

Résumé :

Prof. Dr.-Ing. G. Segler: „Kraftbedarfssenkung beim Häckseldrusch.“

Die Einführung des Häckseldruschverfahrens ist erschwert durch die Tatsache, daß bei elektrischem Antrieb eine Überlastung des Stromnetzes beim gleichzeitigen Antrieb von Gebläsehäcksler, Dreschmaschine und Körnergebläse entsteht. Versuche haben ergeben, daß bei Häckseldrusch eine Senkung der Trommelumfangsgeschwindigkeit möglich ist und daß durch eine derartige Maßnahme der Kraftbedarf der Dreschtrommel etwa um die Hälfte gesenkt werden kann. Diese Maßnahme dürfte zur weiteren Verbreitung des Häckseldrusches beitragen.

Prof. Dr.-Ing. G. Segler:

“Possible Reductions in the Power Requirements of Chaff Cutting Combinations.”

The introduction and application of chaff cutting combinations is rendered more difficult by the fact that, with electric drive, there is a definite overload placed upon the power lines when chaff blowers, threshers, and grain blowers are operating simultaneously. Tests have shown that, in the case of chaff cutting combinations, a reduction in the peripheral speed of the drum is possible, and that this, in turn, will reduce the power required to rotate the drum by about one half. This should lead to a greater demand for chaff cutting combinations.

Prof. Dr.-Ing. G. Segler:

«Abaissement de la puissance nécessaire au battage des céréales préalablement hachées.»

L'introduction du procédé de battage des céréales préalablement hachées est freinée par le fait qu'en utilisant l'électricité, la commande simultanée du hache-paille, de la batteuse et de l'élevateur pneumatique des grains peut conduire à une surcharge du réseau. Des essais ont montré que pour le battage des céréales hachées une diminution de la vitesse périphérique du batteur est possible et que la consommation en puissance du batteur peut être abaissée de près de moitié par une telle mesure. Cette possibilité devrait attribuer à une utilisation plus élargie du procédé de battage des céréales hachées.

Ing. Dr. G. Segler, catedrático: «Reducción del consumo de energía en la trilla — picaforrajes.»

La introducción del procedimiento de la trilla — picaforrajes tropieza con dificultades, en caso de impulsión eléctrica, por el hecho de la sobrecarga de la red de corriente, debida a la impulsión simultánea del picaforrajes con soplador, de la trilladora y del soplador para el transporte del grano. Por ensayos practicados se ha demostrado la posibilidad de reducir, en la trilla — picaforrajes, la velocidad periférica del tambor, pudiendo de esta forma rebajarse el consumo de energía del tambor trillador aproximadamente a la mitad. Esta medida podría contribuir bastante a la adopción de la trilla — picaforrajes.

Dr.-Ing. K. H. Schulze:

Kinematographische Untersuchungen an einer Fliehkraftkupplung mit hydraulischer Verzögerung des Angriffes

Institut für Landmaschinen der Justus Liebig-Hochschule Giessen

Nachstehende Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit dem Institut für den wissenschaftlichen Film, Göttingen, vorgenommen. Die filmtechnische Durchführung stand unter der Leitung von H. Schladerbusch.

In der Landwirtschaft werden zum Antrieb von Dreschmaschinen und Fördergebläsen Schleifring- und Stromverdrängungsmotoren verwendet. Diese Motoren müssen überdimensioniert sein, um ein genügend hohes Anzugsmoment aufbringen zu können. Anlaßhilfen in Form von Widerständen oder Stern-Dreieck-Schaltern sind notwendig, um den Anlaufstrom unter der Grenze des zweifachen Nennstromes zu halten. Jedoch kann diese Forderung nicht in allen Fällen eingehalten werden. Die Verwendung des Käfigankermotors (echter Kurzschlußläufer), der wegen seines hohen Anzugsmomentes am geeignetsten wäre, verbietet sich, weil der Anlaufstrom viel zu hoch ist (ein Mehrfaches des Nennstromes). Damit ist die Gefahr verbunden, daß besonders in schwachen ländlichen Stromversorgungsnetzen ein unzulässig hoher Spannungsabfall auftritt. Die Überdimensionierung der genannten Motoren hat jedoch zur Folge, daß die Belastung während des Betriebes nur etwa $\frac{3}{5}$ der Nennlast beträgt (Abb. 1).

