

Vergleichende Untersuchungen über Technik und Arbeitswirtschaft bei der Befüllung und Entleerung von Gärfutter-Hochsilos.

Dargestellt an zwei Beispielen:
Langgut-Selbstgreifer- und Häckselgut-Annahmegebläse-Kette

von der
Fakultät für Landwirtschaft
der Technischen Hochschule München
zur Erlangung der Würde eines
Doktors der Landwirtschaft (Dr. agr.)
genehmigte Dissertation

vorgelegt von Diplom-Landwirt
Manfred Schurig
geboren zu Halle/Saale

1. Berichterstatter: o. Prof. Dr. Dr. Brenner
2. Berichterstatter: o. Prof. Dr. Dr. Rintelmann

Tag der Einreichung der Arbeit: 8. 5. 1962
Tag der Annahme der Arbeit: 10. 7. 1962

Die vorliegende Arbeit wurde in den Jahren 1959 bis 1961 am Institut für Landtechnik der Technischen Hochschule München in Weihenstephan durchgeführt.

Meinem hochverehrtem Lehrer, Herrn o. Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c.W.G. B r e n n e r , Leiter des Instituts für Landtechnik der T. H. München-Weihenstephan und Vorstand der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik und Motorisierung, danke ich herzlich für die umfassende wissenschaftliche Betreuung und vielen wertvollen Ratschläge.

In ganz besonderer Weise gilt mein Dank auch dem Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft in Frankfurt, welches in großem Maße durch Bereitstellung finanzieller Mittel die Durchführung der Untersuchungen ermöglicht hat.

Darüber hinaus möchte ich den Angehörigen des Instituts für Landtechnik und der Bayer. Landesanstalt für Landtechnik und Motorisierung für ihre fördernden Hinweise und ihr jederzeit freundliches und hilfsbereites Entgegenkommen danken.

Weiterhin ist es mir eine angenehme Pflicht, den Betriebsleitern der Versuchsbetriebe, auf denen die Untersuchungen für die vorliegende Arbeit angestellt wurden, für ihr großes Verständnis und Entgegenkommen zu danken.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Einleitung	1
I. <u>Untersuchte Futteraufbereitungs- und Konservierungsformen</u>	3
1. Futterart und Gewinnungstechnik	3
a) Langgut	3
b) Häckselgut	4
2. Behälterformen	5
II. <u>Langgutkette</u>	7
1. Allgemeines	7
2. Untersuchungen zur Langgutkette: Wurfbandfuderlader - Drehkran- selbstgreiferanlage	11
a) Technik des Arbeitsverfahrens	11
b) Meßergebnisse	15
α Silobefüllung	15
β Siloentleerung	20
II. <u>Häckselgutkette</u>	27
1. Allgemeines	27
2. Untersuchungen zur Häckselgutkette: Feldhäcksler - Annahmegebläse - Si- lofräse	34
a) Technik des Arbeitsverfahrens	34
b) Meßergebnisse	53
α Silobefüllung	53
β Siloentleerung	62

	Seite
IV.	68
<u>Vergleich der untersuchten Arbeitsketten</u>	
1. Maschinenkosten	68
a) Silobefüllung	68
b) Siloentleerung	70
2. Arbeitsbedarf	70
a) Silobefüllung	70
b) Siloentleerung	71
V.	75
<u>Zusammenfassung und Schlußfolgerungen</u>	

E i n l e i t u n g

Die Befüllungs- und Entleerungsprobleme, die um den Silo - als der heute wichtigsten Konservierungsstätte - auf dem landwirtschaftlichen Betrieb auftreten, sind weiter gespannt als man zunächst annehmen sollte. Sie beginnen auf dem Feld bei den Schleppern und Werbegeräten, führen zu den Transportmitteln, Annahmegeräten und Silobauformen und enden bei der Verfütterung im Stall.

Die Wahl des auf dem Feld eingesetzten Ladegerätes (Fuderlader, Feldhäcksler oder Feldreißer) hat von Anfang einen entscheidenden Einfluß auf die Arbeitskette: Futterbergung - Futterkonservierung und Fütterung. Ebenso spielt die Aufbereitungsform des Siliergutes, welches die Feldmaschinen herstellen (kurz, gerissen oder lang), eine ausschlaggebende Rolle für die Art der Wagen, ihre Aufbauten, die Wagenentleerungseinrichtungen, die Befüllung der Silos mit Greifern, Gebläsen oder Höhenförderern, sowie ihre spätere Entleerung durch Hand oder mechanische Einrichtungen.

Im Mittelpunkt des ganzen Arbeitsablaufes ist in jedem Fall (vergl. auch Abb. 3 und Abb. 9) der Gärbehälter, im vorliegenden Fall also der Hochsilo, zu sehen, von dem aus nach der einen Seite die Glieder der Befüllung und nach der anderen die Glieder der Entleerung reichen. Wenn ein günstiger Arbeitsablauf entstehen soll, müssen alle technischen, baulichen und organisatorischen Elemente aufeinander abgestimmt sein. Dabei muß aber gleichzeitig immer wieder das Streben auf die Gewinnung qualitativ einwandfreier Silage gerichtet sein. Bei den hier untersuchten Arbeitsverfahren mit den entsprechenden Hochsilos (Tauchdeckelverschluß) wurde in allen Fällen einwandfreies Gärfutter gewonnen.

Zwei wichtige mögliche Arbeitskette, der Langgut- und Häckselgutlinie sind in der vorliegenden Arbeit im praktischen

Einsatz auf Versuchsbetrieben in den vergangenen beiden Jahren untersucht und einander gegenübergestellt worden.

Für die Langgutkette ist die in Abb. 3 dargestellte Form einer Selbstgreifer-Drehkrananlage mit Vierer-Silobatterie herausgegriffen. Für die Häckselgutkette (s. Abb. 9) die Annahme und Befüllung durch Gebläse und die Entnahme der Silage durch sogenannte Silofräsen. Beide Lösungsformen sind aus einer großen Reihe von anderen Varianten ausgewählt, da sie zwei der modernsten und arbeitssparendsten technischen Lösungen darstellen. Die Selbstgreiferkette ist dabei mehr oder weniger in Westdeutschland entwickelt worden. Die Häckselkette in der obigen Form geht auf amerikanische Entwicklungen zurück und hat dort außerordentlichen Umfang angenommen. In den untersuchten Fällen wurde versucht, diese amerikanischen Entwicklungen den deutschen landwirtschaftlichen Verhältnissen anzupassen.

I.

Untersuchte Futteraufbereitungs- und Konservierungsformen.

1. Futterart und Gewinnungstechnik

Für die vorliegenden Untersuchungen stand für die Befüllung der Gärbehälter als einheitliches Versuchsmaterial angewelktes Wiesengras des ersten Schnittes mit 65 % H_2O zur Verfügung. Für die Untersuchungen der Entleerungsmöglichkeiten mit Hilfe von Selbstgreifern oder Silofräsen wurde Gras- und Maissilage benutzt. Die beiden Silagearten, Anwelksilage und Maissilage, stellen nach den modernen Anschauungen den Hauptanteil aller Silagen dar (vergl. Orth Nr. 21). Andere Silagearten wie z.B. Zuckerrübenblatt oder Luzerne fanden dabei keine Berücksichtigung, weil ersteres in Hochsilos im allgemeinen nicht einsiliert werden soll, letzteres sich für die vorliegenden Beobachtungen ähnlich verhält wie Wiesengras.

In den wenigsten Fällen wird die Futterpflanze ohne irgendwelche Vorbehandlung in den Gärbehälter gebracht. Entweder wird sie vorgewelkt, mechanisch zerkleinert oder gewaschen (Zuckerrübenblatt). Alle diese Maßnahmen dienen in erster Linie dem Streben nach einer qualitativ einwandfreien Silage. Erst in den letzten Jahren trat die Aufbereitungsform des Siliergutes aus arbeitswirtschaftlichen Gesichtspunkten mehr in den Vordergrund.

a) Langgut

Unter Langgut wird hier unzerkleinertes Siliergut verstanden, bei dem die Halm- und Blatteile der Silierfrucht in ihrer ursprünglichen Form erhalten sind. Im engeren Sinne handelt es sich im Rahmen dieser Arbeit, wie oben schon erwähnt, um angewelktes Wiesengras des ersten Schnittes mit einem Trockensubstanzgehalt von 30 - 35 %. Da Langgut kein Rieselgut ist,

ergeben sich gänzlich andere Formen der Bergung, sowie der Befüllung und Entleerung der Silos, als beim Häckselgut. Es sind jedoch in den letzten Jahren mit Erfolg Anstrengungen unternommen worden, nun auch bei der Mechanisierung der Langgut-Silagebereitung Lösungen zu finden, bei denen die Handarbeit, wie im untersuchten Beispiel, weitgehend durch technische Hilfsmittel ersetzt wird.

b) H ä c k s e l g u t

Futterpflanzen, bei denen Stengel, Blatt- und Fruchtteil mechanisch zerkleinert sind, werden (im allgemeinen) als Häckselgut bezeichnet. Die Zerkleinerung kann vom groben Reißen bis zur exakten Schnittlänge von 1 cm reichen. Je kürzer ein Siliergut gehäckselt wird, umso geeigneter ist es für jede Art von mechanischer Förderung und umso dichter läßt es sich lagern. Die Landmaschinen-Industrie ist heute in der Lage, exaktschneidende Maschinen, vor allem in der Form von Scheibenradhäckslern, verschiedenster Bauart anzubieten.

Unter Exakthäcksel werden im folgenden Häcksellängen von 3 - 5 cm Länge bei angewelktem Wiesengras und 1 - 2 cm Länge bei Silomais verstanden.

Die Untersuchungen zu dieser Arbeit wurden mit Häcksellängen von 3 - 6 cm bei angewelktem Wiesengras mit 30 - 35 % Trockensubstanzgehalt und bei Silomais von 1 - 3 cm angesetzt. Es hat sich eindeutig gezeigt, daß kurzer exakter Häcksel besonders reibungslos mechanisch in Silos gebracht werden kann. Weiterhin zeigte sich, daß für den gewünschten Gärungsverlauf die geforderte Dichtlagerung des Materials im Gärbehälter erreicht wird und daß nur exakt gehäckselt Siliergut mechanisch - automatisch - aus dem Hochsilo entleert werden kann. - Hieraus ergibt sich die Forderung: wenn Häcksel, dann Exakthäcksel!

2. Behälterformen

Als die wesentlichsten Siloformen für eine moderne Silier-technik gelten heute der Flach- und Hochsilo. Die Voraussetzungen für eine erfolgreiche Silowirtschaft sind massive Behälter aus Holz, Beton oder Metall. Die vorliegenden Untersuchungen beschäftigen sich vor allem mit dem im Süddeutschen Raum und für kleinere Betriebe wichtigen Hochsilo, wobei sowohl Holzsilos, als auch Betonsilos zur Verfügung standen.

Zur Geschichte der Hochsilos sei in Erinnerung gebracht, daß der erste moderne Hochsilo unserer Zeit im Jahre 1876 in den USA errichtet wurde. Nach der ersten Versuchsperiode etwa bis 1890 setzten sich Hochsilos auf den Farmen der Staaten Wisconsin, Illinois, Pennsylvania, New York im großen Maße durch. 1900 soll es in USA bereits 100.000 derartige Hochsilos mit einem durchschnittlichen Inhalt von 100 cbm je Behälter gegeben haben (18).

In Deutschland begann die Hochsilobewegung vor dem ersten Weltkrieg nach dem Vorbild amerikanischer Siloanlagen unter Angleichung an die deutschen Wirtschaftsverhältnisse. Während sich in Amerika die Silowirtschaft in fast gerader Linie zum heutigen Tag entwickelte, gab es in Deutschland immer wieder Hoch- und Tiefpunkte der "Silobewegung" (18). Zum Teil aus Unkenntnis der tatsächlich benötigten Kubikmeter/GV entstanden Gärbehälter von 30, 20, ja sogar 10 cbm Inhalt. Diese Behälter bieten kaum die geeigneten Voraussetzungen für das einwandfreie Gelingen einer Silage, noch sind sie geeignet für den Einsatz technischer Hilfsmittel zur Befüllung und Entleerung.

Erst in den letzten Jahren ist erkannt worden, daß der Silo ein Zentralpunkt in der Futterwirtschaft des landwirtschaftlichen Betriebes einnimmt. Dabei spielt es keine Rolle, ob der Behälter aus Beton, Holz oder Metall gefertigt ist. Son-

dern der Silo ist vielmehr als Glied in einer ganz konsequent durchdachten Arbeitskette zu betrachten. Der moderne Hochsilo erfüllt heute nicht nur gärtechnische Funktionen, sondern es werden folgende Forderungen zusätzlich an ihn gestellt:

1. Geeignet für mechanische Befüllung und Entleerung.
2. Einfache und praktische Bedienung und Wartung.
3. Haltbar und gasdicht.

Von den heute in Deutschland vorhandenen Hochsilos werden diese Punkte nur zum Teil erfüllt. Ganz wenige der heutigen Siloformen genügen allen drei Anforderungen.

Unter einem Hochsilo wird heute im allgemeinen ein Gärbehälter verstanden, der seine Sohle ebenerdig oder maximal 1.50 m unter der Erdoberfläche hat. Die Wandhöhe beträgt mindestens 6 m. Das Verhältnis von Durchmesser zur Höhe soll sich wie 1 : 3 verhalten. Der Gärbehälter selbst sollte dabei mit einem verschließbaren Saftabfluß und gasdichten Behälterverschluß ausgerüstet sein. Die senkrecht übereinander angeordneten Entnahmeluken für Hand- und Fräsenentnahme sollen nach Angaben vom Institut für Landtechnik, Weihenstephan (5), nicht höher als 1.5 m über dem Siloboden beginnen und einen Abstand von ca. 30 cm (maximal 50 cm bei Türen, die nach außen aufschlagen) haben. Auf das Lukenband kann verzichtet werden, wenn der Silo mit Hilfe einer Selbstgreiferanlage entleert wird. Diese Behälter haben nur eine Einsteiglücke in etwa 50 cm Höhe über dem Erdboden.

Bei Siloneubauten sollte in Zukunft mehr als bisher auch an die Mechanisierungsmöglichkeit der Silageentnahme gedacht werden. Die Auswahl des Standortes muß auf die Endstufe des zu erstellenden Raumannspruches ausgerichtet sein. Zwei bis vier Gärbehälter werden für mittelbäuerliche Betriebe ausreichen, wobei der Durchmesser des Behälters bestimmt wird durch Viehbesatz, täglicher Futterration und Raumgewicht der Futterart (39). Durchmesser von 3 m - 3.50 m - 4.- m mit dazugehörigen Höhen von 9 m - 10 m - 12 m (60 cbm, 100 cbm, 150 cbm) erscheinen dabei für mittelbäuerliche Betriebe ausreichend. Heute sind von der technischen Seite die Voraussetzungen erfüllt, diese hohen Behälter zu füllen und zu entleeren, damit sind die Vorbedingungen gegeben, die Tendenz im Silobau in Zukunft weg von Gruben und halbhohen Silos zum Hochsilo zu lenken.

II.

Langgutkette

1. Allgemeines

Langes, unzerkleinertes Siliergut wird seit jeher mit Erfolg siliert. Es sind immer wieder Anstrengungen unternommen worden, die besonders der Langgutkette durch technische Neuerungen und bessere Arbeitsverfahren Eingang und Erweiterung in viele Betriebe schafften.

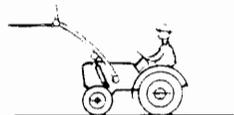
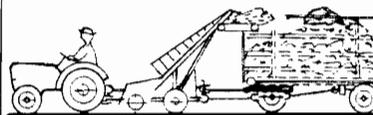
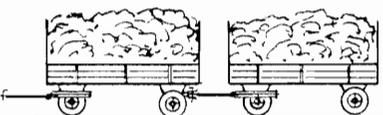
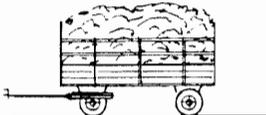
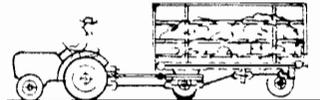
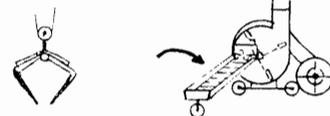
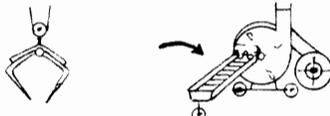
Nach dem Ladegerät auf dem Feld beurteilt, kann man zwischen drei Arbeitsverfahren der Langgutkette unterscheiden:

1. Das Arbeitsverfahren mit der Handgabel,
2. Das Arbeitsverfahren mit dem Frontlader,
3. Das Arbeitsverfahren mit dem Fuderlader
 - a) ohne Wurfband
 - b) mit Wurfband.

Die technische Ausrüstung und der Arbeitsablauf dieser drei Arbeitsverfahren sind auf Abb. 1 nebeneinander dargestellt. Abb. 2 zeigt dann nochmals nur die Bergeleistung und den Arbeitsaufwand der einzelnen Verfahren nebeneinander. Die Werte, aus denen die Abbildung entstand, sind vom KTL in Frankfurt, aus der Literatur und eigenen Meßunterlagen entnommen (1, 31, 36).

