

Voraussage der Bestandsentwicklung von landwirtschaftlichen Maschinen mit Hilfe einer graphischen Methode

Institut für Landtechnik, Stuttgart-Hohenheim

Mit der Einführung neuer Arbeitsverfahren lösen verbesserte Maschinen veraltete ab. Der Wechsel erfolgte bei der schnellen technischen Entwicklung in den Nachkriegsjahren in immer kürzeren Zeitabständen. Für den Landmaschinenhersteller wurde damit der Markt unübersichtlicher und eine Vorausschau auf zukünftige Entwicklungen immer schwieriger. Die Beurteilung und Analyse der Entwicklungen auf dem Markt und der Versuch von Voraussagen für die Fabrikationsplanung sind für den Landmaschinenhersteller eine Lebensnotwendigkeit. Fehleinschätzungen können zur Existenzbedrohung werden. Dafür sind Beispiele selbst aus der Zeit vorhanden, in der die Mechanisierung noch nicht so stürmisch erfolgte. Heute sind Abschätzungen infolge der kürzeren Zeiträume sehr viel schwieriger, aber nicht unmöglich geworden. Die Statistik liefert Verfahren, mit denen Wirtschaftsdaten ermittelt werden können und Fehlprognosen sich weitgehend vermeiden lassen. Solche Verfahren haben sich im technischen Wirtschaftsleben erfolgreich bewährt [1].

In der landtechnischen Marktforschung lassen sich statistische Daten bei geeigneter Darstellung durch einheitliche und einfach zu beurteilende Gesetzmäßigkeiten darstellen. Es ergibt sich daraus die Möglichkeit, die künftige Entwicklung zu extrapolieren und im gewissen Umfang eine Prognose aufzustellen. Mit der beschriebenen Methode ist in den letzten Jahren auf Anregung von SEGLER bei den Voraussagen für landtechnische Entwicklungen gearbeitet worden [2]. Dabei sollte insbesondere eine Abschätzung über die Entwicklung des Maschinenbestandes in der westdeutschen Landwirtschaft durchgeführt werden. Die aufgeführten Beispiele beziehen sich daher auf Bestandszahlen und nicht auf Produktionszahlen oder Absatzzahlen, die den Hersteller interessieren. Da aber der jährliche Inlandsabsatz die Summe von jährlicher Bestandszunahme und jährlichem Ersatzbedarf ist, können Rückschlüsse auf die Möglichkeiten des Absatzes gemacht werden.

Graphische Darstellung von Wirtschaftsdaten

Bei Wirtschaftsdaten interessiert gewöhnlich die Entwicklung der Produktion, des Absatzes oder des gesamten Bestandes in einem bestimmten Gebiet in Abhängigkeit von der Zeit. Im allgemeinen ist man auf eigene Erhebungen angewiesen, um die statistischen Daten zu erhalten. Auf dem Landmaschinengebiet wird umfangreiches Material von der statistischen Abteilung der Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung gesammelt und veröffentlicht¹⁾. Die Verarbeitung dieser Daten und ihre Verwendung für Absatz-Voraussagen soll nachstehend gezeigt werden.

Zur Beurteilung der Daten wird wegen der besseren Anschauung die graphische Darstellung gewählt. Bild 1 zeigt die Entwicklung des Schlepperbestandes in USA von 1932 bis 1962. Die für jeweils ein Jahr in die Darstellung eingetragenen Werte sind durch einen Linienzug verbunden. Die Linie hat die Form eines länglich liegenden „S“, das heißt einer schnellen jährlichen Zunahme des Bestandes folgt nach der Einführung eine immer flacher werdende

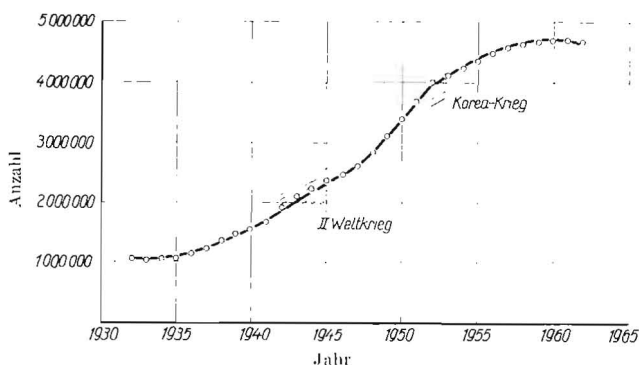


Bild 1: Entwicklung des Schlepperbestandes in den USA

Kurve, die Zunahme wird also immer geringer. Dieser Trend ist bei vielen industriellen Erzeugnissen zu beobachten. Den „S“-Ablauf würde man auch bekommen, wenn Zeitreihen für Waschmaschinen, Fernsehapparate oder ähnliche Artikel dargestellt würden.

Die Analyse des „S“-Trends ergibt, daß die Erzeugung eines neuen Produkts sich in der Weise auf dem Markt auswirkt, daß die verkaufte Ware wegen ihrer Vorteile neues Bedürfnis weckt, also einen Sog auf die Produkte ausübt. In diesem Abschnitt werden gewöhnlich Erzeugungsstätten erweitert oder neu gegründet, um mit gleichen oder ähnlichen Artikeln den Bedarf zu befriedigen. Nun läßt sich sofort sagen, daß der Anstieg sich auf lange Zeit gesehen nicht im gleichen Maße fortsetzen kann, weil die Aufnahme des Marktes begrenzt ist. Man muß annehmen, daß der Anstieg langsam flacher wird, um dann zu einem konstanten Grenzwert überzugehen.

Äußere Einflüsse bewirken keine großen Änderungen im Trend. Nach Bild 1 führte die eingeschränkte Produktion von Schleppern während des zweiten Weltkrieges, der für die amerikanischen Farmer obendrein mit einem wirtschaftlichen Wohlstand gekoppelt war, zu einer stärkeren Nachfrage in den vierziger Jahren, als es dem Trend entspricht. In ähnlicher Weise wirkte sich die Schlepperzunahme im Korea-Krieg aus. Der Schlepperbestand in USA bewegt sich nach der Darstellung bereits nahe an der Sättigungsgrenze von etwa fünf Millionen Schleppern. Gegenüber Westdeutschland, wo die Sättigungsgrenze noch nicht erreicht ist, hat die Entwicklung in USA einen zeitlichen Vorsprung von einigen Jahren.

Bei der Betrachtung der Bestandsentwicklung von Mähreschern in Westdeutschland von 1952 bis 1962 (Bild 2a) stellt man fest, daß der Übergang zum arbeitssparenden Mähtruschverfahren zu einem parabelförmig verlaufenden Trend geführt hat. Da solche Zeitreihen gewöhnlich die Form eines „S“ haben, ist nur die Deutung berechtigt, daß man sich im unteren Bereich des „S“ bewegt. Ob der Wendepunkt schon erreicht oder überschritten ist oder wo und wann die Sättigungsgrenze des Bestandes erreicht wird, ersieht man aus der Darstellung nicht. Man würde zu falschen Ergebnissen kommen, wenn man die Kurve über mehrere Jahre verlängern oder die mathematische Gleichung für die Kurve aufstellen und auf weitere Jahre extrapolieren würde.

