinen, Dreschapparate, Getreidereinigungsmaschinen, Wasch- und Schneidmaschinen für Hackfrüchte, Strohschneid- und Häckselmaschinen, Heuwender, Hand- und Göpelantriebe

**Landmaschinensortiment um 2010:**  
 Erzeugnispalette zur durchgängigen Mechanisierung und Teilautomatisierung aller Prozesse der Pflanzen- und Tierproduktion mit einem breiten Spektrum für das Produktivitätsniveau und teilweise mehreren Verfahrensvarianten

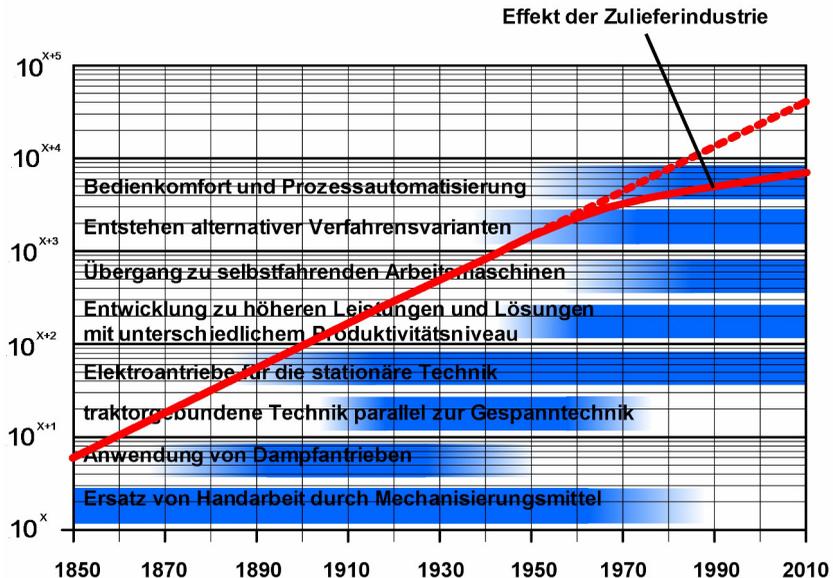


Bild 2.7.: Tendenz der Entwicklung des Teilesortimentes in der Landmaschinenindustrie mit den wichtigsten Einflussfaktoren. Dabei wurde näherungsweise eine Erhöhung des Teilesortimentes in einem Zeitraum von 20 Jahren um den Faktor 3 angesetzt - entspricht der Entwicklung mehrerer Erzeugnisprogramme des Kombi nates Fortschritt nach /101/

## Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

Als Orientierung für diese Entwicklung diente die Analyse der Erzeugnisprogramme Halmfüttererntemaschinen, Mähdrescher, Getreide- und Saatgutaufbereitungsmaschinen des Kombines Fortschritt, bei denen sich das aktuelle Teilesortiment im Verlauf von 20 Jahren jeweils um den Faktor 3 erhöht hatte /101/.

Ab den 1950er Jahren wurden zunehmend Aufgaben zur Entwicklung und Herstellung von Komponenten für die landtechnischen Finalerzeugnisse von der Zulieferindustrie übernommen. Dadurch entstand eine relative Reduzierung des Teilesortiments und der Fertigungstiefe bei den Landmaschinenherstellern.

### 2.4. Sortiment und Serienmäßigkeit der deutschen Landtechnikhersteller

Eine weit verbreitete Orientierung der deutschen Landmaschinenhersteller war im 19. Jahrhundert, als „Full-Liner“ das gesamte aktuelle Sortiment für einen regional begrenzten Markt anzubieten. Im Buch ist auf den Seiten 61 bis 66 und in der Anlage 3 sehr ausführlich das Sortiment der Firma Siedersleben von Anfang der 1870er Jahre analysiert.

Im Vergleich zu den Darstellungen in /6/ hatte sich das aktuelle Landtechniksortiment inzwischen wesentlich erweitert. Zu den oben genannten Positionen kamen unter anderem Mähmaschinen für Getreide und Gras sowie kombinierte Dreschmaschinen (Dreschorgan mit Schüttler und Reinigung) für Göpel- und Dampfantriebe. Die Firma Siedersleben, die in dieser Zeit schätzungsweise 150 Beschäftigte hatte, sicherte dieses Sortiment durch Eigenentwicklungen, durch Weiterentwicklungen von Erzeugnissen englischer Firmen, durch Nachbauten vor allem englischer Erzeugnisse und durch Handelsware ab. Bei diesem Programm und dem verfügbaren Potential war nur für wenige Erzeugnisse eine Serienfertigung möglich.

In der Regel wurde zweifellos eine Einzelfertigung nach Bestellung praktiziert. Die Maßstäbe einer industriellen Fertigung waren unter diesen Bedingungen noch sehr wenig ausgeprägt.

Der Katalog der Firma Fahr aus dem Jahr 1900 /63/ enthält auf 86 Seiten ein ähnliches Sortiment wie es von der Firma Siedersleben etwa 30 Jahre zuvor

angeboten wurde. Die Erzeugnisse hatten allerdings inzwischen wesentliche Weiterentwicklungen erfahren, was vor allem Leistungsparameter, Antriebe sowie Funktionselemente und Haltbarkeit betraf. Sie waren komplizierter und aufwendiger geworden. Im Gegensatz zu Siedersleben macht die Firma Fahr keine Angaben zum Ursprung und den Preisen ihrer Erzeugnisse. Es ist anzunehmen, dass auch die FAHR-Erzeugnisse zu dieser Zeit nicht ausschließlich Eigenentwicklungen waren. Mit etwa 150 Beschäftigten produzierte dieses Unternehmen, „*was die Kunden wollten und bei ihm bestellten*“ /32/ und damit in ähnlicher Form wie die Firma Siedersleben 30 Jahre zuvor.

Dass diese Verfahrensweise auch von Großunternehmen dieser Zeit praktiziert wurde, kann man dem Sortiment der Firma Flöther aus dem Katalog des Jahres 1912 entnehmen (siehe Tabelle 2.3.) Mit Ausnahme von Dampfseilpflügen und Mähmaschinen hatte dieses Unternehmen, das mit seinen etwa 1.200 Beschäftigten zweifellos ein Industriebetrieb war, das gesamte aktuelle Landmaschinensortiment im Programm. Bezogen auf die Anzahl der Beschäftigten war das Angebot der Anzahl der Erzeugnispositionen und –varianten gegenüber dem der Firma Siedersleben aus dem Jahr 1871 ähnlich gestaltet. Hervorzuheben ist die große Breite für die Leistungsparameter der Erzeugnisse und die Antriebsvarianten.

Ähnlich waren auch andere große und mittlere Unternehmen dieser Zeit aufgestellt. Darunter die Firmen Eckert, Zimmermann, Epple & Buxbaum, Dehne und Badenia, die allerdings auch zu dem Kreis von Unternehmen gehörten, der in den Krisenzeiten der 1920er Jahre in Schwierigkeiten geriet.

Im Gegensatz dazu waren die Firmen Wolf und Lanz mit ihrer Orientierung auf Dampfantriebe und die dazugehörenden großen Arbeitsmaschinen, vor allem Dreschmaschinen, die sie mit ihrem gewaltigen Potential in einer effektiven industriellen Serienfertigung für einen mit entsprechenden Mitteln erschlossenen internationalen Markt herstellen konnten, eine Ausnahmeerscheinung der deutschen Landmaschinenindustrie dieser Zeit. Allerdings war auch dieses Konzept nur zeitweise tragfähig. Die Firma Wolf stieg in den Krisenzeiten der 1920er Jahre aus dem Landmaschinengeschäft aus und die Firma Lanz hatte mit einer Reduzierung der Belegschaft auf weit unter 50 % in dieser Zeit einen gravierenden Tiefstand.

## Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

Die Spezialisierung auf ein eingeschränktes Sortiment wurde ebenfalls von vielen Unternehmen bereits in der Anfangsphase praktiziert. Sie erforderte in Abhängigkeit von der Unternehmensgröße in der Regel einen überregionalen Markt, einschließlich Exporte.

Prädestinierte Programme waren die Bodenbearbeitungstechnik, ggf. kombiniert mit der Aussaattechnik (z. B. die Firmen Sack, Eberhardt, Wermke und Schwartz), die Dampfpflugsysteme (z. B. die Firmen Heucke und Kemna) sowie die Getreidereinigungs- und Sortiermaschinen (z. B. die Firmen Röber und Mayer).

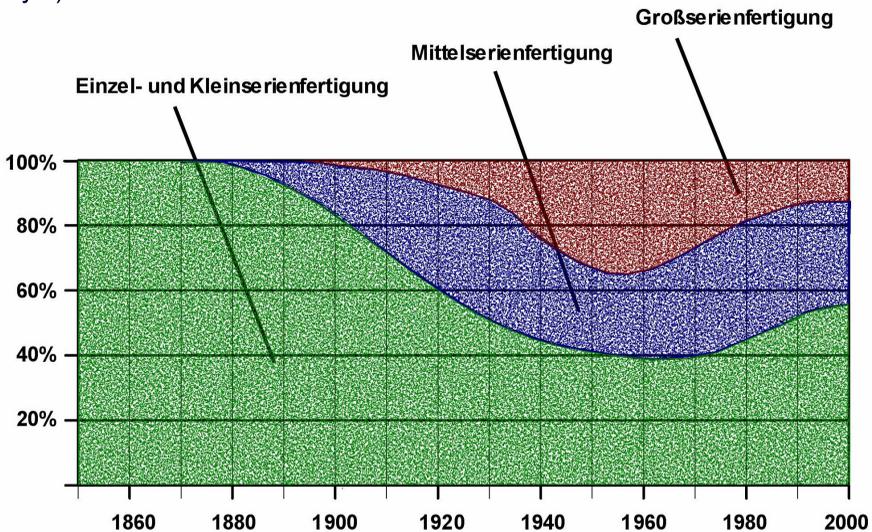


Bild 2.8.: Tendenz für den Seriencharakter der Produktion in der deutschen Landmaschineindustrie, abgeschätzt auf der Grundlage der Betriebsgrößen und Sortimente der Unternehmen. Ohne Landmaschinenbau der DDR, der hauptsächlich im Bereich Mittel- und Großserien einzuordnen ist.

Obwohl die Bodenbearbeitungstechnik durch große Variantenvielfalt gekennzeichnet ist, kann aus den Angaben der Unternehmen und der Belegschaftsstärke abgeleitet werden, dass vor allem in der Firma Sack und etwas später auch in der Firma Eberhardt eine effektive Großserienproduktion realisiert wurde.

Die Erzeugnisprogramme mit dem größten Umsatzvolumen und damit auch die Treiber für den Ausbau der entsprechenden Unternehmen waren in der Anfangs-

phase der deutschen Landmaschinenindustrie zunächst die Bodenbearbeitungstechnik und etwas später die Dampfantriebe und kombinierten Dreschmaschinen. Letztere wurden als eines der kompliziertesten und aufwendigsten Erzeugnisse dieser Zeit von mehreren Dutzend Firmen hergestellt.

Obwohl Maschinen für die Getreide- und Halmfütterernte, vor allem Mäh- und Heuwerbemaschinen, von einigen Unternehmen bereits im ausgehenden 19. Jahrhundert angeboten wurden, entwickelten sie sich erst im 20. Jahrhundert zu einem Schwerpunkt. Als relativ einfache Erzeugnisse mit vergleichsweise geringen Anforderungen an die Variationsbreite der Lösungen haben sich zahlreiche Unternehmen mit diesem Sortiment befasst. Sie schienen auch für kleine und mittlere Unternehmen als ergänzendes „Sommerprogramm“ zur vorhandenen Bodenbearbeitungstechnik („Winterprogramm“) für eine bessere saisonale Auslastung des Unternehmens geeignet. Eine solche Kombination wurde beispielsweise von den Firmen Niemeyer und Krone und auch von der Firma Stoll in Kombination mit Zuckerrübenerntetechnik praktiziert.

Dominiert wurde dieser Markt jedoch noch lange von den amerikanischen Erzeugnissen, die ab den 1920er Jahren zunehmend aus dem Unternehmen IH Neuss kamen. Mit ihrer Spezialisierung auf diese Sortimente ist von den deutschen Unternehmen vor allem die Firma Fahr und mit einigen Abstrichen auch die Firma Bautz wirksam geworden. Tabelle 2.4. enthält Produktionsstückzahlen ausgewählter Halmfruchterntemaschinen der Firmen IH Neuss und Fahr, aus denen hervorgeht, dass in diesen Unternehmen hochgradig in Großserien produziert wurde.

Erzeugnisgruppe	Firma	Gesamtstückzahl	Produktionszeitraum	Jahresstückzahlen
Bindemäher	IH	265.529	1922 – 1961	18.554*)
Getreidemäher	IH	202.574	1911 – 1940	18.336*)
Grasmäher	IH	787.735	1915 – 1961	39.479*)
Grasmäher	FAHR	470.209	1899 - 1959	
Kreiselmäher	FAHR	351.721	1966 - 1988	15.987**)
Kreiselheuer	FAHR	699.805	1961 - 1988	25.919**)

Tabelle 2.4.: Produktionsstückzahlen der Firmen IH und FAHR nach /32/ und Angaben des Fördervereins des Landwirtschaftsmuseums Sinstden.

\*) maximale Jahresstückzahl, \*\*) durchschnittliche Jahresstückzahl

## Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

Generell ging die Entwicklung von handwerklicher Einzelfertigung über Kleinserienfertigung zur Großserienfertigung in Verbindung mit den Veränderungen in den Unternehmensstrukturen in Richtung auf größere Unternehmen. Nicht alle Sortimente hatten und haben das Potential zur Großserienfertigung. Das sind vor allem solche Erzeugnisse, für die die Anforderungspalette der Landwirtschaft sehr breit gefächert und damit das Marktpotential für die einzelnen Erzeugnisvarianten sehr begrenzt ist, oder für die die Anwendung im Vergleich zu den Hauptproduktionsprozessen der Landwirtschaft nur einen relativ geringen Umfang hat.

Relativ große Anforderungsvielfalt besteht in der Bodenbearbeitungstechnik, aber auch die Aussaat-, Düngungs- und Pflanzenschutztechnik sowie die Mechanisierungssysteme für die Hackfruchtproduktion tendieren in diese Richtung. Bereiche mit geringem Anwendungsumfang sind Sonderkulturen sowie die Obst- und Gemüseproduktion. Erzeugnisgruppen, die vom Anforderungsprofil und dem Anwendungsumfang eher das Potential für eine Großserienproduktion haben, liegen im Bereich der Getreide- und Halmfüttererntechnik. Aus dieser Sicht ist es nicht verwunderlich, dass diese Erzeugnisgruppen neben den Traktoren in den letzten Jahrzehnten zum Umsatzträger der Landmaschinenindustrie und damit auch eine Domäne der Großunternehmen geworden sind. In /35/ wird aus Sicht und den Erfahrungen eines mittelständischen Unternehmers Mitte der 1960er Jahre festgestellt, dass Erzeugnisse mit geringem Marktpotential/Stückzahlen von Klein- und Mittelbetrieben besser als von Großbetrieben bewältigt werden.

Generell sind die Landtechnikhersteller damit konfrontiert, dass sich mit steigenden Leistungsparametern der Erzeugnisse das stückzahlmäßige Marktpotential reduziert. Auch wenn dem einige Faktoren, wie z.B. die Verkürzung und damit Optimierung der Einsatzzeitspannen, entgegenwirken, ergibt sich eine sinkende Tendenz für die Fertigungsstückzahlen. Nach Untersuchungen in /101/ zum Mähdescherprogramm des Kombi-Fortschritt reduzierte sich die Stückzahl der Mähdescherlieferungen auf den Inlandmarkt, für den eine 100 %ige Ausstattung mit diesen Erzeugnissen erfolgte, beim Wechsel zur zweiten und dritten Erzeugnisgeneration entsprechend den Angaben in Tabelle 2.5.

In /130/ wird für die Fertigung im Maschinenbau nach Einzel-, Serien- und Massenfertigung mit folgenden Merkmalen differenziert:

**Einzelfertigung:** einmalige bzw. sich nicht regelmäßig wiederholende Fertigung kleiner Mengen mit hohem Rüstaufwand, z.B. Werkzeugmaschinen

**Serienfertigung:** regelmäßige Wiederholung der Fertigung, Fertigung in Losen mit weniger Rüstaufwand, z.B. Automobilindustrie

**Massenfertigung:** an den Arbeitsplätzen werden ständig bzw. über längere Zeiträume die gleichen Arbeitsgegenstände gefertigt (ohne Umrüsten), z.B. Normteilindustrie

	II. Mährescher- generation	III. Mährescher- generation
Leistungsbedingte Stückzahlreduzierung	auf etwa 45 %	auf etwa 25 %
Tatsächliche Stückzahlreduzierung	auf etwa 70 %	auf etwa 45 %

Tabelle 2.5.: Leistungsbedingte und tatsächliche Stückzahlreduzierung der II. und III. Mähreschergeneration des Kombines Fortschritt gegenüber der I. Mähreschergeneration nach /101/

In der Landmaschinenindustrie sind Einzel-, Serien- und Massenfertigung anzutreffen, wobei die Massenfertigung eine Ausnahmeerscheinung ist und sich auf wenige Einzelteile/Komponenten wie beispielsweise Mähfinger und Mähmeserklingen beschränkt. In der Serienfertigung ist die Landmaschinenherstellung mit ihren Stückzahlen in der Regel weit unter der Automobilherstellung angesiedelt und weist damit gegenüber diesem Bereich auch wesentliche Unterschiede bezüglich der angewendeten Fertigungstechnik und -organisation auf.

Durch die große Spannweite der Produktionsstückzahlen in der Landmaschinenherstellung erscheint es zur besseren Charakterisierung der unterschiedlichen Gegebenheiten der Fertigung zweckmäßig, die Serienfertigung weiter nach Klein-, Mittel- und Großserien zu differenzieren. Berücksichtigt man komplexere Erzeugnisse mit einigen Hundert Zeichnungsteilen, dann kann man in der Landmaschinenherstellung bei Tagesstückzahlen  $< 5$  von einer Einzel- bzw. Kleinserienfertigung und bei Tagesstückzahlen  $> 20$  von einer Großserienfertigung sprechen.

## Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

Unter diesem Aspekt wurde mit dem Bild 2.8. der Versuch unternommen, die Entwicklung der Anteile von Klein-, Mittel- und Großserienproduktion für die Branche darzustellen. Welche Seriengrößen in die einzelnen Kategorien einzuordnen sind, das ist für jede Erzeugnisgruppe auch innerhalb der Landtechnik unterschiedlich. Hinzu kommen die zeitlichen Veränderungen in Verbindung mit der angewendeten Fertigungstechnik und –organisation. Außerdem ist zu betrachten, ob man unter einer Serie nur völlig gleichartige Erzeugnisse oder eine Erzeugnisgruppe mit mehreren Erzeugnispositionen und –varianten versteht.