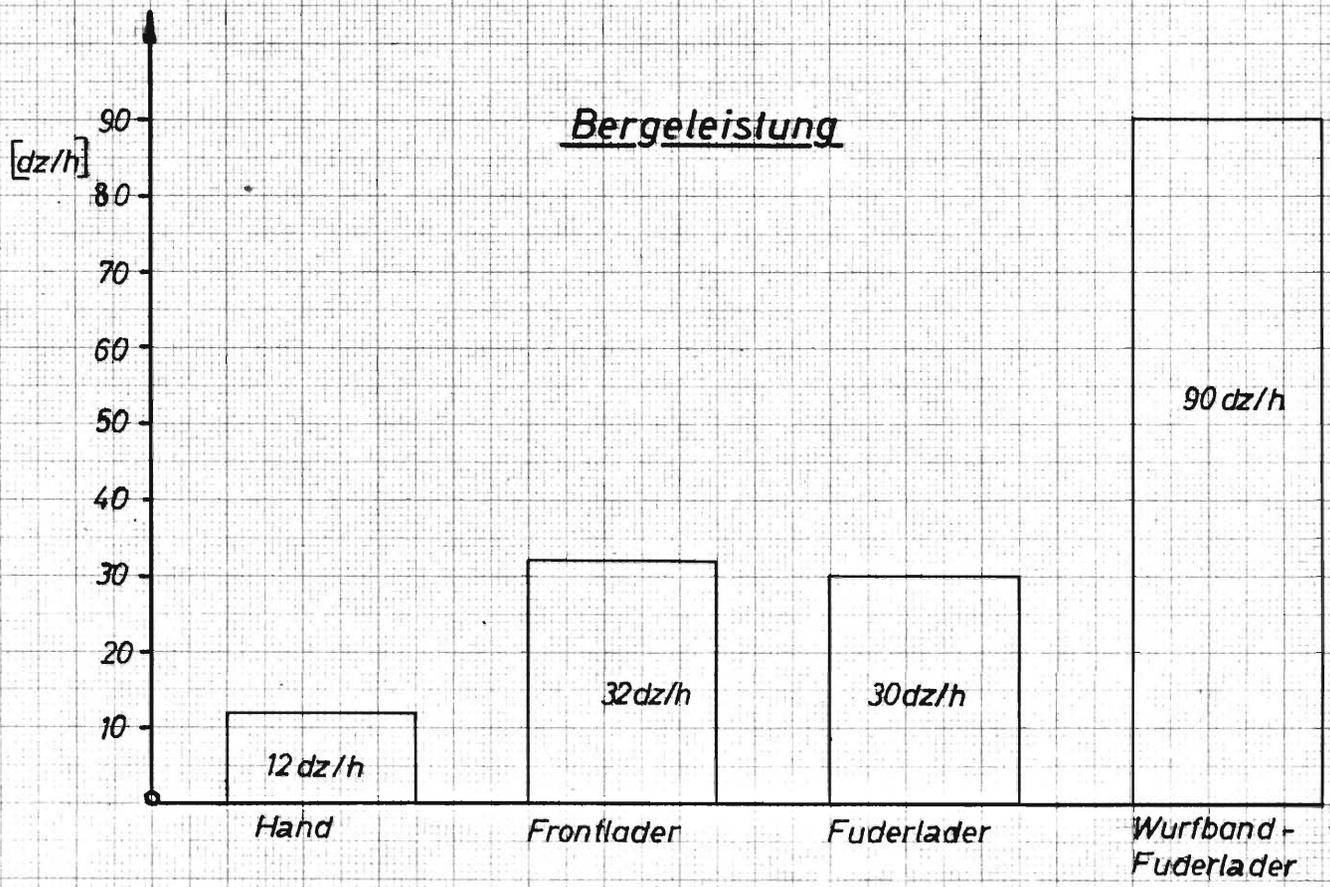
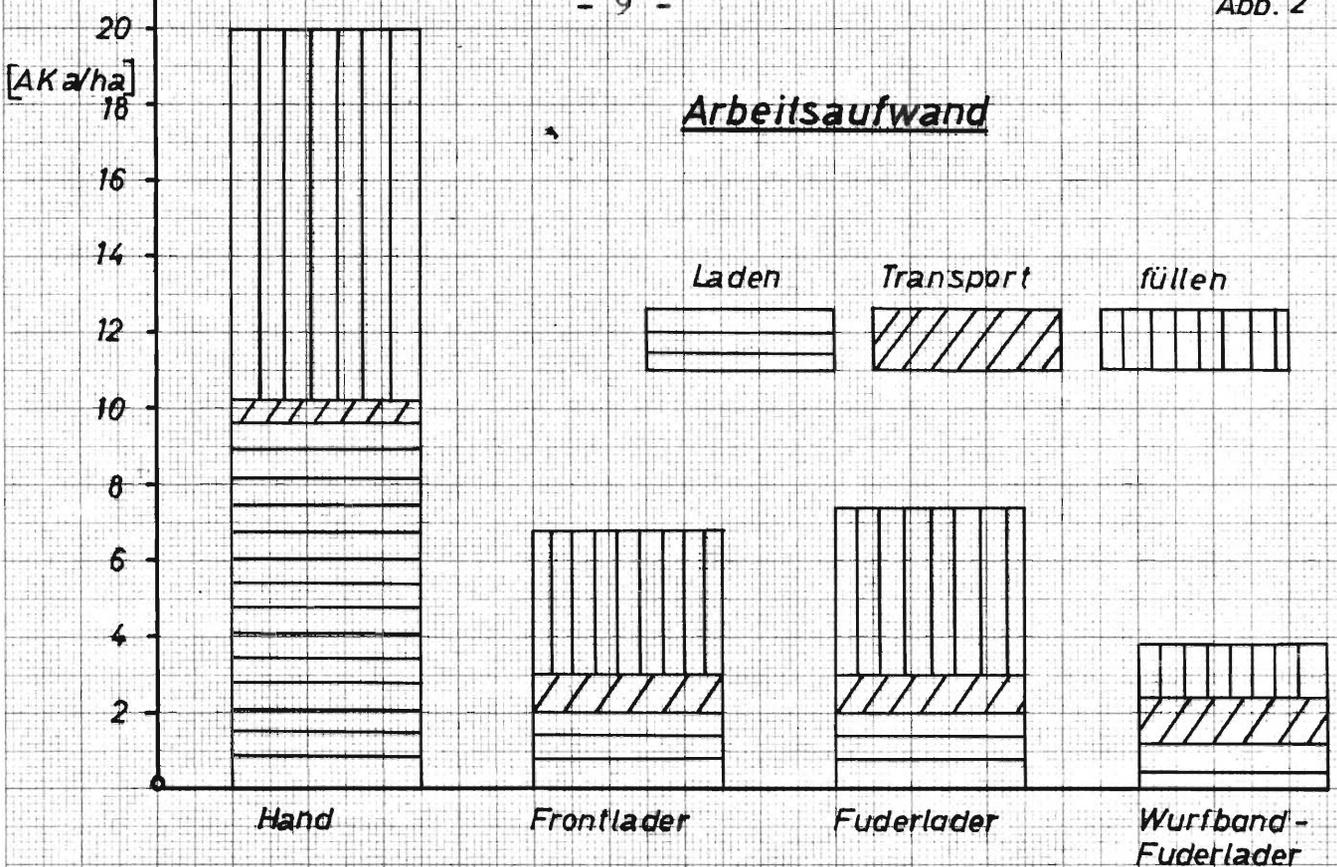
Das "Handgabel-Arbeitsverfahren" ist nur als Bezugsverfahren, als sogenannte Nulllinie aufgeführt.

Das "Frontlader-Arbeitsverfahren" ist einmal mit dem Zangen Greifer, das anderemal mit dem Gebläsehäcksler gedacht. Eine Arbeitskraft ist ständig am Silo mit der Wagenentleerung beschäftigt, während die andere mit dem Schlepper und dem Frontlader einen Wagen auf dem Feld läd und ihn voll zum Hof bringt, um dann mit dem inzwischen entleerten Wagen wieder auf das Feld zu fahren. - Begrenzt durch die Leistung der Greiferzange

Arbeitsverfahren	① Handgabel ^x	① Frontlader ^{xx}	② Fuderlader ^x	③ Wurfband-Fuderlader		
Aufladen						
Transport						
Abladen		 	 			
Silo - Befüllung						
AK - Feld	} 3	} 1	} 2	1		
AK - Transport				} 1		
AK - Abladen						
AK - Silo - Befüllung						
AK - gesamt	3	2	2	3		
Bergeleistung dz/h	16	32	25	30	26	90
AKh / ha	20	6,8	9,0	7,5	8,8	3,8

Zeichenerklärung : x Absätziges Verfahren , xx kontinuierlich

Langgut-Kette: Drei Verfahren der Silogutbergung
 Handgabelverfahren ① zum Vergleich



Arbeitsaufwand und Bergeleistung einiger Arbeitsverfahren bei Langgut für die Befüllung von Silos im Vergleich zur Handarbeit.

beim Füllen des Silos, liegt die Bergeleistung dieses Verfahrens beim Einsatz der Greiferzange bei 32 dz/h. Wird die Silobefüllung mit einem Gebläsehäcksler vorgenommen, so beträgt die Bergeleistung 25 dz/h. - Da der Frontlader in der Lage ist, nachhaltig 60 dz/h zu laden, wird die Bergeleistung dieses Arbeitsverfahrens allein durch die Kapazität der Silobefüllgeräte - Zangengreifer und Gebläsehäcksler - bestimmt.

Das "Fuderlader-Arbeitsverfahren" erfordert zwei Arbeitskräfte, einen Schlepper ab 25 PS, einen Fuderlader und zwei Plattformwagen mit Ladegatter. Die beiden Arbeitskräfte übernehmen das Aufladen auf dem Feld, den Transport und die Silobefüllung. Die einzelnen Arbeitsgänge werden absätzig von den beiden Arbeitskräften hintereinander durchgeführt. Auch hier sind, wie beim Frontlader-Arbeitsverfahren, zwei Geräte und zwar der Zangengreifer und der Gebläsehäcksler als Silobefüllgerät angenommen. Für jedes Gerät getrennt, ergibt sich eine Bergeleistung des gesamten Arbeitsverfahrens von 30 dz/h bei der Silobefüllung mit Zangengreifer und von 26 dz/h bei der Silobefüllung mit dem Gebläsehäcksler.

Das Frontlader- und Fuderlader-Arbeitsverfahren sind heute die gebräuchlichsten bei der Langgut-Silage-Bereitung. In vielen Fällen werden die Arbeitsgänge in Form der unterbrochenen Langgutkette hintereinander durchgeführt, d.h. das Langgut wird durch zusätzliche schwere Handarbeit vor dem Silo von einem Gebläsehäcksler in Häckselgut verwandelt.

Ein folgerichtiges Arbeitsverfahren der Langgutlinie, bei welchem das Siliergut vom Feld bis zum Maul der Tiere mit geeigneten und leistungsfähigen Geräten gefördert wird, stellt das "Wurfband-Fuderlader-Verfahren" dar.

Dieses Verfahren ist gekennzeichnet durch den Wurfband-Fuderlader auf dem Feld und die Selbstgreifer-Siloanlage auf dem Hof. Drei Arbeitskräfte sind erforderlich, eine ladet auf dem

Feld mit dem Fuderlader, die zweite transportiert das Siliergut zum Hof und von der dritten Person wird die Selbstgreiferanlage bedient. Derartigen Drehkran-Selbstgreifern sind im allgemeinen 3, 4 und 5-Behälter-Batterien zugeordnet. Es gibt im Bundesgebiet gegenwärtig schätzungsweise ca. 30 Betriebe, auf denen diese Arbeitsverfahren mit Erfolg durchgeführt wird.

2. Untersuchungen zur Langgutkette: Wurfbandfuderlader - Drehkranselbstgreiferanlage.

Für diese Arbeit wurde das Arbeitsverfahren Beispiel 1: Wurfbandfuderlader am Feld und Befüllung und Entleerung einer Vierer-Silobatterie mit Drehkranselbstgreifer auf dem süddeutschen Grünlandbetrieb (Weiler, 150 ha, Eichenried/Krs. Erding) untersucht.

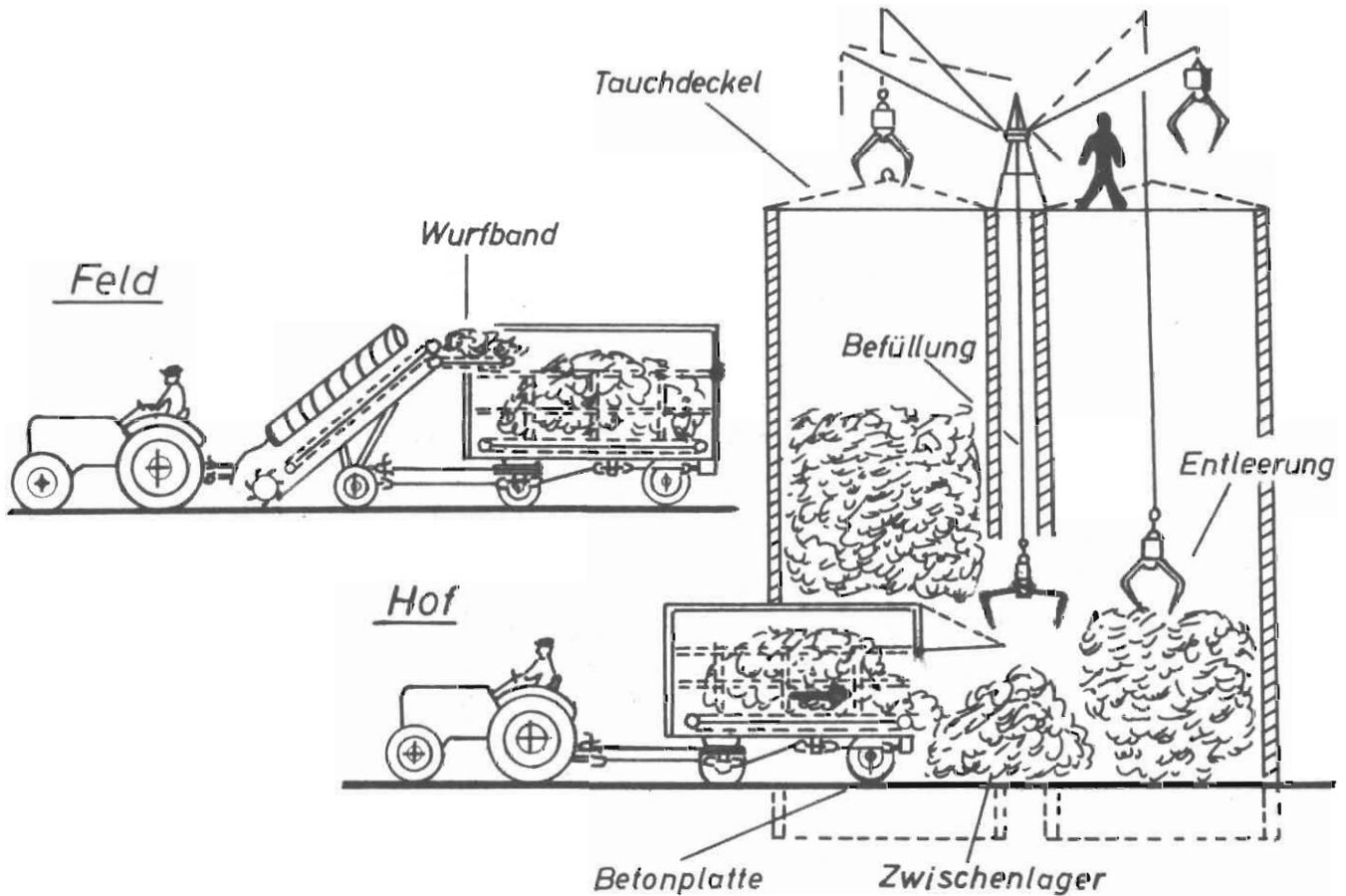
Das Arbeitsverfahren geht im einzelnen aus Abb. 3 hervor.

a) Technik des Arbeitsverfahrens

Als Transportwagen für das Siliergut vom Feld zum Silo wurden zwei zweiachsige Stallungstreuer mit je 4 t Tragfähigkeit verwendet. Diese Wagen waren mit einem Rundumladegatter ausgerüstet und wurden mit Hilfe der Kratzerkette (Stallungstreuer und Zapfwellenantrieb) nach rückwärts entleert. Als Zugmaschine diente ein 30 PS Unimog, der auch am Silo über die Zapfwelle den Entlademechanismus der Wagen in Betrieb setzte. Wie bei den Untersuchungen festgestellt wurde, genügten 2 Wagen und ein Transportschlepper, um das vom Fuderlader geladene Siliergut kontinuierlich zur Siloanlage zu transportieren, wenn die Feldentfernung 800 m und weniger betrug und die Entleerung der Wagen nicht länger als 5 Minuten dauerte. Am Silo wurde das Gut auf eine vor der Silobatterie angeordnete Betonplattform entleert und von diesem Zwischenlager aus

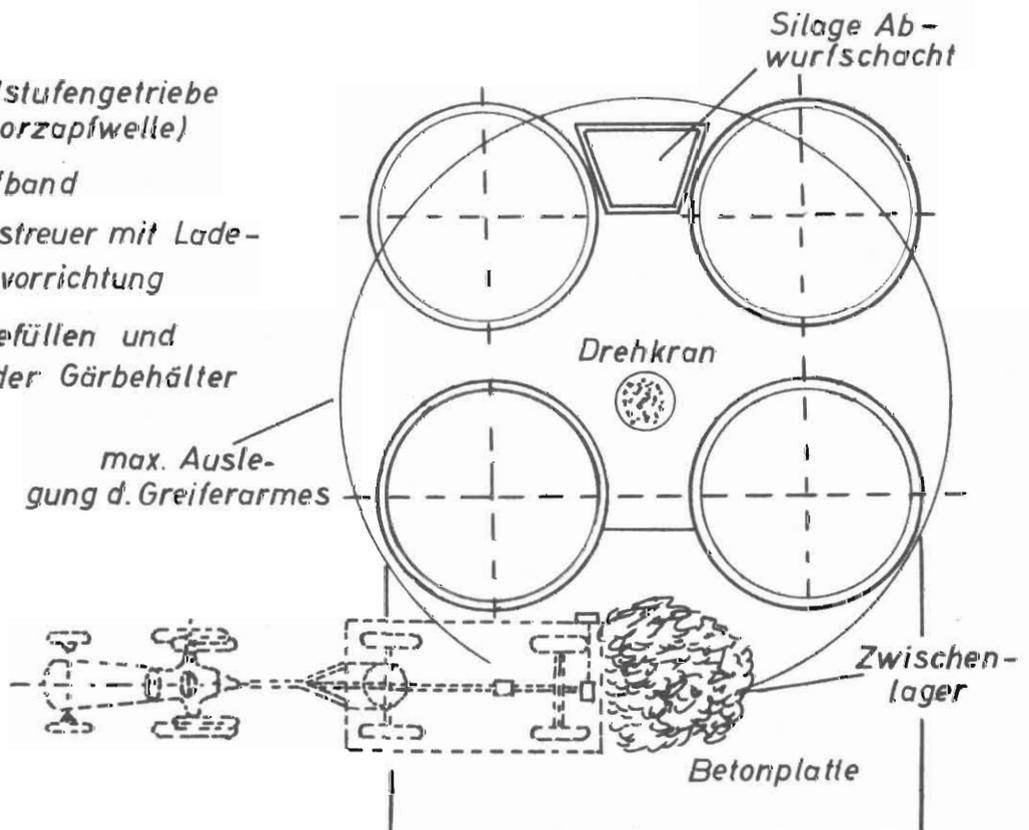
Beispiel für: „Die Langgut-Fuderlader-Kette“

Befüllung und Entleerung einer 4 Silo Batterie mit Drehkran-Selbstgreifer (Beispiel 1)



Ausrüstung:

1. Schlepper 30 PS (Vielstufengetriebe Motorzapfwelle)
2. Fuderlader mit Wurfband
3. Zweiachsiger Stallungstreuer mit Ladegatter und abgen. Streuvorrichtung
4. Selbstgreifer zum Befüllen und Entleeren der Gärbehälter



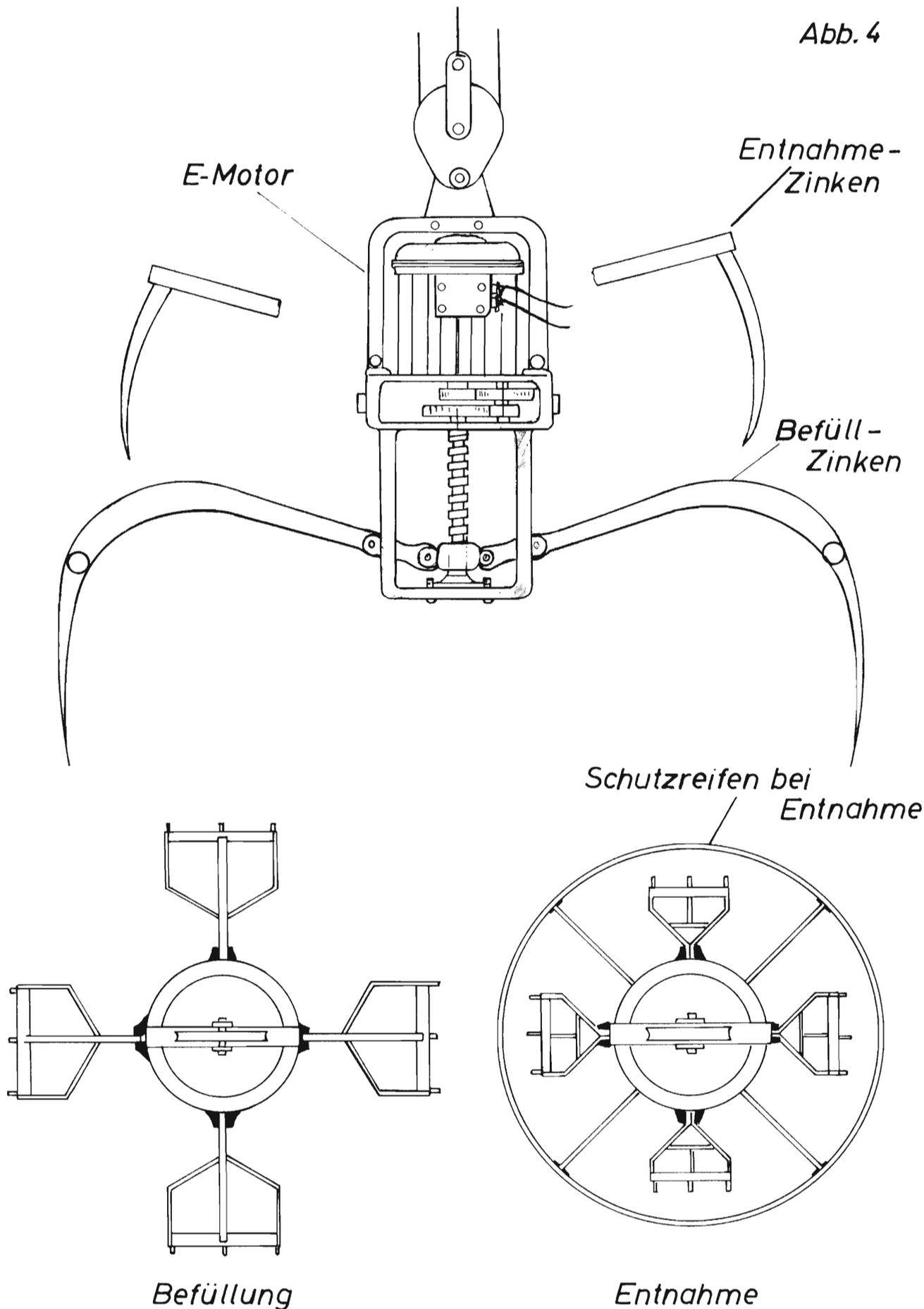
von dem Selbstgreifer nach oben zum Silo gehoben und dort eingelagert.

