

Eine automatische Regelung für das Füllen von Heubergen und für die Entnahme aus Heubergen und Hochsilos

Von Ate H. Bosma und Marinus G. Telle, Wageningen *)

DK 62 - 523:631.353:631.563:631.24

Rauhfutter guter Qualität spielt in der Fütterung von Milchvieh eine wichtige Rolle. Es ergibt sich daher die Notwendigkeit, kostengünstige Ernte-, Lagerungs- und Fütterungsverfahren für Rauhfutter zu entwickeln. Ein in Deutschland bisher wenig bekanntes Verfahren ist das Einbringen und Lagern von Heu in einem Heuberg. Von Mitarbeitern des "Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie" wird hier eine Möglichkeit vorgestellt, wie die Vorgänge beim Befüllen des Heuberges und bei der Entnahme von Heu automatisiert werden können. Eine solche Automatisierung der Entnahme ist auch für die Futterentnahme aus Hochsilos geeignet.

1. Maschinelle Ausrüstung für das Verfahren

Im "Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie" in Wageningen, Niederlande, werden Forschungsarbeiten durchgeführt, die auf eine Verbesserung der Verfahren für die Gewinnung, Lagerung und Fütterung von losem Heu gerichtet sind. Dabei ist festgestellt worden, daß es mit den heute zur Verfügung stehenden technischen Hilfsmitteln durchaus möglich ist, loses Langheu ohne Handarbeit vom Grünland in das Lager und später aus dem Lager bis in den Futtertrog der Tiere zu bringen.

Die Maschinen-Kette eines solchen Heuernte- und -Aufbereitungsverfahrens besteht aus den folgenden Gliedern:

- Ladewagen, zur Auflockerung des Gutes mit Messern ausgerüstet;
- Abladetisch, der eine ganze Wagenladung aufnimmt und das Gut unabhängig von der Arbeit des Ladewagens weiterbefördert;
- Dosiergerät für die gleichmäßige Förderung des Gutes in das Gebläse;
- Heugebläse für die Förderung des Gutes in den Heuberg;
- Heuberg mit automatisierten Einrichtungen für das Einlagern.

Nach dem Füllen ist der Heuberg das Anfangsglied einer zweiten Kette, mit deren Hilfe das Vieh automatisch gefüttert werden kann. Diese Kette besteht aus den Gliedern:

- Heuberg mit automatisierten Einrichtungen für die Futterentnahme;
- Fördergerät für den Transport des Gutes zum Vieh (entweder Gebläse oder Förderband).

2. Arbeitsablauf beim Einbringen des Futters in den Heuberg

2.1 Fördern des Heues in den Heuberg und die Überwachung des Fördervorganges

Das Heu wird bei einem Feuchtegehalt von etwa 35 % eingefahren; es wird durch einen mit Messern ausgerüsteten Ladewagen aufgenommen und zum Hof transportiert. Die Wagenladung wird auf

den Abladetisch entleert, der Wagen fährt sofort wieder zum Feld zurück, während das Heu selbsttätig vom Abladetisch in den Heuberg gefördert wird.

Auch wenn der mittlere Heustrom vom Abladetisch in das Gebläse klein gehalten wird, läßt es sich nicht vermeiden, daß mitunter größere Gutsballen eingezogen werden, die das Gebläse nicht verarbeiten kann und die dann Verstopfungen verursachen. Um solche Schwierigkeiten zu vermeiden, wird ein Dosiergerät eingesetzt. Das Heugebläse ist ein Gerät in handelsüblicher Ausführung mit einer Nennleistung von 10 kW. Wegen des durch das Dosiergerät bewirkten gleichmäßigen Heustromes ist die für das Gebläse und die weiteren Einrichtungen für die Einlagerung erforderliche Leistung gering.

Da das Fördern des Gutes in den Heuberg ohne Aufsicht erfolgen soll, muß eine Überwachungsvorrichtung vorhanden sein, die verhindert, daß bei Störungen im Gebläse oder Förderrohr weiterhin das Heu zum Gebläse gefördert wird. Dazu werden am Endrohr der Gebläseleitung Fühler angebracht, Bild 1, die bei Störungen in der Förderung oder nach Beendigung des Fördervorganges mit Hilfe einer in Bild 2 abgebildeten Schaltung das Ausschalten des Gebläses und der vor dem Gebläse angeordneten Geräte bewirken.