Mit der Darstellung im Bild 2.8. soll lediglich sichtbar gemacht werden, dass das Hoch für Großserien in einer Zeit lag, wo relativ einfache Maschinen mit wenigen Varianten in großen Stückzahlen abgesetzt werden konnten. Davor hatten nur wenige Unternehmen das Potential für Großserien. Obwohl danach die Tendenz zu größeren Unternehmen bestand, haben steigender Wertumfang je Erzeugnis und die wachsende Sortimentsbreite die Möglichkeiten für Großserien wieder eingeschränkt.

Zum Landmaschinenbau der USA Ende der 1940er Jahre schreibt KLOTH in /108/: *„Grosse Firmen konnten sich entwickeln, die kapitalkräftig sind und Entwicklung und Herstellung der Maschinen in ganz anderer Weise durchführen können als die vielen industriellen Mittel- und Kleinbetriebe Europas. ... bei weitem der grösste Teil der amerikanischen Landmaschinen (wird) von wenigen grossen Firmen, d.h. in grosser Stückzahl, hergestellt (wird). Die tägliche Produktion von Schleppern liegt bei jeder grossen Firma (siehe auch Tabelle 2.2.) zwischen 100 und 500 Stück. Bei Arbeitsmaschinen, z.B. Mähdreschern, kommt sie in die gleiche Grössenordnung.“*

Das Erzeugnissortiment des DDR-Landmaschinenbaus wurde bereits in den 1950er Jahren auf die Ausstattung der landwirtschaftlichen Großbetriebe ausgerichtet. Damit waren die Varianten für unterschiedliche Verfahren und unterschiedliche Stufen im Produktivitätsniveau stark eingeschränkt. Dieses vergleichsweise geringe Erzeugnissortiment konnte in relativ hohen Stückzahlen in großen Wirtschaftseinheiten entwickelt und effektiv produziert werden. Dabei war durch die in der DDR ungenügend ausgeprägte Zulieferindustrie eine relativ hohe Fertigungstiefe erforderlich. Tabelle 2.6. enthält die Produktionsstückzahlen ausgewählter Erzeugnisgruppen.

Erzeugnisgruppe	Gesamtstückzahl	Produktionszeitraum	Jahresstückzahl*)
Mähdrescher	100.540	1955 - 1989	4.200
Selbstfahrende Feldhäcksler	87.650	1971 - 1989	4.900
Selbstfahrende Schwadmäher	90.380	1971 - 1989	5.000
Sammelpresen	176.150	1953 - 1989	6.700
2- und 3-reihige Kartoffelsammel- und –vollernter	113.700	1955 - 1989	3.800
Getreide- und Saatgutaufbereitungsmaschinen	178.000	1949 - 1989	6.600

Tabelle 2.6.: Produktionsstückzahlen ausgewählter Erzeugnisgruppen des DDR-Landmaschinenbaus nach /25/

\*) Durchschnittliche Jahresstückzahlen in den 1970er und 1980er Jahren

Die hohen Stückzahlen dieses Erzeugnissortiments wurden auch deshalb möglich, weil auf den Hauptexportmärkten in der Sowjetunion und den osteuropäischen Ländern weitestgehend die gleichen Anforderungen und Einsatzbedingungen wie im Inland bestanden.

Ab den 1970er Jahren wurden mehr als 80 % der Landmaschinenproduktion exportiert. In einigen Erzeugnisprogrammen wie der Halmfüttererntetechnik und den Getreide- und Saatgutaufbereitungsmaschinen lag die Exportquote weit über 90 %. Vor allem die selbstfahrenden Halmfüttererntemaschinen sowie die Getreide- und Saatgutaufbereitungsmaschinen wurden in Seriengrößen produziert, die für diese Erzeugnisgruppen Seltenheitswert haben.

### 2.5. Sortiment und Serienmäßigkeit der deutschen Traktorenhersteller

Die Motorisierung der landwirtschaftlichen Produktion auf der Basis von Verbrennungsmotoren war für die etablierten Landtechnikhersteller zunächst nicht von Interesse. Auf diesem Gebiet wurden vorwiegend Neueinsteiger tätig, die sich ab den 1920er Jahren in einem Verband „Deutsche Kraftpflug-Industrie“ organisiert hatten /10/. Die Motorgeräte- und Traktorenhersteller waren damit mehr oder weniger eine eigenständige Branche, die zwar mit den Landtechnikherstellern zusammenwirkte, aber erst Anfang der 1960er Jahre auch organisatorisch zu einer Einheit wurden /10/.

An den Arbeiten zur Lösungsfindung für die richtige Variante der Motorisierung beteiligten sich neben einigen größeren Unternehmen des Maschinen- und Fahrzeugbaus, darunter die Firmen Klöckner-Humboldt-Deutz, Hanomag und Daimler-Benz, vor allem kleine, meist sogar speziell für diese Aufgabe gegründete Unternehmen, darunter die Firmen Stock und Pöhl.

Nach /16, 20, 21/ waren in Deutschland in der Zeit von 1900 bis 1945 mindestens 77 Unternehmen auf dem Gebiet der Traktoren- und Motorgeräteentwicklung und -herstellung für die Landwirtschaft tätig. Zu den ersten Lösungsansätzen gehörten der Motortragpflug der Firma Stock, der Landbaumotor der Firma Lanz, bei dem schon sehr früh versucht wurde, statt der Zugleistung die Antriebsleistung des Motorgerätes für die Bodenbearbeitung zu nutzen, sowie der Standardtraktor der Firma Pöhl.

Bevor sich schließlich das Konzept des Standardtraktors durchsetzte, sind in Deutschland unzählige Varianten von Motorgeräten entstanden. Dabei hat zweifellos der amerikanische Fordson-Traktor, der durch seine technischen und ökonomischen Parameter schließlich auch in Deutschland überzeugen konnte, zu dieser Entwicklung entscheidend beigetragen. Allein die in /21/ aufgeführten Erzeugnisse der in Berlin ansässigen Unternehmen vermitteln eine eindrucksvolle Vielfalt. (Siehe auch Buch; Seiten 101 ff.) In /20/ sind für 38 Unternehmen dieser Zeit die wichtigsten Erzeugnisse dargestellt, auf die weitestgehend die Bezeichnung „Traktor“ zutrifft.

In den Tabellen 2.7. und 2.8. sind die Anzahl der Modelle dieser Unternehmen aufgeführt. Zählt man die Unternehmen hinzu, für die solche Angaben nicht ver-

füßbar waren, die aber sicherlich je mit mindestens einem Modell in Erscheinung getreten sind, dann umfasste das Angebot bis Ende der 1930er Jahre mehr als 200 Traktormodelle.

Erzeugnisprogramm	Anzahl der Unternehmen
Mit 1 Modell	5
Mit 2 Modellen	6
Mit 3 Modellen	7
Mit 4 Modellen	6
Mit 5 Modellen	6
Mit 6 Modellen	3

Tabelle 2.7.:  
Motorgeräte-/Traktorenhersteller  
und die bis Anfang der 1940er  
Jahre angebotene Anzahl von  
Modellen entsprechend den Dar-  
stellungen in /20/

Firma	Beginn der Produktion von Motorgeräten	Anzahl der Modelle
Heinrich Lanz AG, Mannheim	1913	18
Stock-Motorpflug GmbH, Berlin	1908	12
Rheinstahl Hanomag AG, Hannover	1919	9
Klöckner-Humboldt-Deutz AG, Köln	1907	7
Pöhl-Werke, Gößnitz	1913	7

Tabelle 2.8.:  
Motorgeräte-/Traktorenhersteller aus der Zeit bis 1945 mit der breitesten  
Modellpalette nach /20/

Nach Angaben in /20, 27/ lag der Bestand an Traktoren und Motortragspflügen Ende der 1920er Jahre in Deutschland bei etwa 10.000 Stück und Ende der 1930er Jahre bei 30.000 bis 40.000 Stück. Wird angenommen, dass Ex- und Import dieser Erzeugnisse etwa gleich waren und vor allem die Motortragspflüge sowie die Traktoren bis zur Anwendung der Luftreifen nur eine Nutzungsdauer von etwa 4 Jahren hatten, dann wurden in diesen 20 Jahren von den 77 Herstellern etwa 100.000 bis 120.000 Motorgeräte für die deutsche Landwirtschaft hergestellt. Die Landwirtschaft war allerdings nur einer von mehreren Abnehmern. Vor allem die luftbereiften Traktoren ab Mitte der 1930er Jahre kamen hochgradig im Transportwesen zum Einsatz.

## Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

Bei solchen Stückzahlen entstanden die Traktoren in dieser Zeit vorzugsweise in Einzel- und Kleinserienfertigung. Hinzu kommt, dass durch die noch nicht ausgeprägte Zulieferindustrie die Mehrzahl der Komponenten, vor allem auch Motor und Triebwerk, selbst entwickelt und produziert werden mussten. Die daraus resultierende hohe Fertigungstiefe mit einer breiten Palette von Fertigungstechniken war für die Traktorenhersteller eine hohe Belastung und ineffektiv. Der Zukauf von Motoren wurde erst in den 1930er Jahren durch entsprechende Angebote aktuell. Für Triebwerke wurden Ende der 1930er Jahre die Firmen Prometheus und ZF Friedrichshafen aktiv.

Henry Ford hatte mit der Einführung der Fließbandfertigung in der Automobilproduktion neue Maßstäbe gesetzt. Das hatte zweifellos auch Einfluss auf Konstruktion und Fertigung des aus dem gleichen Hause stammenden ersten Standardtraktors Fordson. Im Ergebnis konnte Ford diesen Traktor in Deutschland für einen Preis anbieten, der bei etwa 27 % eines in Deutschland hergestellten etwa gleichwertigen Erzeugnisses (Pöhl-Ackerbaumaschine) lag /33/. Im Bild 2.1. sind die beiden Erzeugnisse auf der Grundlage ihrer Preise/ Fertigungskosten eingezeichnet. In Tabelle 2.9. sind zwei Zahlenpaare für die sich daraus ergebenden Serienstückzahlen beider Erzeugnisse angegeben, die auch im Bild 2.1. eingezeichnet sind.

Tabelle 2.9.: vergleichbare Serienstückzahlen für die Pöhl-Ackerbaumaschine und den Fordson-Traktor auf der Grundlage der Preisangaben in /33/

Erzeugnis	Serienstückzahl	
	Variante 1	Variante 2
Pöhl-Ackerbaumaschine	50	100
Fordson-Traktor	3.000	5.000

Abgehoben von diesen Gegebenheiten hat sich zweifellos die Firma Lanz, die als einziger der etablierten großen Landmaschinenhersteller auf dem Gebiet Traktoren tätig wurde und über längere Zeit erfolgreich war. Der Einzylinder-Zweitakt-Glühkopfmotor war die Grundlage der Lanz-Traktoren, die unter der Bezeichnung „Bulldog“ auf den Markt kamen. Nach Angaben des Unternehmens wurden bis 1925 5.000 Traktoren und bis 1942 100.000 Traktoren ausgeliefert, für deren Herstellung bereits in den 1920er Jahren die Fließbandfertigung angewendet wurde.

Als ab den 1950er Jahren die durchgängige Motorisierung der Landwirtschaft in Angriff genommen wurde, boomte die Traktorenherstellung in Deutschland.

Dabei fand das Suchen nach Ergänzungs- und/oder Alternativlösungen zum Standardtraktor seine Fortsetzung. Dazu gehörten vor allem die Geräteträger und der Unimog.

Zu den Unternehmen, die auf ihre Vorkriegsaktivitäten aufbauen konnten, kamen wiederum zahlreiche Neueinsteiger, darunter etablierte Landmaschinenhersteller wie z.B. die Firma Fahr. Bemerkenswert ist, dass dazu weiterhin nicht die Hersteller von Bodenbearbeitungsgeräten gehörten, die durch ihre Erzeugnisse eigentlich sehr eng mit dem Traktor verbunden sind.

Von den in /20/ behandelten Unternehmen wurden deren Wirkungszeiträume ermittelt. Daraus ergibt sich die in Bild 2.9. dargestellte Entwicklung der in den einzelnen Zeitabschnitten in Deutschland produzierenden Traktorenhersteller, zu denen bis Mitte der 1990er Jahre die Firma Case IH in Neuss sowie ab 1956 die Firma John Deere in Mannheim gezählt wurde.

Mitte der 1950er Jahre erreichten die Traktoreneuzulassungen mit jährlich teilweise mehr als 90.000 Stück ein Maximum. Die Import- und Exportanteile waren zu dieser Zeit noch sehr gering (Bild 2.10.), sodass diese Stückzahlen weitestgehend aus den deutschen Unternehmen kamen. Die im Bild 2.9. eingetragene Anzahl der deutschen Hersteller, die jährlich mehr als 1.000 Stück auf den deutschen Markt geliefert haben, zeigt, dass besonders in den 1950er Jahren die kleinen Hersteller sehr zahlreich und präsent waren.

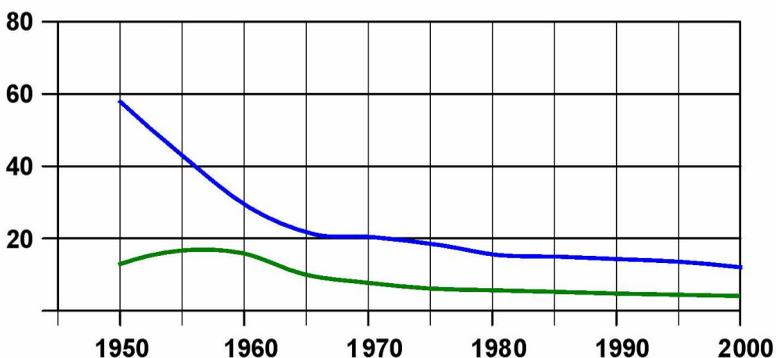


Bild 2.9.: Entwicklung der Anzahl der in Deutschland produzierenden Traktorenhersteller (obere Linie), darunter die Anzahl der deutschen Traktorenhersteller, die jährlich mehr als 1.000 Stück für den deutschen Markt geliefert haben

## Struktur und Sortiment der deutschen Landmaschinenindustrie

Durch die inzwischen entstandene leistungsfähige Zulieferindustrie, vor allem für Dieselmotoren, Triebwerke und Hydraulikkomponenten wurde es auch für Unternehmen mit geringem Entwicklungs- und Fertigungspotential möglich, sich in der Traktorenherstellung zu betätigen, wobei sich eine Vielzahl dieser Hersteller auf sogenannte Konfektionsschlepper beschränkte (Begriff wird in /20/ geprägt), die im wesentlichen aus zugekauften Komponenten bestanden.

Die vielfältige und wenig effektive Entwicklung und Herstellung von Traktoren aus den Anfangsjahren fand somit ab den 1950er Jahren zunächst eine Fortsetzung. Veränderungen setzten ab den 1960er Jahren ein, die Anfang des dritten Jahrtausends in Deutschland mit den Firmen John Deere, AGCO-Fendt und SAME-Deutz-Fahr zu drei maßgebenden Herstellern führten, die jedoch keine deutschen Unternehmen mehr sind. Ein gleichwertiger deutscher Hersteller wurde die Firma Claas, deren maßgebender Produktionsstandort für Traktoren jedoch in Frankreich liegt. Daneben existieren weiterhin einige etwas kleinere Hersteller, die jedoch weniger mit Standardtraktoren für die Landwirtschaft wirksam sind.

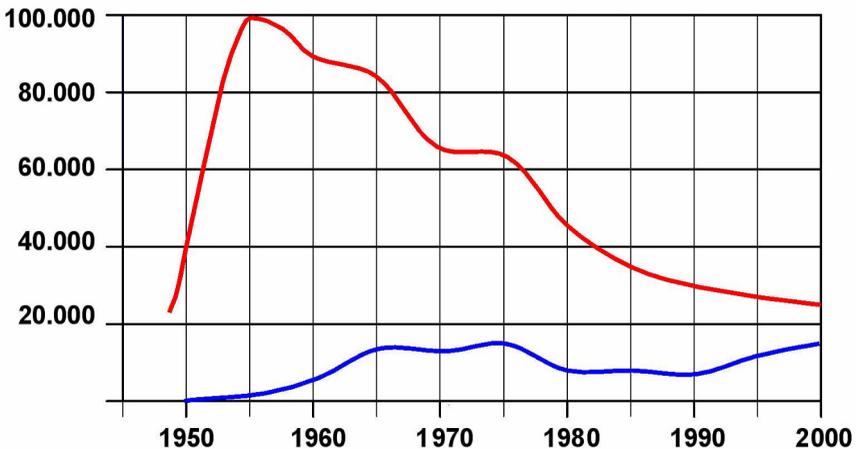


Bild 2.10.: Entwicklung der Neuzulassungen (Stück) von Traktoren in Deutschland mit dem Anteil der Importe (untere Linie)

Mit zunehmenden Exportanteilen ab den 1960er Jahren waren die deutschen Traktorenhersteller ein wichtiger Umsatzträger und mit etwa 50 % am Gesamtumsatz der Branche beteiligt.

Wesentlich überschaubarer war der Traktorenbau der DDR. Von den ursprünglich drei Herstellern in Brandenburg, Nordhausen und Schönebeck war ab Mitte der 1960er Jahre nur noch das Unternehmen in Schönebeck auf diesem Gebiet tätig. Die DDR orientierte ab diesem Zeitpunkt hochgradig auf Importe. Mit den Traktoren aus Schönebeck wurde nur die Leistungsklasse von 100 PS mit Jahresstückzahlen im Bereich von 4.000 bis 6.000 abgedeckt /25/. In den 1950er bis Anfang der 1970er Jahre wurden in Schönebeck Geräteträger mit Jahresstückzahlen bis zu 12.000 und einer Gesamtstückzahl von mehr als 120.000 hergestellt, was für diese Spezialtraktoren zweifellos Seltenheitswert hat.

### 3. Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

#### 3.1. Bedingungen und Umfeld der landtechnischen Innovationen

Die Erzeugnisse der Landmaschinenindustrie kommen als Arbeitsmittel in den landwirtschaftlichen Produktionsprozessen zur Anwendung. Ihre Entwicklung verlief bzw. verläuft analog zu denen der industriellen Produktion (siehe auch Abschnitt 2.3. und Bild 2.5.). In gleicher Weise sind im landwirtschaftlichen Produktionsprozess Arbeitskraft, Arbeitsgegenstand, Arbeitsmittel, Arbeitsverfahren und Arbeitsbedingungen wirksam und in wechselseitiger Beeinflussung (Bild 3.1.).