Der Drehkran-Selbstgreifer bedient fast stets 3 - 5 Silos gleichzeitig, weil er nur so verhältnismäßig kostengünstig erstellt werden kann. Die ganze Anlage ist mit vier Elektromotoren ausgerüstet. Zwei Elektromotore von je 2 kW übernehmen den Antrieb der zwei Winden zum Heben und Senken des Greifers und Ausladen des Greiferarmes. Mit Hilfe eines dritten Elektromotors von 1.1 kW kann der Kran um 360 Grad gedreht werden. Ein vierter Motor von 1.5 kW öffnet und schließt über eine Spindel die vierarmige Greiferzange (Abb. 4). Die Greiferarme selbst sind auswechselbar und zwar zur Befüllung werden große weitgreifende Zinken verwendet, für die Entnahme benützt man wegen der größeren Losreißkräfte in der festen Silage kleinere Arme und Zinken. Auch wird dadurch vermieden, daß zu große Löcher in die Silageoberfläche gerissen werden, die zu evtl. Nachgärungen des Futters führen könnten. Ein gummigepuffertes Schutzreifen umgibt den Greifer, damit bei Pendelbewegungen die Siloinnenwand nicht beschädigt wird.

Gesteuert werden die Elektromotore des Selbstgreifers über eine Schaltbirne, der Bedienungsmann muß sich dabei allerdings immer auf der oberen Plattform befinden, er muß den Silo also besteigen.

Für eine Drehung um 360 Grad sind 24 Sekunden nötig. Die Hubgeschwindigkeit des leeren Greifers beträgt 0.3 m/sec. Bei einem Füllgewicht von 200 kg wird der Greifer mit einer Geschwindigkeit von 0.28 m/sec gehoben.

Der Kreis, den der Selbstgreifer bei maximaler Auslegung des Greiferarmes beschreibt, ist auf Abb. 3 zu sehen. Innerhalb dieses Kreises muß die Betonplattform angeordnet sein, von der aus das Siliergut in die Behälter gebracht wird. Weiterhin liegen im Schwenkbereich des Greifers der Silageabwurf-schacht und natürlich die Behälter selbst. Bei der Befüllung



Selbstgreifer-Zange
zur Befüllung u. Entleerung von Hochsilos

greift der Greifer immer aus einem Zwischenlager, das die Wagen durch Schnellentleerung auf der Plattform vor dem Silo schaffen.

Der Kran dieser Anlage übernimmt, wie oben schon erwähnt, drei Funktionen:

1. Füllen der Behälter,
2. Entnehmen der Silage aus dem Silo,
3. Öffnen und Schließen der Tauchdeckel.

Die Gärbehälter der untersuchten Anlage Weiler sind nach der Stahlbetonweise mit Betonschalungssteinen gebaut, deren Hohlräume mit Füllbeton monolithisch vergossen sind (46). Die Anlage besteht aus 4 Gärbehältern à 200 cbm, die einen Durchmesser von je 5 m und eine Höhe von 9 m haben. Auswurfluken sind nicht vorhanden, lediglich 50 cm über dem Erdboden befindet sich eine Einsteigluge. Die Silos sind im Viereck-Verband um den Drehkran angeordnet. Die Behälter sind jeweils mit einem über den ganzen Silo reichenden Tauchdeckel abgeschlossen, dadurch wird erstens ein gewisses Kohlensäurepolster über dem Futterstock erhalten und zweitens ein Schutz gegen Witterungseinflüsse erreicht.

b) M e ß e r g e b n i s s e

α Silobefüllung

Das durchschnittliche Ladegewicht je Wagen wurde aus den einzelnen Wägungen errechnet, die mit der betriebseigenen Brückenwaage vorgenommen wurden. Das durchschnittliche Ladegewicht je Wagen betrug 25 dz. Die Wagen waren dabei immer bis zum oberen Rand der Ladegatter gefüllt. Das Siliergut wurde, wie schon erwähnt, vom Wagen auf die Betonplattform entleert. Der Entladevorgang wurde mit 3 Minuten je Wagen im Durchschnitt ermittelt. Die Rüstarbeiten waren gering und bestanden aus dem Anschließen der Zapfwelle und Öffnen der hinteren Ladeklappe.

Diese Arbeiten vor und nach dem Entleeren wurden insgesamt mit 2 Minuten gemessen. Des weiteren wird 1 Minute als unvermeidliche Verlustzeit je Wagen eingesetzt.

Dauer der Gesamtabladezeit je Wagen

Tabelle 1

Abladen	Rüstzeit		unvermeidliche Verlustzeit	Gesamt- zeit
	vorher	nachher		
min	min	min	min	min
3	1	1	1	6

Sämtliche Arbeitsvorgänge des Abladens werden von ein und derselben Arbeitskraft, die auch die Wagen zwischen Hof und Feld hin und herfährt, ausgeführt. Demnach sind 6 Akmin/Wagen erforderlich, um diesen vor dem Silo zu entleeren. Bezogen auf 100 dz Siliergut ergeben sich 24 Akmin für das Abladen der Wagen. Das Schnellentleeren der Wagen auf die Betonplatte vor dem Silo hat sich als sehr vorteilhaft erwiesen. Diese Schnellentleerung ist sogar Voraussetzung, um mit dem hier beschriebenen Arbeitsverfahren die weiter unten angeführten Leistungen (dz/h) bei der Silobefüllung zu erzielen. Das vom Wagen entleerte Grüngut liegt dann mehr oder weniger aufgelockert im Schwenkbereich des Drehkrans, die Zange kann immer in's "Volle" greifen. Das Zwischenlager gibt den Transportwagen die Möglichkeit, daß ohne Wartezeit mit dem Entleeren begonnen werden kann, auf der anderen Seite hat der Greifer immer einen gewissen Vorrat zur Verfügung. Das Zwischenlager kann jedoch keine unbegrenzte Ausdehnmöglichkeit haben, diese wird durch den Schwenkradius des Greifers abgesteckt und liegt mengenmäßig etwa bei 2 - 3 Wagenladungen.

Das Entnehmen des Siliergutes mit dem Greifer direkt vom Wagen hat sich nicht bewährt und wurde auch schon von anderen Stellen

als wenig sinnvoll festgestellt (33). Da der Selbstgreifer von der Arbeitsbühne auf dem Silo, also aus ca. 8 m Entfernung gesteuert wird, läßt es sich nicht verhindern, daß durch die Pendelbewegungen des Greifers die Ladegatter des Wagens beschädigt werden, wenn diese direkt mit dem Greifer entleert werden. Des weiteren beeinträchtigen ungleiche Füllgewichte je Griff infolge der fortschreitenden Abnahme des Futtermaterials auf dem Fahrzeug die mittlere Leistung der Anlage erheblich. Diese Nachteile lassen sich wie gesagt vermeiden, wenn Wagen eingesetzt werden, die sich mechanisch entleeren lassen. Dabei hat sich die Wagenentleerung mit Hilfe der Kratzerkette als die günstigste erwiesen. Diese Art der Wagenentleerung läßt sich heute leicht einrichten, da zwei- oder besser vierrädrige Stalldungstreuer, deren Streuvorrichtung abgenommen wird, zum Langguttransport hergerichtet und verwendet werden können. Versuche mit Abwöltern und Abkippen der Ladung brachten, wie auch von anderen Stellen festgestellt (33), keine befriedigenden Ergebnisse. - Wie bei der Häckselgutkette, müssen auch bei der Langgutkette die einzelnen Glieder der Arbeitskette also gut durchdacht und aufeinander abgestimmt sein.

Bei der Befülleleistung wird zu unterscheiden sein zwischen dem Einsatz eines Selbstgreifers bei kontinuierlichen oder absätzigen Verfahren. Im ersten Fall muß die Kapazität der Geräte der ganzen Arbeitskette aufeinander abgestimmt werden, damit an keiner Stelle Stauungen oder Leerlauf eintreten. Dagegen wird beim absätzigen Arbeitsverfahren die Befülleleistung einer Selbstgreiferanlage immer ausreichen. Bei den Messungen der Greiferleistung für diese Arbeit ging es darum, die Leistung einer Selbstgreiferanlage bei der Befüllung von Hochsilos mit ungehäckseltem, angewelktem (65 % H₂O) Wiesengras in kontinuierlichem Betrieb festzustellen. In Ergänzung dazu wurde der kWh-Verbrauch der Anlage, bezogen auf dz-Fördergut, ermittelt.

Versuchsbeschreibung:

Ein schreibender Zugkraftmesser mit einem Meßbereich von 0 - 1.000 kg wurde zwischen den Selbstgreifer und das Hubseil gehängt. Der Schreibmechanismus wurde vor Beginn der Füllarbeit in Tätigkeit gesetzt und lief während der ganzen Abladedauer eines Wagens (ca. 11 Griffe). Der Vorschub des Meßstreifens erfolgte mit einem cm in 5 Sekunden. Der Beginn jedes Griffes wurde auf dem Meßstreifen markiert, ausserdem wurden die Zeiten für die einzelnen Arbeitstakte: Greifen, Heben, Drehen, Öffnen, Drehen, Senken jeweils zusätzlich festgestellt.

Das vorher ermittelte Gewicht der Wagenladung wurde dividiert durch die Zahl der benötigten Griffe je Wagen und ergab somit das Durchschnittsgewicht je Griff. Das Einzelgewicht je Griff ist von dem dazugehörigen Meßstreifen abzulesen (s. Anhang). Von dem angezeigten Gesamtgewicht ist das Eigengewicht des Selbstgreifers abgezogen.

Befüllt wurde bei allen Messungen der Silo Nr. 4 (Abb. 3), also ein Behälter, der in der zweiten Reihe von der Füllplattform aus gesehen steht. Der Arbeitstakt "Drehen" ist für die Silos in dieser Reihe 3 - 5 Sekunden länger als bei den vorderen Gärbehältern. Die Leistung des Greifers bei der Silobefüllung von Behälter 1 und 2 würde sich demnach geringfügig erhöhen. Bei einer durchschnittlichen Gesamtzeit von 86 Sekunden/Griff sind 6 - 8 Sekunden, das sind 7 - 9 %, in Abzug zu bringen, bzw. die Leistung des Selbstgreifers erhöht sich um 7 - 9 % bei der Befüllung der vorderen Behälter.

Als Ergebnis der Messungen zeigt sich, daß mit geringem Energieaufwand beachtliche Fülleistungen mit dem Selbstgreifer erzielt werden können. Die Stundenleistung, Greiferfüllung und Dauer je Griff sind in der folgenden Tabelle 2 dargestellt:

Meßwerte bei der Silobefüllung mit Selbstgreifer-Drehkran-
anlage

Tabelle 2

Hubhöhe	Hubgeschwindigkeit	Greiferfüllung ϕ	Zeit je Griff	Stundenleistung
m	m/sec	kg	min	dz/h
9	0.3	230	1.44	95

Der Durchschnitt aller 32 gewogenen Greiferfüllungen ergibt ein Gewicht von 2.3 dz/Griff. Für einen Griff, der folgende Arbeitsgänge und Teilzeiten einschließt:

- | | |
|----------------------|----------------------|
| 1. Greifen = 9.3 sec | 4. Öffnen = 4.1 sec |
| 2. Heben = 27.9 sec | 5. Drehen = 8.9 sec |
| 3. Drehen = 9.1 sec | 6. Senken = 27.5 sec |

wurden 1.44 Minuten benötigt. Aus den 1.44 Minuten je Griff und der durchschnittlichen Greiferfüllung ermittelt sich die Stundenleistung von 95 dz/h. - Die Zeit des Wagenentleerens vor der Silobatterie von

- 24 Akmin für 100 dz Siliergut und von
- 63 Akmin für 100 dz Siliergut für die

Arbeitsdauer des Selbstgreifers ergeben zusammen

87 Akmin, um 100 dz Siliergut in den

Gärbehälter mit der Selbstgreiferanlage zu bringen.

Wie aus den einzelnen Teilzeiten je Griff zu ersehen ist, beansprucht die längste Zeit jeweils das Heben und Senken des Greifers. Diese Zeit ist abhängig von der Silohöhe und der Hubgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit der einzelnen Arbeitstakte wurde bei der Anlage Weiler ermittelt.

Unter Beibehaltung der gleichen Geschwindigkeit für die einzelnen Arbeitstakte und einer gleichen Greiferfüllung, aber bei veränderter Silohöhe bzw. Förderhöhe ergeben sich interessante Zusammenhänge zwischen der Silohöhe oder Arbeitsakttdauer einerseits und der Stundenleistung der Greiferanlage andererseits, die auf der Abb. 5 zu erkennen sind. Es wird dabei deutlich sichtbar, daß bei kürzerem Förderweg, also geringerer Silohöhe, die Stundenleistung bei der Befüllung bis auf 122 dz ansteigt. Würde dagegen die untersuchte Anlage auf dem Betrieb Weiler um 3 m erhöht werden, ohne gleichzeitig die Arbeitsgeschwindigkeit der Winden zu erhöhen, sinkt die Leistung bei der Befüllung auf 79 dz/h.

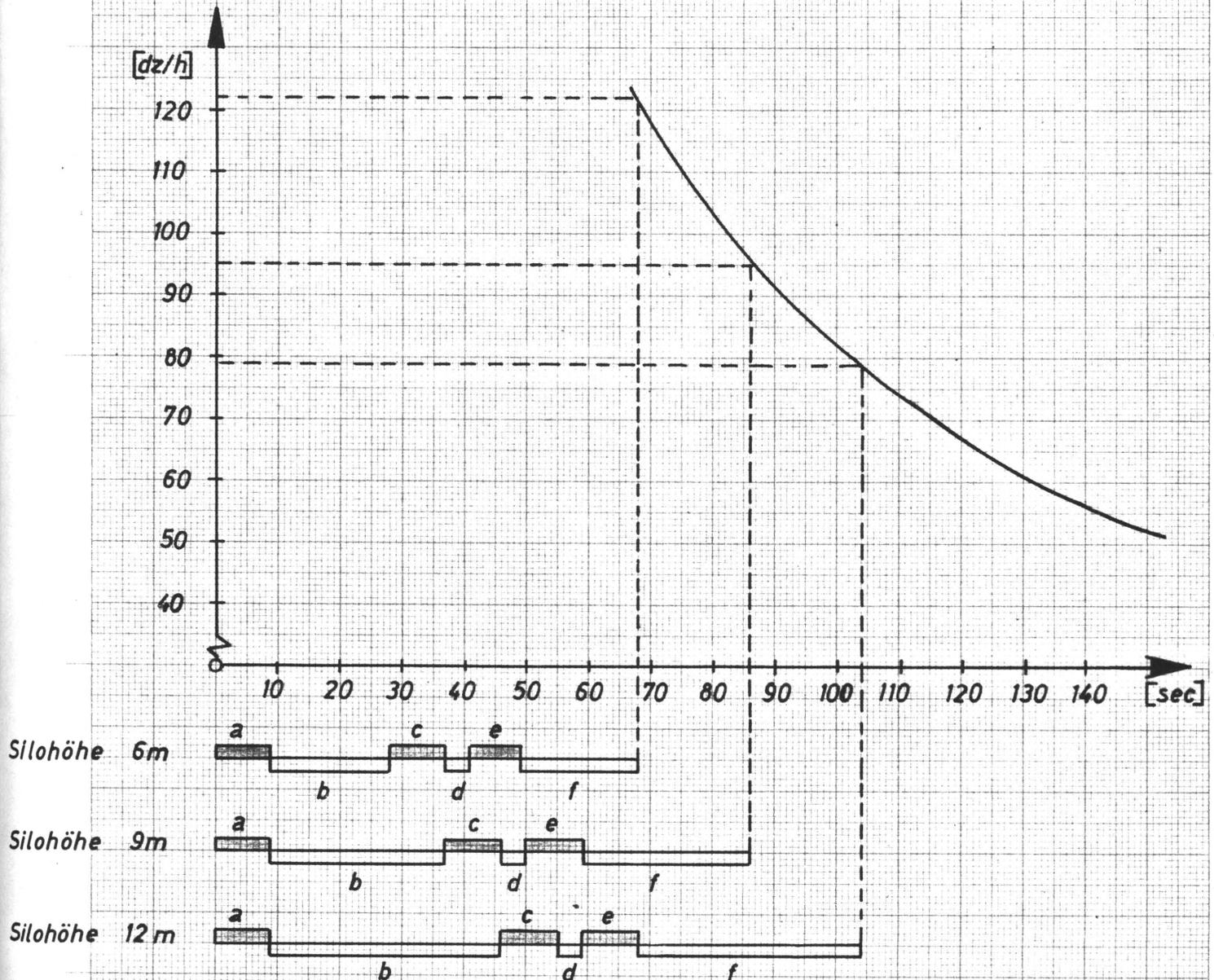
Da jedoch die Forderung erhoben wird, der Durchmesser des Silos soll sich zur Höhe wie 1 : 3 verhalten, werden die Gärbehälter wahrscheinlich in Zukunft höher sein als das bisher allgemein üblich war. Um die Leistung der Selbstgreiferanlage an höheren Silos auf den gleichen Stand zu bringen, müßte die Hubgeschwindigkeit des Greifers erhöht werden. Wie wohl überhaupt in einer variierbaren Hub- und Senkgeschwindigkeit die Leistungsreserve des Selbstgreifers zu suchen ist. Es wäre allein schon ein Vorteil, wenn nur der Senkvorgang beschleunigt wird und nicht, wie bisher, die Senkgeschwindigkeit = der Hubgeschwindigkeit ist. Eine Erhöhung der Greiferfüllung selbst wird wohl wegen der wesentlichen Verteuerung der Anlage kaum möglich sein.

Auf die Änderung der Fülleistung der Selbstgreiferanlage im Zusammenhang mit der Stellung des Gärbehälters zur Zwischenlagerplattform wurde oben bereits hingewiesen.

β S i l o e n t l e e r u n g

Es ist einer der Vorteile der Siloanlage mit Selbstgreifern, daß ein und dasselbe Gerät für die Befüllung und Entleerung

Befüll-Leistung einer Selbstgreiferanlage in Abhängigkeit von Arbeitstakt und Silohöhe



Arbeitsvorgang aus 6 Arbeitstakten:

a = greifen	d = öffnen
b = heben	e = drehen
c = drehen	f = senken

der Silos verwendet werden kann. Der Entnahmeprogang mit dem Selbstgreifer ist dem Befüllvorgang verwandt. Der Behälter muß täglich ein- bis zweimal bis zu seiner oberen Plattform bestiegen werden, von wo aus der Drehkran bedient und gesteuert wird.

Für die Silageentnahme muß der Selbstgreifer jedoch, wie bereits oben erwähnt, mit anderen Zinken ausgerüstet werden (Abb. 4). Die Zinkenarme und Zinken selbst sind kürzer, so daß keine Löcher in die Silage gerissen werden können und die Losreißkräfte nicht zu groß werden. Es wird angestrebt, daß der Selbstgreifer möglichst die Silage in einer gleichmäßigen Schicht von 10 cm "abschremmt".