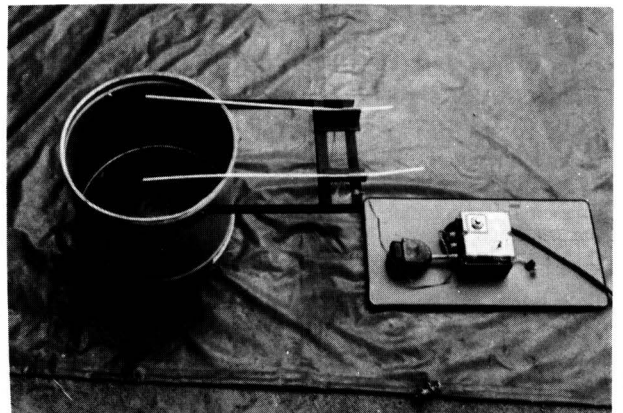


Bild 1. Überwachungsvorrichtung, Fühler am Endrohr des Gebläses.

Durch Schließen des Schalters S wird die Überwachungsvorrichtung eingeschaltet und das Zeitglied T_k in Gang gesetzt, solange die beiden Mikroschalter MS 1 und MS 2 geschlossen sind. Aus der Förderleitung austretende Heustrom lenkt nun die vor dem Rohrende befindlichen Fühler aus und öffnet damit die Mikroschalter, wodurch das Zeitrelais erneut anspringt und der verzögert ansprechende Relaiskontakt $T_k 1$ geschlossen bleibt.

Erscheint über eine längere Zeitspanne kein Fördergut, so öffnet das Zeitglied T_k den Kontakt $T_k 1$ und das Gebläse sowie die übrigen Geräte werden abgeschaltet. Wenn der Fahrer dann eine neue Heu-Ladung bringt, kann er die evtl. Störung beseitigen und die Anlage wieder einschalten.

*) Ing. Ate H. Bosma ist Mitarbeiter in der Abteilung Landmaschinenforschung und Ing. Marinus G. Telle ist Mitarbeiter in der Abteilung Meß- und Steuertechnik des Instituut voor Landbouwtechniek en Rationalisatie in Wageningen, Niederlande.

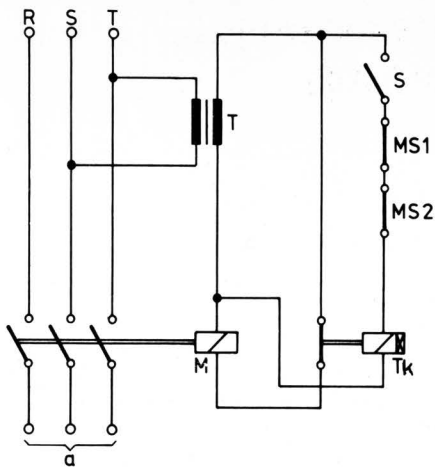


Bild 2. Schaltbild für die Überwachungs- und Steuerungsvorrichtung der Förderanlage.

2.2 Verteilen des Gutes im Heuberg und Lageregelung von Dach und Verteilvorrichtung

Das Heu, das noch nachbelüftet werden muß, wird in einem Heuberg mit vollmechanisierter, automatisch geregelter Verteilvorrichtung, Bild 3, gelagert. Dieser mechanisierte Heuberg ähnelt einem in den Niederlanden schon länger praktizierten Lagerungsverfahren: Drei Stahlrohre a dienen als Stützen für das höhenverstellbare Dach b. Um bei der Beschickung das Abtreiben von Heu zu verhindern, wird mit dem Dach eine formgebende Schalung d hochgezogen. Eine elektrische Seilwinde e dient zum Heben bzw. Senken von Dach und Verteilvorrichtung und wird über die Leistungsaufnahme des Antriebsmotors f der Verteil- bzw. Entleervorrichtung gesteuert. Durch eine Luftabschlußglocke h wird beim Befüllen ein Belüftungsschacht i ausgebildet, der bei der späteren Futterentnahme als Abwurfschacht benutzt wird.