Die **Arbeitskraft** ist nach /100/ durch die „*physischen und geistigen Fähigkeiten des Menschen*“ definiert. In Verbindung damit hat die ergonomische Arbeitsgestaltung, mit der ein effizientes und fehlerfreies Arbeiten bei Vermeidung von gesundheitsschädigenden Belastungen zu sichern ist, ab den 1960er Jahren zunehmende Bedeutung auch für die Entwicklung der Landtechnik bekommen.

Die **Arbeitsgegenstände** sind die Stoffe und Produkte der Pflanzen- und Tierproduktion, die ihren Ausgangspunkt im Ackerboden haben.

Auf eine Spezifik der Arbeitsgegenstände in der landwirtschaftlichen Produktion wird in /100/ wie folgt hingewiesen: *„Mit Ausnahme der extraktiven Industrie, die ihren Arbeitsgegenstand in der Natur vorfindet, behandeln alle Industriezweige einen Gegenstand, der Rohmaterial, d.h. bereits durch die Arbeit filtrierter Arbeitsgegenstand, selbst schon Arbeitsprodukt ist.“* *„Tiere und Pflanzen, die man als Naturprodukte zu betrachten pflegt, sind nicht nur Produkte vielleicht der Produkte vom vorigen Jahr, sondern, in ihren jetzigen Formen, Produkte einer durch viele Generationen unter menschlicher Kontrolle, vermittels menschlicher Arbeit, fortgesetzten Umwandlung.“*

Die **Arbeitsmittel**, die in der Regel von den Erzeugnissen der Landmaschinenindustrie repräsentiert werden, sind nach /100/ *„...ein Ding oder ein Komplex von Dingen, die der Arbeiter zwischen sich und den Arbeitsgegenstand schiebt.“* *„Nicht was gemacht wird, sondern wie, mit welchen Arbeitsmitteln gemacht wird, unterscheidet die ökonomischen Epochen.“*

Mit der effektiven Gestaltung der in der Landwirtschaft notwendigen Verrichtungen, den **Arbeitsverfahren**, hatte man sich in Deutschland schon im 18. Jahrhundert befasst. Ein größeres wissenschaftliches Interesse fanden diese Themen jedoch erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts, als mit der Landarbeitslehre ein neues Lehr- und Forschungsgebiet begründet wurde /36, 110/.

Ab den 1960er Jahren entwickelte sich die Landarbeitslehre zunehmend zur Verfahrenslehre, woraus schließlich die neue Wissenschaftsdisziplin „Technologie der landwirtschaftlichen Produktion“ entstand /111, 112/.

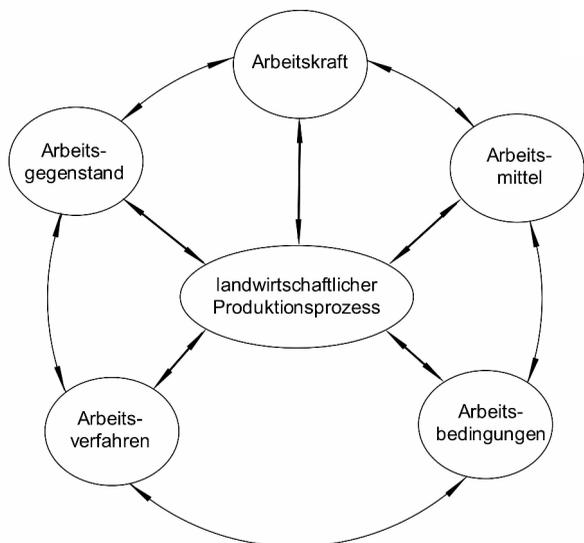


Bild 3.1.: Wechselbeziehungen zwischen den Elementen des Arbeitsprozesses in der landwirtschaftlichen Produktion

Die **Arbeitsbedingungen** sind zunächst die Gegebenheiten und die Gestaltung des Arbeitsplatzes, mit denen sich vor allem Landarbeitslehre/Technologie und Ergonomie befassen. Zusätzlich sollen hier die natürlichen Gegebenheiten, wie Bodenbeschaffenheit, Wasserversorgung und klimatische Verhältnisse, sowie die strukturellen Bedingungen, vor allem die Betriebs- und Flächenstruktur und die Betriebsgrößen als wesentliche Faktoren der landwirtschaftlichen Produktion in Betracht gezogen werden.

## Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

Somit sind die Erzeugnisse der Landmaschinenindustrie als Arbeitsmittel der integrierte Bestandteil eines umfassenden Komplexes, der bei der Entwicklung, Herstellung und Vermarktung dieser Erzeugnisse immer in seiner Gesamtheit betrachtet werden muss. Der Ausgangspunkt für Veränderungen sind in der Regel Schwachstellen in den Abläufen und Ergebnissen der aktuellen Prozesse.

Vom Autor wurde in /27/ die langfristige Entwicklung der landwirtschaftlichen Produktionsprozesse in Deutschland analysiert und dargestellt, wobei sichtbar wird, dass für die Beseitigung von Schwachstellen die Veränderungen bei den Arbeitsmitteln zwar eine wichtige Rolle spielen, die Lösung jedoch meist nur in Verbindung mit Veränderungen bei den anderen Faktoren, insbesondere den Arbeitsverfahren und Arbeitsgegenständen möglich wurde.

Auch die Wechselwirkung zwischen Arbeitsmittel und Betriebs-/Flächenstruktur wurde ab den 1960er Jahren in der DDR genutzt, als an die Landwirtschaftsbetriebe die Mähdrescher nur im 5er-Pack verkauft wurden mit dem Ziel, die Einsatzbedingungen an die Leistung der Mähdrescher anzupassen /101/.

Die Handarbeitsstufen, die über Jahrhunderte die landwirtschaftliche Produktion charakterisierten, waren noch bis weit in die 1950er Jahre Gegenstand der Landarbeitsforschung. So wurde beispielsweise in den 1930er Jahren das Pomritzer Handarbeitsverfahren für die Rübenenernte entwickelt und danach über einige Jahrzehnte breit angewendet, obwohl es bereits einige Mechanisierungslösungen für diesen Prozess gab. Durch das verfügbare Arbeitskraftpotential war die Rübenenernte zu diesem Zeitpunkt noch keine Schwachstelle /33/ (siehe auch Abschnitt 3.3.).

Ab Anfang der 1960er Jahre wurde von der Landwirtschaft der DDR auf die Anwendung industriemäßiger Produktionsmethoden auf der Basis von Maschinensystemen orientiert /113, 114/. Besonderheiten der landwirtschaftlichen Produktionsprozesse sind im Vergleich zu den industriellen Produktionsprozessen vor allem, dass sie hochgradig in der freien Natur ablaufen, die einzelnen Prozessstufen räumlich und zeitlich teilweise sehr weit voneinander getrennt sind und biologisches Rohmaterial mit einer breiten Palette von oftmals nicht exakt definierbarer Eigenschaften zu bearbeiten ist. Einige dieser Besonderheiten treffen auch auf Bereiche außerhalb der Landwirtschaft zu.

Ein entscheidender Aspekt dieser Orientierung ist, dass die Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse als wesentlicher Bestandteil der landwirtschaftlichen Produktionsprozesse in die Betrachtungen einzubeziehen sind und einen höheren Stellenwert erhalten.

Die Landwirtschaft wird oftmals als Transportunternehmen wider Willen bezeichnet. In /117/ ist dazu vermerkt: *„Da alle Ernteprozesse mit Transport, Umschlag und Lagerung verbunden sind, werden durch ihre technische, technologische und organisatorische Gestaltung die Einhaltung agrotechnischer Termine und damit auch der Ertrag sowie Aufwand und Nutzen im jeweiligen Verfahren in hohem Maß entschieden.“*

Ein weiterer Aspekt ist, dass das einzelne landtechnische Arbeitsmittel nicht nur in Verbindung mit Arbeitsgegenstand und Arbeitsverfahren zu betrachten, sondern als Bestandteil einer Linie/Kette bzw. eines Systems, dessen Anfang und Ende durch die Definition von Ausgangs- und Endprodukt des Prozesses bestimmt sind.

Nach /115/ sollte die Abgrenzung der Maschinensysteme so erfolgen, dass sie auf den Innovationsprozess mit seinen potentiellen Veränderungen sowohl der Arbeitsmittel wie auch der Arbeitsverfahren und Arbeitsgegenstände fördernd wirkt. So führte die Betrachtung des Maschinensystems Kartoffelproduktion vom Anbau bis zur vermarktungsfähigen Kartoffel einmal dazu, dass durch die Gestaltung der Anbauverfahren und –prozesse eine klutenarme Aufnahme des Erde-Kartoffel-Beimengungs-Gemisches durch die Erntemaschine erfolgt und die Beimengungstrennung, die auf der Erntemaschine in den 1970er Jahren nur sehr unvollkommen und mit hohem Aufwand möglich war, in eine stationäre automatische Trennanlage verlegt wurde /27, 118/.

Ergebnis dieser Orientierung ist, dass der Landmaschinenbau der DDR ab Mitte der 1960er Jahre seine Erzeugnisse als Bestandteil von entsprechenden Maschinensystemen entwickelt und zusammen mit der Technologie für die Prozessdurchführung an seine Kunden geliefert hat. Im Bild 3.2. ist das Verständnis von den Maschinensystemen der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft nach /116/ dargestellt. Ein Beispiel für diese Verfahrensweise ist das Maschinensystem Halmfutterproduktion- und Halmfutterbearbeitung, das Ende der 1960er Jahre auf der Grundlage der beiden Schlüsselmaschinen Schwadmäher und Feld-

# Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

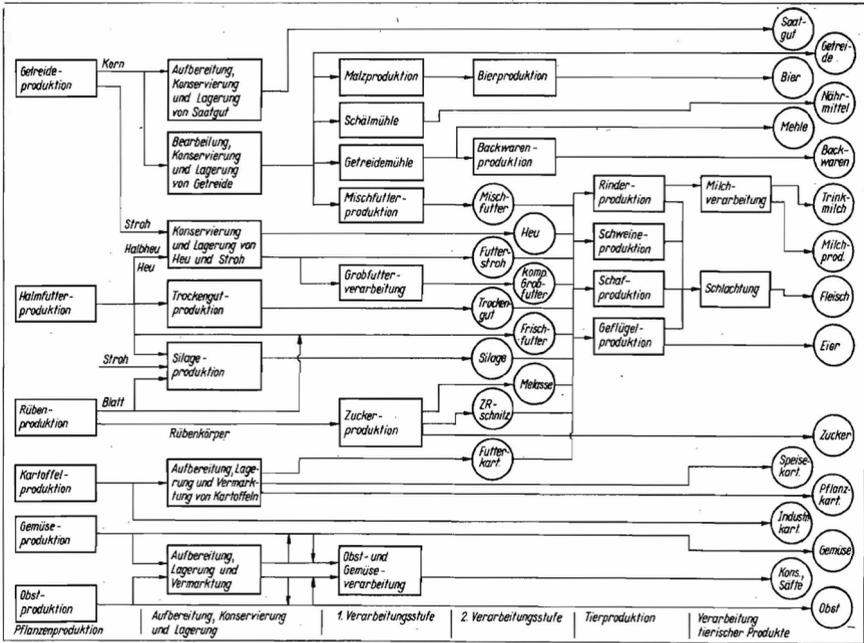


Bild 3.2.: Schematische Übersicht über die Maschinensysteme für die Land- und Nahrungsgüterwirtschaft nach /116/

Prozesselemente	Verfahrenselemente	Maschinensystemelemente
Produktionsprozess	Produktionsverfahren	Maschinensystem
Prozessabschnitt	Verfahrensabschnitt	Maschinenlinie/-kette
Arbeitsgang	Verfahrensschritt	Maschine
Grundoperation	Technologisches Grundelement	Baugruppe/Funktionselement

Tabelle 3.1.: Zuordnung von Prozess-, Verfahrens- und Maschinensystemelementen nach /116/

häcksler entstand. Beide Erzeugnisse sind Selbstfahrer, was für diese Zeit noch nicht die Standardlösung war. Sie sind in ihren technologischen und Leistungsparametern praktisch als eine Einheit konzipiert und bilden zusammen mit den Arbeitsmitteln für Transport und Einlagerung in die Silos und Lagerräume das Maschinensystem /119/, mit dem das von der Agrarforschung für die Bedingungen in Mitteleuropa entwickelte Verfahren der Welksilageproduktion optimal und vor allem durchgängig realisiert werden konnte.

Verfahren und Maschinen wurden als Einheit in großem Umfang in die Sowjetunion und die osteuropäischen Länder exportiert und haben so das Verfahren der Welksilageproduktion in dieser Region eingeführt und verbreitet.

Industriemäßige Produktionsmethoden auf der Basis von Maschinensystemen, die der Definition in /100/ genügen und die mit ersten Elementen der Digitalisierung und Vernetzung (siehe auch „Landwirtschaft 4.0“ in /92/) angereichert sind, gehören inzwischen zum Erscheinungsbild der deutschen Landwirtschaft.

Obwohl diese Art von Landwirtschaft nicht die ungeteilte Zustimmung der Öffentlichkeit findet, dürfte sie doch die Voraussetzung dafür sein, dass in Zukunft ausreichend Nahrungsmittel für die weiter steigende Weltbevölkerung produziert werden. Die Innovationstätigkeit der deutschen Landmaschinenindustrie wird sich demzufolge vor allem an diesen Maßstäben orientieren. Zunächst kann sich die Gesellschaft jedoch diese Produktion auch noch auf den niederen Niveaustufen leisten.

Das /120/ entnommene Bild 3.3. ist gestellt und soll einen Eindruck von den Unterschieden moderner und historischer Landtechnik vermitteln. Dabei ist auch die aktuelle Praxis oft noch dadurch charakterisiert, dass nicht passfähige Mechanisierungsmitteln miteinander kombiniert sind und damit keinen effektiven und schwachstellenfreien Prozessablauf im Sinne durchgängig optimierter Systemlösungen sichern können.



Bild 3.3.: Die Kombination von historischer und moderner Landtechnik soll hier als Beispiel für nicht aufeinander abgestimmte Mechanisierungsmittel dienen

## Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

In den kleinen und mittelständischen Unternehmen der deutschen Landmaschinenindustrie war und ist eine maschinensystembasierte Betrachtungsweise und Innovation durch das eingeschränkte Erzeugnisprogramm, das oftmals noch zwei im landwirtschaftlichen Prozess weit auseinander liegende Bereiche wie beispielsweise die Bodenbearbeitung und Halmfütterernte bedient, in der Regel nicht gegeben. Im Sinne von Systemlösungen agieren deshalb heute vor allem die Großunternehmen auf der Grundlage eines entsprechend breiten Erzeugnisprogramms.

Aktuell wurde der Maschinensystemgedanke beispielsweise bei der Firma Grimme in den 1990er Jahren, als man begann, das bisherige Programm Kartoffelerntetechnik durch Mechanisierungsmittel für die Prozesse vor und nach der Kartoffelernte zu ergänzen /86/.

### 3.2. Entwicklung der Methoden und Instrumentarien für den Innovationsprozess

Betrachtet man die Voraussetzungen sowie die Art und Weise der Entwicklung von landtechnischen Arbeitsmitteln, dann waren es in der vorindustriellen Zeit die Erfahrungen der Vorfahren, die in Verbindung mit Intuition und Experiment immer wieder zu tragfähigen neuen Lösungen führten. Dabei war das Bedürfnis zur gravierenden Veränderung der landtechnischen Arbeitsmittel über viele Jahrhunderte nicht besonders ausgeprägt /15/.

Als mit der einsetzenden Industrialisierung die Landtechnik zunehmendes Interesse fand, vollzog sich auch der Übergang von der handwerklichen zur industriellen Entwicklung und Herstellung der landtechnischen Arbeitsmittel. Die industrielle Herstellung eines Erzeugnisses bedarf einer technischen Vorbereitung, die in der Regel aus der konstruktiven Entwicklung sowie der Erstellung der Technologie und der Bereitstellung der Technik für die Fertigung besteht. Im Bild 3.4. ist der Prozess der technischen Vorbereitung von Erzeugnissen mit seinen Elementen und Phasen mit dem Stand der 1970er Jahre in der DDR nach /121/ dargestellt.

Der konstruktive Entwicklungsprozess kann vereinfacht in den schöpferischen Teil und die „Produktion“ von Zeichnungen untergliedert werden. Nach /102/ führt *„der Weg zur technisch-wirtschaftlich ausgereiften Konstruktion vollständiger techni-*

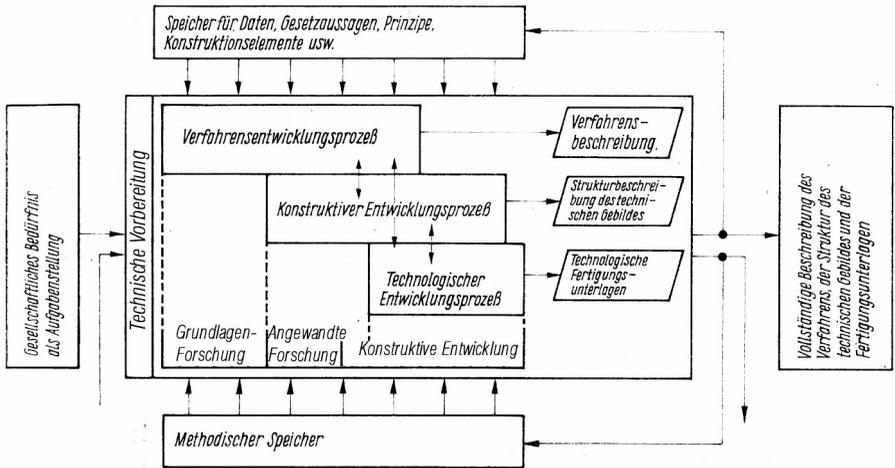


Bild 3.4.: Elemente und Phasen der Technischen Vorbereitung von Erzeugnissen nach /121/. Gegenüber der Originaldarstellung wurden einige Abkürzungen ausgeschrieben

scher Gebilde von der Idee über Funktionsskizzen zum technisch orientierten maßstäblichen Entwurf.“ Danach erfolgt die Detaillierung in Baugruppen- und Einzelteilzeichnungen, die gelegentlich aus der Sicht der Planbarkeit dieser Prozesse auch normiert wird in der Form, dass es Vorgaben in Stunden je Einzelzeichnungsoiginal für den Konstrukteur gibt /101/.