Für die Versuchsdurchführung wurde bei der Siloentleerung ein schreibender Zugkraftmesser mit einem Meßbereich von 0 - 1.000 kg zwischen Zugseil und Greifer gehängt. So war es möglich, die auftretenden Losreißkräfte und das Füllgewicht je Griff festzustellen. Ferner wurde die Dauer jedes einzelnen Arbeitstaktes registriert und mit einer Stoppuhr kontrolliert. Entnommen wurde Silage aus dem Behälter Nr. 4 (Abb. 3) und durch den Abwurfschacht in einen darunterstehenden Transportwagen geworfen.

Meßergebnisse bei der Silageentnahme mit Selbstgreifer-Drehkrananlage

Tabelle 4

Hubhöhe	Hubgeschwindigkeit	Greiferfüllung ϕ	Zeit je Griff	Stundenleistung
m	m/sec	kg	min	dz/h
8	0.3	145	1.3	67

Die Hubhöhe betrug 8 m, die Silage wurde aus einer Schicht entnommen, die zwischen dem zweiten und dritten Meter unten

im Silo lag. Die Gesamtmenge der entnommenen Silage für die Messung betrug 1.600 kg. Dazu waren 11 Griffe nötig, was ein Durchschnittsgewicht von 145 kg/Griff ergibt.

Die einzelnen Arbeitstakte der Selbstgreiferanlage bei der Silageentnahme sind folgende:

- | | |
|------------|-----------|
| 1. Greifen | 4. Öffnen |
| 2. Heben | 5. Drehen |
| 3. Drehen | 6. Senken |

Folgende Zeiten wurden für diese Arbeitstakte gemessen:

- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1. Greifen = 10 sec | 4. Öffnen = 5 sec |
| 2. Heben = 28 sec | 5. Drehen = 4 sec |
| 3. Drehen = 6 sec | 6. Senken = 27 sec |

Für jeden Griff wurde einmal angesetzt. Dazu ist aber eine eingeübte Arbeitskraft, die in der Bedienung der Greiferanlage gewisse Erfahrungen hat, erforderlich. Die Befüllzinken waren, wie oben bereits erwähnt, gegen die kleineren Entnahmezinken ausgewechselt. Die aufgetretenen und festgestellten Losreißkräfte schwankten zwischen 130 kg und 540 kg und lagen demnach im Mittel bei 375 kg/Griff. Da die Losreißkräfte bei der Entnahme des Futters aus den unteren Schichten des Silos gemessen wurden, ist anzunehmen, daß bei der Entnahme von Silage aus den oberen Schichten keine größeren Losreißkräfte auftreten werden.

Die Überlastkupplung der Hubwinde sprach bei den höchsten gemessenen Losreißkräften nicht an. Die Kraft, die die Überlastkupplung in Tätigkeit treten läßt, liegt sicher weit über den gemessenen Losreißkräften. Wie die folgende Berechnung zeigt, liegt die maximale Losreißkraft bei $P_{\max} = 1.180 \text{ kg}$.

Leistung des Hubmotores $N = 2.7 \text{ PS}$
Hubgeschwindigkeit $v = 0.3 \text{ m/sec}$
Wirkungsgrad $\eta = 80 \%$
Größte Kraft $P_{\text{max}} = 1.180 \text{ kg}$

Das Kippmoment des Motors = $2.2 \times \text{Nennmoment (2.7PS)}$ = maximale kurzfristige Leistung des Motors bei Erreichung des Kippmomentes.

$$N_{\text{max}} = 2.2 \times 2.7 = 5.9 \text{ PS}$$

$$N_{\text{max}} = P_{\text{max}} \times v / \eta \times 75$$

$$P_{\text{max}} = N_{\text{max}} \times 75 \times \eta / v = 5.9 \times 75 \times 0.8 / 0.3$$

$$P_{\text{max}} = 1.180 \text{ kg}$$

Die ermittelte Entnahmemenge von 67 dz/h wird unter normalen Verhältnissen nicht auf einmal entnommen werden, sondern weit geringere Mengen bzw. Tagesrationen. Die folgende Zusammenstellung von verschiedenen Tagesrationen in Verbindung mit den dazugehörigen Zeiten für die Entnahme erfaßt im wesentlichen die Mengen an Silage, die mit dem Selbstgreifer täglich entleert werden.

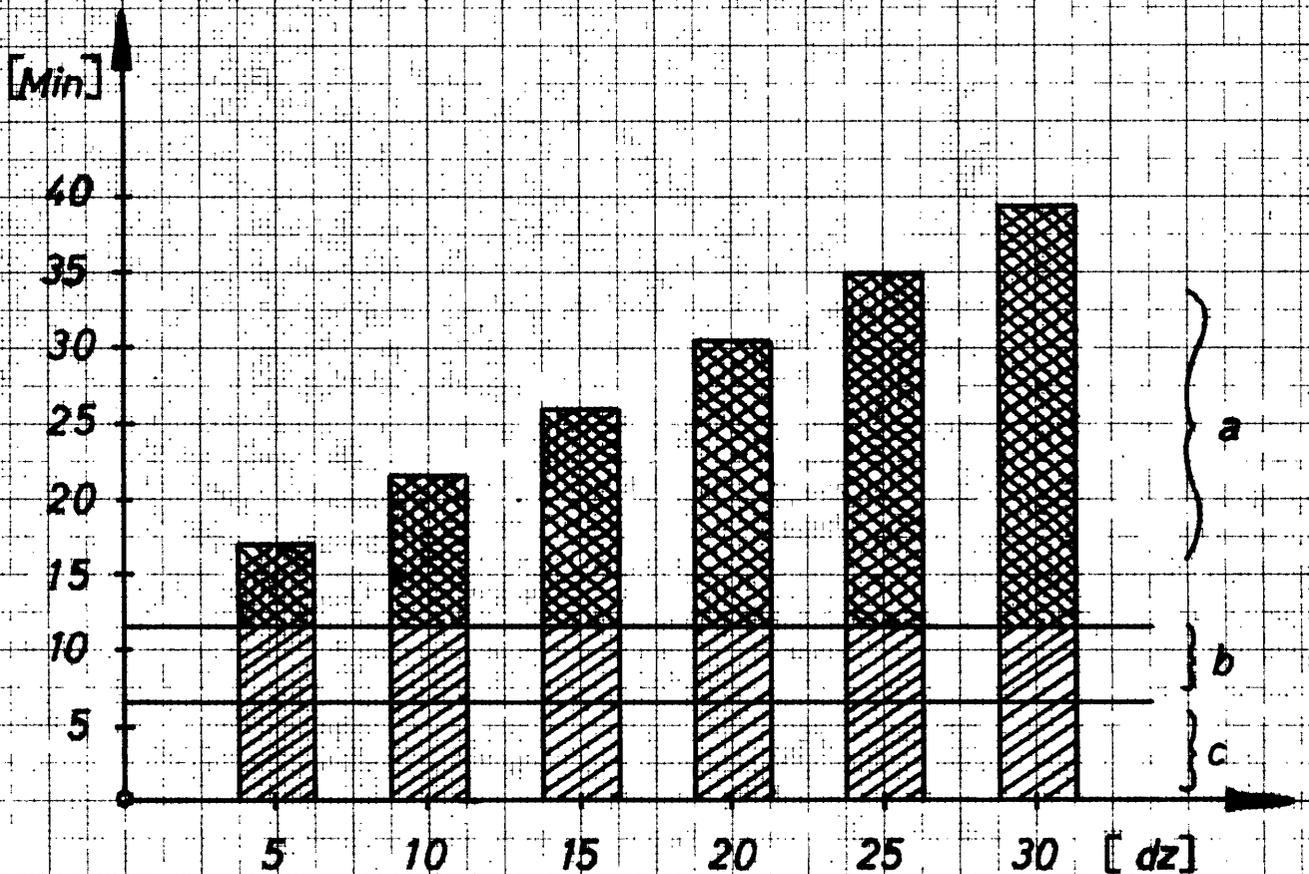
Entnahmedauer für.....dz entnommener Silagemenge.

Tabelle 5

dz	Minuten
5	4.5
10	9.0
15	13.5
20	18.0
25	22.5

Entnahmemeistung einer Selbstgreiferanlage

in Abhängigkeit von den erforderl. Entnahmemengen
u. der Rüstzeit (Silohöhe 10m)



a = Entnahmedauer

Rüstzeit besteht aus:

b = auf- und absteigen

c = Tauchdeckel öffnen und schließen

Die oben angegebenen Zeiten beziehen sich ausschließlich auf die reine Entnahmetätigkeit. Noch nicht berücksichtigt ist das Besteigen und Absteigen vom Silo und ein evtl. Öffnen und Schließen des Tauchdeckels. Hier wurden folgende Zeiten gemessen:

Je 2. 5 Minuten sind zum Auf- und Absteigen nötig und müssen jeweils zugefügt werden. Das Öffnen und Schließen des Tauchdeckels beansprucht jeweils zweimal 3.5 Minuten. Unter Zugrundelegung dieser Werte ergibt sich dadurch die Abb. 6, auf der die Entnahmemenge mit der dazu erforderlichen Gesamtzeit dargestellt ist.

Es wird dabei deutlich, daß mit dem Selbstgreifer die Entnahme der Silage aus dem Gräbehälter zwar mechanisiert ist, daß jedoch eine Arbeitskraft während der gesamten Entnahmezeit erforderlich ist und daß die Siloanlage jedesmal zur Bedienung des Greifers bestiegen werden muß. Für die Entnahme von 100 dz Silage ergibt sich somit die Zeit von

100 Akmin für 100 dz Silage.

Dabei ist bekannt, daß diese Menge wohl kaum von einem Betrieb auf einmal entnommen wird.

Die vergleichende Wertung des vorliegenden Verfahrens (Beispiel 1) mit dem für die Häckselgutkette herausgegriffenen Beispiel 2 (am Feld Feldhäcksler, Annahmegebläse, Silofräse für das Häckselgut) erfolgt im Abschnitt 4. Hier wird auch ausführlich auf den Ak-Bedarf in Abhängigkeit zur entnommenen Silagemenge eingegangen.

III.

H ä c k s e l g u t k e t t e

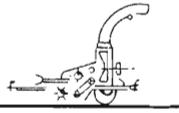
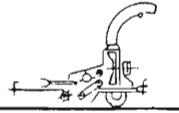
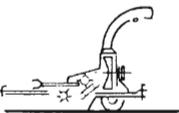
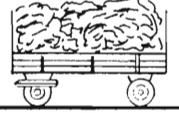
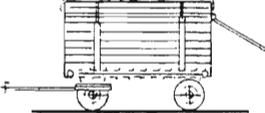
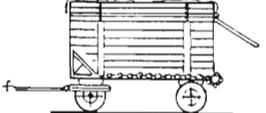
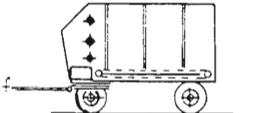
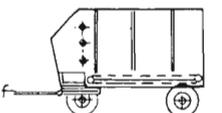
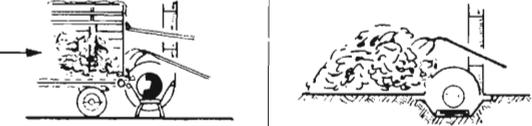
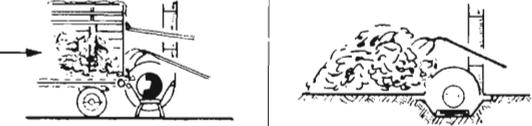
1. Allgemeines

Wie schon in der Einleitung erwähnt, steht außer dem Selbstgreiferweg für Langgut heute bei Häckselgut u.a. der Weg: Silobefüllung durch Annahmegebläse, Silageentleerung durch Silofräse, zur Diskussion. Dieses Arbeitsverfahren, welches am Feld den Feldhäcksler voraussetzt, geht geschichtlich auf amerikanische Entwicklungen, besonders während des 2. Weltkrieges, zurück und ist heute in den USA in größter Anwendung (41, 43). (312.000 Feldhäcksler, 750.000 Hochsilos, 30.000 Entnahmefräsen sind dort im Einsatz).

In Deutschland wurde die Einführung dieses Verfahrens gebremst, weil man sich in der Praxis aus finanziellen Gründen nur selten entschließen konnte, das Verfahren wirklich konsequent einzusetzen. So sind erst seit ca. 3 Jahren Annahmegebläse auf dem deutschen Markt zu haben, Selbstentleerungswagen entwickeln sich zur Zeit und die erste amerikanische Silofräse wurde 1958 mit Bundesmitteln vom Institut für Landtechnik in Weihenstephan eingeführt und erprobt. Im letzten Jahr haben 2 - 3 deutsche Firmen versuchsweise den Bau bzw. Vertrieb solcher Silofräsen aufgenommen.

Verschiedene KTL-Forschungsaufträge über die Befüllung und Entleerung von Hochsilos ermöglichten es, dieses Beispiel der Häckselkette auf verschiedenen Betrieben mit verschiedenen Varianten praktisch durchzuführen und die Vor- und Nachteile für die deutschen Verhältnisse anschaulich und meßbar werden zu lassen.

Eine Einordnung dieses Verfahrens (2) zu den anderen möglichen und von der Praxis durchgeführten Verfahren der Feldhäcksler zeigt die Abb. 7

Arbeitsverfahren	① Handgabel ^x	① Ein-Wagenverfahren			② Umhängeverfahren m. 3 Wagen ^{xx}		③ Parallelverfahren ^{xx}		Abb. 7 3 Wagen, 3 Schlepper		
		a Zuteilentleerung ^x	b Kurzzeitentleerung		a Plattformwagen	b Selbstentladewagen					
Aufladen											
Transport											
Abladen											
Silobefüllung											
AK Feld	}	}	}	}	1	1	1				
AK Transport					1	1					
AK Abladen					3	1	1	1	2	3	
AK Silobefüllung							1				
AK gesamt	3	1	2	3	3						
Bergeleistung dz/h	14	22	25	36	40	50	58	50	54	÷ 80	
AKh/ha	20	5,2	4,5	6,4	5,8	6,9	6,0	6,9	6,0	5,7	

Zeichenerklärung: x Absätziges Verfahren xx kontinuierlich

Feldhäcksler-Kette: Drei Verfahren der Silogutbergung

Handgabelverfahren ① zum Vergleich

Die Angaben des Handgabel-Verfahrens (0) dienen als Vergleich.

Das Einwagen-Verfahren (1) ist eine interessante Lösung für Betriebe, die in Verbindung mit Stallungstreuer als Universalwagen keine allzugroße Bergeleistung fordern. - In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß am Institut für Landtechnik in Weihenstephan Versuche laufen, die zum Ziel haben, den zweiachsigen Stallungstreuer mehr als bisher zum universellen einsetzbaren Fahrzeug auf dem landwirtschaftlichen Betrieb werden zu lassen.

Das hier dargestellte Einwagen-Verfahren ist auf Abb. 7 so gewählt, daß eine Ak auf dem Feld mit dem Feldhäcksler ladet, den Transport übernimmt und auf dem Hof den Wagen in das Annahmegebläse entleert, die Bergeleistung beträgt dabei 25 dz/h. Ist eine zusätzliche Ak vorhanden, wird die Wagenladung durch Kurzzeitentleerung vor das versenkt angeordnete Annahmegebläse gelegt und von der zusätzlichen Ak dann dem Gebläse zugeführt.

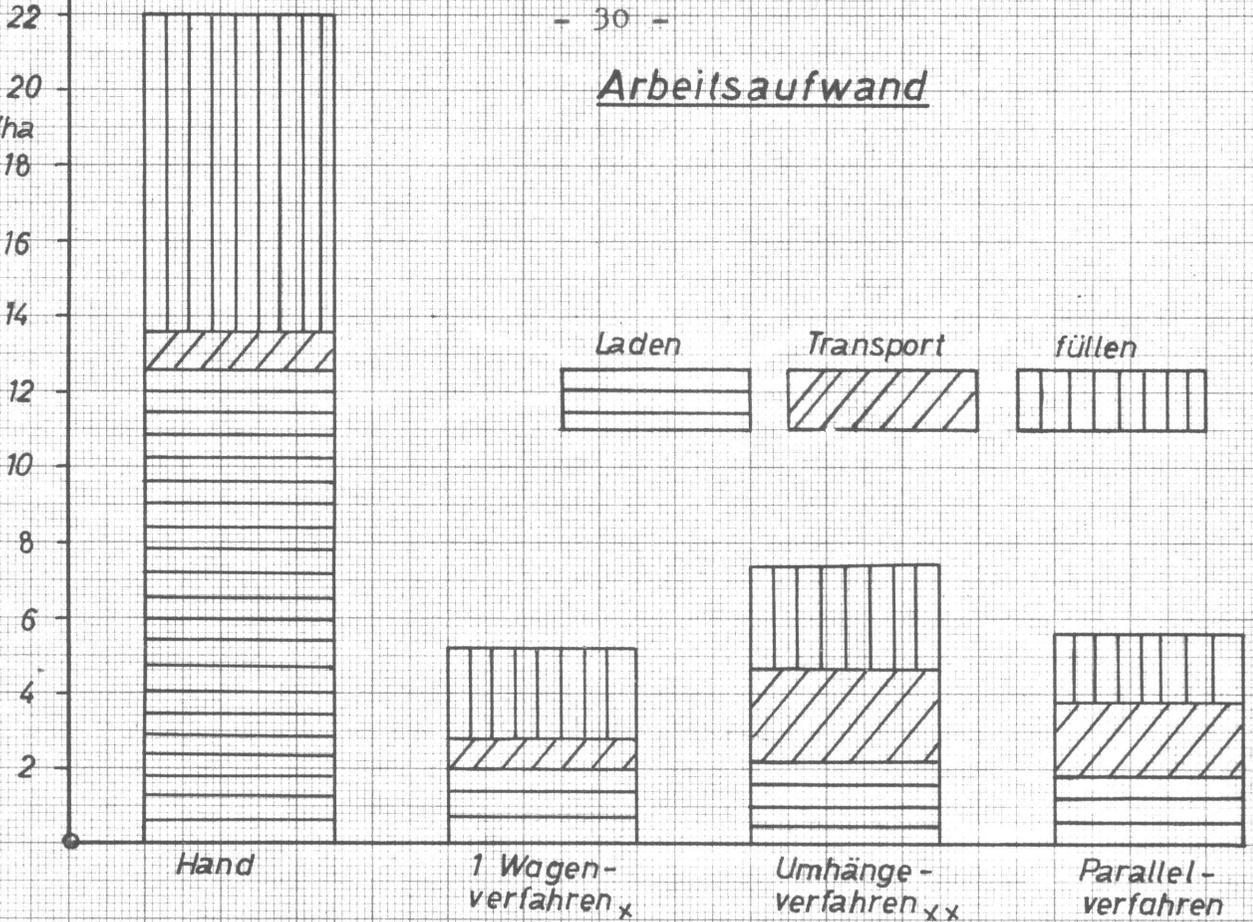
Das Umhängeverfahren (2) erfordert drei Plattformwagen mit Aufbauten und Entladehilfen, zwei Schlepper und drei Ak. Dieses Arbeitsverfahren wird kontinuierlich durchgeführt. Es kann gesagt werden, daß schätzungsweise 300 Betriebe in Westdeutschland dieses Feldhäcksler-Arbeitsverfahren anwenden. - Wie in Abb. 7 gezeigt, kann auch mit Selbstentleerungswagen dieses Verfahren betrieben werden. Es reichen dann zwei Wagen dieser Art aus, die Bergeleistung erhöht sich aber kaum. Es entfällt dabei die Handarbeit beim Silofüllen. Selbstentleerungswagen sind zur Zeit in Westdeutschland in ca. 30 Betrieben im Gebrauch.