Die Erfahrung hat nun gezeigt [3], daß sich Zeitreihen für wirtschaftliche Daten in einem nicht zu breiten Zeitraum oft dann angenähert durch eine gerade Linie wiedergeben lassen, wenn man über der Zeit nicht die numerische Menge oder Produktion, sondern deren Logarithmen aufträgt (Bild 2b). Bei der logarithmischen Einteilung stellen gleiche Abstände immer den gleichen Prozentsatz des Zuwachses, bezogen auf die zuletzt erreichte Größe, dar. Der Abstand von 2000 Stück auf 4000 Stück ist gleich groß wie der von 4000 auf 8000 oder von 10000 auf 20000. Jeder Abstand entspricht dabei unabhängig von der Größe des Ausgangswertes einem Zuwachs um das Doppelte. Eine gerade Linie in diesem halb-logarithmischen Netz würde bedeuten: In gleichen Zeitabständen erhöht sich der Maschinenbestand immer um den gleichen Prozentsatz. Dieses Wachstumsgesetz kann bei wirtschaftlichen Vorgängen naturgemäß nur in kleinen Zeiträumen erfüllt sein, da in Wirklichkeit die Verhältnisse verwickelter liegen, beispielsweise durch das Aufkommen neuer verbesserter Typen und Geräte, die neue Arbeitsverfahren ermöglichen. Daher kann das logarithmische Wachstumsgesetz nur eine erste Annäherung sein. Bei verwickelten Wirtschaftsvorgängen kann man jedoch meist durch mathematische Transformationen und Darstellung im doppel-logarithmischen Netz die Gesetzmäßigkeiten erkennen.

¹⁾ Die verwendeten statistischen Daten wurden den Zeitschriften „Landtechnik“ (insbesondere der Sonderausgabe „Landtechnik in Zahlen“) und „Implement and Tractor“ entnommen.

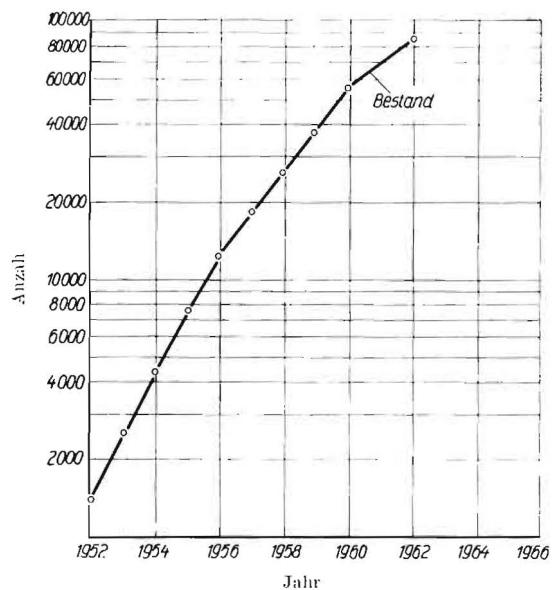
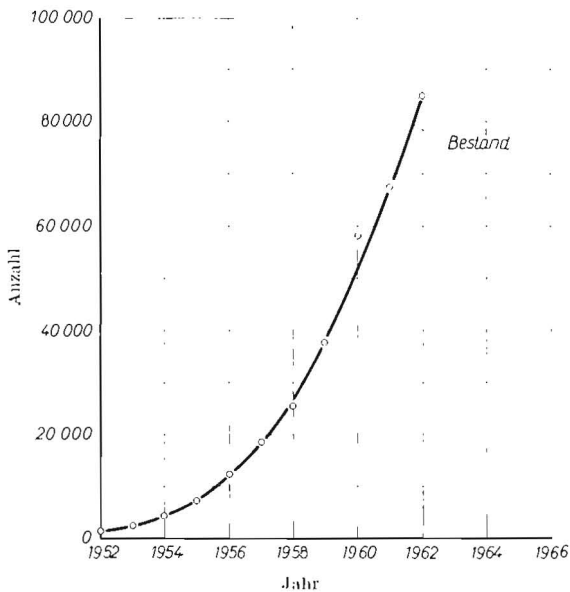


Bild 2: Entwicklung des Mährescherbestandes in Westdeutschland
Bild 2a (links): Darstellung im numerischen Netz; Bild 2b (rechts): im halblogarithmischen Netz

Die Entwicklung des Mährescherbestandes in Westdeutschland seit 1952 ist im halblogarithmischen Netz in Bild 2b aufgetragen. Die Kurve zeigt für Zeiträume von etwa vier Jahren tatsächlich einen linearen Verlauf, sie weicht also für den Zeitraum gar nicht einmal so stark vom logarithmischen Wachstumsgesetz ab. Bei dieser Darstellung läßt sich die den Mähreschertrend bestimmende Gesetzmäßigkeit einfacher erkennen als in Bild 2a, wenn auch eine Prognose für die nächsten zwei bis drei Jahre nur mit Vorbehalt zu machen ist. Dabei wäre zu berücksichtigen, daß die Linie sich um so mehr der Waagerechten nähert, je mehr die Entwicklung des Bestandes an die Sättigungsgrenze herankommt.

Die Form der halblogarithmischen Darstellung setzte sich in letzter Zeit auch in der Presse durch, da sie neben dem leichten Ablesen der Absolutzahlen einen schnellen Überblick über die Zuwachszahlen eines Teils zu einem größeren Ganzen gestattet. Sie ist dann vorteilhaft, wenn die Erzeugung eines einzelnen Werkes im Vergleich zu der Gesamterzeugung in einem bestimmten Gebiet gesehen werden soll. Bild 3 zeigt die Produktion eines beliebigen Produktes als Gesamterzeugung in einem Gebiet und als Erzeugung zweier verschiedener Werke (A) und (B) in Abhängigkeit von der Zeit. Die Gesamterzeugung und die Erzeugung des Werkes (A) verlaufen im Netz parallel. Die jährliche Produktion des Werkes (A) hat damit um den gleichen Prozentsatz wie die der Gesamterzeugung zugenommen. Sie hat den Erwartungen entsprochen, die man nach der Gesamterzeugung daran stellen konnte. Beim Werk (B) ist das nicht eingetreten. Die Möglichkeiten zu einem vermehrten Absatz wurden nicht wahrgenommen. Eine Analyse über Werbemethoden, technische Verbesserungen des Artikels müßten den Fehler aufzeigen. Aus dem numerischen Netz kann man diese Tatsachen nicht ohne Nachrechnung nachweisen.

Gesetzmäßigkeit für die Entwicklung bei Landmaschinen

Unser Beispiel über die Entwicklung des Mährescherbestandes läßt im numerischen und halblogarithmischen Netz keine Vorausagen zu, wenn man sich für die Tendenz über Zeiträume von mehreren Jahren interessiert. Richtung und Ausmaß des Bestandes verlaufen dabei nicht feststellbar. Der Marktforscher benötigt diese Informationen aber für eine Planung. Es liegt deshalb nahe, eine Gesetzmäßigkeit für die Weiterentwicklung zu suchen, nach der in großen Zügen Anstieg des Bestandes und Sättigungsgrenze bei Landmaschinen bestimmt werden können. Zunächst sollte man annehmen, daß es ein solches Gesetz nicht gibt, da der Mensch die Produktion und den Absatz von technischen Erzeugnissen durch bewußte Handlungen beeinflussen kann. Die Schlepperentwicklung in USA zeigte aber, daß eine Gesetzmäßigkeit gegeben ist. In der Tat konnte DAEVES [1] für Erzeugungen, die über längere Zeiträume überblickbar und zum Teil schon abgeschlossen sind, gewisse Gesetzmäßigkeiten erkennen. Er konnte für die jährliche Steinkohlenförderung in verschiedenen Ländern über einen

Zeitraum von etwa 100 Jahren, für die Entwicklung der Welt-Golderzeugung seit etwa 1400 und an anderen Beispielen nachweisen, daß sich die Entwicklung der jährlichen Produktion in guter Annäherung durch ein Gesetz beschreiben läßt, das als normale Häufigkeitsverteilung bekannt ist.