Mit der immer mehr zunehmenden Verwendung von elektrischen Antrieben dieser Art — insbesondere von Häckselmaschinen und Häcksel Dreschmaschinen mit pneumatischer Förderung sowie Fördergebläsen — in landwirtschaftlichen Betrieben ist die zu geringe Ausnutzung der Motoren wegen des damit verbundenen schlechten $\cos \varphi$ eine akute Frage der Elektrizitätswirtschaft. Es geht deshalb das Bestreben dahin, den Käfigankermotor auch für größere Antriebsleistungen zu verwenden, und zwar unter Benutzung von Anlaßhilfen durch Kupplungen, die sich nach dem Hochlauf des Motors selbsttätig einschalten oder von Hand eingeschaltet werden. Zu diesem Zweck ist eine Reihe von Kupplungen entwickelt worden, welche entweder elektromagnetisch oder mechanisch eine allmähliche Übertragung des Drehmomentes auf die Arbeitsmaschine bewerkstelligen. Kupplungen, die elektromagnetisch gesteuert werden, bedingen eine zusätzliche elektrische Ausrüstung des Motors. Solche, die mechanisch gesteuert werden, lassen sich ohne weiteres auch von ungelerten Kräften an einem Elektromotor montieren.

In Anbetracht der Bedeutung solcher Anlaßhilfen für Schweranläufe ist im Institut für Landmaschinen der Justus Liebig-

Hochschule Giessen eine Kupplung untersucht worden, die wegen der hydraulischen Steuerung des Eingriffes und ihres gut durchdachten Aufbaues sowie wegen ihrer einfachen Wartung interessierte. Im Vordergrund der Untersuchung stand die Leistungsaufnahme des Elektromotors und das Verhalten der Kupplung während des Hochlaufes unter Last.

Beschreibung der Kupplung

Ein mit der Motorwelle drehhaltig verbundener Doppelarm A nimmt zwei Fliehkörper a und a' (a ist in Ruhestellung, a' in Reibungsschlußstellung) mit, die nicht nur eine den Fliehkräften entsprechende Radialbewegung ausführen, sondern auch durch die schrägen Flächen der Arme axial verschoben werden. Diese Axialbewegung wird durch die Konuscheibe c über drei Gleitfedern d auf die Membran e der ersten Ölkammer f übertragen. Der einstellbare Öldruck verzögert somit die Beschleunigung der Fliehkörper, verlängert also die Zeit bis zum Reibungsschluß der Kupplung. Durch die Membran e wird nämlich das Öl aus der ersten Kammer f durch den Überströmkanal g gedrückt, dessen

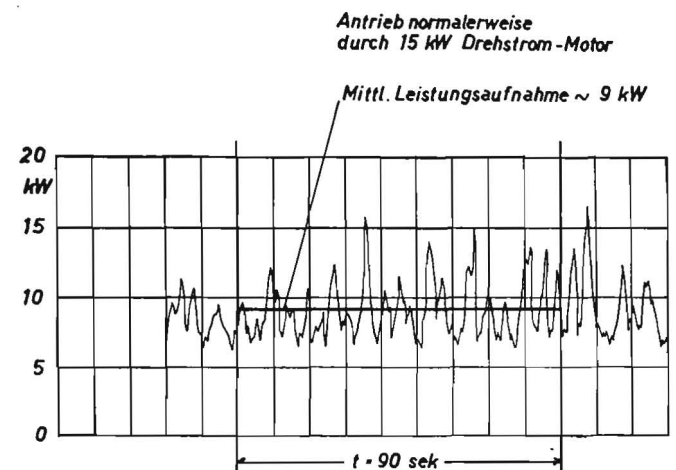


Abb. 1: Leistungsaufnahme eines Elektromotors beim Drusch von Roggen (etwa 970 kg/h) Ausschnitt aus Wattmeterschrieb