Das Parallelverfahren (3) erfordert vier Schlepper (drei Transport- und einen Feldhäcksler-Schlepper), drei Selbstentladewagen und vier Ak. Mit diesem Verfahren, bei dem die Wagen immer an dem jeweiligen Schlepper angehängt bleiben und parallel neben dem Feldhäcksler herfahrend gefüllt werden, wird die höchste Bergeleistung von 80 dz aller Feldhäcksler-Verfahren erreicht. - Dieses Verfahren wird wegen seiner großen technischen Aufwendungen in Westdeutschland kaum angewendet. Es ist aber in den USA sehr verbreitet und zwar in Form der Gemeinschafts- und Nachbarschaftshilfe.

Um eine Vorstellung vom Arbeitsaufwand und der Bergeleistung der einzelnen Arbeitsverfahren der Häcksellinie zu gewinnen,

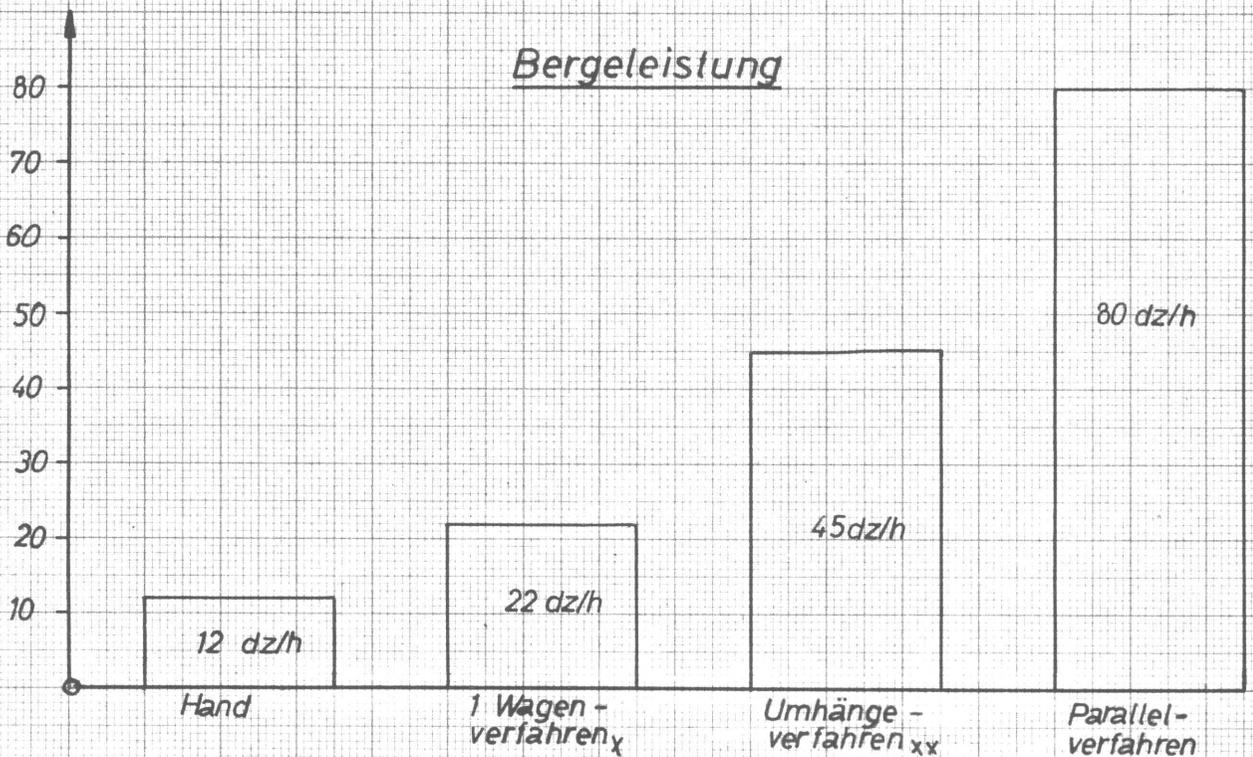
Arbeitsaufwand

Akh/ha



Bergeleistung

dz/h



Arbeitsaufwand und Bergeleistung von 3 Feldhäcksler-Arbeitsverfahren für die Befüllung von Silos im Vergleich zur Handarbeit.

x Zuteilentleerung

xx Plattformwagen

sind ähnlich, wie bei der Langgutkette, diese Werte aus eigenen mehrjährigen Meßergebnissen, ergänzt durch Angaben der Literatur (3, 27) in Abb. 8 dargestellt.

Wie schon erwähnt, ist das in Abb. 7 u.a. dargestellte Umhängeverfahren mit Plattformwagen für die vorliegende Arbeit untersucht. Die wichtigsten Glieder dieses Arbeitsverfahren sind auf Abb. 9 schematisch dargestellt und folgende:

1. Schlepper mit Feldhäcksler und dem angehängten Häckselgutwagen.
2. Der Entladevorgang und die Art des Annahmegebäses.
3. Der Silobehälter mit Lukenband.
4. Die eingebaute Silofräse.
5. Fütterungseinrichtungen.

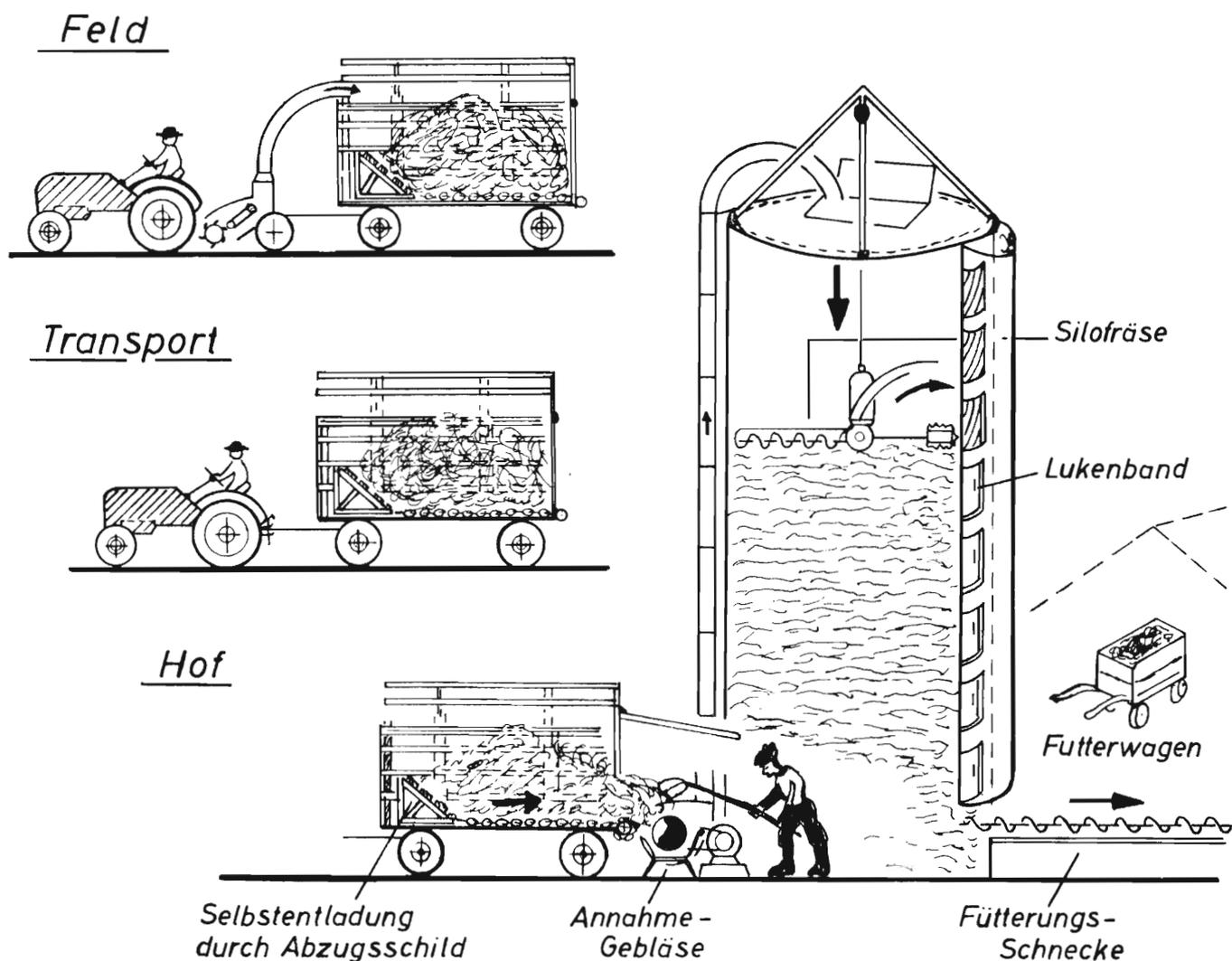
Es fällt auf, daß dieser Weg eine ansehnliche Reihe technischer Einrichtungen aufweist und besonders bei diesem Verfahren nur der volle Erfolg eintritt, wenn alle Glieder gut aufeinander abgestimmt sind. Gegenüber dem Selbstgreifer sind mehr technische Einrichtungen notwendig und die folgenden Messungen zeigen auch, daß sie wesentlich energieaufwendiger sind. Dennoch hat der vorliegende "Feldhäcksler-Annahmegebäse-Silofräse-Weg" unter dem Zwang äußerster Arbeitersparnisse, wie z.Zt. in der Bundesrepublik, ähnl. den USA, unleugbare Vorteile. Eine gewisse finanzielle Erleichterung bei der Einrichtung ist darin zu sehen, daß die auf Abb. 9 rechts gezeigten Entnahme- und Weiterverarbeitungs-Einrichtungen des Futters auch nachträglich von den Betrieben angeschafft werden können.

Zu den oben angeführten 5 Punkten ist im einzelnen zu sagen:

1. Über Schlepper, Feldhäcksler und angehängtem Silogutwagen sind vom Institut für Landtechnik umfangreiche Ermittlungen und Veröffentlichungen in den letzten Jahren gemacht

Beispiel für: Die Feldhäcksel-Kette

Befüllung der Hochsilos durch Annahmegebläse,
Entleerung durch Silofräsen (Beispiel 2)



Ausrüstung:

1. Schlepper 35 PS (Vielstufengetriebe, Motorzapfwelle)
2. Feldhäckslers (für Exakt-Häcksel)
3. Wagen mit Aufbauten u. mech. Entladehilfe
4. Annahmegebläse
5. Hochsilo mit Lukenband
6. Silagefräse
7. mech. oder autom. Futterverteileinrichtung

worden, die bei einer ausführlichen Behandlung den Rahmen der vorliegenden Arbeit sprengen würden (3, 4, 5, 13). Es sei hier nur erwähnt, daß der Schlepper am besten 35 PS stark sein muß, ein gut gestuftes Getriebe besitzen soll und mit unabhängiger Zapfwelle versehen ist. Der Feldhäcksler als Exakthäcksler dabei in der Lage ist, einstellbare Häcksellängen von 2 - 3 cm für Silage und von 8 - 10 cm für Belüftungsheu zu liefern. Der Häckselgutwagen mit Aufbauten in verschiedenen Formen für die Entleerung ausgerüstet sein kann, entweder mit Kratzerkette oder Räumchild und Kette oder mit Kratzerkette und Häckselverteilerwand in Form der Stallungstreuer (13).

2. Die Art des Entladevorgangs und die Gebläsebeschickung bestimmen im wesentlichen die Leistung und den Leistungsbedarf der Annahmegebläse. Für die Entleerung des Siliergutes vom Wagen in den Trog des Annahmegebläses haben sich verschiedene Lösungen eingebürgert, die auf Abb. 7 dargestellt sind. Man spricht von Handzuteilung und mechanischer Zuteilung. Bei der Handzuteilung übernimmt eine Ak die teilweise unangenehme und schwere Arbeit, die zusammenhängende (besonders bei etwas längerem Häckselgut) Häckselwand mit Hilfe eines Gabelhakens in den Trog des Annahmegebläses zu verteilen. Bei der mechanischen Zuteilung übernehmen diese Arbeit Häckselverteilerwalzen. Für die Untersuchung zu dieser Arbeit wurden beide Entladevorgänge beobachtet und gemessen.
3. Ein sogenannter Schlitz- oder Lukenbandsilo ist für die eingebaute Silofräse Voraussetzung und hat von Seiten des Instituts für Landtechnik in Weihenstephan zu den Vorschlägen eines neuen, obenbegehbaren Silos mit verkleinertem Tauchdeckel geführt (5), wovon z.Zt. etwa um 150 Stück im Bau bzw. Betrieb sind.
4. Die Entleerung der Gärbehälter durch die Silofräse erfordert nach allen Beobachtungen exakt (3 - 6 cm bei Gras und 1 - 2 cm bei Mais) gehäckselte Silage. Die Silofräse ent-

nimmt das Futter dem Silo gleichmäßig von oben, wirft es fein verteilt und aufgelockert (auch bei Frost) aus dem Behälter. Die Weiterbearbeitung der aus dem Behälter entnommenen Silage in Fütterungsschnecken oder Fütterungswagen ist hier nur angedeutet, auch hierüber sind im Institut für Landtechnik in Weißenstephan umfangreiche Arbeiten angebahnt. Die Geräte und dazugehörigen Arbeitsvorgänge der Punkte 2, 3 und 4 sind in den vergangenen Jahren für die Untersuchungen für diese Arbeit auf verschiedenen Versuchsbetrieben gemessen und beobachtet worden.

2. Untersuchungen zur Häckselgutkette: Feldhäcksler - Annahmegebläse - Silofräse.

Das Arbeitsverfahren wurde auf verschiedenen Versuchsbetrieben während des praktischen Einsatzes über den Zeitraum von zwei Silierkampagnen beobachtet und untersucht.

a) Technik des Arbeitsverfahrens

Normale Plattformwagen mit Häckselaufbauten, Abzugsschild und Kette, entwickelt nach amerikanischem Vorbild, wurden als Silogutwagen für die Untersuchungen eingesetzt. Später kamen sogenannte Selbstentleerungswagen hinzu, die ausschließlich für den Transport und das mechanische Entleeren von Häckselgut entwickelt wurden.

Die Entladehilfen für Plattformwagen bestehen aus einem Abzugsschild, zwei Ketten (Gliederstärke 8 mm) und einer Walze am Wagenende, auf die die Ketten aufgespult werden. Die Walze wird von einem 0.3 kW Motor über ein Getriebe (Untersetzungsverhältnis 1 : 800) in Umdrehung gesetzt. Dieser Triebatz (Abzugsgetriebe) wird jeweils an die Kettenaufspulwalze des

zu entleerenden Wagens angesteckt. Bei Beginn der Wagenbefüllung ist das Abzugsschild am vorderen Wagenende. Der gefüllte Wagen wird entleert, indem das Abzugsschild durch die sich aufspulenden Ketten nach rückwärts über die Wagenplattform gezogen wird und so die Ladung nach hinten aus dem Wagen schiebt.



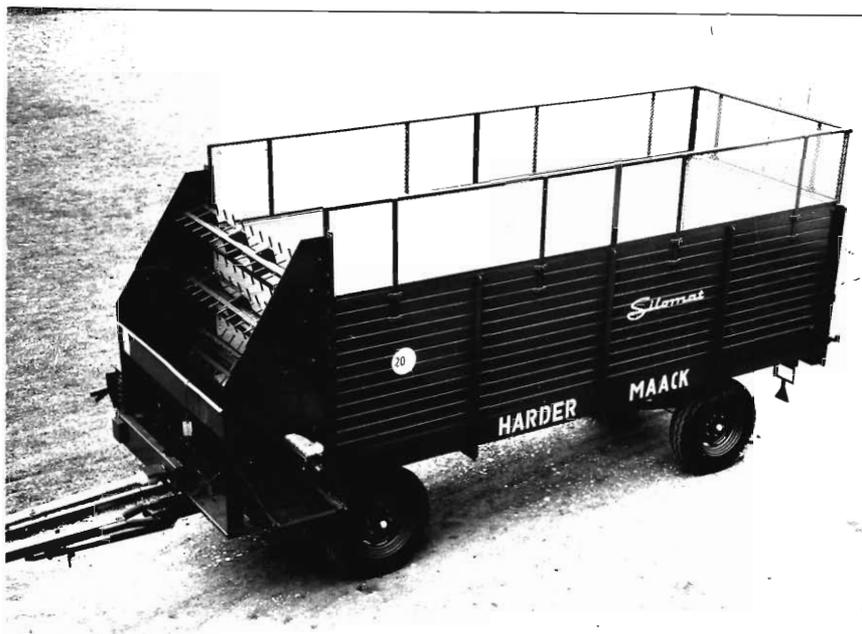
Plattformwagen mit Aufbau, Abzugsschild und angestecktem Abzugsgetriebe.

Eine Ak ist, wie oben schon erwähnt, nötig, die verteilend eingreifen muß, wenn das Häckselgut in den Zuführtrog des Annahmegebläses fällt. Durch einen elektrischen Schalter am Abzugsmotor hat die Ak die Möglichkeit, den Entladevorgang zu unterbrechen. Nach dem Entleeren des Wagens wird das Abzugsgetriebe abgenommen und das Schild von Hand wieder zur Stirnseite des Wagens gezogen. Das Abzugsgetriebe selbst bleibt am Entladeort, um an den nächsten zu entleerenden Wagen angesteckt zu werden.

Für den Aufbau an vorhandenen Plattformwagen in Verbindung mit einem entsprechenden Häckselwagenaufbau sind diese Entladehilfen gut geeignet. Die Abladeleistung gewährleistet eine kontinuierliche Beschickung der Förderorgane. Die aufzuwendende

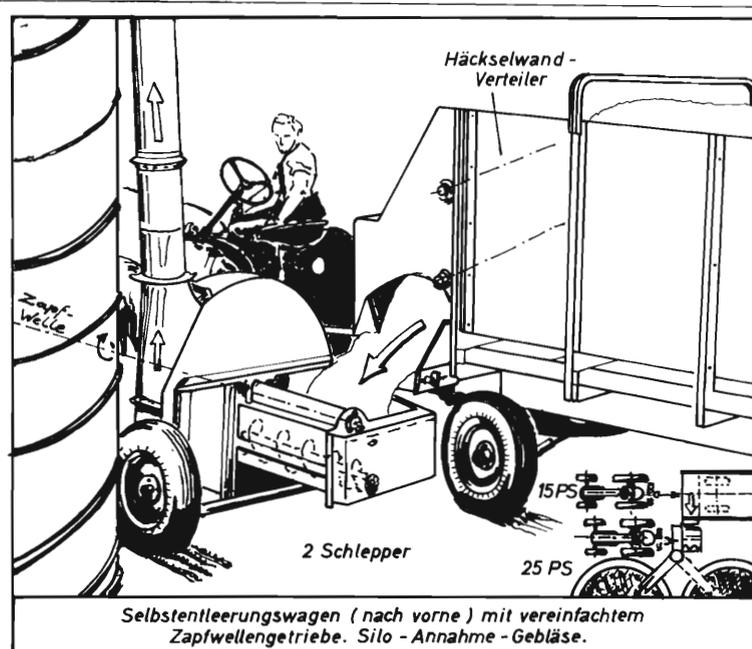
Kraft der Arbeitsperson bei der Entleerung ist gering, dagegen erschwert ein nur um einige cm längeres Gut als oben angegeben, wie immer wieder festgestellt werden mußte, die Arbeit erheblich.

Ein völlig wartungsfreier Entladevorgang ist möglich, bei Verwendung von Selbstentleerungswagen. Häckselverteilerwalzen lösen das von der Kratzerkette angebrachte Häckselgut auf und lassen es fein verteilt auf ein Querförderband fallen, welches es dem Annahmegebläse direkt zuführt.



Selbstentleerungswagen mit Häckselverteilerwalzen und Querförderband.

Mit Hilfe dieser Selbstentleerungswagen wird, wie unten noch näher gezeigt wird, eine wesentlich gleichmäßigere Beschickung der Annahmegebläse erreicht und dadurch eine höhere Entlade- und Förderleistung erzielt. Die Handarbeit entfällt für den Abladevorgang gänzlich. Die Ak bleibt auf dem Schleppeer sitzen, der mit dem Wagen über die Zapfwelle verbunden ist und beobachtet und reguliert von dort den Abladevorgang.