Die Normalverteilungskurve, nach dem Mathematiker GAUSS auch GAUSS-Kurve genannt, ist die wichtigste theoretische Häufigkeitsverteilung in der Statistik. Im numerischen Netz hat sie die Form einer Glocke, im halblogarithmischen Netz die Form einer nach unten offenen Parabel. Man findet diese Regelmäßigkeit bei allen Verteilungen der Eigenschaften von natürlich gewachsenen Organismen, wie beispielsweise bei der Verteilung von Halmlängen auf einer Wiese oder bei der Verteilung der Gewichte von Äpfeln eines Baumes. Aber auch in der sogenannten Großzahl-Forschung [4], wie beispielsweise bei der Beurteilung der Lebensdauer von technischen Erzeugnissen, bei den Ausschußziffern bei Fabrikationsvorgängen und bei der Verteilung von Betrieben nach Anzahl und Größe, hat das GAUSS-Gesetz seine Gültigkeit bewiesen und wird zur Bewertung herangezogen.

Auf welche Art aus einer ausgezählten Verteilung ohne großen mathematischen Aufwand die entsprechende GAUSS-Kurve zu erhalten ist, möge an einem einfachen Beispiel gezeigt werden. Es wurden von insgesamt 602 Bohnen einer reinen Zuchtlinie die Längen ausgemessen. Alle Bohnen wurden in Größenklassen mit

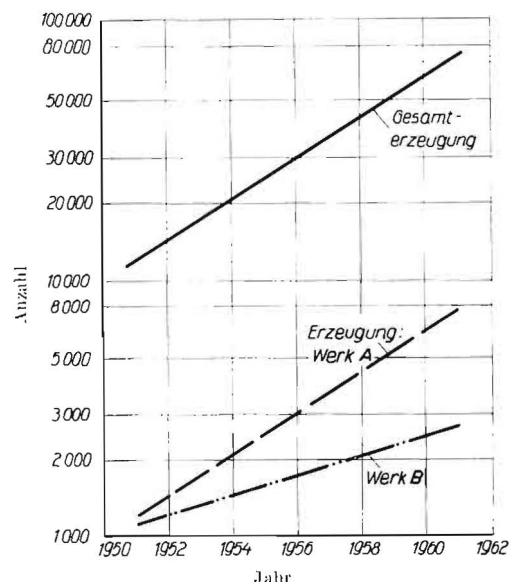


Bild 3: Gesamterzeugung eines Produktes und die Erzeugung der Werke A und B

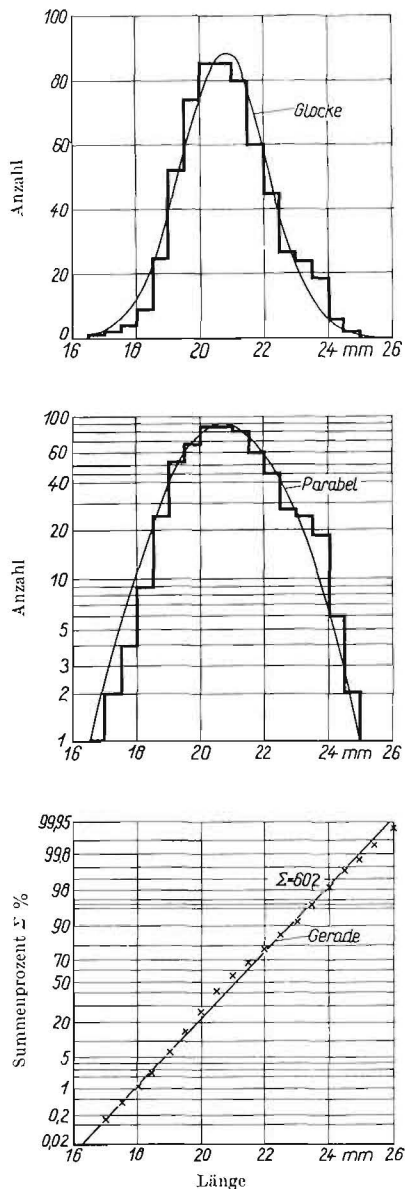


Bild 4: Variationskurve der Länge von Bohnensamen

Bild 4a (oben): Darstellung im numerischen Netz; Bild 4b (Mitte): Darstellung im halblogarithmischen Netz; Bild 4c (unten): Darstellung im Wahrscheinlichkeitsnetz. Die Treppenkurve stellt die Zahl der Bohnen in den einzelnen Größenklassen dar. In den Bildern 4a und 4b ist die theoretische Normalverteilung eingezeichnet als Glocke und Parabel

0,5 mm Längenunterschied eingeteilt [5]. Trägt man die Anzahl der Bohnen in den einzelnen gewählten Größenklassen mit 0,5 mm Längenunterschied auf der Ordinate auf, so erhält man im numerischen Netz (Bild 4a) und im halblogarithmischen Netz (Bild 4b) die dick ausgezogenen Treppenkurven. Um nun für die Verteilung die gesuchte GAUSS-Kurve als normale Gesetzmäßigkeit zu erhalten, benutzt man das Wahrscheinlichkeitsnetz [6]²⁾. Dieses Koordinatennetz ist so aufgebaut, daß eine Normalverteilung, die das GAUSS-Gesetz erfüllt, darin als eine gerade Linie erscheint. Dabei wird allerdings nicht die absolute oder prozentuale Häufigkeitsverteilung auf der Senkrechten aufgetragen, sondern die Summenprozent-Verteilung, die aber durch Aufsummieren der Einzelwerte leicht zu erhalten ist. Die Verteilung der Bohnenlänge wird so aufgetragen, daß man für jede Klassengrenze angibt, wieviel Prozent der Bohnen insgesamt Längen unter dieser Größe aufweisen. Trägt man die aufsummierten Werte in das Wahrscheinlichkeitsnetz ein, so sind die Meßwerte annähernd durch einen geraden Linienzug zu verbinden (Bild 4c). Werden nun im letzten Schritt die Summenprozente, die aus der geraden Linie abgelesen werden können, wieder in die absolute Häufigkeit zurückgerechnet, so läßt sich die GAUSS-Kurve im numerischen als Glockenkurve und im halblogarithmischen Netz als Parabel einzeichnen (Bild 4a und 4b).