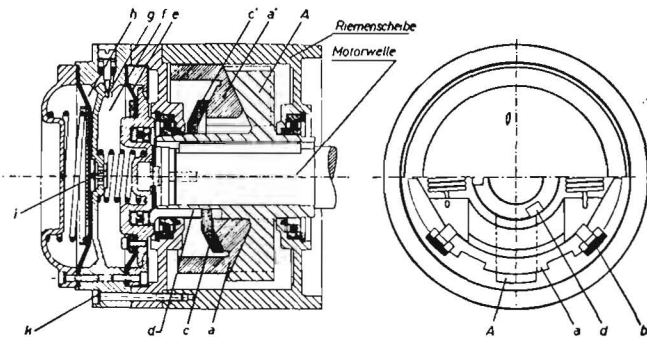


Abb. 2: Schnitt durch die untersuchte Fliehkraft-Kupplung mit hydraulischer Verzögerung des Angriffs

Querschnitt durch eine Stellschraube veränderlich ist. Das Öl sammelt sich in der zweiten Kammer h, deren Raum ebenfalls durch eine Membran gesteuert wird (Abb. 2). Wird der Motor abgeschaltet und lösen sich die Kupplungsbacken infolgedessen vom Gehäuse (Riemenscheibe), dann werden die Membranen der Ölkammern durch Federdruck zurückgestellt, wobei das Öl aus der zweiten Kammer über das Rückströmventil i rasch in die erste Kammer zurückfließt. Verschleißteile sind lediglich die Reibungsbeläge b, welche leicht auswechselbar sind. Es braucht nur die in sich abgedichtete Ölkammer durch Lösen der Schrauben k abgezogen zu werden. Die Fliehgewichte sind hiernach zugänglich. Der Riemen kann auf der Scheibe belassen werden. Die Kupplungen sind für jeden Schwerlastanlauf verwendbar.

Versuchsanordnung und -durchführung

Ein echter Kurzschlußläufer-Motor mit 11 kW Nennleistung und 22,3 Amp. Nennstromaufnahme bei 380 Volt, dessen Drehzahl $n = 1460$ U/min beträgt, war mit der beschriebenen Fliehkraftkupplung ausgerüstet und trieb über je einen Flachriemen zwei Dreschmaschinentrommeln an, von denen die erste eine Schlagleistentrommel einer Großdreschmaschine und die zweite eine Stifftrommel einer ebensolchen Maschine war. Die Versuchsanordnung ist in Abbildung 3 wiedergegeben. Um die Kupplung über die Last der beiden Trommeln hinaus belasten zu können, ist an die zweite Trommel zusätzlich eine Wasserwirbelbremse angeschlossen. Die Leistungsaufnahme des Elektromotors wurde mit einem Wattschreiber gemessen. Aus der Leistungskurve läßt sich unter Berücksichtigung des der jeweiligen Leistung entsprechenden $\cos \varphi$ -Wertes die Stromaufnahme für einen angenommenen Spannungsabfall (z. B. 20 % als höchstzulässig) berechnen. Der Leistungsfaktor des Motors verläuft in Abhängigkeit von der Leistungsaufnahme gemäß Abbildung 4. Er wurde durch Messung der Leistung, der Spannung und des Stromes errechnet. (Die Strom- und Spannungsmeßgeräte waren dabei gewöhnliche Geräte der Klasse 1,5.) Zur Kontrolle, ob der Motor auch bei Spannungsabfall in der Lage ist, bei der gegebenen Belastung das zur Beschleunigung der Trommeln notwendige Drehmoment abzugeben, wurde zwischen Netz und Motor ein Ohm'scher Widerstand geschaltet, wodurch bei der höchsten Stromaufnahme die Spannung bis auf