Da in der Regel eine erste Konstruktion noch nicht alle Anforderungen an das Erzeugnis erfüllt und damit keine Marktreife besitzt, folgen zunächst der Bau und die Erprobung von Mustern/Prototypen. Üblich sind dabei in Abhängigkeit vor allem vom Neuheitsgrad und der Komplexität des Erzeugnisses folgende Stufen /121/:

- **Forschungsmuster** zum Nachweis der Tragfähigkeit des Erzeugniskonzepts
- **Funktionsmuster** zum Nachweis der Funktion und Haltbarkeit
- **Fertigungsmuster** zum Nachweis von Fertigungstechnologie und Herstellkosten
- **Nullserie** als abschließender Nachweis für alle Zielstellungen und die Marktarbeit

## Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

Handelt es sich um Erzeugnisse mit saisonal begrenzten Einsatzzeitspannen, dann sind für einen solchen in der Landtechnikentwicklung typischen Verlauf im Minimum vier Jahre erforderlich. Voraussetzung ist dabei, dass die Muster rechtzeitig zur Einsatzkampagne zur Verfügung stehen und die Einsatzzeit für das Erreichen der Erprobungsziele ausreicht.

STOLL /35/ vermerkt, dass es *„bis zu Beginn des Zweiten Weltkrieges vorwiegend üblich war, eine neue Landmaschine in großer Ruhe und Sorgfalt zu entwickeln; man schuf einen Prototyp und erprobte diesen unter möglichst allen Bedingungen, bis man zufrieden war ..... und hatte im 7. Jahr die große Serie – wenn alles klappte. Wohlgemerkt, dies war der Verlauf einer Neuentwicklung – Nachbauten gingen natürlich schneller.“*

Dem Nachsatz ist zu entnehmen, dass Nachbauten auch in dieser Zeit für die Unternehmen eine gängige Verfahrensweise zur Gestaltung ihres Erzeugnisprogramms waren. Aber auch Nachbauten erfordern eine technische Vorbereitung der Fertigung, bei der ggf. sogar ein Funktionsmuster zum Nachweis von Funktion und Haltbarkeit der eigenen Optimierungen und der Anpassung an die eigenen Fertigungsbedingungen erforderlich ist.

In den ersten Jahrzehnten der deutschen Landmaschinenindustrie dürfte es selbst von der in /35/ geschilderten Verfahrensweise noch große Abweichungen gegeben haben. Weder Zeichnungen noch Arbeitspläne werden in allen Unternehmen die Grundlage der Fertigung gewesen sein. Eine solche Situation hat der Autor bei einem kleinen Landmaschinenhersteller in Deutschland, der immerhin einen Geräteträger herstellte, selbst noch Ende der 1990er Jahre angetroffen. Statt Zeichnungen waren Musterteile die Grundlage der Fertigung.

Im Archiv der Firma Fahr befinden sich Zeichnungen von den Erzeugnissen der Gründerzeit, die teilweise den Charakter von Kunstwerken haben, aber nur bedingt den heutigen Ansprüchen an eine technische Zeichnung entsprechen. Sie sind mit farbiger Tusche auf Karton gezeichnet (Bild 3.5.). In der Regel wurde mit Zusammenstellungszeichnungen, ohne Einzelteilzeichnungen, gearbeitet. Arbeitspläne als Grundlage für die Fertigung waren in dieser Zeit in der Firma Fahr nicht bekannt.

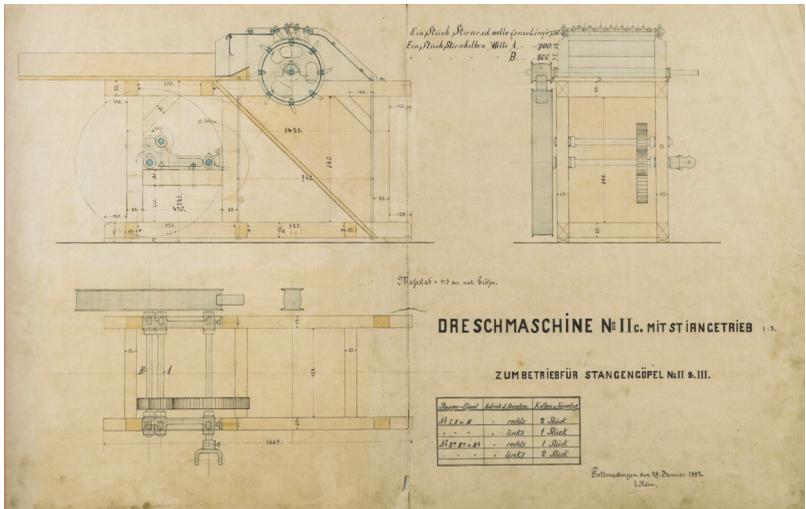


Bild 3.5.: Werkstattzeichnung der Firma Fahr aus dem Jahr 1892 nach /32/

Aus den im Buch dargestellten Firmen- und Unternehmerporträts ist zu abzuleiten, dass die Unternehmer oftmals auch die Konstrukteure ihrer Erzeugnisse waren. Die Mehrzahl von ihnen waren Handwerker, nur wenige hatten eine Ingenieurausbildung. Von den in /32/ dargestellten vier maßgebenden Konstrukteuren der Firma Fahr in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts mit den Geburtsjahrgängen 1882 bis 1901 hatte nur einer eine Ingenieurausbildung. Wenn Ingenieure in dieser Zeit in der Landmaschinenindustrie tätig waren, dann kamen sie aus anderen Branchen.

Anwendungsorientierte Landtechniker wurden bereits Ende des 19. Jahrhunderts an den Landwirtschaftlichen Hochschulen ausgebildet. Eine Ingenieurausbildung von Landtechnikern an Technischen Hochschulen begann Anfang des 20. Jahrhunderts. Der erste Lehrstuhl für Landmaschinen wurde Mitte der 1920er Jahre mit der Berufung von Georg Kühne an die Technische Hochschule München eingerichtet /36/.

Die umfassende Erprobung zum Nachweis der Zielstellungen der Erzeugnisentwicklung ist eine entscheidende Etappe im Innovationsprozess. Vor allem die Unternehmer, die ihre Wurzeln in der landwirtschaftlichen Praxis hatten, kannten deren Bedeutung. So unterhielten beispielsweise die Firmen Eckert, Schwartz

## Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

und Sack eigene landwirtschaftliche Versuchsbetriebe (siehe Buch, Seiten 68, 78, 82). Sack befasste sich dabei auch mit Messaufgaben – Erfindung eines Zugkraftmessers 1886 /18/.

Trotzdem war die ausreichende Erprobung nach den Aussagen unter anderem in /9, 13/ in dieser Zeit nicht für alle Erzeugnisse gesichert. Zu den ersten vom Hersteller unabhängigen Begutachtungen von Erzeugnissen gehörten die Urteile von Experten auf Ausstellungen, die jedoch die Anforderungen nicht erfüllen konnten. So entstanden auf vielfältige Initiativen ab den 1860er Jahren Maschinenprüfstationen in unterschiedlicher Trägerschaft, vorwiegend in Verbindung mit den Landwirtschaftlichen Lehrinrichtungen an den Universitäten und Hochschulen /69/. Ab dem letzten Drittel des 19. Jahrhunderts nahm nach /69/ *„die Prüfung von Landmaschinen und Geräten einen qualitativen und quantitativen Aufschwung (nahm).“*

Die Bewertung der Eignung der Erzeugnisse für die landwirtschaftlich Praxis war eine der Hauptaufgaben der 1885 gegründeten Deutschen-Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG). Die Maschinenprüfungen wurden bereits mit der ersten Wanderausstellung 1887 in Frankfurt/Main aufgenommen. Ein Schwerpunkt waren in der Folgezeit die Vergleichsprüfungen von Erzeugnissen der gleichen Maschinenart von mehreren Herstellern, mit denen eine unabhängige Bewertung des Entwicklungsstandes auf dem betreffenden Gebiet erfolgte /69/. Leistungsfähigkeit, Brennstoffverbrauch, Qualität der geleisteten Arbeit, Bedienbarkeit, Betriebssicherheit, Haltbarkeit, Arbeitskosten, Fertigungsqualität und Preiswürdigkeit waren schon zu dieser Zeit die wichtigsten Bewertungskriterien.

Diese Maschinenprüfungen waren in der Folgezeit ein wichtiger Faktor im Innovationsprozess und der Marktarbeit der Landmaschinenhersteller. Nach /15/ kann dem landtechnischen Prüfwesen bescheinigt werden, *„...dass vor allem durch das Wirken der DLG auch ein hohes wissenschaftliches Niveau erreicht und zu einer wichtigen Quelle für den theoretischen Erkenntniszuwachs wurde.“*

Nach dem Zweiten Weltkrieg entstanden mit der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft in Braunschweig-Völkenrode und der Deutschen Akademie der Landwirtschaftswissenschaften, insbesondere dem Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim, in beiden Teilen Deutschlands leistungsfähige Forschungseinrichtungen, von denen bis in die 1960er Jahre wichtige Vorleistungen für den Inno-

vationsprozess der Landmaschinenindustrie erbracht wurden /36/. Gleichzeitig entstanden bei den Landmaschinenherstellern ab den 1960er Jahren zunehmend Forschungs- und Erprobungseinrichtungen, von denen auch die vor dem Prozess der betrieblichen Erzeugnisentwicklung liegende Grundlagenforschung abgesichert werden konnte. Die DLG-Prüfungen blieben weiterhin eine wichtige Zertifizierung für die deutsche Landtechnik.

In der DDR wurde Anfang der 1960er Jahre die Prüfpflicht für alle in der Landwirtschaft zum Einsatz kommenden Maschinen und Ausrüstungen festgelegt. Die Prüforganisation war eine staatliche Einrichtung. Eine Freigabe für Produktion und Import wurde nur erteilt, wenn die Prüfung mit einem positiven Ergebnis abgeschlossen und die vorher vereinbarten Zielstellungen erfüllt waren. Damit nahm die „Staatliche Eignungsprüfung“ entscheidenden Einfluss auf den Innovationsprozess der Landmaschinenindustrie /123/.

Voraussetzung für den qualitativen und quantitativen Ausbau des Innovationspotentials war die Ausbildung von Fachkräften. Neben der verstärkten Ausbildung von Landwirten hat besonders die Ausbildung von Ingenieuren an den Hoch- und Fachschulen ab den 1950er Jahren einen starken Aufschwung genommen /36/. Diese Einrichtungen waren neben der Lehre zunehmend in der landtechnischen Forschung tätig, meist auf der Grundlage direkter Vertragsbeziehungen mit der Industrie. Das Innovationspotential der Landmaschinenindustrie fand dadurch eine wesentliche Verstärkung. Einen Eindruck von der Entwicklung der landtechnischen Ausbildung vermitteln die Absolventenzahlen der 1953 an der Technischen Hochschule begründeten Ausbildung von Diplomingenieuren für Landmaschinen/ Landtechnik in Tabelle 3.2.

	Diplom- abschlüsse	Disser- tationen	Habili- tationen
1956-1960	107	4	
1961-1970	382	27	5
1971-1980	596	78	2
1981-1989	534	57	10
<b>Gesamt</b>	<b>1619</b>	<b>166</b>	<b>17</b>

Tabelle 3.2.: Diplomabschlüsse und Graduarungsarbeiten der Landtechnik an der Technischen Universität Dresden im Zeitraum von der Gründung 1953 bis 1989 nach /124/

## Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

Eine Veränderung der Methoden und Instrumentarien erfolgte ab den 1920er Jahren vor allem für die landtechnische Forschung und Prüfung. Die zunehmende Anwendung der Naturwissenschaften und der Messtechnik ermöglichte die analytische Durchdringung vieler landtechnischer Prozesse und die schrittweise Entstehung eines theoretischen Fundaments. Nach /15/ begab sich die Landtechnik mit diesen Arbeiten, die ab den 1950er Jahren verstärkt fortgesetzt wurden, auf den Weg zu einer anerkannten und wissenschaftlich fundierten Ingenieurdisziplin.

Zu Beginn dieser Entwicklung beklagte KLOTH 1951 im Vorwort des 11. Konstrukteurheftes (Grundlagen der Landtechnik, Heft 1) noch den „*weltweiten Mangel an exakten wissenschaftlichen Untersuchungen*“ auf diesem Gebiet mit dem hoffnungsvollen Hinweis, dass „*die Landtechnik an der Schwelle steht, wo empirische immer mehr durch wissenschaftlich-technische Entwicklungsverfahren ersetzt werden*“.

Das hat sich in der Folgezeit gravierend geändert. Von der Landtechnik wurde ein mit anderen Fachdisziplinen vergleichbares theoretisches Niveau geschaffen, wobei sich durch die breit gefächerte Thematik an diesen Arbeiten zunehmend auch andere Fachdisziplinen beteiligt haben /15/. In Bild 3.6. ist die Entwicklungstendenz für das theoretische Fundament der Landtechnik dargestellt. Diese Grafik wurde vom Autor erarbeitet und in /15/ veröffentlicht.

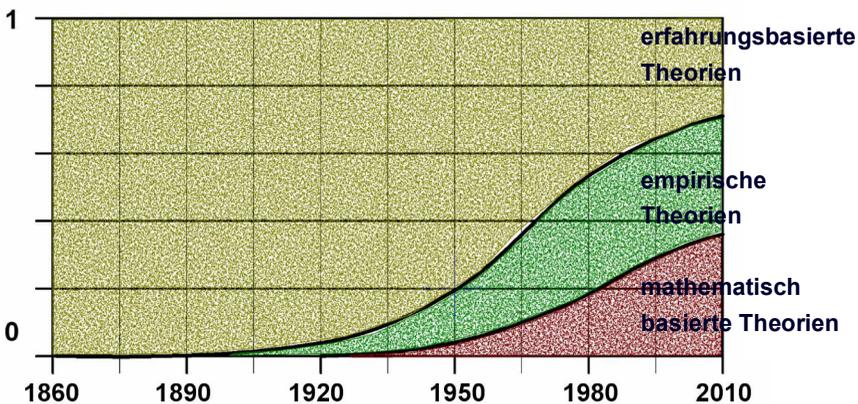


Bild 3.6.: Entwicklungstendenz für das theoretische Fundament der Landtechnik nach /15/

Mit ihren spezifischen Bedingungen hat die Landtechnik oftmals sogar eine Vorreiterrolle in der theoretischen Untersetzung der Prozesse eingenommen.

Zutreffend ist das beispielsweise für das Gebiet der Haltbarkeit. Zur Entwicklung der Tragwerke, die ein wesentliches Element der Landmaschinen bilden, wird in /125/ ausgeführt, dass erst mit der verstärkten Motorisierung der Landwirtschaft ab den 1930er Jahren die Fragen der Haltbarkeit einen höheren Stellenwert erhielten und vor allem durch die Arbeiten von KLOTH einer systematischen Betrachtung zugeführt und Eingang in der Entwicklung der Landtechnik gefunden haben.

Davor basierte die Gestaltung und Dimensionierung der Tragsysteme mangels theoretischer Grundlagen vor allem auf Intuition und Erfahrung. Die Erkenntnisse der Mechanik und Festigkeitslehre hatten auch deshalb noch keine breite Anwendung in der Landtechnik gefunden, weil die Antriebe mit menschlicher und tierischer Muskelkraft überschaubare Belastungen erzeugten, zu denen die über Jahrhunderte angesammelten Erfahrungen vorlagen und in der Regel für die Dimensionierung ausreichten.

Zu den wesentlichen ersten Schritten der wissenschaftlich fundierten Haltbarkeitsforschung gehörte die Ermittlung der Kräfte, die als Arbeitswiderstände, Stütz- und Massenkräfte an den Funktionselementen und Fahrwerken wirken. Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse entwickelte sich mit den Messmethoden und der verfügbaren Messtechnik, woraus ab den 1950er Jahren entscheidende Elemente für ein theoretisches Gebäude zur Sicherung von Haltbarkeit und Leichtbau in der Landtechnik entstanden /127, 128, 129/.

In Fortsetzung dieser Arbeiten wurde ab Mitte der 1960er Jahre in Zusammenarbeit zwischen dem Landmaschinenbau und der Technischen Universität Dresden das Teilgebiet Betriebsfestigkeit im Rahmen der Technischen Mechanik entwickelt, das sich mit der Ermittlung von stochastischen Lastannahmen, Festigkeitshypothesen, Berechnungsmethoden und zeitraffenden experimentellen Prüfmethoden für die Bedingungen der Landtechnik befasste. In der Folgezeit entstanden neben der Erweiterung der theoretischen Grundlagen vor allem durch die Arbeiten in der Landmaschinenindustrie der DDR zahlreiche Arbeitsanweisungen für die praktische Umsetzung der Haltbarkeitsziele in der Erzeugnisentwicklung und dem Haltbarkeitsnachweis an den Erzeugnissen.

## Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

Damit konnte ab Ende der 1970er Jahre diese Thematik in der Landmaschinenentwicklung hochgradig beherrscht werden /15, 125, 126/.

Die Fortschritte in der landtechnischen Grundlagenforschung, an denen die Landmaschinenindustrie nicht unmaßgeblich beteiligt war, brachten entscheidende Vorleistungen für ihre betrieblichen Innovationsaktivitäten. Sie sind jedoch nur ein Teil des Innovationsprozesses.

Für den konstruktiven und den technologischen Entwicklungsprozess gab es bezüglich Methoden und Instrumentarien zunächst nur geringfügige Verbesserungen. Die wesentlichen Werkzeuge für die „Produktion“ von Zeichnungen waren und blieben das Reißbrett und der Zeichenstift und für die Arbeitspläne dominierte ebenfalls die Handarbeit. Da für diese Arbeitsprozesse noch keine Veränderungen in Sicht waren, konzentrierte man sich in den 1960er und 1970er Jahren auf die methodische und organisatorische Optimierung der Prozessabläufe, gelegentlich auch mit Anleihen bei der Operationsforschung wie zum Beispiel die Netzplantechnik für Planung und Kontrolle der Projektabläufe. In /121/ ist die in der DDR Ende der 1970er Jahre praktizierte Verfahrensweise umfassend dargestellt.

Die Bereitschaft zu Innovationen ist nicht immer bei allen Unternehmensbereichen ausgeprägt. Sie werden vielfach nur als Störung der betrieblichen Abläufe gesehen. Die Innovationsbereitschaft muss deshalb auf der Grundlage einer entsprechenden Unternehmenskultur durch den Führungsstil der Verantwortlichen durchgängig gesichert werden. Ein wesentlicher Faktor eines erfolgreichen Innovationsprozesses ist das Zusammenwirken der beteiligten Bereiche, die bereits im Vorfeld bei der Definition der Aufgabenstellung beginnen muss, da dieses Dokument nicht nur Aufgaben für die konstruktive Entwicklung, sondern für alle beteiligten Unternehmensbereiche enthält.