Der Heuberg hat einen Durchmesser von 10 m und kann bei einer Füllhöhe von 10 m 750 m³ Heu fassen, was 100 t Trockensubstanz entspricht.

Vier bis fünf Wochen lang wird das Heu ununterbrochen mit Kaltluft belüftet, später nur noch kurzzeitig. Der Förderdruck des Belüftungsgebläses soll 5 ÷ 6 mbar betragen bei einem Förderstrom von 22500 m³/h.

Für das Befüllen wird das teleskopartig ausziehbare Gebläserohr j durch das Dach geführt und das Heu mehr oder weniger tangential auf den Heustock c gefördert, wo die Verteilerzinken k der umlaufenden Verteilerarme das Gut im Heuberg gleichmäßig verteilen und die Oberfläche eineben.

Aus Messungen der vom zentralen Antriebsmotor für die Verteilvorrichtung aufgenommenen Leistung ließ sich ableiten, daß diese Größe zur Steuerung des Windenantriebes benutzt werden kann, wenn eine Schaltung, Bild 4, verwendet wird, die auf Leistungsschwankungen kleineren Umfangs nicht zu schnell reagiert. Wenn der vom Antriebsmotor aufgenommene Strom den eingestellten Wert von 5,5 A übersteigt, wird durch Schließen von Rb und C 2 der Windenantrieb eingeschaltet und das Dach nebst Verteilvorrichtung angehoben. Infolgedessen nimmt die vom Antriebsmotor der Verteilvorrichtung aufgenommene Leistung ab. Wenn die Stromstärke unter den eingestellten Wert von 5,5 A sinkt und auch das Zeitrelais T 2 den Kontakt T 2 - 1 geöffnet hat, wird die Hubbewegung unterbrochen, bis das Niveau des Gutes abermals soviel gestiegen ist, daß ein neues Steuersignal ausgelöst wird.

Sinkt dagegen der vom Antriebsmotor der Verteilvorrichtung aufgenommene Strom unter einen Wert von 3 A ab, dann wird durch Schließen von Ra - 1 das Zeitrelais T 1 eingeschaltet und der Kontakt T 1 - 1 nur verzögert geschlossen, damit die Schaltung nicht

auf kurzzeitig auftretende Leistungsschwankungen reagiert. Das Relais C 1 wird eingeschaltet, die Winde senkt das Dach und die Verteilvorrichtung ab. Wenn die Zinken bzw. Räder der Verteilvorrichtung wieder tiefer in den Futterstock eingreifen, steigt der vom Antriebsmotor aufgenommene Strom erneut an, der Kontakt Ra öffnet und die Winde hält an.

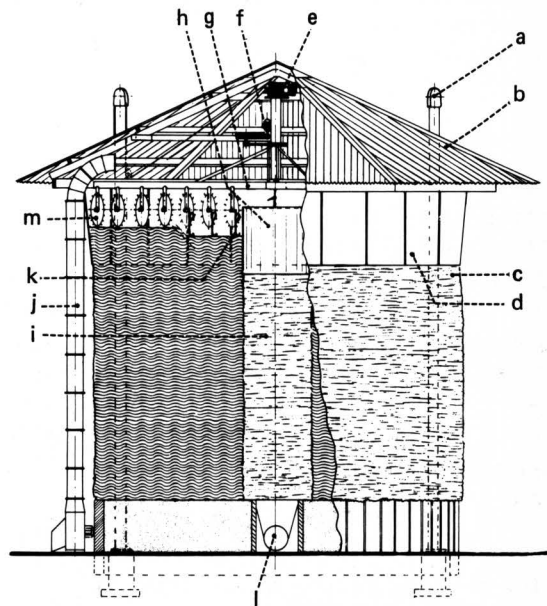


Bild 3. Schematische Darstellung des mechanisierten, automatisch betriebenen Heubergs.