²⁾ Die Netze sind in Fachgeschäften oder bei den Herstellern zu erhalten

Am Beispiel der Entwicklung der Stahlerzeugung in Nordrhein-Westfalen sollen die Zusammenhänge im wirtschaftlichen Bereich erläutert werden. Das Beispiel ist der Veröffentlichung von DAEVES entnommen [1]. In Bild 5 sind getrennt nach Herstellungsverfahren für Stahl die Jahreserzeugungen im halblogarithmischen Netz aufgetragen. Die in den Verlauf der einzelnen Punktarten eingezeichneten Linien sind Parabeln, wie sie nach beschriebener Methode als gerade Linien im Wahrscheinlichkeitsnetz konstruiert wurden. Alle drei Linien zeigen, daß die Entwicklung der Stahlerzeugung sich durch das GAUSS-Gesetz in guter Annäherung beschreiben läßt. Es ist nun interessant, welche Einzelheiten DAEVES aus dieser Darstellung unter anderem erkennt:

1. Etwa ein Jahrzehnt bevor das Holzkohlen-Frischeisen seine höchsten Jahresproduktionen erreicht hat, wird das Puddelverfahren eingeführt, dessen Jahresproduktionen schnell den Abfall der Frischeisenerzeugung überdecken. 20 Jahre bevor das Puddeleisen seine höchste Jahresproduktion hat, wird die Flußstahlerzeugung eingeführt, die ebenfalls schnell ansteigt. Nimmt man an, daß auch die Flußstahlerzeugung ihren Höhepunkt bereits überschritten hat, so ist bisher kein grundsätzlich neues Verfahren bekannt, das sie ablösen könnte.
2. Addiert man für jedes Jahr die Erzeugungsmengen nach allen Verfahren, ergibt sich wieder eine Parabel (dünn ausgezogen), deren Wendepunkt mit dem der Flußstahlerzeugung etwa zusammenfällt. Da aber die Parabel der Flußstahlerzeugung bei spiegelbildlicher Ergänzung schneller abfällt als die Ergänzung der Gesamtparabel, müßte man bald mit einem grundsätzlich neuen Stahlerzeugungsverfahren rechnen.

Die im Institut für Landtechnik in Hohenheim durchgeführten Untersuchungen haben am Beispiel verschiedener Maschinen gezeigt, daß sich auch bei den Maschinenbeständen in der Landwirtschaft die Entwicklung gut mit der GAUSS-Verteilung beschreiben läßt. Dazu werden im Wahrscheinlichkeitsnetz die Summenprozente der Bestandsentwicklung aufgetragen, im numerischen und halblogarithmischen Netz dagegen die jährlichen Zunahmen des Bestandes. In Bild 6 sind nun die jährlichen Zunahmen beziehungsweise Abnahmen des Sammelpressenbestandes in den USA dargestellt. Dazu ist wieder die aus dem Wahrscheinlichkeitsnetz konstruierte GAUSS-Kurve dünn eingezeichnet. Man erkennt, daß die jährliche Veränderung des

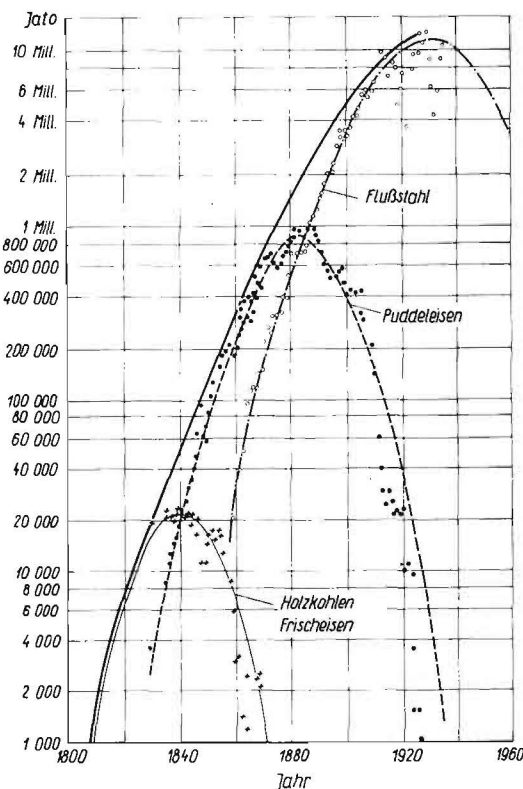


Bild 5: Entwicklung der Stahlerzeugung in Nordrhein-Westfalen [1]
Die dünnen Linien sind die GAUSS-Parabeln für die einzelnen Herstellungsverfahren. Die ausgezogene Umhüllende stellt einen Teil der GAUSS-Parabel für die Gesamterzeugung dar



Bild 6: Entwicklung der jährlichen Zunahme von Sammelpressen in USA
Die dünne Linie ist die aus dem Wahrscheinlichkeitsnetz konstruierte GAUSS-Parabel

Bestandes dem entwickelten Parabelgesetz annähernd folgt. Der Kulminationspunkt der Parabel ist bereits überschritten, das würde bedeuten, daß in den USA die jährliche Zunahme des Sammelpressenbestandes und damit der Neubedarf an Sammelpressen immer geringer wird. Eine Voraussage über den weiteren Verlauf hätte bei diesem Beispiel auch durch eine spiegelbildliche Ergänzung der GAUSS-Kurve gemacht werden können, was bei bereits überschrittenem Kulminationspunkt natürlich einfach ist.

Der Hersteller von Sammelpressen in den USA kann auf diese Weise Aufschluß über den jährlichen Neubedarf bekommen und daraus folgern, inwieweit Gelder und Maschinen noch für die Produktion von Sammelpressen investiert werden können. Erkennt man sich an die Folgerungen aus dem Beispiel Stahlerzeugung, so könnte solch ein Ergebnis aber auch Veranlassung geben, sich nach neuen Erzeugnissen umzusehen, um rechtzeitig die zwangsläufige Abnahme des Bestandes durch eine neue Parabel auffangen zu können. Dazu müßten allerdings die Zeitreihen der Maschinen Feldhäcksler und Lader, die mit den Pressen im Wettbewerb stehen, mit herangezogen werden.

Die jährliche Zunahme des Schlepperbestandes in den USA von 1912 bis 1962 ergibt zwei nebeneinanderliegende Verteilungen (Bild 7, dickausgezogene Linie). Dazu ist der Schlepperbestand für diese Zeit eingetragen. Etwa bis 1932 hat der Schlepper auf Grund seiner schweren Konstruktion das Pferd nur beim Pflügen ersetzen können, sein Anwendungsbereich war damit eng begrenzt. Von 1930 an zeigt sich das in einer jährlichen Abnahme des Bestandes; es war zu dieser Zeit eine erste Sättigungsgrenze mit etwa 1 Million Schlepper erreicht. Dann wurde dem amerikanischen Farmer der vielseitigere Schlepper angeboten mit Gummibereifung, Kraftheber, Zapfwelle, der im Betrieb zur zentralen Kraftquelle wurde und nun ziehen, heben, drücken und Feldmaschinen antreiben konnte. Der technische Fortschritt führte zu einem neuen Anstieg der jährlichen Bestandskurve, die genau wie die Zunahme von 1932 mit einer GAUSS-Verteilung beschreibbar ist, bis der Schlepperbestand um 1962 wieder mit etwa 5 Millionen eine neue Sättigungsgrenze erreicht hat. Damit befindet man sich bei der zweiten GAUSS-Parabel, angeregt durch den vielseitigeren Schlepper, auf dem absteigenden Ast. Ob eine dritte Parabel folgen wird, kann wohl schwer beantwortet werden.