Mit den vielfach praktizierten sequentiellen Prozessabläufen, bei denen jeder Unternehmensbereich erst dann mit seiner Arbeit beginnt, wenn die fertigen Vorleistungen verfügbar sind, kann man zwar die Fehlerquote reduzieren, aber in der Regel keine kurzen Entwicklungs- und Überleitungszeiten erreichen. Möglich werden kürzere Abläufe für den Innovationsprozess, wenn alle Beteiligten gleichzeitig bzw. mit nur geringer Phasenverschiebung tätig werden. Der Vorteil einer solchen Arbeitsweise ist, dass im Rahmen einer Teamarbeit der beteiligten

Bereiche die Ideen und Anforderungen, vor allem von Einkauf, Fertigungsvorbereitung und Vertrieb bereits in der Entstehungsphase des Erzeugnisses einfließen.

Da die der konstruktiven Entwicklung nachfolgenden Bereiche bei dieser Arbeitsweise mit risikobehafteten und unfertigen Unterlagen tätig werden müssen, kann die Konsequenz sein, dass Teile ihrer Arbeit (Arbeitspläne, Fertigungsmittel u.a.) verworfen und wiederholt werden müssen. Änderungen, teilweise mit erheblichem Aufwand verbunden, sind unter diesen Bedingungen eine Normalität im Prozessablauf. Das erfordert große Aufgeschlossenheit bei allen Beteiligten, die eher in kleinen Unternehmen, in denen die „Zäune“ zwischen den Unternehmensbereichen etwas niedriger sind, als in Großunternehmen durchgesetzt werden können.

Für diese Verfahrensweise wird seit einigen Jahrzehnten die Bezeichnung „simultaneous engineering“ geprägt. Ein vom Autor mitgestaltetes Beispiel für erfolgreiches simultaneous engineering in einem Großunternehmen in den 1960er Jahren ist die Entwicklung und Serieneinführung der selbstfahrenden Halmfüttererntemaschinen Schwadmäher und Feldhäcksler. Diese Erzeugnisse hatten für das Kombinat Fortschritt seinerzeit einen relativ hohen Neuheits- und Kompliziertheitsgrad. Der Serienanlauf erfolgte nach einer Bearbeitungszeit von drei Jahren und acht Monaten, wobei im Jahr des Serienanlaufs 1971 564 Schwadmäher und 557 Feldhäcksler produziert wurden.

Die EDV-Systeme und die Rechentechnik begannen in den 1960er Jahren Einfluss auf den Innovationsprozess zu nehmen. Die ersten EDV-Systeme wurden in der technischen Vorbereitung zunächst nur für die Verwaltung der technologischen



Bild 3.7.: Anwendungszeiträume ausgewählter Methoden der Erzeugnisentwicklung und Fertigungsvorbereitung

## Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

Stammdaten wirksam. Das war mit dem zusätzlichen Aufwand der Eingabe der Stammdaten in das System verbunden und brachte Effekte vor allem in anderen Bereichen des Unternehmens. Analoge und digitale Kleinrechner unterstützten die Berechnungen der Tragwerke und Antriebssysteme in den Entwicklungsbereichen.

Der Anwendungsumfang der EDV-Systeme erweiterte sich ständig. In Verbindung damit begann in den 1980er Jahren die schrittweise Einführung kompletter Systeme für die Planung und Steuerung der Produktion (PPS). Spätestens ab diesem Zeitpunkt gab es nur noch die im System gespeicherten technologischen Stammdaten (Teilestämme, Stücklisten, Arbeitspläne) als die für alle Bereiche einheitliche und verbindliche Unterlage.

Die Arbeit im Konstruktionsbüro änderte sich grundsätzlich mit der Einführung der CAD-/CAM-Systeme ab Mitte der 1980er Jahre. Reißbrett und Zeichenstift verschwanden zunehmend. Obwohl die „Produktion“ von Zeichnungen zunächst nicht wesentlich schneller ging, war die einmal erstellte digitale Zeichnung sowie die technologischen Stammdaten als einzige verbindliche Unterlage für alle Beteiligten im System verfügbar und eine effektive Grundlage für die weiteren Arbeitsschritte in der Konstruktion sowie im Prozess der Fertigungsvorbereitung.

Die stürmische Entwicklung dieser Technik in der Folgezeit, die inzwischen die Simulation komplexer Systeme und Prozessabläufe ermöglicht, hat die Innovationsprozesse revolutioniert. Verringert hat sich damit nicht nur der Aufwand, sondern es wurden auch qualitativ höherwertige Lösungen möglich. Die Methode des simultaneous engineering ist in diesen Systemen bereits weitgehend implementiert. Das war ab Mitte der 1990er Jahre eine entscheidende Voraussetzung für den wissenschaftlich fundierten Innovationsschub auch in der deutschen Landtechnik.

In Bild 3.7. sind die Zeiträume ausgewählter Methoden der industriellen Erzeugnisentwicklung und Fertigungsvorbereitung dargestellt mit dem Fazit, dass vorwiegend erst ab den 1950er Jahren eine zunehmend fundierte Arbeitsweise zu verzeichnen war. In der Folgezeit wurde das „wie“ der Arbeit in den Entwicklungsbereichen stetig verbessert und ab den 1990er Jahren mit Einführung der rechnergestützten Methoden grundlegend verändert.

### 3.3. Neuheiten und Innovationen

Der Nachbau, vor allem englischer und amerikanischer Erzeugnisse, war für die deutsche Landmaschinenindustrie nicht nur eine entscheidende Starthilfe /3, 7, 12/, sondern auch in der Folgezeit ein wichtiger Faktor zur Gestaltung der Erzeugnisprogramme der Unternehmen und damit bis zum Ende des Betrachtungszeitraums für diese Arbeit noch aktuell /35/. Daneben waren die deutschen Landmaschinenhersteller von Beginn an sehr innovativ. Bild 3.8. enthält eine Einschätzung zur tendenziellen Entwicklung von den Nachbauten und Nachentwicklungen zu den Eigenentwicklungen und Innovationen in den Erzeugnisprogrammen der deutschen Landmaschinenindustrie zusammen mit einer zeitlichen Einordnung von Schwerpunkten der Innovationstätigkeit.

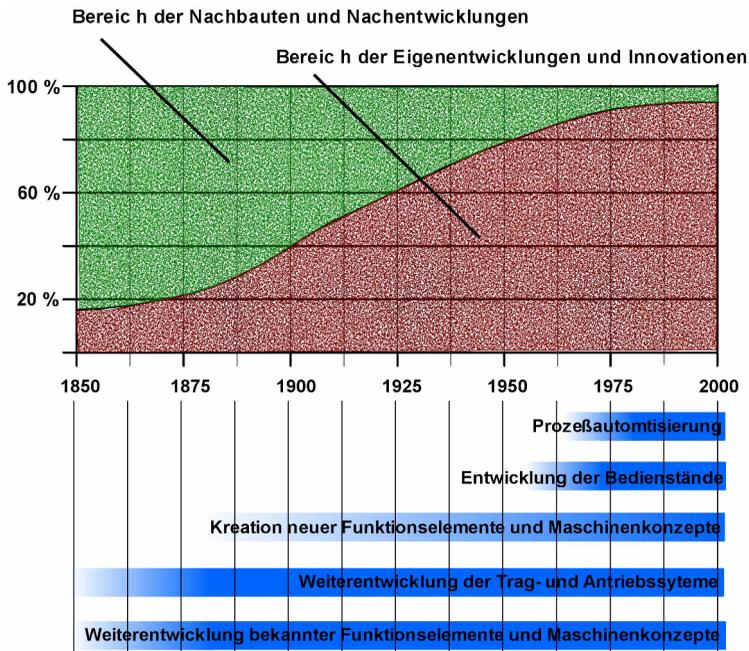


Bild 3.8.: Tendenzuelle Entwicklung von der Dominanz der Nachbauten und Nachentwicklungen zur Dominanz der Eigenentwicklungen und Innovationen in den Erzeugnisprogrammen der deutschen Landmaschinenindustrie mit den Schwerpunkten der Innovationstätigkeit

## Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

Unter dem vielfach verwendeten Begriff der Innovation werden in der Regel Ideen und Erfindungen verstanden, die in neue Produkte, Dienstleistungen oder Verfahren mit erfolgreicher breiter Anwendung (Marktdurchdringung) münden, oder auch Neuerungen, die mit technischem, sozialem und wirtschaftlichem Wandel einhergehen /105/.

In /15/ wird festgestellt, dass *„...neue Lösungen entstehen, wenn sie für die menschliche Existenz unverzichtbar sind.“*

Vielfach waren und sind es aber auch die etwas weniger bedeutenden, mehr auf der Ebene einzelner Individuen wirkenden Triebkräfte, die Ausgangspunkt von Erfindungen/Entwicklungen wurden und zu Patentanmeldungen und/oder Unternehmensgründungen und ggf. sogar zu entsprechenden Innovationen geführt haben. EYTH wird dazu in /3/ für die Zeit der beginnenden Industrialisierung mit folgender Einschätzung zitiert: *„Es war der plötzlich erwachende mechanische Sinn, das reine Vergnügen, durch verbesserte Maschinen etwas besser und bequemer zu machen als es bisher mit der Hand gemacht werden konnte, was die englischen Geräte schuf“.*

Die Darstellungen in /3, 33/ bringen mit ihrer teilweise starken Bezugnahme auch auf die angemeldeten Patente zum Ausdruck, dass sich die deutschen Landtechniker bereits zu Beginn der industriellen Entwicklung mit der gesamten Breite des aktuellen Landtechniksortiments innovativ auseinandersetzt haben. Tragfähige Erzeugnisse und Innovationen sind daraus jedoch nur schrittweise entstanden. SIEDERSLEBEN hatte bereits 1867 in seinem Katalog /13/ den Drang, Neuheiten auf den Markt zu bringen, mit folgenden Worten charakterisiert: *„Man schreiet oft als Verbesserungen in die Welt, was ganz zwecklose oft sogar schädliche Veränderungen sind. Es versteht sich, dass einzelne hochachtbare Fabriken eine rühmliche Ausnahme machen, aber vielfach sehe ich, dass Unkenntniss vorherrschend und billig die Lösung ist.“*

Die intensive Erfindertätigkeit der deutschen Landtechnik wurde etwa zwei Jahrzehnte später von PERELS in /9/ wie folgt beschrieben: *„Die Zahl der alljährlichen neuen Erfindungen auf dem Gebiete des landwirthschaftlichen Maschinenwesens, von denen jedoch nur ein kleiner Theil einen bleibenden Erfolg erringt, ist eine außerordentlich beträchtliche; sie übertrifft diejenige der meisten übrigen Zweige der Maschinentechnik um ein Bedeutendes.“*

Daran hat sich auch in der Folgezeit bis in die Gegenwart nicht viel geändert. Ein Ausdruck dafür sind die oft mehrseitigen Aufzählungen der Medaillen in den Firmenkatalogen der ersten Jahrzehnte, die die Unternehmen für ihre Neuheiten auf Ausstellungen erhalten haben. Auch auf den DLG-Ausstellungen, die zunehmend das Geschehen bestimmten, wurden meist mehrere Hundert Exponate als Neuheiten ausgewiesen.

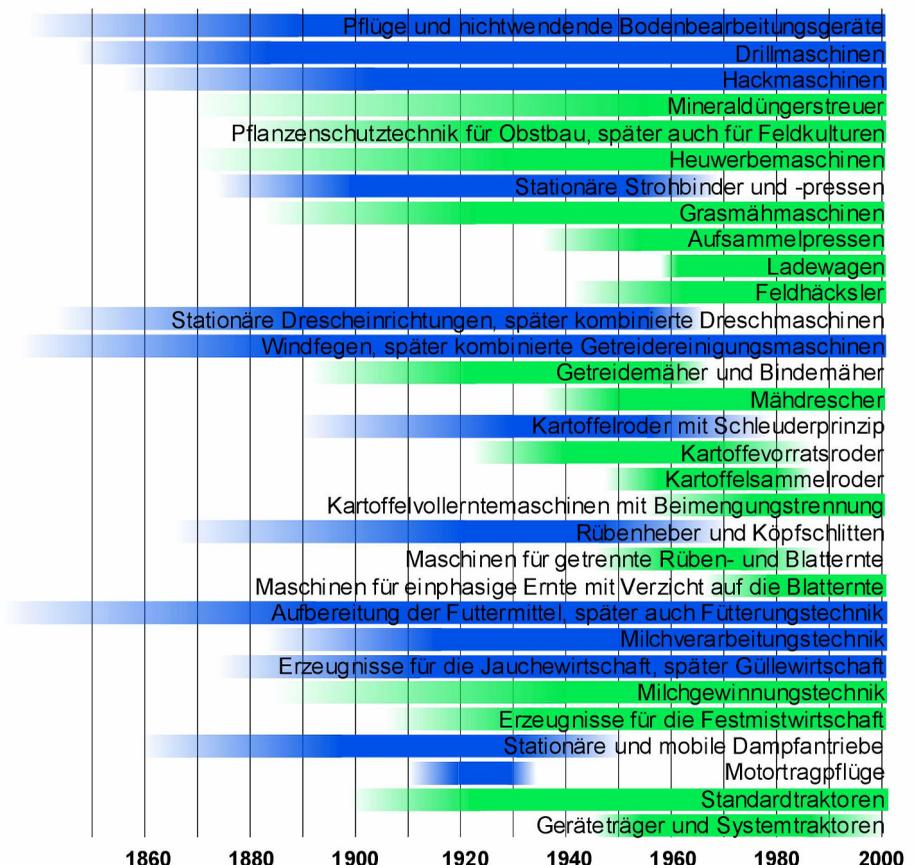


Bild 3.9.: Zeitabschnitte für Entwicklung und Herstellung der einzelnen Erzeugnisgruppen, gegliedert nach den frühen Innovationsgebieten (blaue Balken) und späteren Innovationsgebieten (grüne Balken) der deutschen Landmaschinenindustrie

## Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

Diese Tendenz setzte sich ab den 1950er Jahren bis in die 1990er Jahre fort, bevor die DLG ab 1997 durch die Vergabe von Gold- und Silbermedaillen auf der Agritechnica mit strengeren Maßstäben agierte. Auf den 10 Ausstellungen im Zeitraum von 1997 bis 2015 wurden insgesamt nur 57 Goldmedaillen vergeben /29/.

Voraussetzung für tragfähige Erzeugnisse und Innovationen war und ist, dass die technischen und ökonomischen Bedingungen für Herstellung und Anwendung gegeben sind und damit die Zeit „reif“ ist für ein entsprechendes Erzeugnis, das dann auch zu einer Innovation im Sinne der oben angegebenen Definition werden kann. Unter diesem Aspekt wurden die Innovationsaktivitäten der deutschen Landmaschinenindustrie in den Darstellungen im Buch (Seiten 18 bis 60) in die frühen und späteren Innovationsgebiete mit ihren längeren Reifezeiten sowie das Gebiet der Kraftmaschinen gegliedert. Im Bild 3.9. ist die Aktualität für Entwicklung und Herstellung der einzelnen Erzeugnisgruppen zeitlich eingeordnet, wobei auch die temporäre Aktualität für einige Erzeugnisgruppen sichtbar wird.

Temporäre Aktualität hatten unter anderem:

Das Zweimaschinen-Dampfseilpflugsystem – das Prinzip fand keine tragfähige Fortsetzung als zunächst die elektrischen Antriebe und später die Antriebe mit Verbrennungsmotor verfügbar waren.

Die stationären Dreschmaschinen und die Getreidemähmaschinen – sie wurden durch die grundlegende Verfahrensänderung vom Ernte-Hofdrusch zum Mähdrusch durch die Mähdrescher abgelöst.

Durch die Entwicklung der Standardtraktoren zu einem effektiven und universellen Zug- und Antriebsaggregat hatten schließlich die Motortragspflüge, Geräte- und Maschinenträger, Systemtraktoren und Landwirtschafts-LKW auch nur eine temporäre Bedeutung.

Ein entscheidender Grund für die teilweise sehr lange Reifezeit verschiedener Erfindungen und Entwicklungen waren die verfügbaren Antriebsquellen/Kraftmaschinen. Menschliche und tierische Zug- und Antriebskräfte setzten sehr enge Grenzen. Einige Beispiele, bei denen ein tragfähiges Funktionsprinzip schon sehr früh kreiert wurde, das jedoch erst mit dem Traktor auf Basis Verbrennungsmotor und Zapfwellenantrieb in eine wirksame praktische Lösung umzusetzen war, sind:

- angetriebene/rotierende Bodenbearbeitungswerkzeuge
- das rotierende Mähwerk bzw. der Kreiselmäher
- die Schleuderscheibe für Verteilungsvorgänge
- der Kratzbodenförderer als Dosier- und Förderorgan in Verbindung mit entsprechendenFräselementen
- die Verlagerung von Funktionsprinzipien, die im stationären Bereich schon lange angewendet wurden, wie beispielsweise das Pressen und Häckseln von Halmgut, in den mobilen Bereich

Die Kombination von mehreren Arbeitsgängen in einer Maschine und die Steigerung der Leistungsparameter der landtechnischen Arbeitsmittel waren und sind für den stationären und den mobilen Bereich gleichermaßen von den verfügbaren Kraftmaschinen abhängig. Längere Reifezeiten erforderten einige Entwicklungen auch aus Sicht ihrer Funktionssicherheit, Arbeitsqualität, Zuverlässigkeit, Haltbarkeit und ihres Betriebsmittelverbrauchs.

Ob eine Entwicklung bzw. ein neues landtechnisches Arbeitsmittel eine Innovation wird, hängt letztendlich von seiner Akzeptanz durch den Anwender ab. Die Vorbehalte der Landwirte gegenüber Neuerungen sind sprichwörtlich und vielfach durch die lange Tradition in der Anwendung bewährter Lösungen begründet. Sie haben in der Vergangenheit bis in die Gegenwart wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung genommen.

Zu den Lösungen, die längere Zeit benötigten um akzeptiert und angewendet zu werden, gehören das maschinelle Melken, der Mähdrusch und das Befahren wachsender Pflanzenbestände mit dem Traktor zur Durchführung von Pflege-, Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen.

Meist werden Veränderungen erst in Angriff genommen, wenn ein entsprechender „Leidensdruck“ vorhanden ist. Es geht in der Regel um den Ersatz lebendiger durch vergegenständlichte Arbeit. Wenn die Arbeitskräfte im erforderlichen Umfang verfügbar sind, dann besteht kein Zwang zu einer kostenaufwendigen Investition. Das war über lange Zeiträume der Fall und hat bei einigen Erzeugnisgruppen die Reifezeiten in der Form verändert, dass sie sich trotz früher Erfindungen erst in der Gruppe der späteren Innovationen einordnen konnten. Später wurde das Traditionsbewusstsein der Bauernschaft vielfach auch durch staatliche Fördermaßnahmen unterstützt und erhalten.

## Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

Unter den zahlreichen Beispielen für lange Reifezeiten und ihre Ursachen soll hier die Erntetechnik für Zuckerrüben angeführt werden. Das erste für die Zuckerrübenernte konzipierte spezifische Mechanisierungsmittel war ein zweireihiger Rübenheber der Firma Siedersleben, der im Katalog aus dem Jahr 1871 enthalten ist /13/ (Bild 3.10.)

In /9/ ist dazu vermerkt: *„Zweischarige Rübenheber wurden zuerst von W. Siedersleben in Bernburg gefertigt.....“*. In /3/ wird ein Prüfergebnis dieses Rübenhebers im Vergleich zu einem einreihigen Untergrund-/Rodepflug der Firma Sack aus dem Jahr 1871 wie folgt zitiert: *„Vor allem die durchaus sichere, geradlinige Führung, die Leichtigkeit, das Instrument mittels des Vordersteuers in etwaigen Abweichungen von dem geradlinigen Reihenstande der Rüben akkomodieren zu können und endlich die doppelte quantitative Leistung im Vergleich zu den einreihigen Geräten müssen entschieden zugunsten des Siederslebener Rübenhebers sprechen.“*

Bild 3.10.: Der von der Firma Siedersleben in den 1860er Jahren entwickelte zweireihige Rübenheber - Abbildung ist dem Katalog aus dem Jahr 1871 entnommen /13/

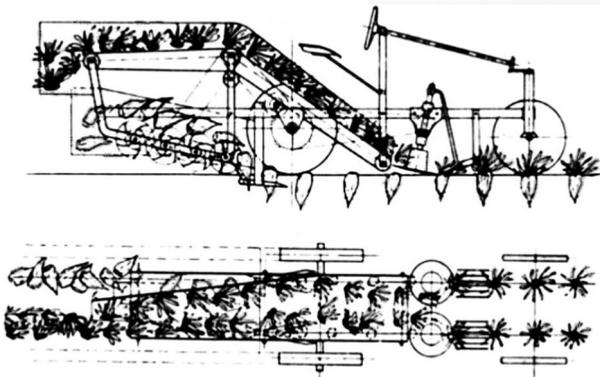
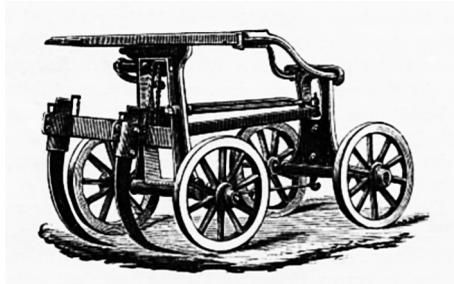


Bild 3.11.: Köpfröder für Längsschwadablage von Zuckerrüben und Blatt nach dem Patent von Ludwig Erhardt (DRP 369 742) aus dem Jahr 1921 - entnommen /33/

Ein weiterer Meilenstein der Zuckerrübenerntetechnik war die Erfindung einer Vollerntemaschine aus dem Jahr 1921, die ebenfalls in der Firma Siedersleben entstanden war (Bild 3.11.). Von RIEDEL wird dazu in /33/ geschrieben: *„Dass auch diese Maschine ..... sich nicht in großem Umfange hat durchsetzen können, wird angesichts der zeitgenössischen Urteile über ihr "derartig gutes Arbeitsergebnis" nur verständlich, wenn man ein betriebswirtschaftliches Argument heranzieht - ein Arbeitermangel bestand im Grunde genommen damals ... nicht, und Rübenanbauer, die es ehrlich mit dem Fabrikanten meinten, gaben selbst zu, dass ihnen die Rübenерnte bezüglich der Arbeitskräfte kaum Schwierigkeiten mache, weil sie ja allein für die Pflege des Rübenbaues so viel Arbeitskräfte benötigten, mit denen dann die Rübenерnte auch zu schaffen wäre".*

Statt die Mechanisierung voranzutreiben wurde in den 1930er Jahren in der Sächsischen Versuchsanstalt für Landarbeitslehre in Pommritz das Pommritzer Handarbeitsverfahren für die Zuckerrübenерnte entwickelt, das noch einige Zeit das Geschehen auf diesem Gebiet prägte, bis schließlich in den 1950er Jahren der Mangel an Arbeitskräften auch auf diesem Gebiet zur Mechanisierung drängte /33/. Tragfähige Mechanisierungslösungen für die Zuckerrübenерnte kamen dann ab den 1960er Jahren, also etwa 100 Jahre nach den ersten erfolgreichen Aktivitäten auf diesem Gebiet, zur Anwendung. Gleichzeitig entstand mit der Entwicklung des monokarpen Zuckerrübensaatgutes und der Einzelkornsaat eine effektive Alternative für das arbeitsaufwendige Vereinzeln von Hand. Im Bild 3.14. ist die auf dieser Grundlage entstandene Entwicklung des Arbeitskraftaufwandes und im Bild 3.15. der Anwendungsumfang der ab den 1950er Jahren verfügbaren Zuckerrübenerntetechnik dargestellt.

Das Besondere an diesem Beispiel ist nicht nur die Dauer der Reifezeit, die bei vielen anderen Erzeugnisgruppen ähnlich lange währte, sondern die Tatsache, dass man von einer tragfähigen Mechanisierungslösung nochmals zu einem offiziell kreierten Handarbeitsverfahren zurückkehrte, weil noch kein betriebswirtschaftliches Erfordernis für die Mechanisierung bestand. Im Gegensatz dazu brauchte der Ladewagen Anfang der 1960er Jahre keine lange Reifezeit. Diese Erfindung hatte ein aktuelles Bedürfnis optimal abgedeckt, so dass der Ladewagen in kürzester Zeit eine große Verbreitung fand und bis heute eine Standardlösung ist. Dazu gibt es in der deutschen Landtechnikentwicklung nur wenig Vergleichbares.

**Akh/ha**

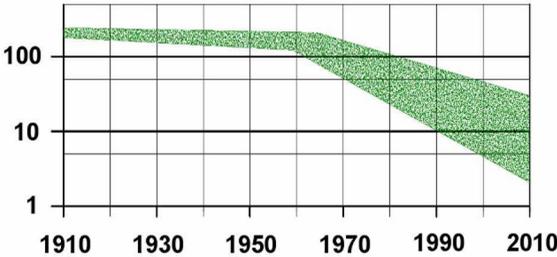


Bild 3.12.: Entwicklung des Aufwandes an Arbeitskraftstunden pro Hektar für die Kartoffelernte nach /27/

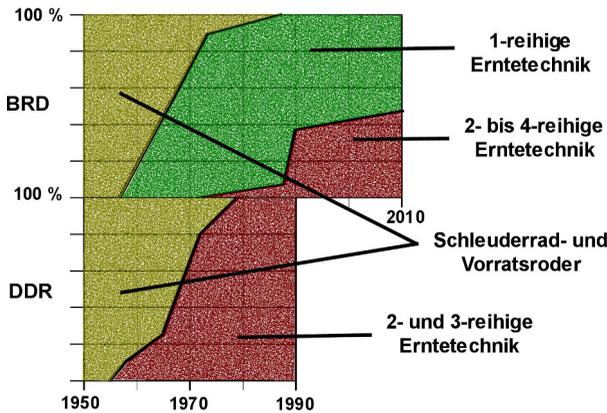


Bild 3.13.: Tendenz für den Anwendungsumfang der Kartoffelerntetechnik verschiedener Entwicklungsstufen in den beiden Teilen Deutschlands nach /27/

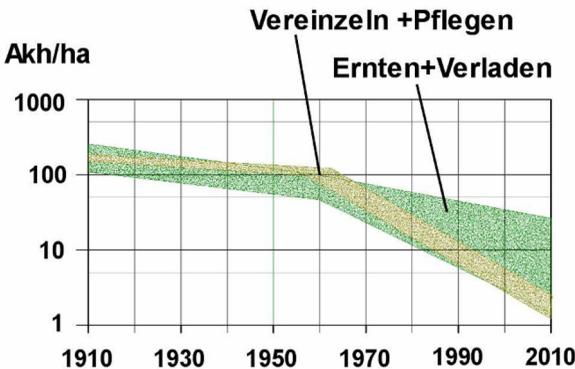


Bild 3.14.: Entwicklung des Aufwandes an Arbeitskraftstunden pro Hektar für das Vereinzeln und Pflegen sowie die Ernte von Zuckerrüben nach /27/

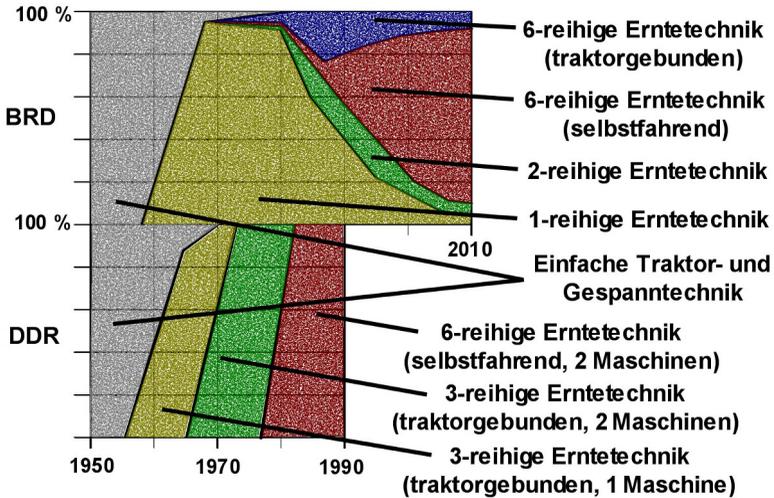


Bild 3.15.: Tendenz für den Anwendungsumfang der Zuckerrüben-erntetechnik verschiedener Entwicklungsstufen in den beiden Teilen Deutschlands nach /27/

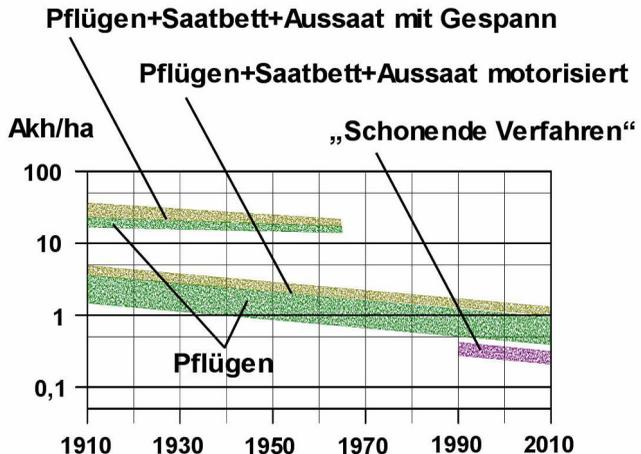


Bild 3.16.: Entwicklung des Aufwandes an Arbeitskraftstunden pro Hektar für die Bodenbearbeitung, Saatbettbereitung und Aussaat nach /27/. „Schonende“ Verfahren sind nach /122/ eine Bodenbearbeitung mit nichtwendenden Werkzeugen sowie die Direktsaat ohne Bodenbearbeitung (Mulchsaat)

Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

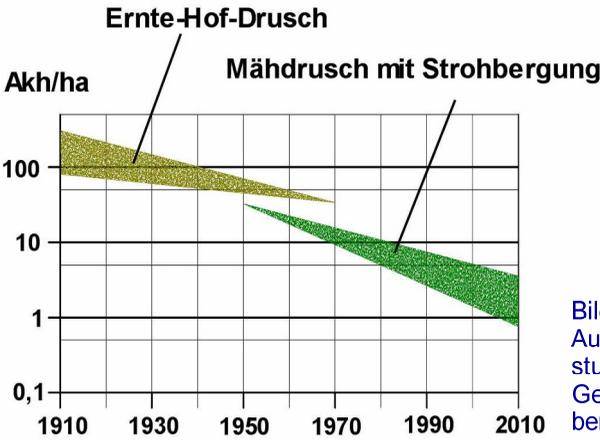


Bild 3.17.: Entwicklung des Aufwandes an Arbeitskraftstunden pro Hektar für die Getreideernte und Strohhbergung nach /27/

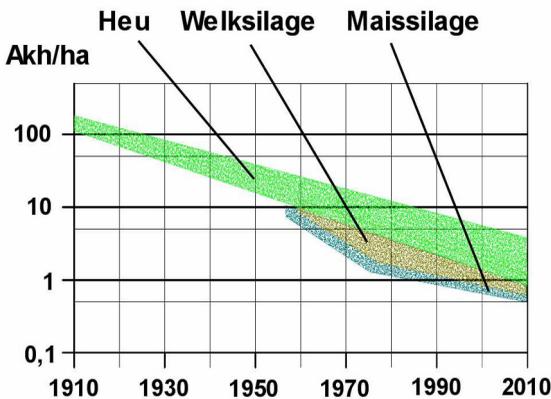


Bild 3.18.: Entwicklung des Aufwandes an Arbeitskraftstunden pro Hektar für die unterschiedlichen Verfahren der Halmfütterernte nach /27/

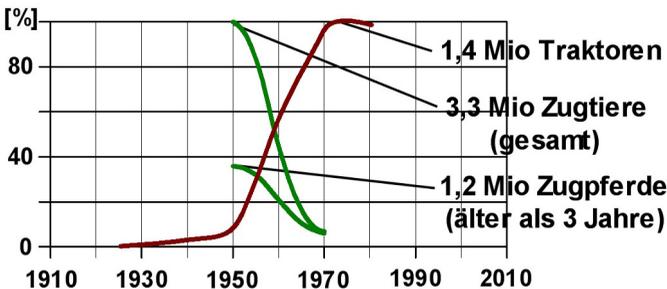


Bild 3.19.: Relative Entwicklung des Bestandes an Zugtieren und Traktoren im Deutschen Reich bzw. der Bundesrepublik Deutschland nach /27/

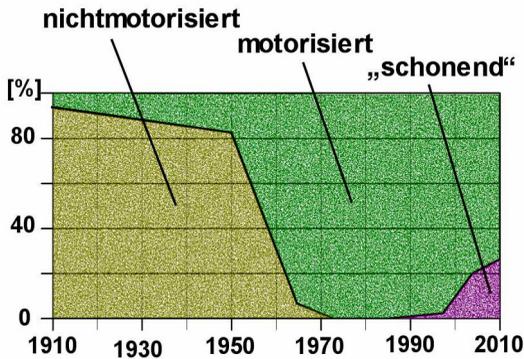


Bild 3.20.: Tendenz für die Ablösung der nichtmotorisierten durch motorisierte Bodenbearbeitung und für den Anwendungsumfang „Schonender Verfahren“ nach /27/ (siehe hierzu auch Bild 3.16.)

Wenn Angebot und Bedürfnis nicht in der optimalen Form wie beim Ladewagen übereinstimmten, weil die Mechanisierung der Prozesse, für die die Landmaschinenindustrie Neuheiten auf den Markt brachte, noch keine gesellschaftliche Relevanz hatten, dann mussten sich die Hersteller sehr intensiv bemühen, ein entsprechendes Bedürfnis bei den potentiellen Kunden zu wecken. Das traf für einen großen Anteil der Erzeugnisse zu. So war diese doch eher für Konsumgüter aktuelle Verfahrensweise nicht nur in den Anfangsjahren für die Landtechnik sehr verbreitet. Dabei ist zu beachten, dass für die landwirtschaftlichen Geräte und Maschinen die Grenze der Einordnung als Konsum- oder als Investitionsgut vor allem in der Vergangenheit durchaus fließend war.

Ein erfolgreiches Beispiel dafür sind aus Sicht des Autors die Getreidereinigungs- und Saatgutaufbereitungsmaschinen. Die Herstellung hochwertigen Saatguts im Landwirtschaftsbetrieb war durchaus eine Option aber zum Ende des 19. Jahrhunderts noch kein durch lange Traditionen gestützter Prozess. Vor allem die Firmen Röber (Wutha) und Mayer (Köln-Kalk), haben auf diesem Gebiet durch ihre Innovationen und Werbeaktivitäten, die vielfach von der Wissenschaft unterstützt wurden, ein neues Marktsegment erschlossen. Etwas später erfolgte das in ähnlicher Form für die Pflanzenschutztechnik, wo vor allem die Firmen Drescher, Platz und Holder wirksam waren.

In der Regel liegen die Wege deutscher Entwicklungen zu tragfähigen Innovationen zwischen den durch die Zuckerrübenerntetechnik und den Ladewagen charakterisierten Extremen, wobei neben den verfügbaren Antriebsquellen als

## Innovationsgeschehen der deutschen Landmaschinenindustrie

einem Hauptelement der technischen Seite sowie dem Arbeitskräftepotential und dem Investitionsvermögen als den Hauptfaktoren der Anwenderseite auch noch andere Aspekte wirksam waren.

Neben dem Anbau und der Ernte von Zuckerrüben ist in den Bildern 3.12. bis 3.20. die Wirkung der landtechnischen Innovationen auf die Entwicklung des Arbeitskräfteeinsatzes pro Hektar für weitere Prozesse mit einigen Meilensteinen in den Verfahrensänderungen dargestellt. Diese Grafiken wurden vom Autor erarbeitet und in /27/ publiziert. Weitere Grafiken zu dieser Thematik befinden sich im Buch auf den Seiten 36, 51, 60.

Durch die staatlich gelenkte Landwirtschaft wurden die Übergänge zu den neuen Verfahren und leistungsfähigen Mechanisierungslösungen in der DDR in der Regel etwas früher und in kürzerer Zeit vollzogen. Die landwirtschaftlichen Großbetriebe hatten für die neuen Verfahren meist günstigere Bedingungen und auch die notwendige Investitionskraft.

In Verbindung mit ihren Innovationsaktivitäten und Erzeugnissen sind im Buch 129 Unternehmen der deutschen Landmaschinenindustrie genannt, von denen 70 Unternehmen porträtiert wurden. Außerdem sind 280 Personen erwähnt, die als Erfinder/Konstrukteure und/oder Unternehmer wirksam waren. Für 63 Personen aus diesem Kreis sind im Buch biografische Skizzen enthalten. Sowohl für die Unternehmen wie auch die Personen wurde versucht, jeweils eine Bewertung und Einordnung ihrer Leistungen in das Gesamtgeschehen der Entwicklungsgeschichte der deutschen Landmaschinenindustrie und deren Innovationsaktivitäten vorzunehmen. Obwohl es sich nach Auffassung des Autors um eine repräsentative Auswahl handelt, konnte damit im Rahmen dieses Beitrags selbstverständlich nur ein kleiner Teil der maßgebenden Unternehmen und Personen erfasst werden.