- | | |
|--|--|
| a 3 Stahlrohre | h Luftabschlußglocke |
| b höhenverstellbares Dach | i Belüftungs- bzw. Entleerungsschacht |
| c Heustock | j Teleskop-Gebläserohr |
| d Formgebende Schalung | k Verteilerzinken beim Füllen |
| e Seilwinde zum Heben und Senken des Dachs | l Belüftungskanal bzw. Saugrohr beim Entleeren |
| f Antriebsmotor 3 kW | m Zinkenräder beim Entleeren |
| g Verteil-/Entleervorrichtung | |

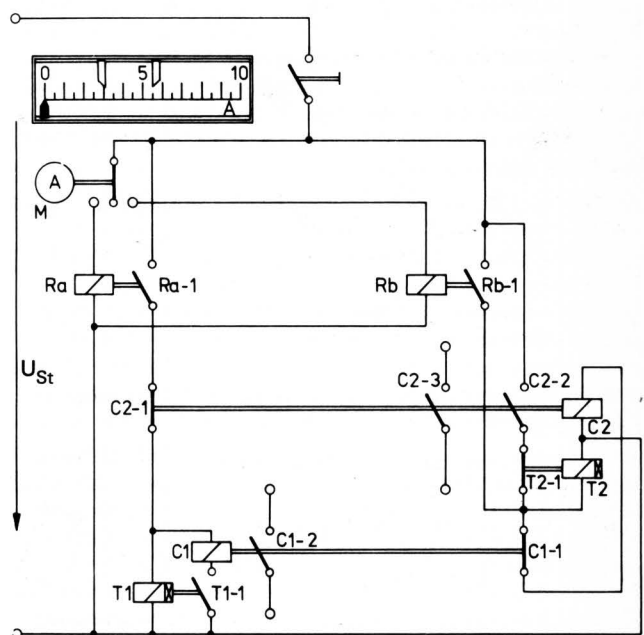


Bild 4. Schaltbild für die automatische Lageregelung von Dach und Verteilvorrichtung im Heuberg.

Mit Hilfe der geschilderten Einrichtungen kann der Heuberg ohne Aufsicht sehr gleichmäßig beschickt werden, Bild 5. Nach Umrüsten der Verteilvorrichtung und des Fördergebläses (Abnehmen der Luftabschlußglocke und der Verteilerzinken, Lockern der Schalung und Anbringen des Saugrohres im Belüftungsschacht) kann das Lagergut aus dem Heuberg entnommen werden. Dabei wird das Heu von rotierenden Zinkenrädern von außen zur Mitte geräumt und fällt durch den Schacht in das Gebläse zum weiteren Transport. Auch beim Entleerungsvorgang wird das Dach und die Verteil- bzw. Entleerungsvorrichtung automatisch auf die dem Heuniveau entsprechende Lage nachgeführt.



Bild 5. Automatisch gefüllter mechanisierter Heuberg.

3. Entleeren von Hochsilos

Untersuchungen an Entnahmegerten für Silos haben gezeigt, daß hier ein ähnliches Regelungssystem, wie zuvor geschildert, mit Erfolg eingesetzt werden kann. Die Entnahme aus dem Hochsilo geschieht im allgemeinen mit Hilfe einer an einem Drahtseil aufgehängten Oberfräse. Zur schichtweisen Entnahme der Silage wird die Fräse stufenweise jeweils einige Zentimeter weiter abgelassen, was durch Einschalten der Winde entweder von Hand oder über ein Zeitrelais erreicht wird.

Im Gegensatz zur Maissilage können bei diesem Verfahren in Grassilage erhebliche Störungen auftreten. So ist vor allem bei der Entnahme von Grassilage festgestellt worden, daß die vom Antriebsmotor der Fräse aufgenommene Leistung hohe Spitzenwerte aufweist, wenn die Fräse während der Arbeit stufenweise abgesenkt wird. Dadurch kommt es häufig zu Verstopfungen und die Entnahme kann demnach nicht ohne Überwachung ablaufen. Die Auswurfleistung kann nicht optimal sein, weil das Auftreten kurzzeitiger Spitzenwerte im Leistungsbedarf berücksichtigt werden muß.

Zur Verbesserung des Entnahmeprozesses wurde die Seilwinde einer Kettenfräse elektrisch angetrieben und mit einer Regelungsvorrichtung versehen. Die Fräse, Bild 6, reißt das Futter mit einer zahnbesetzten Kette los und fördert es zur Silomitte, von wo es durch eine zweite Kette durch einen Graben im Futterstock zum Abwurfschacht an der Innenseite der Außenwand gefördert wird. Der Abwurfschacht wird durch dachförmig gegeneinander geklappte, abnehmbare Blechklappen gebildet. Unter dem Abwurfschacht ist eine Öffnung in der Silowand, die durch einen Lukendeckel verschlossen werden kann. Die Fräse wird mit einem 7,5 kW-Elektromotor angetrieben.