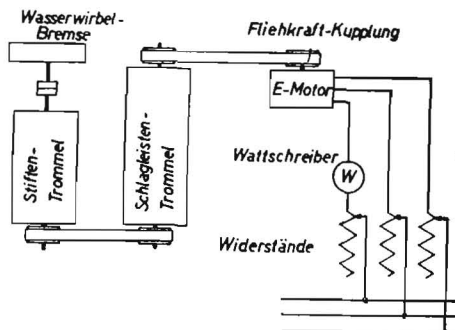


Abb. 3: Versuchsanordnung

250 Volt (das sind 29 %) abfiel. Angelassen wurde der Motor über einen Stern-Dreieck-Schalter, bei welchem in den Übergang von Stern- auf Dreieckstellung des Schalthebels eine Hemmung eingebaut war, nach deren Beseitigung erst weitergeschaltet werden konnte. Somit wurde ein unachtsames Durchschalten vermieden. Aus den Leistungskurven der Abbildungen 8a und 8b geht z. B. die Schaltpause hervor. Es bedeuten dort A den Schaltstoß beim Einschalten des Motors in Sternschaltung und B denjenigen beim Weiterschalten auf Dreieck. Der ansteigende Ast der Kurve nach B gibt das Angreifen der Fliehgewichte der Kupplung an der Riemenscheibe wieder.

Um festzustellen, wie sich der Schlupf der Kupplung während des Hochlaufens ändert und ob der Flachriemen etwa am Schlupf beteiligt ist, wurde die Drehbewegung der Motorriemenscheibe und der Trommelriemenscheibe gleichzeitig mit einer Zeitlupenkamera mit hoher Bildfrequenz (etwa 1100 je Sek.) aufgenommen. Die Motorwelle und die Kupplungsrie-

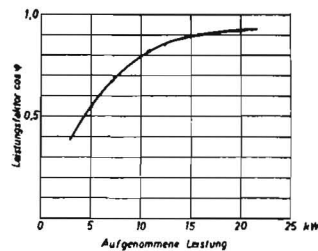


Abb. 4: Leistungsfaktor des Antriebsmotors

menscheibe wurden mit je einer Markenscheibe mit gleichen Kreisteilungen (Abb. 5) versehen. Der durch den Schlupf der Kupplung bedingte asynchrone Lauf der Motorwelle und der Riemenscheibe wird durch die hohe Bildfrequenz so deutlich sichtbar, daß die sich ändernde Relativbewegung der beiden Scheiben durch Auszählen ihrer Umdrehungen je Zeiteinheit möglich ist. (Der Zeitmaßstab wird auf dem Film durch Lichtimpulse eines Zeitmarkengebers, welcher mit einer Frequenz von 1000 Hz schwingt, abgebildet.) Daraus ergibt sich der Schlupf der Kupplung. Die Riemenscheibe der Trommel war ebenfalls an ihrem Innenbord mit dieser Teilung markiert. Motor und Trommel hatten einen Achsabstand von etwa 3,50 m. Um beide mit einer Filmkamera erfassen zu können, wurden sie durch je zwei Planspiegel (Abb. 6) so eingespiegelt, daß sie scheinbar direkt nebeneinander stehend abgebildet wurden. Ferner war am Motor und an der Trommel je ein Spiegel angebracht (Abb. 5 und 6), der eine Draufsicht auf den Riemen ermöglichte. Der Riemen war mit gleicher Teilung wie die Markenscheiben versehen. Damit

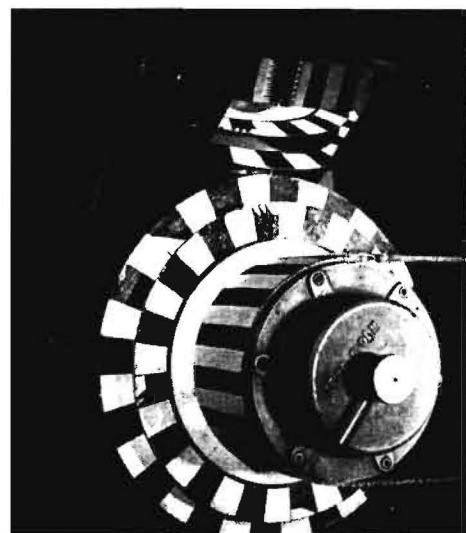


Abb. 5: Markierung der Kupplung und des Riemen zur Sichtbarmachung des Schlupfes während des Hochlaufes. Die große Scheibe läuft mit der Motorwelle um, die kleine mit der Kupplungsriemenscheibe. Der Spiegel am oberen Ende gibt eine Draufsicht auf den Riemen, um eventuellen Schlupf des Riemen bei der kinematographischen Aufnahme des Hochlaufes sichtbar zu machen