Beschickung eines Annahmegebläses durch
Selbstentleerungswagen

2 Typen von Silobefüllgebläsen können nach ihrer Wirkungsweise unterschieden werden, der Unterschied besteht darin, in welcher Art und Weise dem Fördergut die nötige Energie verliehen wird, um durch das Steigrohr in den Silo zu gelangen. Eine Art von Silobefüllgebläsen bedient sich dabei der Luft, die durch das Schaufelrad in das Steigrohr gedrückt wird, die andere bedient sich des Wurfeffektes, den das Schaufelrad auf das Siliergut ausübt. Im ersteren Fall ist die Luft das tragend, fördernde Element, im zweiten wird dem Fördergut durch die Flügel des Schaufelrades eine gewisse Fördergeschwindigkeit verliehen, wobei natürlich der Luftstrom im Steigrohr unterstützend auf die Förderung wirkt.

Wie es der Name "Annahmegebläse" ausdrückt, sind diese Fördergebläse daraufhin konstruiert, nicht nur das Siliergut zu fördern, sondern es auch von Transportwagen her anzunehmen.



Annahmegebläse Nr. 1 mit klappbarem An-
nahmetrog

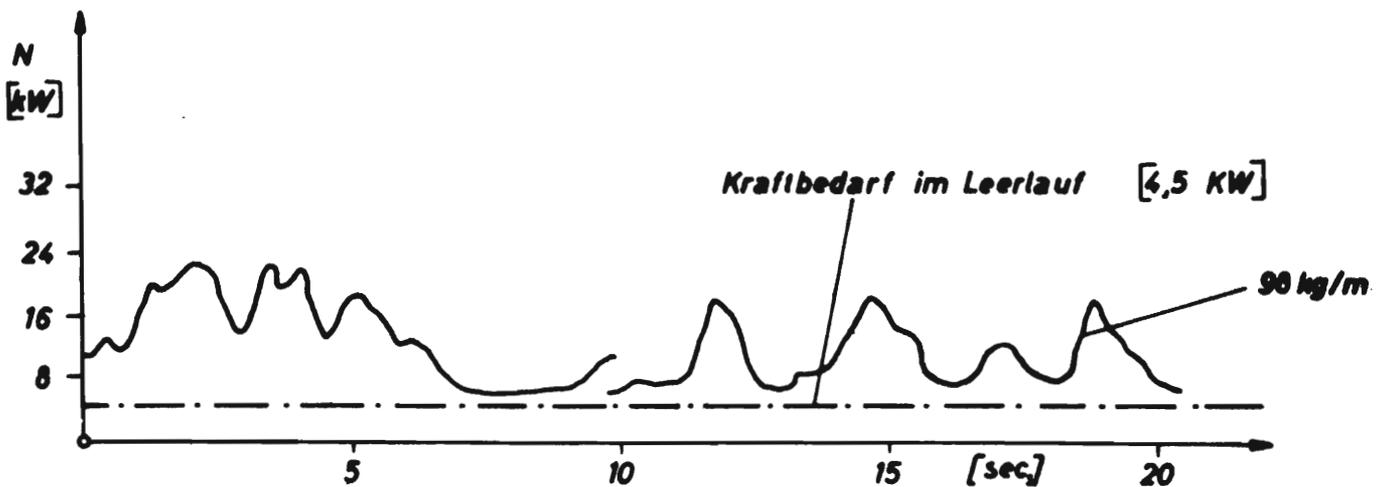
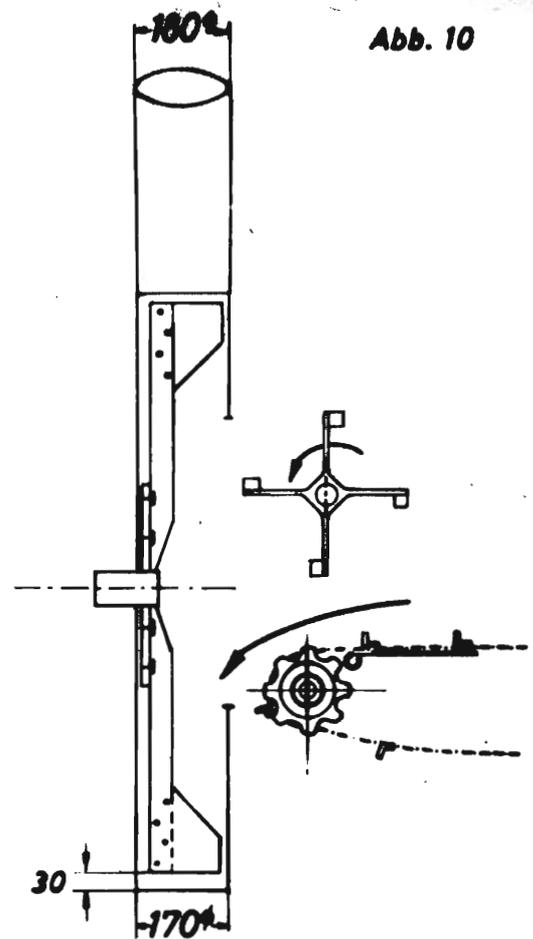
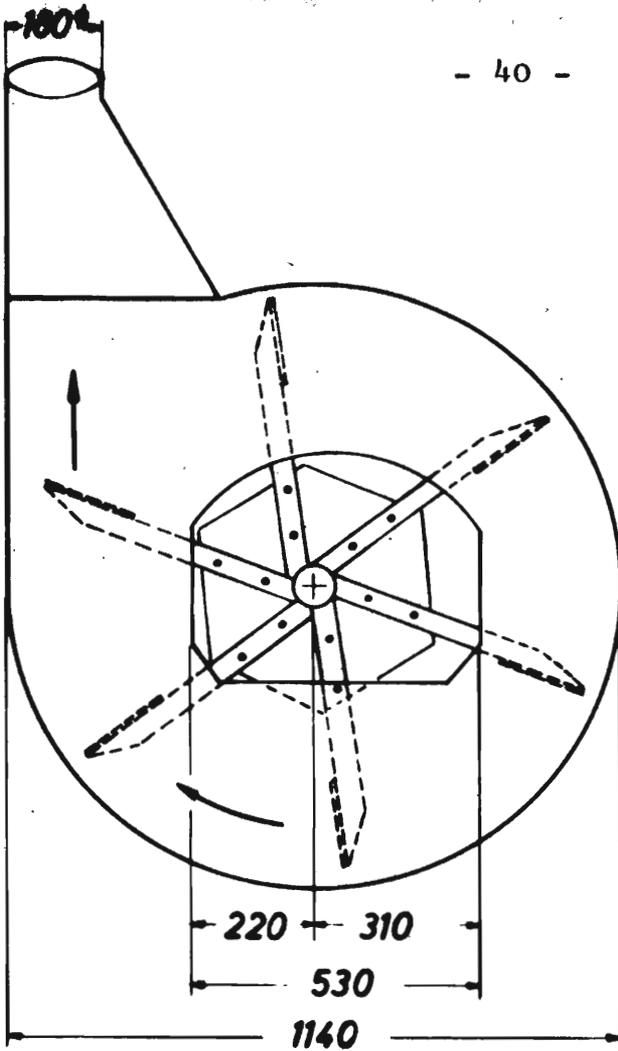
Der Übergang des Siliergutes vom Wagen in das Gebläse geht harmonisch vorsich. Die Zuführung des Fördergutes zum eigentlichen Gebläse übernimmt eine Kratzerkette oder ein Gummiband, welches in einer Mulde läuft. Diese Mulde ist hochklappbar und hat in den meisten Fällen die Länge einer Häckselwagenbreite. Bei Verwendung von Selbstentleerungswagen kann auf diese Annahmemulde verzichtet werden, da diese Wagen das Fördergut über einen kurzen Trichter in das Schaufelradgehäuse einführen.

Für die Untersuchungen zu dieser Arbeit standen zur Silobefüllung drei Annahmegebläse zur Verfügung, die wie folgend bezeichnet werden:

- Annahmegebläse Nr. 1 (Wurfgebläse)
- Annahmegebläse Nr. 2 ("Blas"-Gebläse)
- Annahmegebläse Nr. 3 (Kompromisgebläse)

Bei dem Annahmegebläse Nr. 1 handelt es sich um ein Gerät aus USA, einen sogenannten "Silo-Filler". Das Gut wird bei diesem Gebläse hauptsächlich durch die Flügel des Schaufelrades bzw. durch den Wurfeffekt des Schaufelrades gefördert. Die geförderte Luftmenge wird dabei möglichst gering gehalten. Dieser Gebläsetyp ist hervorragend geeignet, wenn es gilt, große Förderhöhen zu erreichen und als Fördergüter nicht Heu und Stroh (leicht), sondern Mais, Wiesengras, Gemenge (schwer) etc. verwendet werden. In den USA wird diese Art Siloannahmegebläse verbreitet eingesetzt, da bei der Silobefüllung eine hohe Leistung gefordert wird und die Gebläseförderung von Heu und Stroh in den meisten Fällen entfällt, da der Ballenpresse für die Heuernte von Trockengütern der Vorzug gegeben wird.

Der Verzicht auf die Förderung von Leichtgut (Heu und Stroh) macht es möglich, diesem Gebläse eine geringere Luftmengenleistung zu geben, gegenüber einem Gebläse, welches vornehmlich für die Förderung von Heu und Stroh verwendet werden soll. Der Verzicht auf eine hohe Luftförderung wiederum führt zu einem geringeren Leistungsbedarf im Leerlauf. Abb. 10 zeigt die gemessenen Kennzahlen des Annahmegebläses Nr. 1. Die Umfangsgeschwindigkeit V des Wurfrades beträgt 45 m/sec, die geförderte Luftmenge/min wurde mit 84 cbm ermittelt. Wie weiter unten in einer gemeinsamen Gegenüberstellung der drei untersuchten Gebläse zu sehen sein wird, sind diese Werte charakteristisch dafür, ob es sich um ein Gebläse für die Förderung von vornehmlich Siliergut oder aber um ein Gebläse handelt, welches mit gleichgutem Erfolg für die Förderung von Trocken- und Siliergut eingesetzt werden kann. Der Leerlauf-Leistungsbedarf dieses Gebläses liegt lt. Abb. 10 bei 4.5 kW. Darüber ist die Kurve gezeichnet, wie sie der Wattschreiber geliefert hat, wenn das Gebläse mit Siliergut, in diesem Fall angewelktes Wiesengras, beschickt wurde. Der mittlere Durchsatz betrug während dieser Messung 98 kg/min, wobei Spitzenwerte von 26 kW bei der Leistungsaufnahme gemessen wurden. Der große Abstand



Leistungsmessung bei:
angew. Wiesengras

Häcksellänge : 3-6 cm 65% H₂O
Förderhöhe : 6 m
Wagenentleerung : Abzugsschild

Annahmegebläse Nr. 1

Baujahr 1957

$n = 825 \text{ U/min.}$
 $v = 55 \text{ m/sec.}$
Luftmenge = 84 cbm/min.

zwischen den beiden Kurven auf Abb. 10 veranschaulicht deutlich, wie der Leistungsbedarf bei dieser Gebläsebauart stark ansteigt, sobald es mit Fördergut beschickt wird. Der gemessene Leistungsbedarf bei der Silogutförderung war oft viermal so hoch als im Leerlauf.

Das Annahmegebläse Nr. 1 hat nur dann einen geringen Leistungsbedarf, wenn die Durchsatzmenge in engen Grenzen gehalten wird. Seiner Konstruktionsart entsprechend, ist dieses Annahmegebläse dazu bestimmt, Silos mit großen Höhen zu füllen, es ist daher anzunehmen, daß ein großer Teil der Wurfenergie bei geringeren Förderhöhen im oberen Krümmer des Gebläserohres wieder vernichtet wird. Es erscheint daher empfehlenswert, beim Füllen von kleineren Silos die Drehzahl des Gebläserotors zu verringern. Es wird so dann auch möglich sein, mit geringerem Kraftaufwand das Gebläse zu betreiben.

Der obere Teil der Abb. 10 zeigt die konstruktiven Merkmale des Annahmegebläses Nr. 1. Es sind dies das Wurfrad mit verhältnismäßig großem Durchmesser und das Förderrohr, welches im Durchmesser sehr gering gehalten wird, damit das Fördergut einer Kanonenkugel gleich geringe Möglichkeiten hat, seitlich aus der Bahn auszubrechen.

Beim Annahmegebläse Nr. 2 wird die Luft weit mehr als bei dem Wurfgebläse als förderndes Element benützt. Dieser Umstand macht das Annahmegebläse Nr. 2 von vornherein geeignet für die Heu- und Strohförderung. Die Tatsache, daß der Durchmesser des Förderrohres 310 mm beträgt, unterstreicht dies noch.

Das Annahmegebläse Nr. 2 ist ebenfalls mit einer Annahemulde ausgerüstet, jedoch bildet sie hier einen selbständigen Teil und läßt sich auf Rädern seitlich verschieben. Angetrieben wird der Annahemetrog von einem zusätzlichen 0.5 kW Elektromotor

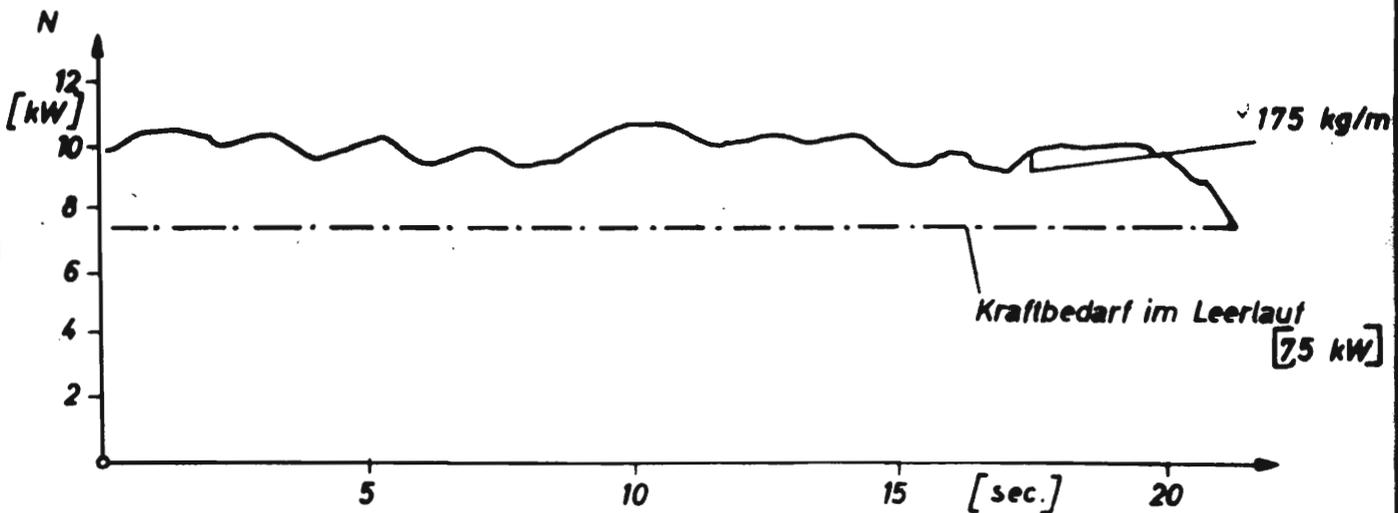
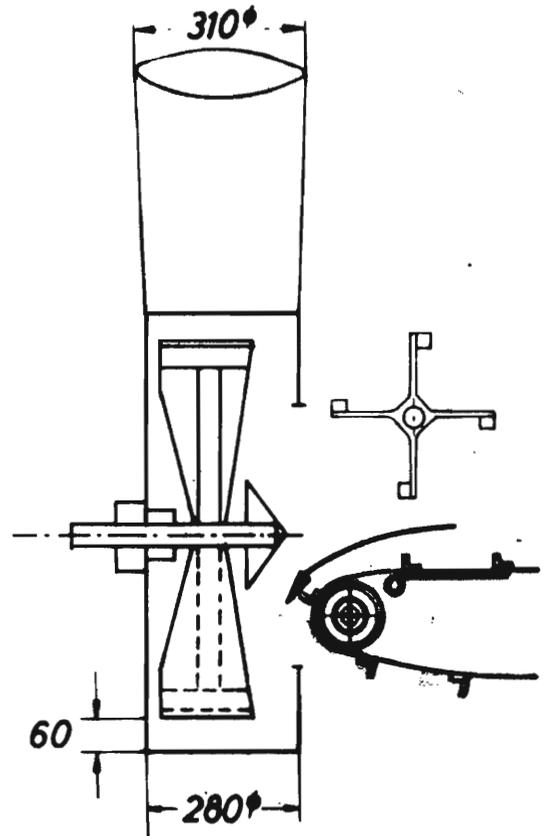
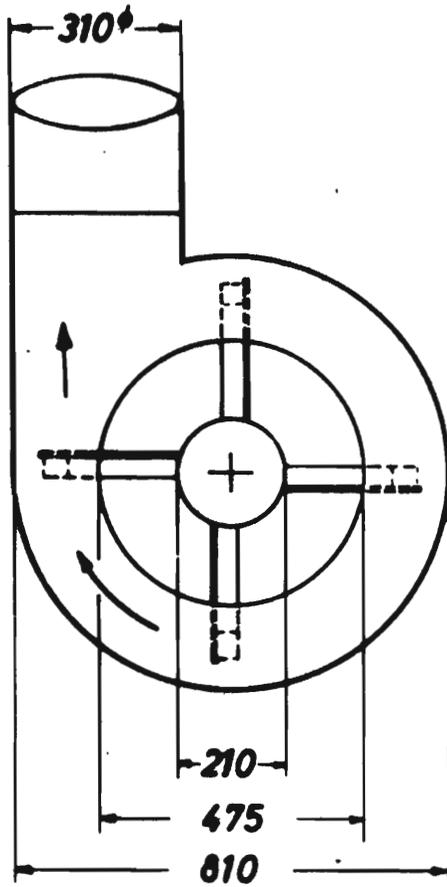


Annahmegebläse Nr. 2 mit seitlich ver-
schiebbaren Annahmetrog

Da das Versuchsgebläse für den Zapfwellenantrieb vom Schlepper her ausgerüstet war, wurde für die Messungen zu dieser Arbeit das Gebläse mit einem Elektromotor angetrieben, dessen Drehzahl durch ein Vorgelege auf 540 U/min reduziert war.

Abb. 11 zeigt in gleicher Weise, wie für das Annahme-Wurfgebläse, die gemessenen und festgestellten Kennzahlen für das Annahmegebläse Nr. 2. Die geringere Umfangsgeschwindigkeit von 40 m/sec und die höhere Luftmenge von 180 cbm/min weisen darauf hin, daß es sich bei diesem Gebläse um ein Gerät handelt, welches hauptsächlich die Luft als förderndes Element benutzt. Dies kommt noch deutlich zum Ausdruck in dem höheren Leerlaufkraftbedarf, der bei 7.5 kW liegt.

Bei Beschickung des Gebläses mit Siliergut steigt gegenüber dem Annahmegebläse Nr. 1 der Leistungsbedarf lediglich um etwa $1/3$ über den des Leerlaufleistungsbedarfes. Dies ist erklärlich aus der Tatsache, daß das Fördergut seine Beschleunigung nicht vornehmlich durch die Flügel des Schaufelrades erfährt, sondern vom Luftstrom erfaßt und nach oben getragen wird.