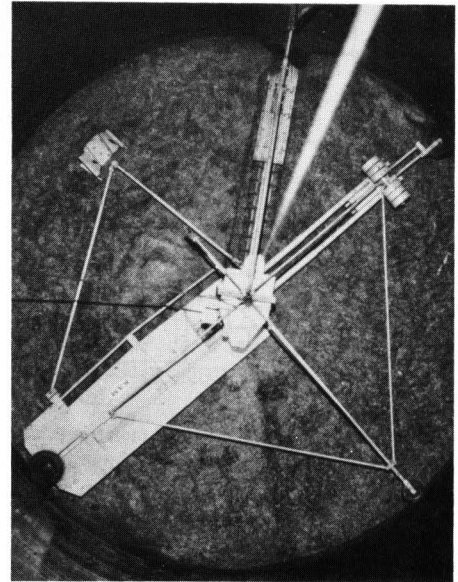


Bild 6. KAM "Double D" Oberfräse.

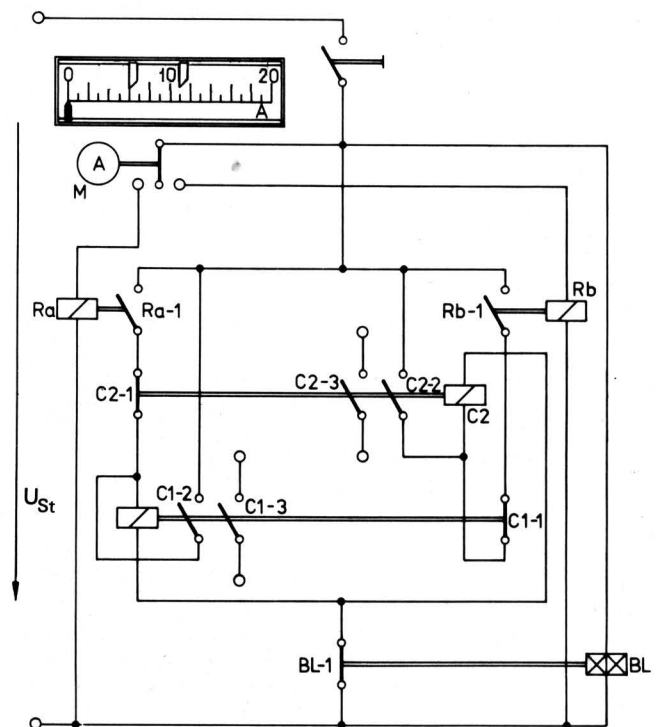


Bild 7. Schaltbild für die automatische Lageregelung der Oberfräse.

Für die Lageregelung der Fräse wurde ein Regelungssystem verwendet, dessen Schaltbild in Bild 7 dargestellt ist und das dem Schaltbild für die Regelungsvorrichtung am Heuberg ähnelt. Wenn der vom Fräsenmotor aufgenommene Strom den eingestellten Wert von 11 A überschreitet, schließen Rb und C 2, der Windenantrieb wird eingeschaltet und die Fräse angehoben. Ein Blinkrelais öffnet und schließt periodisch den Kontakt BL - 1, so daß die Fräse in Stufen von nur wenigen Millimetern angehoben wird. Sinkt der von der Fräse aufgenommene Strom unter einen Wert von 6 A, so wird durch Schließen von Ra - 1 das Relais C 2 und damit der Windenantrieb eingeschaltet: die Fräse wird in Stufen von einigen Millimetern abgesenkt.

Die hier geschilderte Steuerung des Windenantriebs über den vom Fräsenmotor aufgenommenen Strom ergab einen einwandfreien Lauf des Gerätes, eine optimale Auswurfleistung, einen wesentlich gleichmäßigeren Fluß der Silage und eröffnete weitere Möglichkeiten zur Automatisierung des Fütterungsvorganges.