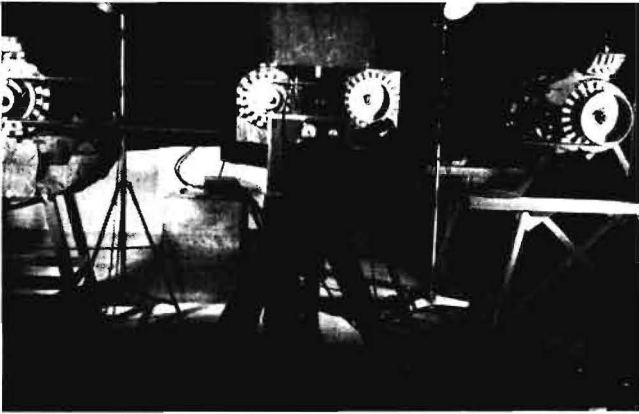


Abb. 6: Versuchsaufbau für die kinematographische Untersuchung. Der Motor (im Bilde links) und die Trommel (im Bilde rechts) werden über je zwei Planspiegel in das Blickfeld der Kamera gebracht. Die Spiegelbilder sind in der Mitte des Bildes erkennbar

sollte neben den auszählbaren Umdrehungen der Motor-scheibe und Trommelscheibe eine weitere Kontrolle etwaigen Riemenschlupfes gegeben sein. Da die Hochlaufdauer der Dreschtrommel etwa 8 mal so lang ist wie die Ablaufdauer einer Filmspule während einer Aufnahme, mußte das Betriebsverhalten der Kupplung durch zeitlich aufeinander folgende Teilaufnahmen des Anlaufvorganges aufgenommen werden. Die Aneinanderreihung dieser Streifen, bei denen also der Anlaufvorgang stets wiederholt wurde, gibt dann im Zusammenhang den ganzen Hochlauf wieder.

Versuchsergebnisse

In Abbildung 7 sind z. B. die Umdrehungen der Motorwelle und der Motorriemenscheibe aus einer Teilaufnahme des Anlaufvorganges wiedergegeben. Dabei entspricht einer Umdrehung ein Drehwinkel der Welle oder Scheibe von 360°. Aus der geradlinig ansteigenden Kurve für die Motorwelle geht hervor, daß keine Änderung der Winkelgeschwindigkeit in diesem Zeitraum eintritt, die Drehzahl also konstant ist. In allen Teilaufnahmen ist dieses Verhalten festzustellen, ohne daß die minutliche Drehzahl dabei den völlig gleichen Wert hat. Das geht aus der Drehzahlkurve der Abbildung 10 hervor. Aus der gekrümmten Kurve der Umdrehungen der Motorscheibe ist das allmähliche Ansteigen ihrer Winkelgeschwindigkeit festzustellen. Differenziert man diese Kurven, so erhält man die Umdrehungen je Zeiteinheit und aus der Beziehung

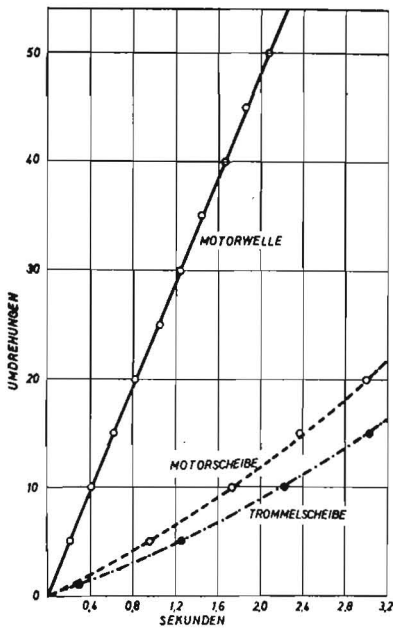


Abb. 7: Auswertungsbeispiel eines Filmstreifens aus dem Hochlauf der Fliehkraftkupplung