Bild 8 zeigt die jährliche Zunahme des Mähdrescherbestandes in Westdeutschland seit 1952. Die Kurve läßt erkennen, daß nur Daten für den ansteigenden Ast vorliegen. Die Bestimmung des Kulminationspunktes ist dann nicht aus der Darstellung zu sehen. Besonders der Wert für 1961 erschwert eine Bestimmung. Es könnte Zweifel geben, ob sich hier eine Annäherung an den Kulminationspunkt anbahnt oder ob die Unstetigkeit auf die Bildung eines neuen Kollektivs, also einer neuen GAUSS-Verteilung, hindeutet. Eine Analyse des Marktes zeigt jedoch, daß es sich lediglich um eine Pendelbewegung um den bisherigen Normalbestand handelt, deren Ursache in der Wirtschaftslage der westdeutschen Landwirtschaft zu finden sein dürfte.

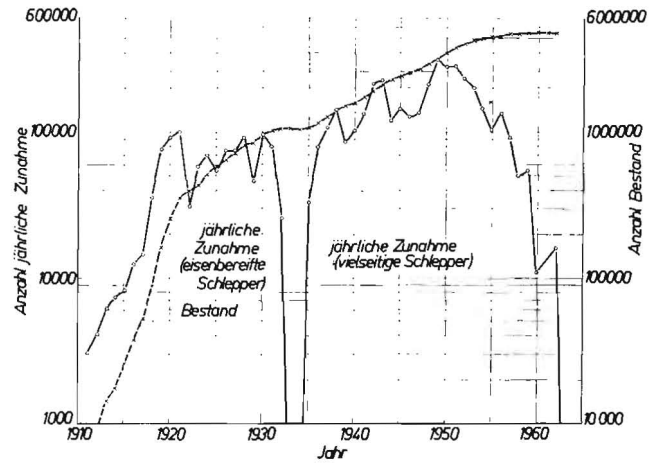


Bild 7: Entwicklung der jährlichen Zunahme und des Bestandes an Ackerschleppern in den USA

Methodik der Voraussage

Verfügt man, wie im letzten Beispiel geschildert, nur über den aufsteigenden statistischen Ast der Parabel, so kann man unter der Annahme, daß die vorliegenden und die fehlenden Werte zusammen eine Normalverteilung bilden, den Kulminationspunkt und den abfallenden Ast konstruieren. Dabei wird die Tatsache herangezogen, daß die GAUSS-Kurve im Wahrscheinlichkeitsnetz durch eine gerade Linie dargestellt wird. Zunächst wird auf Grund des bekannten Verlaufs eine Annahme über den Gesamtbestand gemacht. Man schätzt also den Endbestand oder den Sättigungsbestand. Auf diesen Sättigungsbestand werden dann die bekannten Bestandszahlen der einzelnen Jahre oder die aufsummierten, jährlichen Zunahmezahlen bis zur Gegenwart als Summenprozent bezogen und in das Wahrscheinlichkeitsnetz eingetragen. War der Sättigungsbestand zu hoch geschätzt, so ergibt sich im Wahrscheinlichkeitsnetz eine im oberen Teil nach unten abgebogene Linie. Entsprechend biegt die Linie bei einem zu niedrig angesetzten Endbestand nach oben ab. War die Schätzung richtig, so müssen die vorliegenden Punkte auf einer geraden Linie liegen, die man dann über die Gegenwart hinaus nach der fehlenden Seite verlängern kann.

Im folgenden soll am Beispiel der Mähdrescherentwicklung in Westdeutschland gezeigt werden, wie man mit Hilfe des Verfahrens abschätzen kann, wie hoch der Sättigungsbestand sein wird, zu welchem Zeitpunkt er erreicht wird und mit welchen jährlichen Zunahmen des Neubedarfs zu rechnen ist. Dabei liegt der Prognose wohlbermerkt nur die Annahme zugrunde, daß die gleiche Gesetzmäßigkeit, die den bisherigen Verlauf über alle Veränderungen bestimmte, auch künftig den weiteren Verlauf bestimmt. Diese Annahme ist aber wahrscheinlich, wie an bereits abgelaufenen Wirtschaftsvorgängen gezeigt werden konnte. Die Annahme ist auch berechtigt, weil der Trend in den USA, der auf gleicher

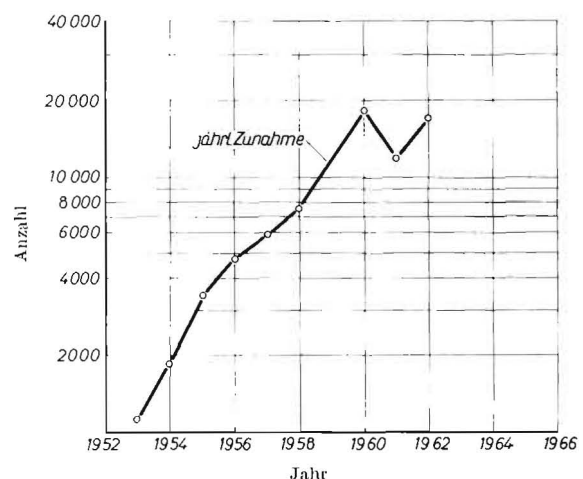


Bild 8: Entwicklung der jährlichen Zunahme von Mähdreschern in Westdeutschland

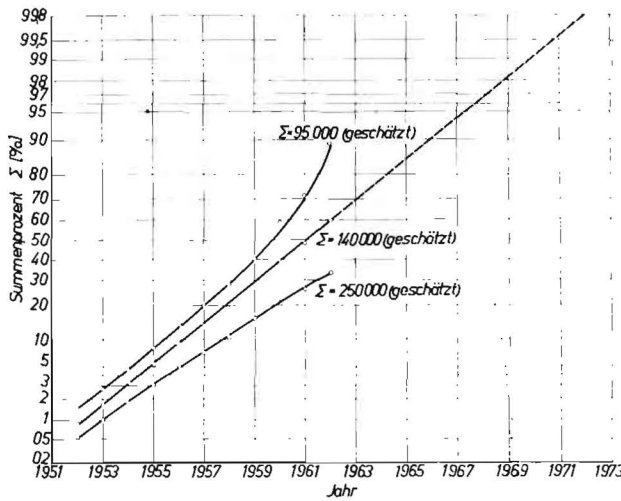


Bild 9: Beispiel für die Schätzung der Sättigung des Mähdrescherbestandes in Westdeutschland

Ebene Westdeutschland gegenüber einen zeitlichen Vorsprung hat, einen entsprechenden Verlauf hat.