Leistungsmessung bei angew. Wiesengras

65% H₂O [Häcksellänge 3 - 6 cm]

Förderhöhe: 6 m

Wagenentleerung: Abzugsschild

Annahmegebläse Nr. 2

Baujahr 1957

$n = 1620 \text{ U/min.}$

$v = 40 \text{ m/sec.}$

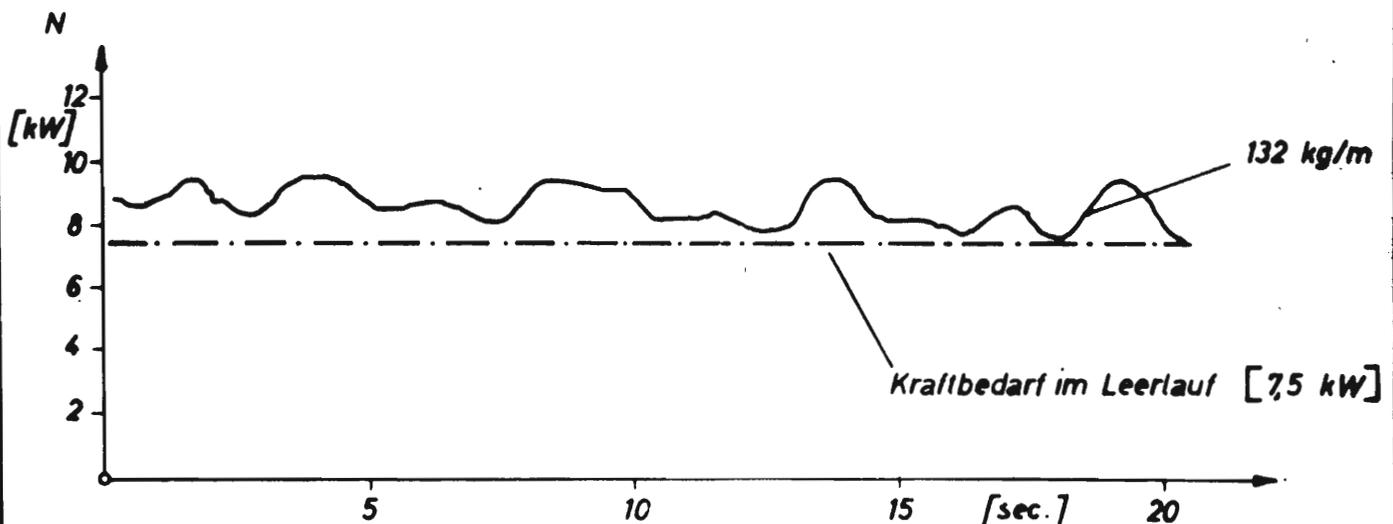
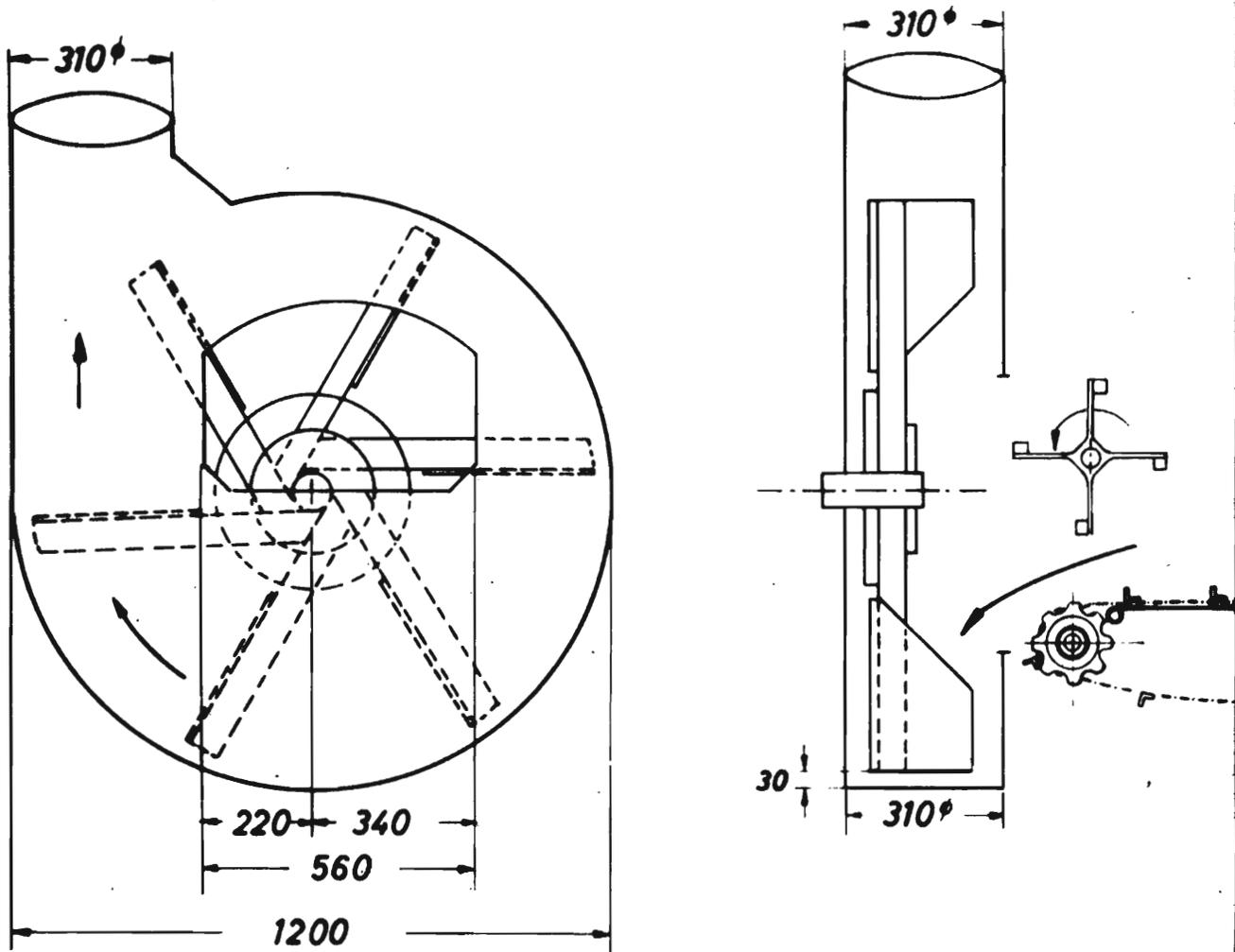
Luftmenge = 180 cbm/min.

Aus der Schnittzeichnung des Gebläses sind die Kennzahlen ersichtlich, die erkennen lassen, daß das Gebläse das Gut hauptsächlich durch den erzeugenden Luftstrom nach oben fördert. Dies sind einmal das verkleinerte Schaufelrad und der größere Rohrdurchmesser.

Annahmegebläse Nr. 3 ist ebenfalls mit einer klappbaren Annahmemulde ausgestattet und wird von einem Elektromotor, in neuerer Ausführung, auch über die Schlepperzapfwelle, angetrieben. Es handelt sich aber bei diesem Annahmegebläse weder um einen ausgesprochenen Wurfförderer, noch um einen reinen Blasförderer. Es liegt zwischen beiden und kann daher als "Kompromisgebläse" bezeichnet werden, was bedeuten soll, daß es sich um ein Gebläse handelt, welches zum Teil den Wurfeffekt, zum Teil die Luft zum Fördern ausnützt. Diese Tatsache macht das Gebläse tauglich zum gleichguten Einsatz für das Fördern von Siliergut als auch von Heu und Stroh und ist somit ein für unsere Verhältnisse günstiger Kompromis. Die Leistungsfähigkeit beim Fördern beider Güter reicht dabei für die praktischen Verhältnisse aus.



Annahmegebläse Nr. 3 mit klappbarem Annahmetrog. Gleichgut geeignet zum Fördern von Silier- und Trockengut.



Leistungsmessung bei angew. Wiesengras 65% H₂O [Häcksellänge 3 - 6 cm]

Förderhöhe : 6 m

Wagenentleerung : Abzugsschild.

Annahmegebläse Nr. 3

Baujahr 1957

$n = 770 \text{ U/min.}$

$v = 48,3 \text{ m/sec.}$

Luftmenge = 120 cbm/min.

Abb. 12 enthält die gemessenen und festgestellten technischen Kennzahlen für das Annahmegebläse Nr. 3. Die Umdrehungszahl in der Minute liegt zwar noch unter der des Annahmegebläses Nr. 1, jedoch ist die Umfangsgeschwindigkeit von 48.3 m/sec ein Wert, der zwischen den Zahlen der beiden vorher erwähnten Gebläse liegt. Ebenfalls ist die Luftmenge größer als beim Annahmegebläse 1 (Wurfgebläse), aber geringer als beim Annahmegebläse Nr. 2. Der Leistungsbedarf im Leerlauf liegt bei 7.5 kW. Daraus läßt sich ableiten, daß eine gewisse Menge an Luft gefördert wird. Das in das Gebläse eingeführte Gut wird demnach durch den Schaufelwurf und auch durch die Luft gefördert. Dies hat zur Folge, daß der Leistungsbedarf mit ca. 12 kW bei mittlerem Silogutdurchsatz von 132 kg/min nicht wesentlich über dem des Leerlaufes ansteigt.

Technische Daten und Meßwerte der untersuchten Annahmegebläse

Tabelle 6

	U/min	V=m/sec Umfangsgeschw.	cbm/min Luft	Leerlauf kW
Annahmegebläse Nr. 1	825	55.0	84	4.5
Annahmegebläse Nr. 2	1620	40.0	180	7.5
Annahmegebläse Nr. 3	770	48.3	120	7.5

In Tab. 6 sind nochmals die gemessenen Werte der einzelnen Siloannahmegebläse gegenübergestellt. Die gegenüber den anderen Siloannahmegebläse höhere Umfangsgeschwindigkeit des Rotors beim Annahmegebläse Nr. 1 läßt deutlich auf die beabsichtigte Wurfwirkung des Schaufelrades schließen. Der geringen Luftmengenförderung des Annahmegebläses Nr. 1 bei einem niedrigen Leistungsbedarf im Leerlauf steht die hohe Luftmengenförderung mit dem damit verbundenen erhöhten Leerlaufkraftbedarf des Annahmegebläses Nr. 2 gegenüber. Zwischen diesen beiden Gebläsen liegen die Werte des Annahmegebläses Nr. 3 (Kompromisgebläse).

Die Siloform ist, wie bereits erwähnt, für die Beschickungs- und Entleerungsmöglichkeiten der Silos von großer Bedeutung. Silos mit Untenentleerung haben z.B. keinerlei Öffnungen und werden oben im allgemeinen gasdicht abgeschlossen. Silos mit Selbstgreiferbeschickungen und -Entleerung dagegen haben wie erwähnt, in etwa 50 cm Höhe vom Erdboden eine Einsteigöffnung, die nur dem Zweck dient, die evtl. vom Selbstgreifer nicht erfaßten Silagemengen von Hand herauszuwerfen.

Hochsilos, bei denen früher oder später die mechanische Entleerung durch Fräsen vorgesehen ist, müssen unabdingbar mit einem Entnahmeschlitz oder wie vom Institut für Landtechnik vorgeschlagen, mit einem Lukenband versehen sein. Ein nachträglicher Umbau des Silos für Fräsenentleerung ist zwar vom Institut für Landtechnik, Weihestephan, ebenfalls durchgeführt worden, es entstehen dabei aber eine Reihe von beträchtlichen Schwierigkeiten. Es ist für die Einführung der mechanischen Fräsenentleerung von Nachteil, daß sämtliche in Westdeutschland bisher gebauten Silos für eine Fräsenentleerung nicht geeignet sind und nur Anlagen, etwa in Form der Silobauart "Weihestephan" infragekommen. Die Situation in Nordamerika war in dieser Richtung von vornherein wesentlich günstiger, weil die fast dreiviertel Million Silos, die dort vorhanden sind, schon mit einem derartigen Entleerungsschlitz gebaut waren und auch die nötige Größe und Höhe hatten, so daß sich dort die mechanischen Entleervorrichtungen wesentlich leichter einführen konnten und ein breiteres Absatzgebiet vorfanden.

Hieraus geht hervor, daß wenigstens für die Zukunft überall dort, wo früher oder später die mechanische Entleerung durch Fräsen eingebaut werden soll oder in Aussicht genommen ist, ab sofort derartige Lukenbandsilos erstellt werden müssen.

Für die vorliegende Untersuchung waren neugebaute Hochsilos (aus Holz und Beton) vorhanden, die teilweise zunächst im Staatsgut Grub errichtet wurden, dann aber auch auf einer Reihe von privaten Betrieben. Heute sind etwa, wie bereits erwähnt, 150 derartige Silos erstellt. -

Runde Hochsilos standen für die Messungen der Siloannahmegebläse mit einer Höhe von 6 - 7 m über der Erdoberfläche zur Verfügung. Die Behälter selbst waren aus Holz oder Formsteinen gefertigt. Der Durchmesser der Behälter betrug 3.6 und 4 m.

Für den Einsatz der Silofräsen waren Behälter Voraussetzung, die einen Entnahmeschlitz bzw. ein Lukenband hatten. Dieser Entnahmeschlitz oder Lukenband, d.h. Luken im Abstand von 30 cm bis maximal 50 cm, sind Voraussetzungen, die vom Silo her gegeben sein müssen, um den Silofräseneinsatz zu ermöglichen. Die Auswurföffnungen der Silos waren mit einem Abwurfschacht umgeben, in denen die von der Fräse ausgeworfene Silage nach unten in einen bereitstehenden Fütterungskarren fiel.

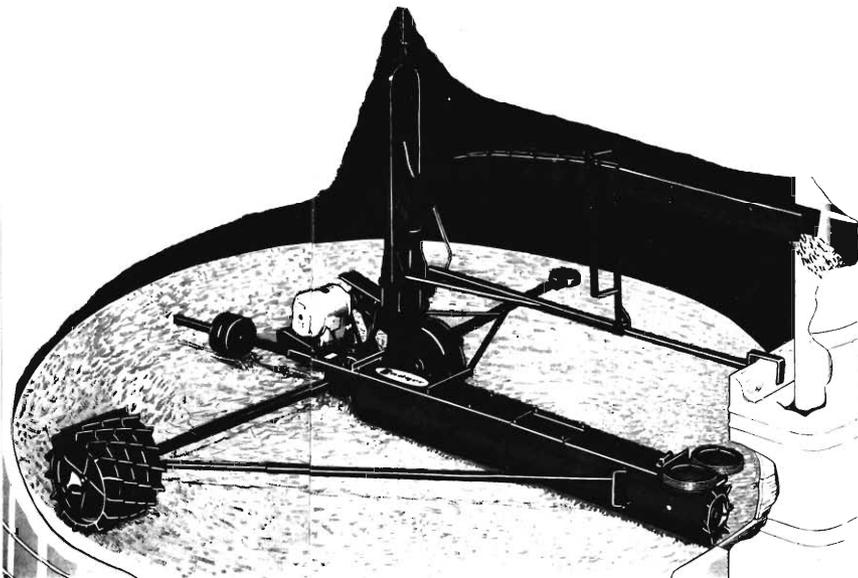
Für den Fräseneinsatz wurde oberhalb des betreffenden Silos eine Laufschiene im Abstand von 2 m über der Silooberkante angebracht, um die Silofräse mit Hilfe einer Laufkatze auf das Silofutter herabzulassen. Die Silofräsen arbeiten sowohl in runden Holz- als auch in Betonsilos.

Die Entnahme von Silage aus Hochsilos wurde vor 15 Jahren in den USA erstmalig mit Hilfe sogenannter "Silo-Unloaders" (Silo-Entleerer) probiert. Seit dieser Zeit sind unzählige Verbesserungen und Neuerungen an diesen Geräten vorgenommen, so daß die Silofräsen, die heute zum Einsatz kommen, bei fester, kurzer Silage im großen und ganzen störungsfrei und zur Zufriedenheit arbeiten.

In Amerika sind es ca. 22 Firmen, die sich mit dem Bau von Silofräsen befassen und nach neueren statistischen Unterlagen befanden sich 1961 in USA ca. 25.000 Silofräsen, die von oben her auf das Futter aufgesetzt werden, auf amerikanischen Farmen im Einsatz (41, 43). 1957 wurde die erste Silofräse von Amerika auf Anregung von Herrn Professor Dr.-Ing. Dr. agr. h. c. W. G. Brenner nach Deutschland eingeführt und stand dem

Institut für Landtechnik in Weihenstephan zur Verfügung. Es handelte sich dabei um ein Gerät der Firma Badger in Kaukana/Wisconsin. Dieses Gerät bildet den Ausgang für alle Untersuchungen, die im Rahmen dieser Arbeit an Silofräsen vorgenommen wurden.

Im Laufe der beiden letzten Jahre kamen dann weitere 3 Fräsen hinzu und zwar handelt es sich dabei jeweils um ein Gerät der Firma Lundell (USA), der Firma Brillion (USA) und der Firma Selz (Deutschland). Der mechanische Aufwand solcher Fräsen ist nicht gerade klein, sie arbeiten heute fast alle nach dem gleichen Prinzip und zwar derart, daß Reißwerkzeuge auf der Silage langsam umlaufen und diese zur Silomitte bringen, von wo sie durch ein Wurfgebläse durch die Siloluke ausgeworfen wird.



Silofräse in Arbeitsposition auf der Silageoberfläche.

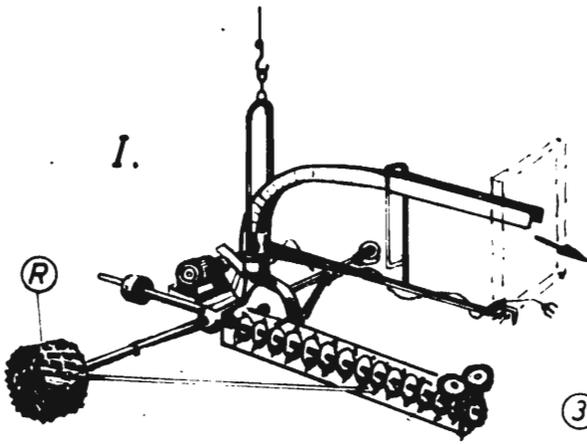
Die Hauptbestandteile solcher Fräse sind die kreisenden Losreißwerkzeuge, um die festgelagerte Silage zur Silomitte zu fördern und das ebenfalls kreisende Auswurfgebläse, um die Silage durch die Auswurfluken aus dem Behälter durch einen feststehenden Krümmer zu fördern (29). Der elektrische An-

trieb der Fräsen erfolgt durch einen 4 kW Motor. Die Arbeitsweise von Silofräsen ist von Abb. 13 zu entnehmen. (Gewicht ca. 4 - 500 kg, Preis ca. 4 - 6.000 DM.)

Beim Befüllen der Silos hängt die Fräse zunächst oben im Silo an einem Tragseil und wird für die Entnahme auf die Silage herabgelassen (beim Silotyp Weihestephan kann die Fräse auf der den Silo abschließenden Betonplatte gelagert werden). - Die Fräswerkzeuge und das Auswurfgebläse sorgen für ein gleichmäßiges Abfräsen der meist recht festliegenden Silage. Es wird bei jedem Umlauf eine etwa 2 - 5 cm starke Schicht abgefräst. Ein auf der Silageoberfläche laufendes Antriebsrad sorgt für die langsame Drehung der Fräse. Zusätzliche Gummirollen, die sich an den Innenwänden des Silos abstützen, gewährleisten als Führungsrollen eine ständige zentrale Lage der Maschine. Daher sind nur runde Silos für Silofräsen geeignet (30). Eine Silofräse kann nacheinander in mehreren Silos verwendet werden, jedoch sind dazu gleiche Silodurchmesser Voraussetzung.

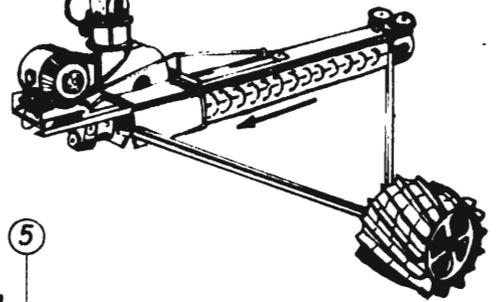
Mit Hilfe einer Handseilwinde wird der Siloentleerer im Silo gehoben oder gesenkt. Man bestimmt dadurch die Stärke der Silageschicht, die die Fräse bei jeder Umdrehung abnimmt. Ferner dient die Seilwinde dazu, um die Fräse aus dem Silo herauszuheben. Die Fräse kann dann oben auf dem Silo belassen werden, wenn der Behälter neu gefüllt wird oder in einem zweiten nebenanstehenden Silo zum Einsatz kommt. Bei günstiger Anordnung der Gärbehälter zueinander ist es möglich, mit einer Handseilwinde die Fräse in vier Behälter nacheinander einzusetzen. - Für die Untersuchungen zu dieser Arbeit kamen die Silofräsen auf den Staatsgütern Grub und Wildschwaige, sowie auf einzelnen Privatbetrieben zum Einsatz.