$$S = \frac{n_W - n_S}{n_W} \cdot 100$$

den Schlupf der Kupplung in v. H. n_W bedeutet die Drehzahl der Motorwelle, n_S diejenige der Motorscheibe. Bestimmt man auf gleiche Weise die Drehzahl der Trommelscheibe, so hat man gleichzeitig eine Kontrolle des Riemenschlupfes, der sich über den ganzen Hochlauf zu Null ergab. Dasselbe ist festzustellen, wenn man den Lauf des Riemens an der Motorscheibe nachprüft.

Die Leistungsaufnahme eines Hochlaufes geht aus den Abbildungen 8a und 8b hervor. Nach dem ersten Stromstoß A beim Einschalten des Motors im Stern erfolgt nach etwa 1,5 Sekunden der Schaltstoß B für die Dreieckschaltung. Erst nach 5/2

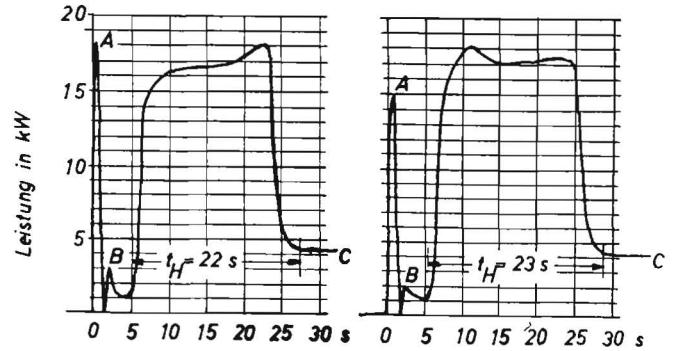


Abb. 8a und b: Leistungsaufnahme des Motors beim Hochlauf der Dreschmaschinen-trommeln bei normaler (a) und bei abfallender (b) Spannung

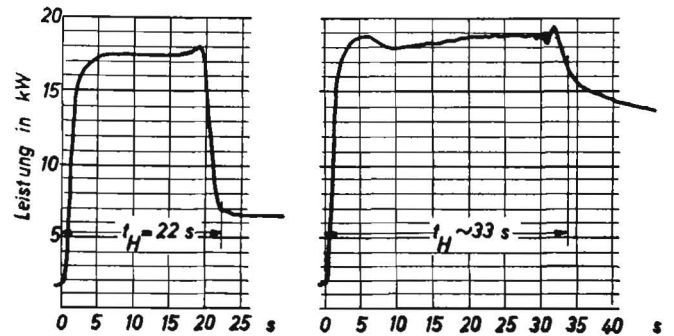


Abb. 9a und b: Leistungsaufnahme des Motors bei starker und stärkster Belastung während des Hochlaufes

Sekunden seit Beginn der Stromaufnahme des Motors beginnt die Kupplung zu greifen, weil jetzt erst wegen der hydraulischen Verzögerung die Kupplungsbacken die Riemenscheibe mitnehmend berührt haben. Zu diesem Zeitpunkt wird die Beschleunigung der Dreschtrommeln eingeleitet. Nach 18 Sekunden ist die höchste Leistungsaufnahme erreicht, was bei einem etwaigen Spannungsabfall von 20% einer Stromaufnahme von 38 Amp. entspricht. D. h. die Stromaufnahme beträgt hier etwa das 1,7 fache. Selbst bei einem Spannungsabfall von 29% war der Motor noch in der Lage, die beiden Dreschtrommeln auf die Soll-drehzahl zu bringen. Die Leistungsaufnahme bei diesen Verhältnissen zeigt Abbildung 8b. Daß hierbei gegen Ende des Hochlaufes eine nicht so ausgeprägte Spitze im Leistungsbedarf eingetreten ist, hängt wahrscheinlich damit zusammen, daß die Kupplungsbacken, die vor diesem Versuch schon häufige Schaltungen durchgemacht hatten, sich an der Riemenscheibe gewissermaßen eingelaufen hatten, wodurch eine Änderung der Reibung zwischen Kupplungsbelag und Riemenscheibe gegenüber den ersten Versuchen eingetreten war. Es hängt jedenfalls nicht mit dem bei so hohem Spannungsabfall bedingten großen Drehzahlverlust des Motors während des Hochlaufes zusammen. Kontrollversuche mit normalen Spannungsverhältnissen ergaben

