

# Messungen an Hochdruck-Sammelpressen und ihre Auswertung

Heinz Dieter Kutzbach

Institut für Landmaschinen, TU Braunschweig

## 1. Einleitung \*)

Die Dimensionierung von Bauteilen bei der Neukonstruktion von Landmaschinen bereitet immer noch Schwierigkeiten, da die auftretenden Kräfte und Momente in den meisten Fällen unbekannt sind und sich nicht einmal annähernd abschätzen lassen. Erst Messungen an vorhandenen Vorläufertypen, an ähnlichen Maschinen oder an Modellen geben Auskunft über die Beanspruchung der einzelnen Bauteile; erst sie ermöglichen eine festigkeitsgerechte Konstruktion. Die besten Ergebnisse lassen sich durch Messungen während des Feld-einsatzes unter normalen Arbeitsbedingungen der Maschine erzielen. Dabei können vor allem auch die dynamischen Beanspruchungen, wie beispielsweise Schwingungserscheinungen aus Resonanzen einzelner Organe mit erfaßt werden. Wenn auch die Forderung nach Messungen am mobilen Objekt höhere Ansprüche an die Meßtechnik stellt, so ermöglichen die modernen elektronischen Meß- und Registriergeräte doch eine relativ einfache und problemlose Messung. Dies soll hier am Beispiel einer Hochdruck-Sammelpresse und einer Labor-Hochdruckpresse gezeigt werden.

## 2. Untersuchungen an fahrenden Hochdruck-Sammelpressen

Bei den Feldversuchen fährt neben der vom Schlepper gezogenen Sammelpresse ein Meßwagen, in dem die gesamten Meß- und Registriergeräte untergebracht sind. Die Stromversorgung dieser Geräte übernimmt ein motorgetriebenes Hilfsstromaggregat.

Die einzelnen Meßwerte werden von der Sammelpresse über einen Kabelbaum, also über eine direkte elektrische Verbindung, an die einzelnen Meßgeräte im Meßwagen übertragen [1; 2].

### 2.1. Meßstellen

Die verschiedenen Meßstellen sind in Bild 1 zu erkennen. Es sind das Zapfwellendrehmoment, das Hauptwellendrehmoment, das Rafferwellendrehmoment, das Querfördererdrehmoment und die Kolbenkraft. Außerdem werden die Drehzahlen der Zapfwelle und der Hauptwelle, die Stellung der Kurbelwelle und der Ballenvorschub je Kolbenhub gemessen. Als Meßaufnehmer für Kräfte und Drehmoment wurden ausnahmslos Dehnmeßstreifen eingesetzt.

Bei Messungen an einzelnen Baugruppen innerhalb der Maschine werden im allgemeinen die Dehnmeßstreifen direkt auf die Bauteile geklebt, an denen die Kräfte oder Drehmomente gemessen werden sollen. Oft müssen dazu geringfügige konstruktive Änderungen durchgeführt werden. Bei der Rafferwelle sind es eine geringfügige Abdringung (um Platz für das Aufkleben der Dehnmeßstreifen und die wasserdichte Abdeckung zu schaffen), eine Quer- und Längsbohrung (zum Herausführen der Anschlußdrähte) und ein Wellenende für einen speziellen Schleifringübertrager (um die Meßspannung von der drehenden Welle auf die ruhende Umgebung übertragen zu können).

Für die Messung des Zapfwellendrehmomentes wird eine Drehmomenten-Meßnabe verwendet. Sie ist mit Keilwellenbeziehungsweise Keilnabenprofil versehen und kann so ohne weiteres zwischen die Schlepperzapfwelle und die Gelenkwelle der Presse eingefügt werden. Neben der Messung von Drehmomenten kann diese Meßnabe auch zur Drehzahlmessung herangezogen werden. Die gesamte Einheit ist in

einem festen Gehäuse untergebracht und dadurch sehr handlich.

Die Drehzahlen werden registriert, indem bei jeder Umdrehung ein Kontakt geöffnet und wieder geschlossen wird und der dabei entstehende Impuls auf das Registriergerät gegeben wird.

Die Kurbelstellung wird mit einem Foto-Element in Verbindung mit einer Lichtquelle bestimmt, die so auf beiden Seiten des Kettenrades an der Presse montiert sind, daß jeder Kettenzahn den Lichtstrahl unterbricht und damit einen Impuls auf das Registriergerät gibt. Um die Zuordnung der Kolbenstellung zur Stellung des Zahnades zu erleichtern, sind Blechstreifen mit kleinen Löchern hinter bestimmte Zahnücken des Zahnades geschraubt. Die Löcher in den Blechen bewirken, daß das Licht eine kürzere Zeit lang auf das Foto-Element fällt, als bei den nicht verdeckten Zahnücken und somit der registrierte Impuls auch kürzer ist. Durch geschickte Anordnung dieser Blechstreifen kann die Kurbelstellung eindeutig definiert werden.