In Tafel 1 sind für die Jahre 1952 bis 1962 die Mähdrescherbestände (Spalte 2) und die jährlichen Zunahmen (Spalte 3) angegeben. Wird als erste Annahme ein Endbestand von 95000 Mähdreschern gemacht und bezieht man die Bestandszahlen (Spalte 2) auf diese Annahmesumme, so ergeben sich die angegebenen Summenprozent (Spalte 4). Trägt man sie in das Wahrscheinlichkeitsnetz (Bild 9) ein, so ergibt sich die obere Kurve. Der die Punkte verbindende Linienzug krümmt sich nach oben, die gemachte Annahme war also zu niedrig. Die nächste Annahme mit 250000 (Spalte 5) ergibt in Bild 9 eine nach unten gekrümmte Linie, sie ist also zu hoch. Die in Spalte 6 gemachte Annahme mit einem Endbestand von 140000 ergibt annähernd eine gerade Linie, die sich für die kommenden Jahre verlängern läßt. Aus der Verlängerung lassen sich dann die extrapolierten Summenprozent (Spalte 7) ablesen. Aus den Prozentzahlen können die jährlichen Bestandszahlen (Spalte 8) und die jährlichen Zunahmen (Spalte 9) abgelesen werden.

Mit Hilfe dieses Verfahrens kann man die Voraussage machen, daß die Mähdrescherentwicklung in Westdeutschland sich einer Sättigungsgrenze von etwa 140000 Mähdreschern nähern wird. Die Sättigungsgrenze dürfte ungefähr Anfang der siebziger Jahre erreicht sein. Mit den Werten aus Spalte 9 ist auch die Gerade in Bild 8 zu verlängern, so daß man die Normalverteilung für die jährlichen Zunahmen in Abhängigkeit von der Zeit bekommt

(Bild 10). Zur Zeit befindet sich die Entwicklung gerade im Kulminationspunkt der Parabel. Da nach dem geschilderten Verfahren die Parabel spiegelbildlich ergänzt wurde, hat der im Jahre 1961 vom Normaltrend abweichende Wert in der Darstellung im Jahre 1963 einen entsprechenden Wert. Es besteht aber kein Grund, daß dieser Wert praktisch verwirklicht wird, sondern in der Praxis werden sich ferner die Werte nach der Normalverteilung richten, die im Bild 10 eingezeichnet ist (Linie strichpunktiert). Die Tatsache, daß in unserem Beispiel die jährliche Zunahme an Mähdreschern in Westdeutschland sich in der Nähe des Kulminationspunktes befindet, sollte die einzelnen Hersteller nicht zu dem Trugschluß verleiten, daß Anstrengungen zur Steigerung des Absatzes vergeblich sind. Der Absatz kann für die einzelne Firma trotzdem gesteigert werden, wie beispielsweise durch technische Verbesserungen oder Werbung. Es läßt sich aber doch erkennen, in welchem Rahmen Neuinvestitionen für das betreffende Verfahren noch gewinnbringend sind.

Nach dem gleichen Verfahren wurde bereits 1959 die voraussichtliche Entwicklung des Bestandes an Schleppern, Pferden und Arbeitskräften in der westdeutschen Landwirtschaft berechnet und 1960 veröffentlicht [2]. Dabei wurde jeweils die Bestandsentwicklung in Abhängigkeit von der Zeit um etwa zehn Jahre im voraus aufgetragen (Bild 11).

Interessant ist nun, die 1959 geschätzten Daten mit den Voraussagen zu vergleichen, die sich auf Grund der Daten bis zum Jahre 1962 ergeben. Mit dem Zahlenmaterial von 1950 bis 1959 wurde zum Beispiel ein Schlepperendbestand von 1200000 Stück in Westdeutschland geschätzt; 1963 kann auf Grund des Zahlenmaterials der Endbestand auf 1300000 Stück geschätzt werden. Der Mähdrescherbestand wurde 1960 auf 120000 geschätzt; heute zeigt sich, daß er eher einen Endbestand von 140000 erreichen wird. Der Fehler ist darin zu suchen, daß die 1960 vorliegenden Daten für eine Voraussage nicht ausreichten. Die Lage des Kulminationspunktes war in der Gauss-Kurve nicht ohne weiteres abzusehen. Immerhin zeigt sich aber, daß die Schätzung in einem Bereich lag, der der Wirklichkeit doch annähernd entsprach. Die Schätzung der Entwicklung für den Schlepperbestand in Abhängigkeit von der Zeit stimmte in den folgenden drei Jahren mit der tatsächlichen sehr gut überein (Bild 11); am Schluß des Jahres 1962 wurde die 1-Millionengrenze tatsächlich erreicht.

Es mag nun die Frage berechtigt sein, warum man diesen relativ einfachen Verlauf in den Wirtschaftstrends bisher nie angewendet hat. Das ist wohl darauf zurückzuführen, daß man sich meist mit der Darstellung von Entwicklungen nur kurzer Zeiträume begnügte. Aus Bild 2b und Bild 7 ist zu erkennen, daß man die Entwicklung von Zeiträumen weniger Jahre annähernd im halblogarithmischen Netz durch eine gerade Linie beschreiben kann.

Tafel 1: Prognose für die Mähdrescherentwicklung in Westdeutschland

1 Jahr	2 Bestand	3 jährliche Zunahme	4 Summenprozent für die Annahmen			7 Summen- prozent geschätzt	8 Bestand geschätzt	9 jährliche Zunahme geschätzt
			$\Sigma = 95000$	$\Sigma = 250000$	$\Sigma = 140000$			
1952	1380		1,5	0,6	1,0			
1953	2490	1110	2,6	1,0	1,8			
1954	4320	1830	4,6	1,7	3,1			
1955	7740	3420	8,2	3,1	5,5			
1956	12600	4860	13,3	5,0	9,0			
1957	18430	5830	19,4	7,4	13,2			
1958	26000	7570	27,4	10,4	18,6			
1959	38000	12000	40,0	15,2	27,2			
1960	56000	18000	59,0	22,4	40,0			
1961	68000	12000	71,6	27,4	48,6			
1962	85000	17000	89,6	34,0	60,7			
1963						68,0	95200	10200
1964						76,3	107000	11800
1965						83,5	117000	10000
1966						89,0	124600	7600
1967						93,0	130200	5600
1968						96	134400	4200
1969						97,7	136800	2400
1970						98,8	138400	1600

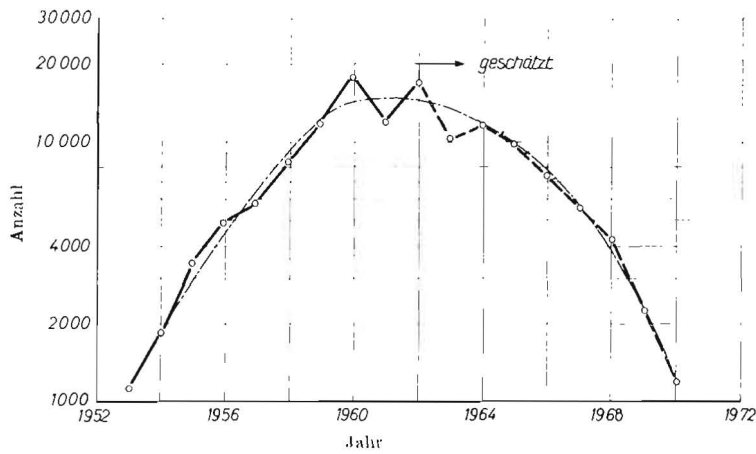


Bild 10: Vorausgesagte Entwicklung der Mährescherzunahme in Westdeutschland

So weicht der Trend des Mährescherbestandes in Westdeutschland von 1951 bis 1956 und von 1956 bis 1960 nur unmerklich von einer Geraden ab. Hinzu kommt noch, daß früher, wie bereits erwähnt, die Entwicklung ruhiger verlief und daneben die statistischen Daten zur Beurteilung der Entwicklung fehlten, die auf dem Landmaschinenfaktor in den ersten Nachkriegsjahren teilweise noch in den Anfängen steckte.