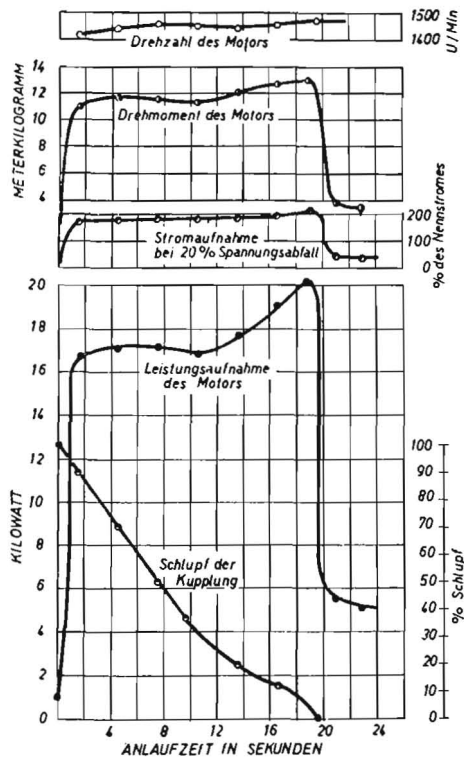


Abb. 10: Leistungsaufnahme des Elektromotors und aus den Filmaufnahmen ermittelter Schlupf der Fliehkraftkupplung während des Hochlaufes zweier Dreschmaschinenrömmeln

das gleiche Bild. Der Leerlauf-Kraftbedarf der beiden Dreschtrömmeln beträgt etwa 4,3 kW.

Um das Verhalten der Kupplung bzw. die Leistungsaufnahme des Motors zu kontrollieren, wenn während des Hochlaufes die Belastung höher ist, wurde bei halb- und dann bei vollgefüllter Wasserwirbelbremse gefahren, wie aus den Abbildungen 9a und 9b ersichtlich ist. Abbildung 9a zeigt gegenüber den bisher geschilderten Versuchen keine wesentlichen Unterschiede. Bei voller Füllung der Bremse steigt zwar die

Leistungsaufnahme im Maximum auf 19 kW, was immer noch einer Stromaufnahme von nur 40 Amp. entspricht, wenn 20 % Spannungsabfall zugrunde gelegt werden. Die zulässige Grenze der doppelten Nennstromaufnahme ist hier also noch nicht erreicht. Die Hochlaufzeit ist naturgemäß wesentlich länger (etwa 33 Sek.). Bemerkenswert sind weiterhin die Schwingungen im Kurvenzug, die darauf zurückzuführen sind, daß bei Überlastung die Kupplung und auch der Riemen durch plötzlich einsetzenden Schlupf zu rucken beginnen.

Der Schlupf der Kupplung ergibt sich aus Abbildung 10. Dieses Bild ist aus den beschriebenen kinematographischen Untersuchungen entstanden. Die bei diesen Untersuchungen gewonnenen Leistungsdiagramme zeigen eine ähnliche Charakteristik wie die der Abbildung 8a. Daß in Abbildung 9 die Leistungsspitze mit 20 kW höher liegt, obgleich die Belastungsverhältnisse nicht geändert waren, wird darauf zurückgeführt, daß die Kupplung bei diesen Versuchen, die zeitlich vor den geschilderten lagen, noch nicht eingelaufen war. Die Stromaufnahme überschreitet aber auch hier nicht das Doppelte des Nennstromes. Der Schlupf der Kupplung nimmt über der Zeit des Hochlaufes zunächst nahezu linear ab, um dann geringer zu werden, während er gegen Ende wieder stärker abfällt, bis der Wert Null erreicht ist. Setzt man in die Gleichung für den Schlupf an Stelle der Drehzahl die Winkelgeschwindigkeit ω ein, geht diese in