Ein Schema des Gebers zur Bestimmung des Ballenvorschubes je Hub mit einem Drehpotentiometer zeigt Bild 2. An den Auslösehebel für die Bindung, der durch ein in den Strohballen greifendes Zackenrad angetrieben wird, ist ein Skalenseil befestigt. Dieses wird über eine Umlenkrolle und über die Antriebsrolle des Potentiometers geführt und durch eine Zugfeder straff gehalten. Dreht sich das durch den Ballenvorschub angetriebene Zackenrad, so wird der Auslösehebel bis zum Beginn des Ausklinsens angehoben und das Skalenseil dabei mitgenommen. Während dieses Vorganges ändert sich die Stellung des Potentiometerabgriffes. Die dadurch hervorgerufene Spannungsänderung wird zur Aussteuerung eines Kanals des Registriergerätes benutzt.

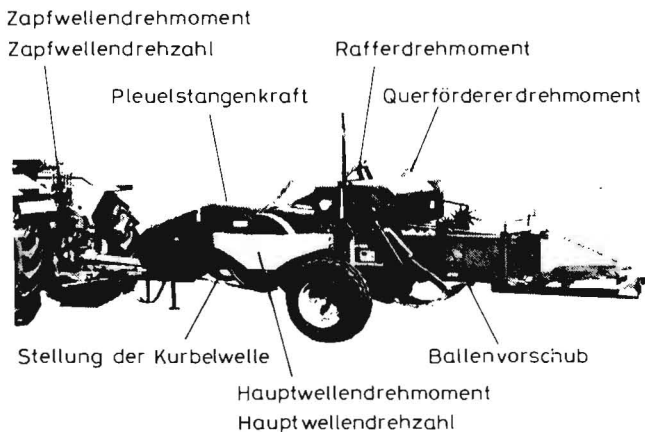


Bild 1: Meßstellen an einer Hochdruck-Sammelpresse

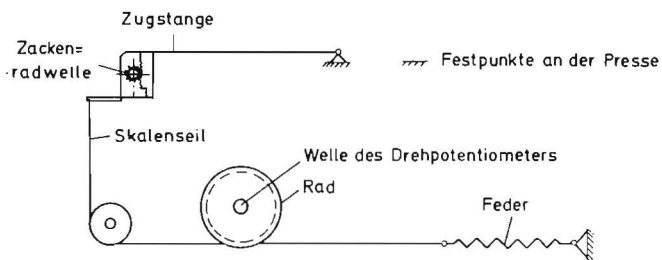


Bild 2: Schema des Gebers zur Bestimmung des Ballenvorschubes

\*) Vorgetragen am 22. Oktober 1970 auf der Arbeitstagung der 3. Sektion der CIGR in Wageningen

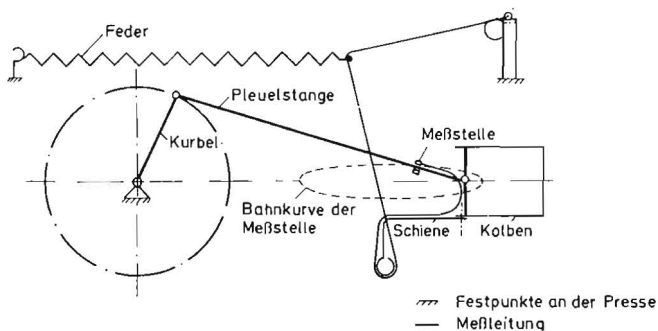


Bild 3: Kabelführung zur Kolbenkraftmeßstelle

Die Größe der Aussteuerung ist ein Maß für den Ballenvorschub.

Eine besondere Schwierigkeit ergibt sich beim Anschluß der Zuleitungsdrähte zum Pleuelstangenkraftgeber, da sich kein Punkt der Pleuelstange während eines Hubes dauernd in Ruhe befindet. Die Stelle, an der gemessen wird, beschreibt eine bohnenförmige Bahn. Durch Beobachtung des Anschlußkabels während des Betriebes wurde die in Bild 3 gezeigte Lösung als beste aus den verschiedenen Möglichkeiten der Kabelführung ausgewählt. Das Meßkabel wird von der Meßstelle zum Kolben geführt, auf eine am Kolben befestigte Schiene gelegt und um eine Nase mit großem Radius gelegt. Anschließend wird das Meßkabel frei hängend nach oben zu einem Festpunkt geführt. Durch eine Feder wird das Meßkabel immer straff gespannt, so daß es nicht durchhängen und eventuell beschädigt werden kann.