## Zusammenfassung

Nachdem eine industrielle Herstellung von Landtechnik in England bereits im 18. Jahrhundert begonnen hatte, folgten zunächst die USA und ab Mitte des 19. Jahrhunderts zunehmend auch Deutschland dieser Entwicklung. Obwohl diese Branche in Deutschland über lange Zeit vor allem durch Handwerks- und Kleinbetriebe geprägt war, entstanden bereits im 19. Jahrhundert auch die ersten Großbetriebe. In der Folgezeit dominierten jedoch weiterhin die Klein- und Mittelbetriebe bis es ab Mitte des 20. Jahrhunderts einen allmählichen Trend zum Großbetrieb gab, der sich ab Ende des 20. Jahrhunderts auch in Deutschland zunehmend durchsetzte. In der Landmaschinenindustrie der DDR vollzog sich diese Entwicklung bereits einige Jahrzehnte früher.

Nach einer relativ kontinuierlichen Entwicklung in den ersten Jahrzehnten gab es wesentliche Veränderungen in der Firmenlandschaft nach einer Zeit der Hochkonjunktur in den 1920er Jahren, wobei dieser Prozess durch Inflation und Weltwirtschaftskrise verstärkt wurde. Betroffen war davon die Mehrzahl der in der Gründerzeit entstandenen Großunternehmen.

Die mit einer erneuten Hochkonjunktur in den 1950er Jahren entstandenen Überkapazitäten führten in den 1960er Jahren wiederum zu gravierenden Strukturveränderungen und einer Reduzierung des Potentials. Obwohl die bundesdeutsche Landmaschinenindustrie Anfang der 1990er Jahre durch die Wiedervereinigung Deutschlands eine kurze Sonderkonjunktur erlebte, haben die Umsatzrückgänge ab Mitte der 1980er Jahre die Firmenlandschaft in den 1990er Jahren nochmals entscheidend beeinflusst, wobei in dieser Phase in hohem Maße ausländische Unternehmen tätig wurden und damit die Globalisierung der Branche voranbrachten. Die ostdeutsche Landmaschinenindustrie war bereits Mitte der 1990er Jahre auf eine unbedeutende Größenordnung geschrumpft.

Wenn sich die deutsche Landwirtschaft zunächst durch Importe, vor allem aus England und den USA mit Landtechnik versorgte, konnte die deutsche Landmaschinenindustrie bereits in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts die Importabhängigkeit weitgehend überwinden und in der Folgezeit durch steigende eigene Exporte im internationalen Vergleich vordere Plätze bei den Exportraten erringen.

Bei den Erzeugnissen dominierten neben den ersten eigenen Entwicklungen zunächst die Nachbauten und Nachentwicklungen englischer und amerikanischer Vorbilder. Mit abnehmender Tendenz standen auch noch in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts vor allem amerikanische Erzeugnisse Pate für deutsche Entwicklungen, bis sich schließlich ab den 1990er Jahren, als mit den ostdeutschen landwirtschaftlichen Großbetrieben die höchsten Anforderungen an die Landtechnik auf dem heimischen Markt bestanden, die deutsche Landmaschinenindustrie zu einem führenden Innovationstreiber entwickelte.

Obwohl sich die deutschen Landtechniker schon sehr früh mit dem gesamten Spektrum der Mechanisierungslösungen für die Landwirtschaft auch innovativ auseinandersetzen, sind die einzelnen Erzeugnisgruppen zu unterschiedlichen Zeiten zur Reife gelangt und von der landwirtschaftlichen Praxis akzeptiert und angewendet worden. Unter diesem Aspekt wurde das Innovationsgeschehen in die früheren und späteren Innovationsgebiete untergliedert.

In der Anfangszeit war es bei den deutschen Unternehmen der Landmaschinenindustrie weit verbreitet, das gesamte aktuelle Landtechniksortiment anzubieten, wobei die Untersetzung durch Eigenentwicklungen, Nachentwicklungen und Nachbauten sowie durch Handelsware erfolgte.

Eine Spezialisierung der Unternehmen auf ein eingeschränktes Sortiment war zunächst nur wenig ausgeprägt und hat sich erst ab den 1920er Jahren verstärkt entwickelt. Unter diesem Aspekt konnte auch in den größeren Unternehmen die Fertigung nur sehr selten auf Großserien ausgerichtet werden. Besonders die deutsche Traktorenherstellung, die sich bis in die 1960er Jahre auf eine große Anzahl von Unternehmen verteilte, war über lange Zeit durch die vergleichsweise geringen Stückzahlen und damit durch vorwiegend Klein- und Mittelserienfertigung belastet.

Im Gegensatz dazu war der Landmaschinenbau der DDR mit seinem relativ schmalen Sortiment bereits ab den 1960er Jahren in den meisten Erzeugnisprogrammen auf Großserienfertigung mit extrem hohen Exportanteilen ausgerichtet.

## Summary

Industrial production of agricultural equipment had already begun in the 18th century in England. First of all, the USA and from the middle of the 19th century onwards also Germany increasingly followed this development. Though this sector had primarily been characterized by crafts enterprises and small establishments for a long time, already in the 19th century the first large companies had arisen. During the following time, however, the small and mediumsize enterprises still dominated. Only as from the middle of the 20th century a gradual trend to large companies was to be found that began to prevail more and more also in Germany from the end of the 20th century. Within the agricultural engineering of the GDR this development had already taken place some decades earlier.

After a relatively continuous development during the first decades essential changes in the corporate landscape occurred after a time of economic boom in the 1920s. This process was fortified by inflation and the depression. The majority of the large concerns established in the time of startups were affected thereby.

The overcapacity generated again from a boom in the 1950s resulted in serious structural changes and in reducing the potential. Though the agricultural engineering of West Germany experienced a short special boom by the reunification at the beginning of the 1990s, the decrease in turnover as from the middle of the 1980s decisively influenced the corporate landscape during the 1990s. In this period foreign companies became active on the market to a great extent and advanced the globalisation of the sector. The agricultural industry in East Germany had diminished to a negligible dimension already in the middle of the 1990s.

The German agriculture at first supplied themselves with agricultural engineering by imports primarily from England and the USA. However, already in the first decades of the 20th century the German industry of agricultural machinery could overcome the dependence on imports to a large extent and in the following they could achieve first places within the export rates in the international comparison by increasing own export rates.

Beside the first own developments of the products, initially, the reproduction and replication of English and American prototypes dominated. In the second half of the 20th century, German developments were, above all, derived from American products in decreasing tendency. Finally, as from the 1990s, when the highest requirements were given to the agricultural machinery of the East German agricultural large enterprises on the local market, the German agricultural engineering grew to a leading driver of innovation.

Though the German agricultural technicians also innovatively dealt with the whole range of the mechanisation solutions for the agricultural sector already very early, the product groups ripened at different times and were accepted and applied by the farming practice. Under this aspect, the innovation process was divided up into the former and later innovation areas.

In the initial period the whole current agricultural technical product line was prevalently offered in the German agricultural machinery industry, whereas the assortment was subdivided in own developments, follow-up developments and reproductions as well as trading goods.

At first, the enterprises only little focused on specialising in a limited assortment. This development increasingly began only as from the 1920s. From this point of view also the larger concerns only very rarely could aim at high-volume production. Especially the German production of tractors that was distributed among a large number of enterprises up to the 1960s had been burdened by comparatively low quantities and therefore by predominantly small-lot and medium-sized serial production for a long time.

By contrast, the agricultural machinery of the GDR with its relatively small assortment was, in most of its product programmes, oriented towards high-sized serial production with extremely high export shares already from the 1960s onwards.

## Quellenverzeichnis

- / 1 / Thaer, A., D.: „Die Beschreibung der nutzbarsten neuesten Ackergeräthe“, Verlag Gebrüder Hahn, Hannover, 1803 bis 1806
- / 2 / Seidl, A.: „Deutsche Agrargeschichte“, DLG-Verlag, Frankfurt/Main 2007, ISBN 978-3-7690-0655-1
- / 3 / Fischer, G. u. a.: „Die Entwicklung des landwirtschaftlichen Maschinenwesens in Deutschland, Festschrift zum 25-jährigen Bestehen der DLG“, Berlin 1910, ISBN 3-18-400784-7
- / 4 / Söhne, W.: „Bodenbearbeitung und Erntetechnik. Ein historischer Abriß von Anbeginn bis heute“, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 1992, ISBN 3-7690-0498-1
- / 5 / N.N.: „Wiener Weltausstellung“, Amtlicher Katalog des Deutschen Reiches, Berlin 1873
- / 6 / Hamm, W.: „Die landwirtschaftlichen Maschinen Englands – Mit besonderer Berücksichtigung der landwirtschaftlichen Mechanik und einer Uebersicht der englischen Agricultur“, Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig 1845.
- / 7 / Hamm, W.: „Weltausstellung zu Paris im Jahre 1855, Ein Bilder-Album der neuesten und nutzbarsten Maschinen und Geräthe der Landwirtschaft“, Verlag von Otto Wigand, Leipzig 1856
- / 8 / Weisser, J.: „Vom Beginn der Hohenheimer Ackergerätefabrik und der Hohenheimer Modellsammlung (1818 – 1945)“, in „Der Goldene Pflug“, Zeitschrift des Fördervereins des Deutschen Landwirtschaftsmuseums, Stuttgart-Hohenheim, Heft 36/2014
- / 9 / Perels, E.: „Handbuch des Landwirthschaftlichen Maschinenwesens“, 2. Auflage, Band I und II, Verlag Hermann Costenoble, Jena 1880
- / 10 / Meier, F., Herrmann, K., Krombholz, K.: „Ein Jahrhundert für die Landtechnikindustrie“, Maschinenbauverlag Frankfurt/Main ,1997, ISBN 3-8163-0342-0
- / 11 / Gerber, T.: "Persönlichkeiten aus Land- und Forstwirtschaft, Gartenbau und Veterinärmedizin – Biografisches Lexikon", NORA Verlagsgemeinschaft Dyck & Westerheide, Berlin, 2005, ISBN 3-936735-67-0
- / 12 / Luben, A.R.: „Die Deutsche Landmaschinenindustrie“, Dissertation, Friedrich-Wilhelms-Universität Berlin, 1926

- / 13 / Siedersleben, W.: „Illustrierter Katalog von W. Siedersleben & Co., Fabrik landwirtschaftlicher Maschinen in Bernburg“, Druck von Fr. Bartholomäus in Erfurt, Ausgabe 1871, mit Vorwort der Ausgaben von 1867 und 1868.
- / 14 / Gießmann, E.-J.: „Emil Perels – Begründer landtechnischer Ausbildung“, in „Wissenschaftliche Beiträge der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg“, Band 1, Berlin 1988
- / 15 / Krombholz, K., Soucek, R.: „Die Landtechnik auf dem Weg zur Wissenschaft“, in Jahrbuch Agrartechnik, Band 23, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 2011, ISBN 978-3-7690-0773-2
- / 16 / Müller, H.H.: „Der Weg vom Handwerk zum Weltunternehmen“, Zeitschrift Neue Landwirtschaft, Sonderheft Technik, Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1993
- / 17 / Weichhart, H.: „Zur Entwicklung des Konzentrationsgedankens innerhalb der deutschen Landmaschinen – Industrie“, Zeitschrift „Die Landmaschine“, 8. Jhg. 1928. S. 53 ff., Verlag Paul Parey, Berlin
- / 18 / N.N.: „Verband der Deutschen Landmaschinenindustrie, Geschichtskalender für Landwirtschaftstechnik und Landmaschinenwesen“, Berlin, 1927, s.a. Anlage 1
- / 19 / N.N.: „Significant contributions and contributors to the mechanization of agriculture and construction 1893-1993“, EMI Equipment Manufacturers Institute. Chicago, IL, 1993
- / 20 / Herrmann, K.: „Traktoren in Deutschland – Firmen und Fabrikate von 1913 bis heute“, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main, 3. Auflage 2000, ISBN 3-7690-0582-1
- / 21 / Bach, M.: „Schlepper aus Berlin“, Dahlemer Materialien 4, Schriftenreihe der Domäne Dahlem, Landgut und Museum, Domäne Dahlem Verlag und Ökonomie, Berlin 1993, ISBN 3-9802192-4-0
- / 22 / Renius, K.T.: „Historische Entwicklung der Radtraktoren“, Lehrmaterial des Lehrstuhls für Fahrzeugtechnik der Technischen Universität München, München 2008
- / 23 / N.N.: „Katalog der Centralen Ankaufstelle für landwirtschaftliche Maschinen und Geräte Halle/Saale“, Ausgabe 1938
- / 24 / Kornwachs, K.: „Philosophie für Ingenieure“, Carl Hanser Verlag München, 2015, ISBN 978-3-446-44684-7
- / 25 / Krombholz, K.: „Landmaschinenbau der DDR – Licht und Schatten“, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 4. Auflage 2008, ISBN 978-3-7690-0717-6

- / 26 / Soucek, R. : „Zur Forschung und Entwicklung sowie Herstellung und Nutzung von Traktoren und Maschinen für die Pflanzenproduktion“ in „Beiträge zur Geschichte der Landtechnik in der DDR“, Verlag Verlag Redieck & Schade GmbH, Rostock, 2003, ISBN 3-94116-23-X
- / 27 / Krombholz, K., Bertram, H., Wandel, H.: „100 Jahre Landtechnik“, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, Auflage 2009, ISBN 978-3-7690-0737-4
- / 28 / Bertram, H., Herrmann, K.: „20 Jahre Agritechnica-Neuheiten 1985 – 2005“, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 2005, ISBN 3-7690-0666-6
- / 29 / N.N.: „Agritechnica Neuheiten-Magazin“ 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, Sonderteil der DLG-Mitteilungen, Max-Eyth-Verlag bzw. DLG-Verlag Frankfurt/Main
- / 30 / Weichel, E.: „Wie der Ladewagen entstand“ in Miterlebte Landtechnik, Band II, Max-Eyth-Gesellschaft für Agrartechnik, Darmstadt 1985
- / 31 / Krombholz, K.: „Wer schrieb das erste landtechnische Lehrbuch in Deutschland?“, Landtechnik 68(6), 2013
- / 32 / Baader, W.: „Das große FAHR-Buch“, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 2005, ISBN 3-7690-0647-x
- / 33 / Franz, G. u.a.: „Die Geschichte der Landtechnik im XX. Jahrhundert“, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 1969
- / 34 / Dreyer, K.: „Unvergessene Landtechnik – Faszination einst berühmter Hersteller“, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 2005, ISBN 3-7690-0648-8
- / 35 / Stoll, W.: „Die Chancen der industriellen Mittel- und Kleinbetriebe bei der Neuentwicklung landwirtschaftlicher Maschinen und Geräte“, Grundlagen der Landtechnik, Bd.16 (1966) Heft 1
- / 36 / Krombholz, K.: „Über die Institutionen und Personen der landtechnischen Ausbildung und Forschung im 19. und 20. Jahrhundert in Deutschland“, Förderverein des Deutschen Landwirtschaftsmuseums, Universität Hohenheim, 2015, ISBN 978-3-9817225-0-5
- / 37 / Bauer, G.: „Faszination Landtechnik – 100 Jahre Landtechnik, Firmen und Fabrikate im Wandel“, DLG-Verlag Frankfurt/Main 2002, ISBN 978-3-7690-0569-1
- / 38 / Heucke, D.: „A. Heucke Dampfflug- Lokomotiv- Fabrik Gatersleben“ in „Der Goldene Pflug“, Zeitschrift des Fördervereins des Deutschen Landwirtschaftsmuseums, Stuttgart-Hohenheim, Heft 34/2012

- / 39 / Thiede, R., Krombholz, K., „Über die Firma "A. Heucke Dampfpflug-Lokomotiv-Fabrik Gatersleben" in „Der Goldene Pflug“, Zeitschrift des Fördervereins des Deutschen Landwirtschaftsmuseums, Stuttgart-Hohenheim, Heft 31/2010
- / 40 / N.N.: „Firma Siedersleben & Co“, Schriften zum 800-jährigen Jubiläum der Stadt Bernburg, Bernburg, 1938
- / 41 / Rüstig, M.: „BBG – Landmaschinenbau in Leipzig“, Vokal-Verlag Leipzig, 2008, ISBN 978-3-9810418-8-0
- / 42 / Dreyer, K.: „Die Geschichte der BBG – Von Rudolph Sack bis AMAZONE“, DLG-Verlag Frankfurt/Main, 2009, ISBN 978-3-7690-0750-3
- / 43 / Bauer, G.: „Faszination Traktoren & Ernte“, DLG-Verlag Frankfurt/Main 2007, ISBN 978-3-7690-0691-9
- / 44 / N.N.: „75 Jahre Ventzki“, Firmenschrift aus dem Jahr 1957
- / 45 / N.N.: „50 Jahre Raussendorf“, Firmenschrift aus dem Jahr 1938
- / 46 / Dreyer, K.: „Die AMAZONE-Chronik“, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 2003, ISBN 3-7843-3229-3
- / 46 / N.N.: „C.A. Klinger, Altstadt-Stolpen“, Festschrift zum 50. Gründungsjubiläum im Jahr 1904
- / 47 / Söhne, W.: „Geschichte des Instituts für Landmaschinen der TU München und Entwicklung der Landtechnischen Institute in der Bundesrepublik“, Institut für Landmaschinen, Technische Universität München, 1990
- / 48 / Görg, H.-D., Kemper, W.: „Claas – mehr als 90 Jahre Landtechnik“, DLG-Verlag Frankfurt/Main, 2004, ISBN 3-7690-0633-X
- / 49 / N.N.: „Geschichte der John Deere Werke Mannheim“, Broschüre der John Deere Werke, Mannheim, 2004
- / 50 / Jenkner, G. (Herausgeber): „Von Amerika nach Ostpreußen – Die Lebenserinnerungen des Unternehmers Frederick Bartels (1876 – 1958)“, Edition Truso, Berlin 2003, ISBN 3-935280-11-4
- / 51 / Riedel, G.: „Die Ostdeutsche Maschinenfabrik in Heiligenbeil“, Verlag Gerhard Rautenberg, Leer, 1985, ISBN 3-7921-0325-7
- / 52 / Reißnauer, F.: „Günzburg-Geschichte einer schwäbischen Stadt“, Band 2, Wißner-Verlag, Augsburg 2009, ISBN 978-3-89639-721-8