$$\frac{S}{100} = \left(1 - \frac{\omega S}{\omega W}\right)$$

über. Unter der Voraussetzung, daß die Winkelgeschwindigkeit der Motorwelle $\omega W = \text{konstant}$ ist, läßt sich die Differentialgleichung

$$- \frac{dS}{dt} = \frac{d\omega S}{dt} \cdot \frac{1}{\omega W} \cdot 100$$

anschreiben, aus der hervorgeht, daß die Beschleunigung der Trommel bei schlupflosem Riementrieb um so größer ist, je größer die Änderung des Kupplungsschlupfes ist. Die Charakteristik der Schlupfkurve erklärt allerdings nicht völlig die starke Zunahme des Leistungsbedarfes des Motors kurz vor Beendigung des Hochlaufes. Es ist möglich, daß hierbei der Luftwiderstand der Trommelschlagleisten bei wachsender Drehzahl von wesentlichem Einfluß ist.

Résumé:

Dr.-Ing. K. H. Schulze: „Kinematographische Untersuchungen an einer Fliehkraftkupplung mit hydraulischer Verzögerung des Angriffes.“

Festgestellt wurde das Anlaufverhalten einer Kupplung für Schwebanlauf unter gleichzeitiger Messung der Leistung des antreibenden Elektromotors. Das Kennzeichnende der untersuchten Fliehkraftkupplung ist, daß auf hydraulischem Wege bei einfacher Konstruktion eine Anpassungsfähigkeit an gegebene Antriebsverhältnisse erreicht wird. Es ist mit einfachen Mitteln möglich, die Stromaufnahme des Elektromotors so zu beeinflussen, daß die zulässige Grenze nicht überschritten wird. Durch die hydraulische Steuerung des Angriffes ist ein weiches Arbeiten der Kupplungsbacken gewährleistet.

Dr.-Ing. K. H. Schulze:

“Kinematographic Investigations on a Centrifugal Clutch with Hydraulic Retardation of Engagement.”

The behaviour of a heavy-duty clutch when starting up was investigated, the performance of the driving motor being measured simultaneously. The distinguishing feature of the centrifugal clutches under investigation was that a hydraulic device of simple design had been incorporated to enable the clutch to adjust itself to certain given starting conditions. The use of quite simple methods makes it possible to regulate the supply of current to the motor in such a manner that permissible limits are not exceeded. The hydraulic control of the engagement of the clutch ensures easy action.

Dr.-Ing. K. H. Schulze: «Examens cinématographiques effectués sur un embrayage centrifuge avec temporisation hydraulique de l'attaque.»

On a étudié le comportement lors du démarrage d'un embrayage pour démarrage sous charge en mesurant simultanément la puissance du moteur électrique. La particularité de l'embrayage centrifuge examiné est qu'une adaptation aux conditions de travail est obtenue par le système hydraulique, tout en n'exigeant qu'une construction simple. Il est possible d'influencer par des moyens très simples l'admission de courant du moteur électrique de sorte que la limite admise n'est jamais dépassée. Un travail souple des mâchoires d'embrayage est assuré grâce à la commande hydraulique de l'attaque.

Ing. Dr. K. H. Schulze:

«Investigaciones cinematográficas en un embrague centrifugo con retardo hidráulico de ataque.»

Se ha comprobado el comportamiento de un embrague pesado, midiéndose al mismo tiempo el rendimiento del electro-motor de impulsión. Es característica del embrague centrifugo ensayado la facilidad de adaptación a condiciones de trabajo dadas, conseguida por un procedimiento hidráulico de construcción sencillísima. De forma sencilla se influye en el consumo de energía del motor de modo que no pase del limite permitido. El mando hidráulico del ataque garantiza el trabajo suave de las zapatas.