## 2.2. Registrierung mit UV-Schreiber

Bild 4 zeigt die Zusammenstellung der einzelnen Meß- und Registriergeräte. Es sind dies eine 6-Kanal-Trägerfrequenzmeßbrücke zum Betrieb der Dehnmeßstreifen-Meßstellen, die Stromversorgungsgeräte für die Drehzahlmeßstellen und die Ballenvorschubmessung, ein Verstärker für die von der



Bild 4: Meßtisch mit Meß- und Registriergeräten (UV-Schreiber)

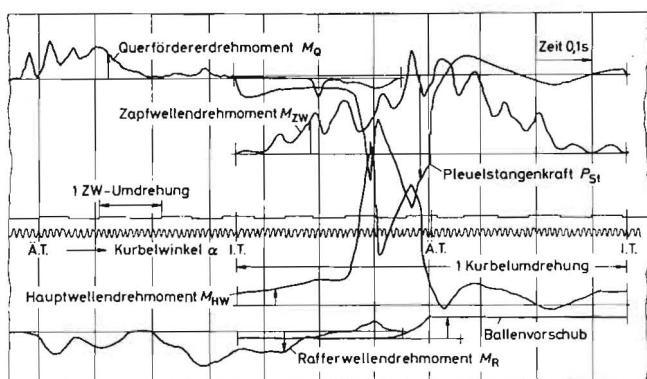


Bild 5: Meßschrieb für einen Kolbenhub

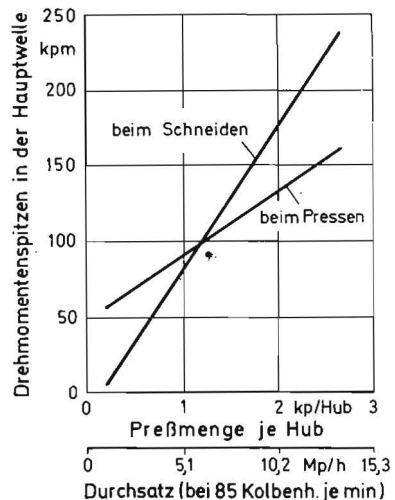


Bild 6: Hauptwellen-Drehmomentspitzen in Abhängigkeit vom Durchsatz

Foto-Strecke abgegebenen Impulse und als Registriergerät ein UV-Schreiber.

Der Meßtisch selbst besteht aus einem Untergestell, das die gleiche Höhe wie der Boden des Meßwagens (eines VW-Busses) hat, und aus einem Oberteil, das die gesamte Ausrüstung trägt. Bei Feldmessungen kann das Oberteil direkt vom Unterteil in den Meßwagen geschoben und dort arretiert werden. Der Meßaufbau und die Eichung kann so in aller Ruhe im Meßlabor erfolgen und das Ausrüsten des Meßwagens erfordert nur sehr wenig Zeit.

Ein Stück eines Meßschiebes zeigt Bild 5. Die Meßwerte wurden nur für eine Umdrehung eingezeichnet und gegeneinander verschoben. Alle 0,1 Sekunden wurde eine senkrechte Zeitmarke auf den Schrieb geblitzt, die zur Bestimmung der Drehzahl aus den Zapfwelldrehmarken beziehungsweise der Kurbelwinkelmarkierung herangezogen werden kann. Die kürzeren Impulse, die durch die Zahnflüch gesetzten Lochbleche erzielt werden, lassen sich gut erkennen. Ebenso läßt sich der Ballenvorschub je Hub gut ablesen.

Der Verlauf des Hauptwellendrehmomentes und der der Pleuelstangenkraft sind fast identisch, allerdings mit umgekehrten Vorzeichen zueinander aufgetragen. Der Verlauf ist gekennzeichnet durch Massenkräfte des zu beschleunigenden Kolbens, durch die Schneidspitze, die, obwohl kraftmäßig kleiner, wegen der ungünstigen Kurbelstellung ein höheres Hauptwellendrehmoment hervorruft, und durch die Preßspitze. Querfördermomente, Rafferdrehmomente und Zapfwelldrehmomente zeigen keinen so ausgeprägten Verlauf.