Trägt man zu der prognostizierten jährlichen Zunahme des Mährescherbestandes in Westdeutschland noch zusätzlich den Inlandsabsatz ein (Bild 12), so kann man aus der Differenz der beiden Kurven Aufschlüsse über den Ersatzbedarf bekommen, da Inlandsabsatz minus der jährlichen Zunahme der Ersatzbedarf ist. Liegt nach der Schätzung der Mährescherendbestand tatsächlich um 1973 bei 140000 Mähreschern, so werden bei einer erwarteten Lebensdauer von acht bis zehn Jahren ab 1973 jährlich 16000 bis 17500 Mährescher abzusetzen sein.

Obwohl die Voraussagen mit Hilfe der GAUSS-Normalverteilung als Gesetzmäßigkeit für die Entwicklungen brauchbare Werte ergeben hat, können solche Prognosen auch fehlschlagen.

Streuungen und Abweichungen von dem angenommenen Normaltrend wird es immer geben, da die einzelnen Zeitwerte durch kleinere oder größere Konjunkturschwankungen beeinflusst werden. Es empfiehlt sich daher, die Prognosen in gewissen Zeitabständen mit den neuen statistischen Daten zu kontrollieren und gegebenenfalls zu korrigieren. Wie am Beispiel des Mährescherbestandes im vorigen Absatz beschrieben wurde, läßt eine Entwicklung, die erst 25 . . . 30% der Gesamtzeit etwa abgelaufen ist, keinen sicheren Schluß für die zugrundeliegende Gesetzmäßigkeit zu. Prognosen sollten dann nur mit Vorbehalt gestellt werden. Die beschriebene Methode liefert aber gute Abschätzungen, wenn der Kulminationspunkt erreicht oder gar überschritten ist. Bei Abweichungen vom bisherigen Normaltrend ist immer sorgfältig zu prüfen, ob die Unstetigkeit nur eine Pendelbewegung um den Normaltrend auf Grund äußerer Einflüsse darstellt oder ob sich damit die Bildung eines neuen Kollektivs, also einer neuen GAUSS-Kurve, ankündigt. Gelingt die Trennung und Analyse solcher Mischkollektive, so kann man wertvolle Ergebnisse für die Beurteilung des Marktes gewinnen.

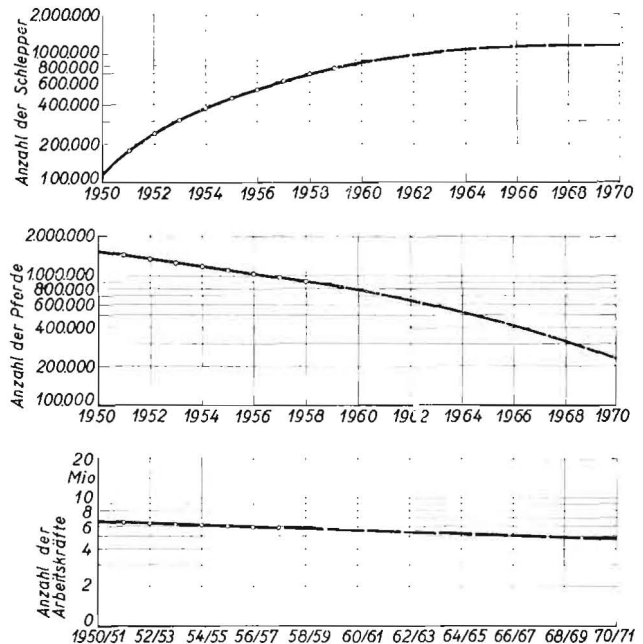


Bild 11: Vorausgesagte Entwicklung des Bestandes an Schleppern, Pferden und landwirtschaftlichen Arbeitskräften in Westdeutschland [2]

Zusammenfassung

Langfristige Vorausplanungen für die Zukunftsentwicklung sind für den Landmaschinenhersteller bei verantwortungsbewußten Entscheidungen erforderlicher denn je. Anhand von Beispielen aus den USA und Westdeutschland wird gezeigt, daß die Entwicklung der Mechanisierung in der Landwirtschaft wie in anderen Bereichen der Technik nach einer Gesetzmäßigkeit vor sich geht, die sich annähernd durch die GAUSSsche Normalkurve darstellen läßt. Auf Grund dieser Erkenntnis kann man mit Hilfe einer einfachen graphischen Methode Voraussagen machen über den Endbestand, die Bestandsentwicklung, die Entwicklung des Ersatz- und Neubedarfes und über den Zeitpunkt für technische Verbesserungen.

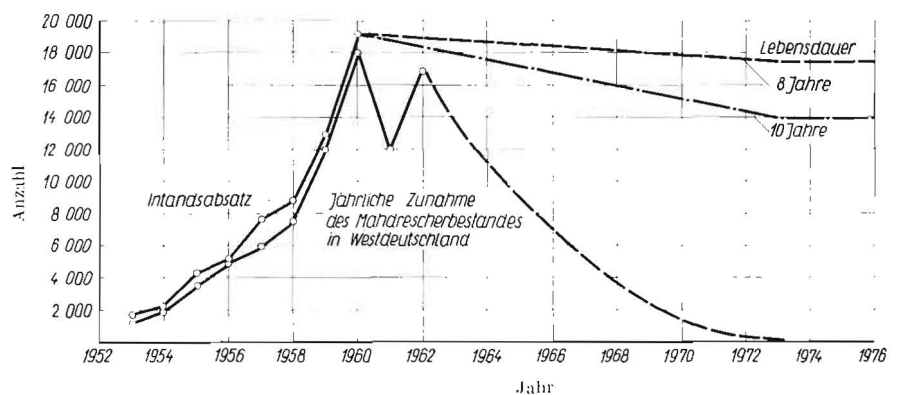


Bild 12: Voraussichtliche Entwicklung des Mährescherbedarfes in Westdeutschland

Schrifttum

- [1] DAEVES, K.: Vorausbestimmungen im Wirtschaftsleben. Verlag Girardet, Essen 1951
- [2] SEGLER, G.: Die Landtechnik revolutioniert die Landwirtschaft. Mitt. d. DLG 75 (1960), S. 1502—1510
- [3] ROHRBERG, A.: Die Anwendung logarithmischer Netze. Verlag Schleicher & Schüll, Einbeck 1957
- [4] DAEVES, K.: Rationalisierung durch Großzahlforschung. Verlag Stahleisen GmbH, Düsseldorf 1952
- [5] WALTER, H.: Die Grundlagen des Pflanzenlebens. Verlag Ulmer, Stuttgart 1946
- [6] ROHRBERG, A.: Die Anwendung der Wahrscheinlichkeits- und Häufigkeitsnetze. Verlag Schleicher & Schüll, Einbeck 1957

Résumé

Wolfgang Vornkahl: "Predicting the Stock Development of Agricultural Machinery by means of a Graphical Method."