- / 53 / König, G., Griepentrog, K.: „Zur Entwicklung des Seilzugaggregats“  
agrartechnik, Berlin, 35. Jhg. (1985), Heft 10
- / 54 / N.N.: „50 Jahre Helfer der Ernte, Gebrüder Welger Wolfenbüttel, 1899 – 1949,  
Maschinenfabrik Strohpressen Fahrzeugbau“, Firmenschrift, Wolfenbüttel 1949
- / 55 / Herrmann, K.: „Die Fendt-Chronik – vom Dieselross zum Vario“, Verlags-Union-  
Agrar, München, Frankfurt/Main, Münster-Hiltrup, 2000, ISBN 3-405-15787-0
- / 56 / N.N.: „80 Jahre Mengele – Karl Mengele & Söhne, Maschinenfabrik und  
Eisengiesserei“, Festschrift, Günzburg 1952
- / 57 / Metzler, M.: „Die große Bautz-Chronik“, DLG-Verlag, Frankfurt/Main, 2004,  
ISBN 3-7690-0620-8
- / 58 / Stapff, A.: „Gedenkschrift zur Feier des 25-jährigen Jubiläums der Spezialfabrik  
für Reinigungs- und Sortiermaschinen von Gebrüder Röber in Wutha – 1883 bis 1908“
- / 59 / Scheuch, E.: „Der Geräteträger“, Deutscher Bauernverlag Berlin, 1959
- / 60 / Hechelmann, H.G.: „Der ESSO-Hof Dethlingen – ein landtechnisches Beispiel“  
in Miterlebte Landtechnik, Band II, Max-Eyth-Gesellschaft für Agrartechnik, Darmstadt,  
1985
- / 61 / Rau, W.: „Schlepperanbaugeräte –das Rau-Kombi-System“, in Miterlebte  
Landtechnik, Band II, Max-Eyth-Gesellschaft für Agrartechnik, Darmstadt, 1985
- / 62 / Matthies, H.J., Meier, F.: „Jahrbuch Agrartechnik“, Band 1 bis 16 (1988 bis 2004),  
herausgegeben von VDMA-Landtechnik, VDI-MEG, KTBL
- / 63 / Fahr, J.G.: „Katalog landwirtschaftlicher Maschinen von J.G. Fahr –  
Maschinenfabriken und Eisengießerei“, Gottmadingen und Stockach, 1900
- / 64 / Bergt, E.: „Die Gründerväter des industriellen Pflugbaus – Die  
Landmaschinenfabrik H.F. Eckert in Berlin“, in „Der Goldene Pflug“, Zeitschrift des  
Fördervereins des Deutschen Landwirtschaftsmuseums, Stuttgart-Hohenheim, 22.  
Jahrgang 2015
- / 65 / Sacht, O.: „Wie die Heuballen rund wurden“, in Miterlebte Landtechnik, Band III,  
DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main, 2005, ISBN 3-7690-0649-6
- / 66 / Lucius, J.: „Rudolph Sack, ein Pionier der Landtechnik des 19.Jahrhunderts“ in  
„Der Goldene Pflug“, Zeitschrift des Fördervereins des Deutschen Landwirtschafts-  
museums, Stuttgart-Hohenheim, Heft 33/2011

- / 67 / N.N.: „Ed. Schwartz & Sohn GmbH, Pflugfabrik bei Berlinchen/Neumark, 1859 – 1909“, Festschrift zum 50-jährigen Firmenjubiläum, Ecksteins Biographischer Verlag, Berlin W, 1909
- / 68 / Claas. H.: „Vom Mähdrescher- zum Erntespezialisten“, in Miterlebte Landtechnik, Band III, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main, 2005, ISBN 3-7690-0649-6
- / 69 / Brandt, R.: „Die Landmaschinenprüfung in Deutschland 1845 - 1945“ in „Der Goldene Pflug“, Zeitschrift des Fördervereins des Deutschen Landwirtschaftsmuseums, Stuttgart-Hohenheim, Heft 23/24, 2006
- / 70 / Jaekel, H., Herrmann, K.: „Von der Landmaschinenfabrik Franz Richter, Döbeln, über den VEB Landmaschinenbau "Rotes Banner" zum Kabinenhersteller Matec“ in „Der Goldene Pflug“, Zeitschrift des Fördervereins des Deutschen Landwirtschaftsmuseums, Stuttgart-Hohenheim, Heft 26/2007
- / 71 / Möller, F., Hübner, S.: „Geschichte der Kyffhäuserhütte Artern“, in „Der Goldene Pflug“, Zeitschrift des Fördervereins des Deutschen Landwirtschaftsmuseums, Stuttgart-Hohenheim, Heft 23/2006
- / 72 / Auernhammer, H.: „Der Weg zum "Landwirtschaftlichen BUS-System (LBS)", in Miterlebte Landtechnik, Band III, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main, 2005, ISBN 3-7690-0649-6
- / 73 / N.N.: „Dr.-Ing. E. h. Hermann Raussendorf“ in „Landtechnische Forschung“, Heft 1/1956, Verlag Hellmut Neureuter, München
- / 74 / Schulz, H.: „Von der Dampflokmobile zum Geräteträger“, Zeitschrift Neue Landwirtschaft, Sonderheft Technik, Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1993
- / 75 / Smirnow, I.I.: „50 Jahre sowjetischer Landmaschinenbau“, Deutsche Agrartechnik, 17. Jg. Heft 10
- / 76 / N.N.: „Der Aktionsradius der deutschen Landmaschinen-Industrie“, Teil II, Zeitschrift „Die Landmaschine“, 8. Jhg. 1928. S. 56 ff., Verlag Paul Parey, Berlin
- / 77 / Mittag, U.: „Entwicklung des Landwirtschaftsbaues und der Mechanisierung in der Rinder- und Schweineproduktion“ in „Beiträge zur Geschichte der Landtechnik in der DDR“, Verlag Redieck & Schade GmbH, Rostock, 2003, ISBN 3-94116-23-X
- / 78 / Krombholz, K.: „Kombinat Fortschritt Landmaschinen Neustadt in Sachsen von 1951 bis 1990“, Poster-Dokumentation, angefertigt im Auftrag der Stadt Neustadt in Sachsen 2013
- / 79 / Thaer, R.: „Die Dreipunkthistorie. Wie ich den Weg vom Gespannpflug zum genormten Dreipunktanbau erlebte“, in Miterlebte Landtechnik, Band I, Max-Eyth-Gesellschaft für Agrartechnik. Darmstadt. 1981

- / 80 / Damm, T.: „Landwirtschaftliches Bauen 1960 bis 2000“, in Miterlebte Landtechnik, Band III, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main, 2005, ISBN 3-7690-0649-6
- / 81 / Ordloff, D.: „Die Geschichte der Melkmaschine - Vom Melkeimer zum Roboter“, in Jahrbuch Agrartechnik, Band 20, 2008, DLG-Verlag Frankfurt/Main, ISBN 978-3-7690-0705-3
- / 82 / Ostarhild, H.: „125 Jahre Holder – Stationen einer wechselvollen Firmengeschichte“, in „Der Goldene Pflug“, Zeitschrift des Fördervereins des Deutschen Landwirtschaftsmuseums, Stuttgart-Hohenheim, Heft 36/2014
- / 83 / N.N.: „Die ZF-Geschichte - ZF-Schleppergetriebe seit 1939“, in Traktor Klassik – Das Magazin für historische Landmaschinen, Sonderdruck 2013
- / 84 / Hesse, H.: „Hydraulik für Traktoren“, herausgegeben von der Bosch Rexroth AG, Elchinen, 2014, ISBN 978-3-9814879-5
- / 85 / Krone, N.: „100 Jahre Krone“, herausgegeben von der Maschinenfabrik Bernard Krone GmbH, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 2005, ISBN 3-7843-3381-8
- / 86 / Grimme, C. u.a.: „Von der Schmiede zum Marktführer“, herausgegeben von der Grimme Landmaschinenfabrik GmbH & Co. KG, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 2011, ISBN 978-3-7843-5156-8
- / 87 / Estler, M.: „50 Jahre Einzelkornsaat bei Mais“, in Miterlebte Landtechnik, Band III, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main, 2005, ISBN 3-7690-0649-6
- / 88 / Weiste, H.: „Das Accord Pneumatik-System – von der Erfindung zur weltweiten Anwendung“, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 2013, ISBN 978-3-7843-5278-7
- / 89 / Conze, P.: „Das große DEUTZ-Buch Traktoren“, Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 2004
- / 90 / Rößler, H.: „So entstand der Unimog. Auszüge aus seiner kaum glaublichen Geschichte“, in Miterlebte Landtechnik, Band I, Max-Eyth-Gesellschaft für Agrartechnik, Darmstadt, 1981
- / 91 / Bartmer, C.A.: Rede zur Eröffnung der Messe EuroTier am 11.11.2014 in Hannover
- / 92 / Bartmer, C.A.: Rede zur Eröffnung der Messe Agritechnica am 09.11.2015 in Hannover
- / 93 / N.N.: Pressemitteilung der DLG zur Agritechnika 2015, November 2015

/ 94 / Dreyer, K.: „Historische Landmaschinen von A bis Z – Geschichte der Landtechnik“, Internetseite „Landtechnik-historisch.de“

/ 95 / N.N.: „Von 1880 bis 1980 – Hassia“, Firmenschrift der A.J. Tröster Maschinenfabrik, Butzbach 1980

/ 96 / Richter, N.: „Vom Ackerbaudorf zum Industrievorort“, Band 3, Eigenverlag, Halle/Saale, 2013

/ 97 / Franz, G.: „Geschichte der Landtechnik – Ein Arbeitsplan“, Landtechnische Forschung 15, (1965), Heft 2, Verlag Hellmut Neureuter, München

/ 98 / Hohensee, F.: „Landtechnikhersteller auf dem Gebiet des heutigen Mecklenburg-Vorpommern und ihre Produktpalette (Auswahl)“, Beiträge zur Technikgeschichte Teil 3 des Kreisagarmuseums Dorf Mecklenburg, 2006

/ 99 / N.N.: „Illustrierter Hauptkatalog der Maschinenbau – Anstalt und Eisengießerei, vormals Th. Flöther AG, Gassen (Deutschland), 1912, 165 Seiten

Auf die nachfolgenden Quellen ist nur in der Dissertation Bezug genommen

/ 100 / Marx, K.: „Das Kapital – Kritik der politischen Ökonomie“, Band I, Dietz Verlag, Berlin, 1975, Erstausgabe 1867

/ 101 / Krombholz, K.: „Beitrag zur Untersuchung der Bedingungen für die Vorbereitung von Entwicklungsvorhaben im systemorientierten Programm des Landmaschinenbaus der DDR“, Dissertation B (Entwurf), Neustadt/Sachsen 1980

/ 102 / Kesselring, F.: „Grundgesetze technisch-wirtschaftlichen Konstruierens“, Grundlagen der Landtechnik, Bd.17 (1967) Heft 1

/ 103 / N.N.: „Jahrbuch für die Amtliche Statistik des Preußischen Staates 1863“, Band 1, Berlin, Verlag der Königlich Geheimen Ober-Hofdruckerei

/ 104 / N.N.: Statistisches Jahrbuch für das Deutsche Reich, Bände 1881 bis 1943, Statistisches Jahrbuch der Bundesrepublik Deutschland, Bände 1953 bis 1990, Digitalisierte Ausgabe unter <http://www.digizeitschriften.de/dms/toc/?PID=PPN514402342>

/ 105 / Müller-Prothmann, T., Dörr, N.: „Innovationsmanagement. Strategien, Methoden und Werkzeuge für systematische Innovationsprozesse“, Hanser-Verlag, München 2009, ISBN 978-3-446-41799-1

/ 106 / N.N.: „Maschinenbau in Deutschland - Statista-Dossier“, Statista GmbH, Hamburg, 2015

- / 107 / N.N.: „Statistisches Jahrbuch 1989 der Deutschen Demokratischen Republik“, 34. Jhg., Staatsverlag der Deutschen Demokratischen Republik, Berlin 1989, ISBN 3-329-00457-6
- / 108 / Kloth, W.: „Entwickeln und Konstruieren in Deutschland und Amerika“, Grundlagen der Landtechnik, Heft 1, 1951, VDI-Verlag Düsseldorf
- / 109 / Brandt, R.: „Vom Anbaumähwerk bis zum Hänger - Entwicklung und Leistungen des Rationalisierungsmittelbaues der Landwirtschaft der DDR von 1967 bis 1990“, Neue Landwirtschaft, Sonderheft Technik, Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 1993,
- / 110 / Derlitzki, R., Schulze, E.: „GEORG MAX LUDWIG DERLITZKI (1889 bis 1958)“, Diskussionspapier Nr. 5, Institut für Agrarentwicklung in Mittel- und Osteuropa, Halle/Saale, 2004
- / 111 / Mührel, K., Herrmann, K.: „Zur Technologie der landwirtschaftlichen Produktion“, in „Beiträge zur Geschichte der Landtechnik in der DDR“, Herausgeber: Interessenvereinigung „Senioren der Landtechnik“. Verlag Redieck & Schade, Rostock 2003, ISBN 3-94116-23-X
- / 112 / Thurm, R. : „Technologie der Landwirtschaftlichen Produktion“, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin, 1970
- / 113 / Schick, R.: „Fragen der Einführung industriemäßiger Produktionsmethoden im Kartoffelanbau“, Deutsche Agrartechnik. 15. Jg., 1965, Heft 2
- / 114 / Müller, M. : „Technologische Grundlagen für die industriemäßige Pflanzenproduktion“, VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag. Berlin 1980
- / 115 Krombholz, K.: „Durchgängige Maschinensysteme für die Landwirtschaft und Nahrungsgüterwirtschaft“, Deutsche Agrartechnik. 21. Jhg., 1971, Heft 5
- / 116 / Ulrich, K., Regge, H.: „Methodische Grundlagen zur Kennzeichnung von Maschinensystemen der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft“, agrartechnik, Berlin, 34 (1984) 4
- / 117 / Mührel, K.: „Grundsätze und Hinweise für die Verfahrensgestaltung von Ernte-, Transport- und Umschlagprozessen“, Agrartechnik 30(1980) Heft 10.
- / 118 / Graichen, G.: „Ernte und Aufbereitung in Speisekartoffelbetrieben“, agrartechnik, 26. Jg. 1976, Heft 8
- / 119 / Schmidt, G., Hänel, V.: „Das Teilmaschinensystem für die Halmfütterernte“, agrartechnik, 23. Jg. 1973 Heft 10

- / 120 / Görg, H.-D. (Herausgeber): „100 Jahre Effizienz – Rudolf Diesel und die Landtechnik“, KAM Agrar Media, Verl, 2013, ISBN 978-3-9814628-2-1
- / 121 / Soucek, R., Regge, H. (Herausgeber): „Grundsätze für die Konstruktion von Landmaschinen“, Verlag Technik, Berlin, 1979
- / 122 / DLG e.V. (Herausgeber): „Schonende Bodenbearbeitung – Systemlösungen für Profis, DLG-Verlag, Frankfurt/Main 2008
- / 123 / Brandt, R.: „Die Landmaschinenprüfung in der DDR“ in „Der Goldene Pflug“, Zeitschrift des Fördervereins des Deutschen Landwirtschaftsmuseums, Stuttgart-Hohenheim, Heft 21, 2005
- / 124 / Bernhardt, G. (Herausgeber): Die Geschichte der Landtechnik an der Technischen Universität Dresden nach 1945. Manuskriptdruck an der Professur für Landmaschinen, 1994
- / 125 / Cottin, D.: „Von der Intuition zur Berechnung - zur Bemessung von Landmaschinentragwerken“ in „Jahrbuch Agrartechnik“, Band 21, 2009, ISBN 978-3-7690-0728-2
- / 126 / Cottin, D., Kritzner, B.: „Richtlinie zur Berechnung von Schweißverbindungen auf Betriebsfestigkeit“, Wissenschaftlich-technische Arbeitsunterlagen Nr.9, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, Leipzig 1986
- / 127 / Kloth, W.: „Über „das Messen von Kräften und Spannungen in der Landtechnik“, Grundlagen der Landtechnik, Heft 3, 1952, VDI-Verlag Düsseldorf
- / 128 / Kloth, W.: „Baustil und Beanspruchungen der Landmaschinen“, Grundlagen der Landtechnik, Heft 10, 1958, VDI-Verlag Düsseldorf
- / 129 / Kloth, W.: „Atlas der Spannungsfelder in technischen Bauteilen“, Verlag Stahleisen, Düsseldorf, 1961
- / 130/ Awiszus, B., Bast, J., Dürr, H., Matthes, K-J. (Herausgeber): „Grundlagen der Fertigungstechnik“, Fachbuchverlag Leipzig im Carl Hanser Verlag, 2007, ISBN 978-3-446-40745-9

# Lebenslauf

Name: Klaus Krombholz

Geburtstag und -ort: 11.05.1938 in Außig/Elbe (heute Tschechische Republik)

Wohnsitz: 78333 Stockach, Kaufhausstraße 40

## **1945 - 1956**

Besuch der Grundschule in Bad Suderode/Harz und der Oberschule in Quedlinburg mit Abiturprüfung 1956

## **1956 – 1962**

Studium an der Fakultät für Maschinenwesen der Technischen Universität Dresden mit Diplomprüfung in der Fachrichtung Landmaschinentechnik 1962

## **1962 –1967**

Assistent an der Technischen Universität Dresden, Institut für Landmaschinentechnik, mit Lehrtätigkeit und Promotion 1967

## **1967 – 1973**

Leiter der Forschung und Vorentwicklung von Erzeugnissen der Getreide- und Halmfüttererntetechnik im Kombinat Fortschritt Landmaschinen, Neustadt in Sachsen

## **1973 –1978**

Leiter für internationale Entwicklungsaufgaben und –projekte des oben genannten Unternehmens im Rahmen der Wirtschaftsorganisation der osteuropäischen Länder sowie zeitweise Tätigkeit als Honorar Dozent an der Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

## **1978 –1980**

Leiter der Forschung und Vorentwicklung des Kombines Fortschritt Landmaschinen, das seit 1978 den gesamten Landmaschinenbau der DDR umfasste.

## **1980 – 1990**

Tätigkeit als Wissenschaftlicher Berater und zeitweise Stellvertreter des Generaldirektors des Kombines Fortschritt Landmaschinen mit Aufgaben zur strategischen Unternehmens- und Geschäftsentwicklung sowie komplexen Innovationsprojekten

## **1990 – 1999**

Leiter Erzeugnisentwicklung bzw. Leiter Technik der Fortschritt Erntemaschinen GmbH Neustadt in Sachsen. In Verbindung damit Mitwirkung bei der Umgestaltung des ehemaligen Großbetriebes zu einem marktwirtschaftlich orientierten mittelständischen Unternehmen. Zeitweise zusätzliche Tätigkeit als Entwicklungsleiter der Firma Mengele in Günzburg.

**1999 - 2003**

Bis zur Pensionierung Tätigkeit als freiberuflicher Ingenieur mit Verlegung des Wohnsitzes nach Stockach.

**Seit 2003**

Publikationen zur Geschichte der Landtechnik und Arbeiten zum Erhalt agrarhistorischer Dokumente aus Archiven und Privatsammlungen durch Digitalisierung und Präsentation im Internet.

Stockach, den 03.05.2016

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Klaus Kahl'. The signature is written in a cursive style with a large initial 'K' and a long horizontal stroke at the end.