## 2.3. Auswertung

Ohne im einzelnen auf die Ergebnisse einzugehen, sollen kurz die verschiedenen Auswerteschritte aufgeführt werden, die sich an die Versuche anschließen. Da die Auswertung nur rein von Hand erfolgen kann, werden im allgemeinen Maßstäbe angefertigt und die Meßwerte dann in vorher bestimmten Punkten abgelesen und in Tabellen eingetragen.

Daraus werden einmal die Beanspruchungsverläufe über Kolbenweg oder Rafferdrehwinkel gezeichnet, wie beispielsweise der Verlauf der Pleuelstangenkraft über dem Pleuelstangenweg. Zum anderen lassen sich die Spitzenwerte über dem Durchsatz, gerechnet aus Ballengewicht und Anzahl der Ballen, auftragen, was beispielsweise in Bild 6 für die Drehmomentspitzen dargestellt ist.

Weitere Auswertungen beziehen sich auf den Leistungsbedarf einzelner Elemente aus dem mittleren Drehmomentenbedarf und der Drehzahl und schließlich noch auf die Ermittlung von Stoßfaktoren aus den Maximalwerten zu den Durchschnittswerten.

## 2.4. Registrierung mit einem Magnetbandgerät

Bild 7 zeigt noch einmal den Meßtisch mit den Meßgeräten. Allerdings wurde der UV-Schreiber durch ein Magnetbandgerät ersetzt, so daß die Registrierung nicht mehr auf UV-empfindlichem Papier, sondern elektrisch auf Magnetband erfolgt. Der große Vorteil dieser elektrischen Registrierung auf Magnetband liegt in einer erheblichen Beschleunigung und Vereinfachung der Auswertung. Da die Meßwerte wieder in elektrischer Form zur Verfügung stehen, können ohne weiteres elektrische Auswerte- und Registriergeräte, wie beispielsweise Klassiergeräte oder XY-Schreiber, zur Auswertung eingesetzt werden. Ein weiterer Vorteil der Registrierung auf Magnetband ist die Möglichkeit, Zeittransformation durchführen zu können. Damit kann die Auswertegeschwindigkeit direkt den Auswertegeräten angepaßt werden. Bild 8 veranschaulicht den Geräteaufbau für eine Teilauswertung auf Magnetband gespeicherter Meßwerte. Vom Magnetbandgerät werden die Meßwerte dem Analogrechner zugeführt, der die berechneten Ergebnisse auf den Schreiber in Diagrammform aufzeichnet. Bei den Auswertungen der Feldmessungen könnten die Beanspruchungsmomente über dem Kolbenweg beziehungsweise dem Drehwinkel der entsprechenden Meßwellen sofort aufgetragen werden, ebenso ließen sich Stoßfaktoren, Leistungsbilanzen und auch Lastkollektive unter Einsatz entsprechender Auswertegeräte sehr schnell ermitteln.

## 3. Untersuchungen an einer Labor-Hochdruckpresse

Die Auswertungen der Feldversuche zeigten bald, daß wohl ein sehr guter Aufschluß über die Beanspruchung dieser Sammelpressen gewonnen werden konnte, daß hingegen die Aussagen über den reinen Verdichtungsvorgang, also im wesentlichen die Abhängigkeit des Kolbendruckes von der Preßdichte, zu gering waren. Deswegen wurde in Fortsetzung dieser Arbeiten an Hochdruck-Sammelpressen eine Labor-Hochdruckpresse entwickelt, um den Verdichtungs-vorgang eingehender untersuchen zu können. Diese Laborpresse ist in Bild 9 dargestellt. Sie ist mit einer ausknickbaren Kolbenstange ausgerüstet. Dadurch kann der Antrieb mit den Schwungmassen dauernd mit der vorgeschriebenen Drehzahl umlaufen. Auf Hebeldruck rastet die Kolbenstange ein, und es wird genau ein Kolbenhub mit vorgeschriebener Geschwindigkeit ausgeführt. Für die Verdichtungsmessungen wurde in den Preßkanal dieser Presse ein Preßtopf eingesetzt. Der Kolben des Preßtopfes wurde vom Kolben der Labor-Hochdruckpresse angetrieben. Der Boden dieses Preßtopfes wurde über eine Reibungsbremse gehalten und verschob sich bei Überschreiten einer einstellbaren Preßkraft.

### 3.1. Meßstellen

Die einzelnen Meßstellen an diesem Preßtopf sind der Kolbendruck  $p_k$ , der Bodendruck  $p_b$  und der Seitendruck  $p_s$ . Diese drei Meßstellen waren mit Dehnmeßstreifen ausgerüstet. Neben diesen drei Drücken wurde der Kolbenweg und die Verschiebung des Bodens mit Drehpotentiometern, wie vorher zur Messung des Ballenvorschubes beschrieben, gemessen.