In order to make responsible decisions, long-term preplannings for the future development are necessary more than ever for the manufacturers of agricultural machinery. By means of examples from the USA and Western Germany it is shown that mechanization in agriculture as well as in other technical fields proceeds according to a regularity which approximates GAUSS's normal curve. As a result of this finding the final stock, stock development, development of the requirement of spare and new equipment, and the time for technical improvements can be predicted by means of a simple graphical method.

Wolfgang Vornkahl: «Evaluation de l'évolution future du parc de machines agricoles à l'aide d'une méthode graphique.»

Des pronostics sur l'évolution future lointaine sont plus nécessaires que jamais aux fabricants de machines agricoles qui doivent prendre des décisions importantes. L'auteur montre à l'aide d'exemples américains et allemands que l'évolution de la mécanisation dans l'agriculture comme dans d'autres domaines se déroule d'après des lois qui peuvent être représentées à peu près à l'aide de la courbe de GAUSS. Grâce à cette expérience, on peut déterminer préalablement, au moyen d'une méthode graphique simple, le nombre définitif de machines agricoles, l'évolution de ce chiffre, l'évolution des besoins de remplacement et des besoins nouveaux et la date où des améliorations techniques s'imposeront.

Wolfgang Vornkahl: «Pronosticación del desarrollo de la cifra total de maquinaria agrícola en servicio con ayuda de un método gráfico.»

Para los fabricantes de maquinaria agrícola, las proyecciones por adelantado a largo plazo con vistas al desarrollo futuro son, para la toma de decisiones responsables, más necesarias que nunca. A base de ejemplos procedentes de los E.E.U.U. y la Alemania Occidental se muestra que el desarrollo de la mecanización en la agricultura, al igual que en otros sectores de la técnica, tiene lugar sujeto a determinada regularidad, regularidad esta que puede representarse, aproximativamente, por medio de la curva normal de GAUSS. Partiendo de esta base, con ayuda de un método gráfico sencillo se pueden hacer pronósticos en torno a la cifra límite, al desarrollo del número de unidades en servicio, al proceso que sigue tanto la demanda de maquinaria nueva como la de repuestos y al momento preciso para la introducción de mejoras técnicas.

RUNDSCHAU

Das Anbaugestänge an der Heckhydraulik des Schleppers

Waren früher Schlepper und Arbeitsgerät Maschinen, die voneinander unabhängig waren, so sind sie heute zu einer Arbeitseinheit geworden. Sie haben sich gegenseitig konstruktiv beeinflusst und zu einer vielseitigen Ausbildung der Baugruppe geführt, die die Verbindung zwischen Schlepper und Arbeitsgerät herstellt.

Die Baugruppe, die Schlepper und Gerät verbinden soll, hat eine Vielzahl von Forderungen zu erfüllen, die sich auf die Funktion und die Einstellbarkeit durch den Schlepperfahrer beziehen. Die Arbeitsgeräte sollen von einer Arbeitskraft leicht und schnell an den Schlepper an- und wieder abgebaut werden können; leicht soll heißen, daß der Schlepperfahrer ohne körperliche Anstrengung, ohne das Arbeitsgerät von Hand zurechtzurücken und möglichst ohne vom Schlepper abzusteigen, bequem die Verbindung Schlepper-Gerät herstellen oder lösen kann; die Arbeit soll schnell durchführbar sein, um die Rüstzeiten möglichst klein zu halten. Meistens erfordert das An- beziehungsweise das Abbauen des Anbaugerätes die Verstellung eines Lenkers, so daß dasselbe Gerät nach jedem Anbau neu eingestellt werden muß. Diese Verstellung soll nach Möglichkeit vermieden werden.

Jedes Arbeitsgerät, das an den Schlepper angebaut wird, erfordert eine andere Einstellung. Stellglieder, die unter Umständen während der Arbeit von Hand betätigt werden müssen, wie Oberlenker und Hubstange, sollen vom Schleppersitz aus griffgerecht leicht erreichbar sein, der Hand beim Verstellen einen guten Halt bieten und einen geringen Kraftaufwand erfordern.

Folgende Forderungen soll das Anbaugestänge erfüllen:

1. Eine Längenveränderung des Oberlenkers ergibt eine Neigung des angebauten Gerätes in Fahrtrichtung, beispielsweise zur Tiefeneinstellung des Pfluges.
2. Die Längenveränderung der Hubstange neigt das angebaute Gerät quer zur Fahrtrichtung, wodurch zum Beispiel ein Pflug senkrecht zur Ackeroberfläche gestellt werden kann.
3. Ein Heuwerbegerät soll sich den wechselnden Bodenunebenheiten anpassen können. Deshalb besteht die Forderung, daß eine der Hubstangen es dem Unterlenker ermöglichen kann, in einem begrenzten Winkelbereich frei auf- und abzapfendeln.
4. Anbaugeräte, die in Arbeitsstellung eine Seitenbeweglichkeit nicht zulassen, müssen beispielsweise durch Verstrebung oder

Verspannen der Unterlenker eine genaue Führung durch den Schlepper erhalten, die auch beim Ausheben des Gerätes in Transportstellung erhalten bleibt und das gefährliche seitliche Schwingen des Gerätes bei schneller Fahrt auf der Straße verhindert.

5. Auch wenn eine Seitenbeweglichkeit der Unterlenker in Arbeitsstellung erwünscht ist, soll in Transportstellung, also bei angehobenen Unterlenkern, die Seitenbeweglichkeit der Unterlenker ausgeschaltet sein.

Neben diesen Einstellmöglichkeiten, die von Hand am Hubgestänge selber durchgeführt werden, gibt es verschiedene Regelsysteme, die über ein Meßglied am Oberlenker oder den Unterlenkern den Druck im Arbeitszylinder und damit die Arbeitstiefe des Anbaugerätes regeln. Im folgenden soll auf diese Systeme nicht weiter eingegangen werden, da sie in der Literatur schon eingehend behandelt worden sind.

Den genannten Forderungen versuchen die verschiedenen Systeme zum Verbinden von Schlepper und Anbaugerät gerecht zu werden (Bilder 1a bis 1f).

Fast-Hitch

In Bild 1a ist die Fast-Hitch der Firma International Harvester dargestellt. (1) sind Verbindungsstellen zum Schlepper. Bei (2) befindet sich als reeller, durch die Stange (6) höhenverstellbarer Führungspunkt ein Kugelgelenk, das eine Verdrehung der Anhänggegabel (3) und damit des Gerätes (4) um alle drei Koordinatenachsen gestattet. Durch Verstellen der Stange (6) durch den Schlepperfahrer vom Schleppersitz aus bei gleichzeitigem Betätigen des Hydraulikzylinders kann die Anhänggegabel und damit das angebaute Gerät der Höhe nach parallel verstellt und damit der Tiefgang eingestellt werden. Durch den Stecker (5) an beiden Seiten der Anhänggegabel wird die Seitenbeweglichkeit der Anhänggegabel verhindert beziehungsweise beim Herausziehen des Steckers ermöglicht. (7) ist eine Führung mit Schnappvorrichtung für das anzubauende Gerät, das durch Ziehen an einer Kette wieder gelöst werden kann. Dieses Glied kennzeichnet den besonderen Vorteil dieser Anordnung. Der Schlepperfahrer stößt mit seinem Schlepper zurück, bis das Anbaugerät in der Schnappvorrichtung