### 3.2. Auswertung mit einem Analogrechner

Bei der Durchführung dieser Versuche wurde auf eine Registrierung der einzelnen Meßwerte verzichtet. Dafür wurden während des nur 0,5 Sekunden dauernden Versuches alle Versuchsergebnisse mit Analogrechnern ausgewertet. Die von den Meßstellen an der Labor-Hochdruckpresse und dem Preßtopf während des Versuchs abgegebenen Meßspannungen werden zwei Analogrechnern zugeführt, die entsprechend den vorzunehmenden Rechnungen programmiert sind. Die ausgerechneten Versuchsergebnisse erscheinen direkt während des Versuches auf dem Bildschirm des Mehrstrahl-Großbild-Oszilloskopes, von wo sie zur Registrierung fotografiert werden. Zur Registrierung weiterer Versuchsergebnisse wurde außerdem ein XY-Schreiber eingesetzt.

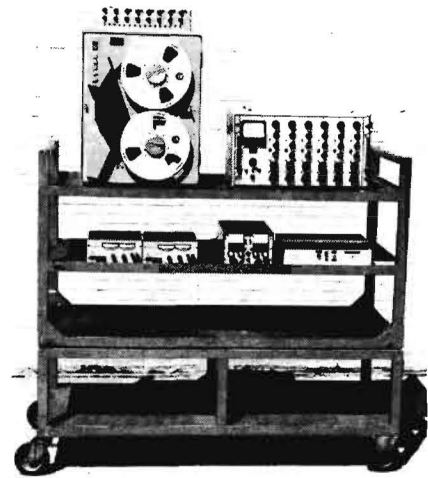


Bild 7: Meßtisch mit Meß- und Registriergeräten (Magnetbandgerät)

### 3.3. Auswerterechnungen

Die während des Versuches durchzuführenden Rechnungen sind im folgenden aufgeführt.

Preßdichte 
$$\rho = \frac{M_0}{\frac{\pi}{4} d^2 (l_u + y - S)}$$

Logarithmus des Kolbendruckes  $\log p_k$  aus  $p_k$

Verdichtungsgeschwindigkeit 
$$v = \frac{d(s-y)}{dt} = (s-y)^\circ$$

Querdruckzahl 
$$v_d = \frac{1}{1 + \frac{p_b}{p_s}}$$

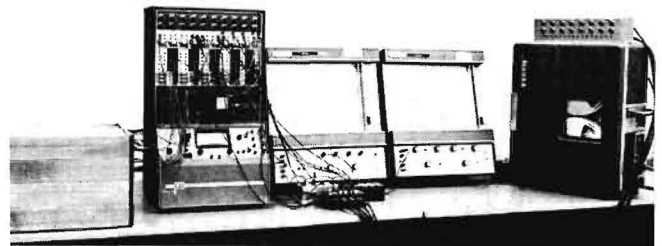


Bild 8: Auswertung auf Magnetband gespeicherter Versuchsergebnisse

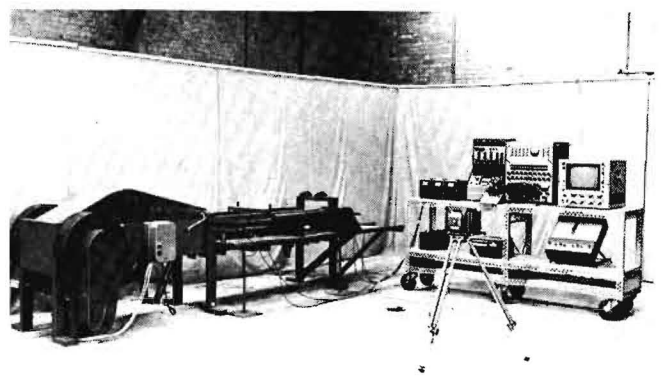


Bild 9: Versuchs- und Auswerteanordnung bei Verdichtungsmessungen mit gleichzeitiger Ausrechnung der Versuchsergebnisse durch Analogrechner

Reibbeiwert 
$$\mu = \frac{d}{4(l_u + y - s)} \frac{p_{11}}{p_s} \ln \frac{p_k}{p_1}$$

Verdichtungsarbeit 
$$A_v = \frac{\pi}{4} d^2 \int_0^t p_k \frac{d(s-y)}{dt} dt$$

Es sind dies die Berechnung der Preßdichte aus der eingefüllten Gutmenge  $M_0$  und den augenblicklichen Preßtopfabmessungen, die Logarithmierung des Kolbendruckes, die Berechnung der Verdichtungsgeschwindigkeit durch Differenzierung des Verdichtungsweges, der sich aus der Differenz von Kolbenweg und Bodenverschiebung ergibt, die Berechnung der Querdruckzahl aus dem Bodendruck und dem Seitendruck, die Berechnung des Reibbeiwertes des Halmgutes an der Preßtopfinnenwand aus den Preßtopfabmessungen, dem Verhältnis des Bodendruckes zum Seitendruck und dem Logarithmus des Verhältnisses des Kolbendruckes zum Bodendruck und schließlich die Berechnung der Verdichtungsarbeit als Wegintegral über dem Kolbendruck.

### 3.4. Einsatz eines Analogrechners für die Auswertung

Diese Werte mußten nun nicht mühsam in Form von Einzelpunkten aus UV-Meßschrieben entnommen, umgerechnet und über die Preßdichte aufgetragen werden, sondern sie wurden von den Analogrechnern gleich in Kurvenform auf dem Oszilloskop beziehungsweise die Reibbeiwerte auf dem XY-Schreiber ausgegeben. Bild 10 zeigt das fotografierte Oszillogramm eines Verdichtungsversuches. Es wurden hier vier verschiedene Ergebnisse über der Preßdichte des Halmgutes im Preßtopf aufgetragen. Im einzelnen sind das der Logarithmus des Kolbendruckes, die Verdichtungsgeschwindigkeit, die Verdichtungsarbeit und die Querdruckzahl. Die

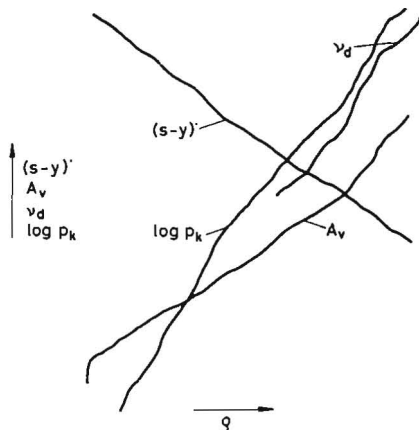


Bild 10: Oszillogramm mit einigen von Analogrechnern errechneten Kurven

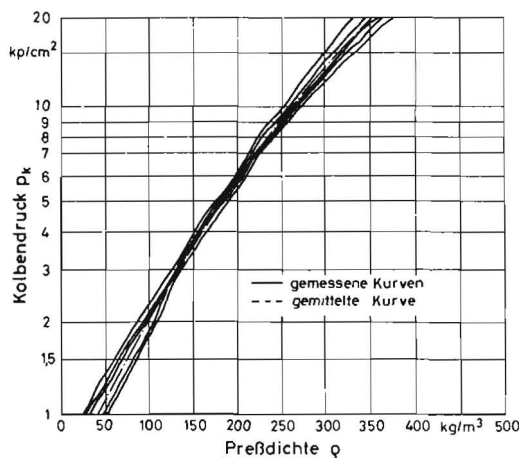


Bild 11: Mittelwertbildung von mehreren Verdichtungskurven Weizenstroh, Feuchtegehalt 11 %

Maßstäbe ergeben sich dabei aus den Einstellungen an den Analogrechnern.

Auch die weitere Auswertung ist sehr einfach. So ergibt sich ein Mittelwert zum Beispiel für die Abhängigkeit des Logarithmus des Kolbendruckes von der Preßdichte als Mittelung mehrerer Verdichtungskurven unter gleichen Versuchsbedingungen, wie es im Bild 11 dargestellt ist. Durch Eintragung dieser gemittelten Kurven in ein weiteres Diagramm (Bild 12) wird dann sofort die Abhängigkeit des Kolbendruckes von der Preßdichte bei verschiedenen Gutfeuchtegehalten klar.

### 4. Vergleich verschiedener Registrierverfahren

Die gesamte Auswertung für rund 100 Verdichtungsversuche, für die man nach dem alten Verfahren mit UV-Registrierung, Abgreifen von Punkten aus den Meßschrieben, Umrechnen und Auftragen in Diagrammen einige Monate gebraucht hätte, konnte so in etwa zwei Wochen abgeschlossen werden. Dies veranschaulicht, wie wirkungsvoll sich die modernen Rechengenäte auch im landtechnischen Versuchswesen einsetzen lassen und welche Zeit- und Arbeitersparnis durch sie erreicht werden kann.

Allerdings hat dieser direkte Einsatz der Analogrechner bei der Versuchsdurchführung auch einige Nachteile, die nicht unerwähnt bleiben sollen. So muß einmal die Rechenkapazität sehr groß sein, weil alle Umrechnungen während des Versuches gleichzeitig durchgeführt werden müssen. Zudem gehen die eigentlichen Meßwerte sofort wieder verloren, so daß eine spätere Überprüfung der Meßwerte nicht mehr möglich ist. Im allgemeinen werden grobe Fehler ohne weiteres erkannt, kleine Fehler hingegen in der Größenordnung bis zu 10 % lassen sich nur schlecht erkennen und verfälschen dann das Ergebnis. Ein weiterer Nachteil der direkten Umrechnung während des Versuches liegt darin, daß vor dem eigentlichen Versuch sehr viele Einstellungen und Kontrollen am Rechner vorgenommen werden müssen. Das kann so weit gehen, daß die Kontrolle der Rechner selbst anhand einer „Checklist“, das Vielfache der eigentlichen Versuchszeit kostet und damit nur wenige Versuche unter gleichen Bedingungen durchgeführt werden können.

So scheint auch hier der Einsatz eines Analogbandgerätes sinnvoller zu sein. Die Registrierung ist ohne Problem, und es tritt keine Verzögerung während der eigentlichen Versuche auf. Die Umrechnung der einzelnen Ergebnisse kann später nach Abschluß der Versuche bei nur kleiner Rechenkapazität nacheinander durch mehrfaches Abspielen des Magnetbandes erfolgen und bei Zweifel an der Richtigkeit wiederholt werden. Damit geht durch die Registrierung auf Magnetband kaum etwas von der Schnelligkeit bei der Auswertung verloren, die Genauigkeit und die Zuverlässigkeit der Auswertung jedoch werden erheblich gesteigert,

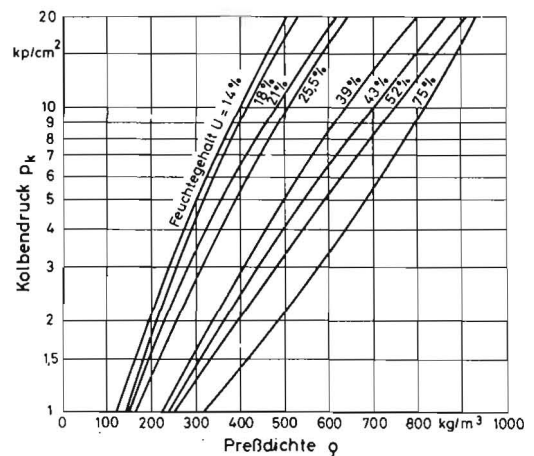


Bild 12: Abhängigkeit des Preßdruckes von der Preßdichte und dem Feuchtegehalt bei Wiesengras

so daß im Augenblick die Gerätekombination: Meßwertnehmer, Verstärker, Magnetbandgerät, analoge Auswertegeräte als günstigste Meß- und Auswertekette für die hier beschriebenen Untersuchungen an Hochdruck-Sammelpressen bezeichnet werden kann.

## 5. Zusammenfassung

Die Messungen der Belastungen und Beanspruchungen von Landmaschinen im Feldeinsatz gibt dem Konstrukteur Unterlagen zur Dimensionierung der Bauteile. Am Beispiel einer Hochdruck-Sammelpresse wird der Einsatz von Dehnmeßstreifen zur Messung von Kräften und Drehmomenten geschildert. Die Registrierung erfolgte mit einem UV-Schreiber,

was eine sehr umständliche und langwierige Auswertung zur Folge hat. Am Beispiel von Verdichtungsmessungen an einer Labor-Hockdruckpresse wird der Einsatz von Analogrechnern zur Beschleunigung der Auswertung gezeigt. Der Zeitgewinn ist erheblich. Eine sichere und schnelle Auswertung ergibt sich jedoch für beide Untersuchungen durch eine Registrierung der Meßwerte mit einem Magnetbandgerät und anschließender elektrischer Auswertung.

## Schrifttum

- [1] GLUTH, M.: Drehmoment- und Kraftmessungen an einer Ballenpresse. Unveröffentlichte Studienarbeit am Institut für Landmaschinen der TU Braunschweig
- [2] SACHT, H. O.: Das Verdichten von Halmgütern in Strangpressen. Fortschritts-Berichte des VDI, Reihe 14, Nr. 4, Düsseldorf 1966

# Technische Fortschritte in der Mechanisierung des Weinbaus

Eberhard Moser

Abteilung für Technik in Obst-, Gemüse und Weinbau, Universität Hohenheim

## 1. Einleitung

Gegenüber dem technischen Fortschritt in der Landwirtschaft, der bereits zu mechanisierten und automatisierten Herstellungsverfahren für die Gewinnung von tierischen und pflanzlichen Produkten führte, stehen wir im Weinbau noch am Anfang dieser Entwicklung. Es ist erfreulich, feststellen zu können, daß alle weinanbauenden Länder sich seit einigen Jahren um die Lösung dieser anstehenden Probleme bemühen. Diese technische Entwicklung wird durch den zunehmenden Mangel an Arbeitskräften, die steigenden Löhne, die dadurch bedingten hohen Produktionskosten, und nicht zuletzt durch den wachsenden Konsum von Traubenprodukten vorangetrieben.

Betrachtet man den Stand der Mechanisierung im Weinbau in den einzelnen Staaten, so muß man feststellen, daß bis heute noch keine ununterbrochen mechanisierten Arbeitsabläufe vom Pflanzen über die Bodenbearbeitung, die Pflanzenpflege und die Ernte bis zur Konservierung und Lagerung verwirklicht worden sind [1]. Die Arbeitsfolge im Produktionsverfahren wird meistens bei den Stockarbeiten und der Lese unterbrochen. Diese Arbeiten machen aber, wenn sie von Hand ausgeführt werden müssen, einen Großteil des Arbeitsaufwandes und damit der Erzeugungskosten bei der Gewinnung von Trauben aus. Eine Reduzierung dieser lohnintensiven Arbeiten wird in der Zukunft eine sehr viel engere Zusammenarbeit von Pflanzenbiologen und Ingenieuren auf dem Gebiet der Biotechnik notwendig machen. Die Kenntnis der physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften von Trauben und Reben ist für die Auswahl geeigneter Arbeitsverfahren, Werkzeuge und Maschinen unerläßlich. Bei all diesen Bemühungen muß selbstverständlich die Wirtschaftlichkeit der Verfahren vorangestellt werden.

In allen Ländern sind die größten Schwierigkeiten der Mechanisierung in den verschiedenartigen Rebsorten und Anbaumethoden (Standraumverhältnisse, Erziehungs- und Unterstützungsformen) sowie in der Größe und Lage der Anbaugelände zu sehen. Erhebliche Probleme verursacht auch die geringe zulässige mechanische Beanspruchung von

Trauben und Reben und die meist großen Trenn- beziehungsweise Ablösekräfte der Früchte.

Diese Erkenntnisse haben in den meisten Ländern dazu geführt, daß eine bestimmte, einheitliche Rebenerziehung und Unterstützungsform sowie ein Mindestreihenabstand und die Vergrößerung der Flächen angestrebt wird. Mit solchen Maßnahmen können die Maschinenkosten wesentlich herabgesetzt werden, weil einerseits in der Landwirtschaft vorhandene Maschinen — wie beispielsweise Schlepper und Bodenbearbeitungsgeräte — auch im Weinbau eingesetzt werden, andererseits die Stückzahlen von Spezialmaschinen erhöht werden. Eine Mechanisierung der Arbeiten in Steillagen ist durchaus möglich; jedoch wird dann der konstruktive Aufwand der Maschinen verhältnismäßig hoch.

## 2. Schlepper

Im Weinbau setzt sich überall der Rad- und Gleiskettenschlepper in normaler oder Schmalspurausführung mit größeren Antriebsleistungen weiter durch. Fahrzeuge mit Leistungen bis zu 80 PS sind nicht nur für die Bodenvorbereitung, die Untergrundlockerung sowie für leistungsstarke Anbau- und Anhängegeräte und für die Bewältigung von Steigungen in Hanglagen notwendig, sondern auch zur Erzielung höherer Flächenleistungen. Stelzenschlepper mit genügend großer Motorleistung und tief liegendem Schwerpunkt werden in engzeiligen flachen Anlagen ihre Bedeutung behalten. Vereinzelt sind in Osteuropa Schlepper mit hydraulisch verstellbarem Rahmen für Arbeiten in Schichtlinien an Steilhängen eingesetzt worden. Mit leistungsstärkeren Schleppern treten aber in größerem Umfang die Probleme der Bodenverdichtung auf, zumal mehrmals in der gleichen Spur gefahren werden muß. In den USA wurden deshalb versuchsweise permanent asphaltierte Fahrstreifen zwischen den Reihen angelegt. Dadurch kann nicht nur der energetische Wirkungsgrad eines Fahrzeuges erhöht und die Bodenverdichtung vermieden werden, sondern es können dann alle Maßnahmen im Weinbau jederzeit, unabhängig vom Wetter und den Bodenverhältnissen, durchgeführt werden.