Abb. 13 zeigt weiter im einzelnen den technischen Aufbau der für diese Arbeit untersuchten Silofräsen und die Anordnung einer solchen Fräse im Gärbehälter. Das Gerät Nr. 1 stellt den herkömmlichen und verbreitetsten Typ der Siloobfräse dar,



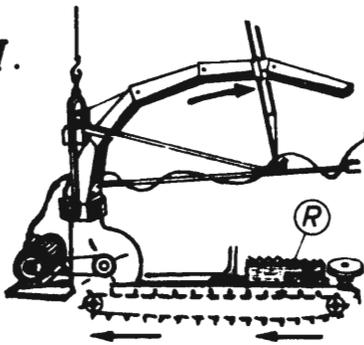
I. Hängende Fräse mit einer Schnecke. Der Vorschub erfolgt durch das Sternrad R.

IV.



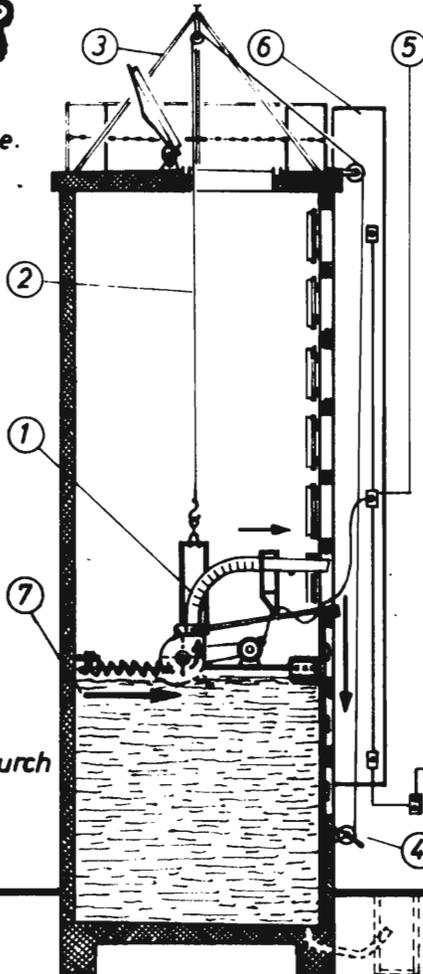
IV. Hängende Fräse mit einer Losreiß-Schnecke u. einer zusätzl. Auswurf-Schnecke bei Silo Ø über 6m

II.



II. Hängende Fräse mit umlaufender Losreißkette. Der Vorschub erfolgt durch zwei Sternräder R.

VI.



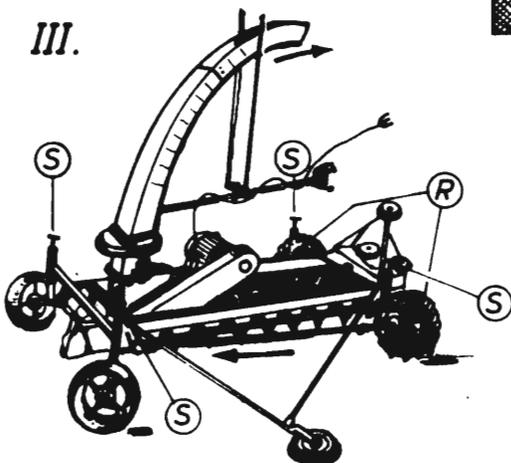
- ① Fräse.
- ② Halteseil.
- ③ Dreibock, bei mehreren Behältern Laufschiene.
- ④ Winde
- ⑤ Elektr. Stromzuführung mit mehreren Steckdosen
- ⑥ Abwurfschacht
- ⑦ Weg der Silage

Zeit-Uhr

zum Stall

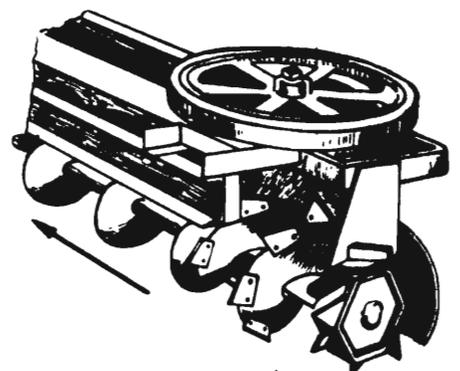
Futterwagen oder Förderschnecke

III.



III. Fräse ohne Seilführung. Der Vorschub erfolgt durch die Räder R. Die Höhenverstellung geschieht mit Hilfe der Spindeln S.

V.



V. Schneckenkopf mit Fräswerkzeugen zum Losreißen festgefrorener Silage vom Behälterrand.

er ist gekennzeichnet durch eine Losreißschnecke und das Auswurfgebläse, welches im rechten Winkel zur Losreißschnecke angebracht ist. Zeichnung Nr. 4 zeigt das gleiche Gerät, jedoch in der Ausführung, wie es für Behälter mit mehr als 5 m Durchmesser geliefert wird. Die Wurfkraft des Gebläses reicht dabei nicht mehr aus, um das Gut durch die Luken in den Abwurfschacht zu werfen, eine zusätzliche Schnecke übernimmt dann diese Arbeit.

Das Kennzeichnende an der Silofräse Nr. 2 ist die umlaufende Losreißkette, die die Silage dem Auswurfgebläse tangential zuführt. Die Arbeitsweise dieser umlaufenden Kette ist vergleichbar der einer Kettensäge. Bei dieser Fräse handelt es sich um eine deutsche Entwicklung, die in den letzten Jahren entstanden ist.

Die Silofräse Nr. 3 hat zwei parallellaufende Losreißschnecken, die die Silage lockern und dem Auswurfgebläse, welches zwischen den beiden Schnecken liegt, zuführen. Durch die beiden Schnecken soll eine höhere Auswurfleistung der Fräse erzielt werden. Das Kennzeichnende dieser Fräse aber ist der Verzicht auf ein Halteseil während der Arbeit im Silo. Die Fräse wird durch die vier Laufräder, die in der Höhe verstellbar sind, über dem Futterstock gehalten, durch Höhenverstellung dieser Räder wird die Menge bestimmt, die bei jeder Umdrehung abgefräst werden soll.

Bei der vierten untersuchten Silofräse handelt es sich um eine neue interessante Konstruktion, die im vergangenen Jahr von USA kommend, auch jetzt in Deutschland vertrieben wird und vom Institut für Landtechnik für Versuchszwecke aus USA eingeführt wurde. Die Losreißschnecke und der Wurfgebläserotor befinden sich bei diesem Gerät auf einer Achse, wodurch ein gleichmäßiger Fluß der Silage erreicht wird. Das Gehäuse ist unten offen und der laufende Rotor gräbt sich beim Herablassen in die Silage ein. Wird die Fräse abgestellt, kann die im Gebläse sich befindende Silage herausfallen, sobald das Gerät an-

gehoben wird. Dadurch wird weitgehend ein Verstopfen des Gebläses beim Abstellen der Fräse verhindert und weiterhin das "Anfahren" der Silofräse erleichtert.

Zeichnung Nr. 3 auf Abb. 13 verdeutlicht im Ausschnitt das Ende einer Losreißschnecke, die mit Spezialmessern ausgerüstet ist, um angefrorene Silage, vor allem von der Silowand, loszureißen.

Die Zeichnung Nr. 6 in Abb. 13 zeigt im Schnitt einen Gärbehälter, in der sich eine Silofräse befindet. Die technischen und baulichen Einzelheiten, die weiter oben beschrieben wurden, sind hier wiederzufinden. Zusätzlich dazu ist auf dieser Zeichnung noch die Stromzuführung eingezeichnet. Ein Steigkabel im Abwurfschacht hat in Abständen von 3 m Steckkontakte, an die der Fräsenmotor angeschlossen werden kann. Ein Schleifring im feststehenden Auswurfkrümmer ermöglicht es, daß die unteren Teile der Fräse (Losreißschnecke, Auswurfgebläse, E-Motor) im Silo rotieren können. Wenn soviel Silage entnommen ist, daß eine weitere Auswurfluke geöffnet werden muß, wird der flexible Auswurfkrümmer in diese neue geöffnete Luke gehängt und das Zuführkabel vom Elektromotor mit einer tiefer liegenden Steckdose verbunden.

Das Ein- und Ausschalten der Silofräse sollte über eine Zeituhr erfolgen. Dadurch ist es möglich, die Arbeitsdauer nach einer gewünschten und eingestellten Zeit zu beenden.

Zur Silagentnahme wird keine Ak benötigt, weder am, noch im Silo. Es gilt lediglich dafür zu sorgen, daß die ausgeworfene Silage abtransportiert wird. Jedoch ist es erforderlich, wie oben schon erwähnt, den Gärbehälter zu besteigen, wenn die Fräse etwa 1 - 1.50 m starke Futterschicht entnommen hat, um eine weitere Auswurfluke zu öffnen.

Das Nachlassen der Handseilwinde um jeweils einige cm während der Entnahme erforderte bisher eine Person unten am Silo. Vom

Institut für Landtechnik wurde ein Federzug entwickelt, der zwischen Silofräse und Halteseil geschaltet wird. Die Fräse kann sich so ohne Nachlassen der Handseilwinde 10 - 15 cm im Silo senken. Diese Höhe reicht aus, um ohne Bedienung für eine Mahlzeit Futter zu entnehmen.

b) M e ß e r g e b n i s s e

Die reine Abladeleistung der Silogutwagen in das Annahmegebläse entspricht der jeweiligen Gebläseförderleistung. Es ist daher nötig, den Arbeitsvorgang des Abladens im nächsten Abschnitt mitzubehandeln und ebenfalls die Zeit, die für die Vorbereitungsarbeiten zum Abladevorgang erforderlich sind, im gleichen Zusammenhang mit der Silobefüllung zu behandeln.

α S i l o b e f ü l l u n g

Mit Hilfe eines schreibenden Wattmessers wurde der Leistungsbedarf der Annahmegebläse bei der Förderung von gehäckseltem, angewelktem Wiesengras ermittelt. Als Antrieb der drei untersuchten Gebläse diente ein 28 kW Elektromotor. Die Messungen wurden bei Förderhöhen von 6 - 7 m vorgenommen.

Die verbrauchten Kilowattstunden je geförderter Mengeneinheit sind mit Hilfe eines Zwischenzählers festgestellt worden.

Das Gewicht der Wagenladungen und die benötigte Zeit für die Beschickung des Annahmegebläses sind Werte, aus denen sich die Förderleistung der untersuchten Annahmegebläse ermittelt. Es handelt sich hierbei nicht um die technische Leistung, sondern um Durchschnittsleistungen, die beim praktischen Einsatz während der Silobefüllung erreicht wurden und u.ä. Bedingungen in anderen landwirtschaftlichen Betrieben zu erreichen sind. Die Beschickung der Annahmegebläse erfolgte nach Abb. 9 mit Häckselwagen, die das Ladegut mechanisch nach hinten aus

dem Wagen heraus in den Annahmetrog des Gebläses fördern. Der Übergang des Häckselgutes vom Wagen in den Gebläsetrog wurde von einer Ak mit einem Gabelhaken durchgeführt. Die Verteilarbeit, die diese Ak leisten muß, ist um so leichter, je kürzer und gleichmäßiger das Siliergut gehäckselt ist.

Zusätzlich zu diesem Handzuteilverfahren wurde auch ein Selbstentleerungswagen eingesetzt. Das Auflösen der Häckselwand erfolgte durch Verteilerwalzen, die das Siliergut aufgelockert und gleichmäßig dem Annahmetrog des Gebläses zuführten. Neben einer wesentlichen Arbeitserleichterung und einer Entladebeschleunigung bringt diese Wagenentleerungsmethode eine weitaus gleichmäßigere Beschickung der Annahmegebläse mitsich, was zu einem ausgeglicheneren Leistungsbedarf (s. Abb. 14) führt.

Bei dem Umhängeverfahren (nach Abb. 9), welches den Hauptteil der Untersuchungen bildet, sind die einzelnen Zeiten des gesamten Arbeitsverfahrens während der Silobefüllung gemessen worden. Der Leistungsbedarf der Siloannahmegebläse ist den Aufzeichnungen des Wattschreibers entnommen.

Die Auswertung der Wattschreiberstreifen führte zu den Zahlen, wie sie in Tabelle 7 zusammengestellt sind:

Leistungsbedarf und Förderleistung der untersuchten drei Annahmegebläse beim Fördern von angewelktem Wiesengras mit 65 % H₂O, gehäckselt auf 3 - 6 cm (Selbstentladung mit Handzuteilung).

Tabelle 7

Gebläse- typ	Leistungsbedarf (kW)			Förder- höhe m	Förder- leist. (Durch- satz) dz/h	kWh/100 dz
	Leerl.	∅	maxim.			
Annahmege- bläse Nr.1	4.5	16.6	23.8	6	51.6	27.0
Annahmege- bläse Nr.2	7.5	9.6	10.3	6	93.8	14.7
Annahmege- bläse Nr.3	7.5	8.4	9.3	6	84.9	16.1

Ein Vergleich der drei Annahmegebläse zeigt den Unterschied zwischen Annahmegebläse Nr. 1 und den beiden anderen Annahmegebläsen, in Bezug auf Leerlauf, kW-Bedarf, maximalen Leistungsbedarf und Durchsatzleistung. Besonders augenscheinlich tritt der Unterschied bei den Maximalwerten des Leistungsbedarfes bei den einzelnen Siloannahmegebläsen hervor. - Das Annahmegebläse Nr. 1 neigte beim Fördern von angewelktem Wiesengras sehr leicht zu Rohrverstopfungen und, obwohl die Durchsatzmenge relativ gering war, gewann man den Eindruck, als ob das Gerät ständig überlastet werde. Dagegen zeigten die beiden anderen Gebläse eine ausgesprochene, ständig gleichmäßige Arbeit. Verstopfungen des Förderrohres traten während des ordnungsgemäßen Betriebes nicht oder kaum auf.

Die Werte in der letzten Spalte geben an, wieviel kWh benötigt wurden, um mit den einzelnen Gebläsen jeweils 100 dz Siliergut in den Gärbehälter zu bringen.

Angewelktes Wiesengras mit einem Wassergehalt von 65 % hat ein geringeres spezifisches Gewicht, es kann nicht als Naß- und Schwergut bezeichnet werden. Dementsprechend hat die Konstruktionsart des Annahmegebläses Einfluß auf die jeweils erzielte Förderleistung. Das Annahmegebläse Nr. 1 neigt durch seinen engen Rohrdurchmesser von 180 mm leicht zu Verstopfungen, die durch einen plötzlichen starken Anstieg des Leistungsbedarfes behoben werden und sich nachteilig auf die Förderleistung auswirken.

Die Annahmegebläse Nr. 2 und 3 mit ihrer relativ hohen Luftförderung und einem Rohrdurchmesser von 380 mm haben wesentlich geringere/Spitzen im Leistungsbedarf, bei einer erhöhten Förderleistung im Vergleich mit dem Annahmegebläse Nr. 1 beim Fördern von angewelktem Wiesengras. Für Betriebe, in denen hauptsächlich große Mengen dieses Gutes zu fördern sind, ist der Typ der Annahmegebläse Nr. 2 und 3 vorteilhafter als Fördergerät einzusetzen.

Einen wesentlichen Einfluß auf den Leistungsbedarf eines Annahmegebläses hat die Art der Gebläsebeschickung. Wie bekannt, kann das Siliergut dem Gebläse von Hand zugeteilt werden, oder aber mit Hilfe von Selbstentleerungswagen mechanisch. Selbst bei grösster Aufmerksamkeit läßt es sich bei der Handzuteilung (s. Abb. 9) nicht vermeiden, daß das Fördergut dem Gebläse ungleichmäßig zugeführt wird. Dagegen ist mit Hilfe eines Selbstentleerungswagen die Möglichkeit vorhanden, daß das Gut fein verteilt und gleichmäßig dosiert zugeteilt wird und deshalb der Energiebedarf des Annahmegebläses sich in dem vorliegenden Fall um 9 % senkte und die Durchsatzmenge um 11 % anstieg (vergl. Tab. 8).

Leistungsbedarf und Förderleistung eines Wurfgebläses
(Annahmegebläse Nr. 1):

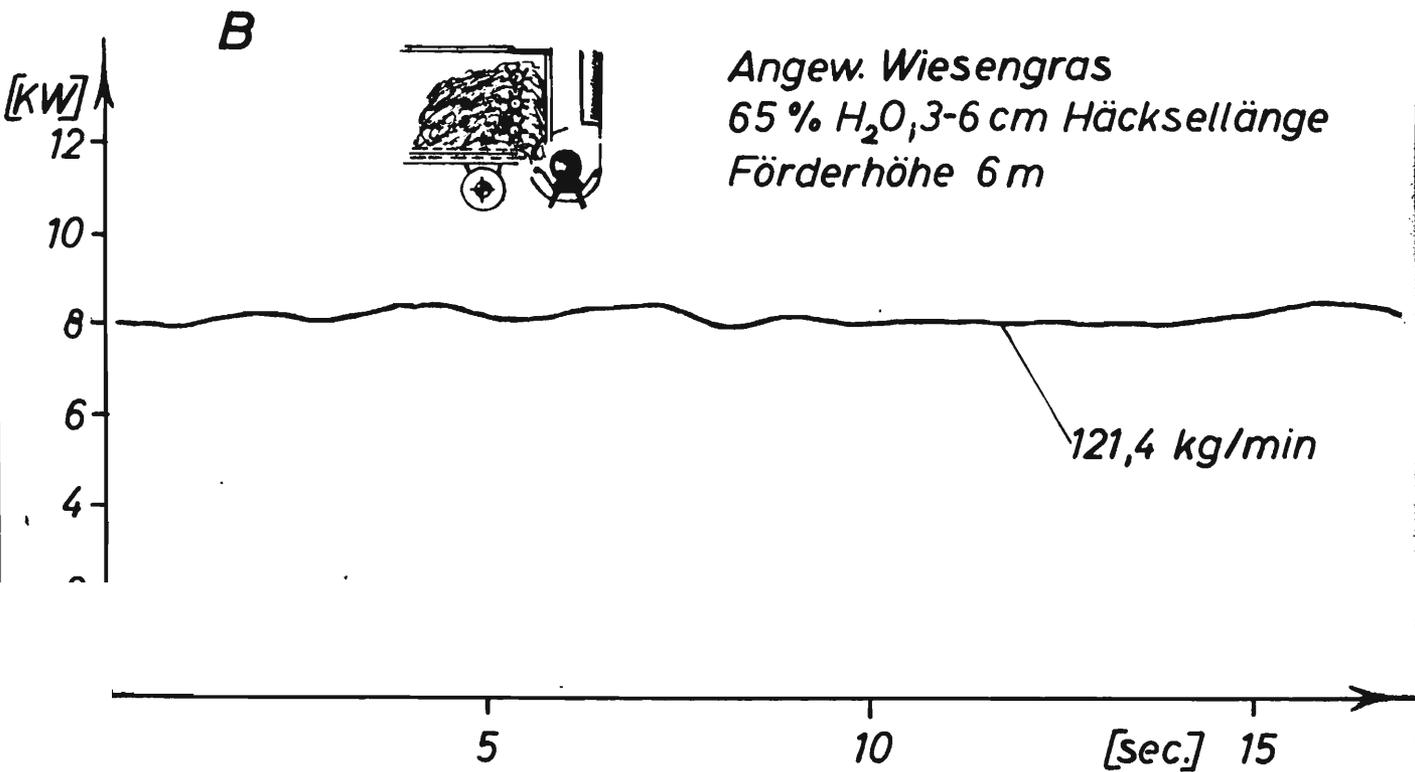
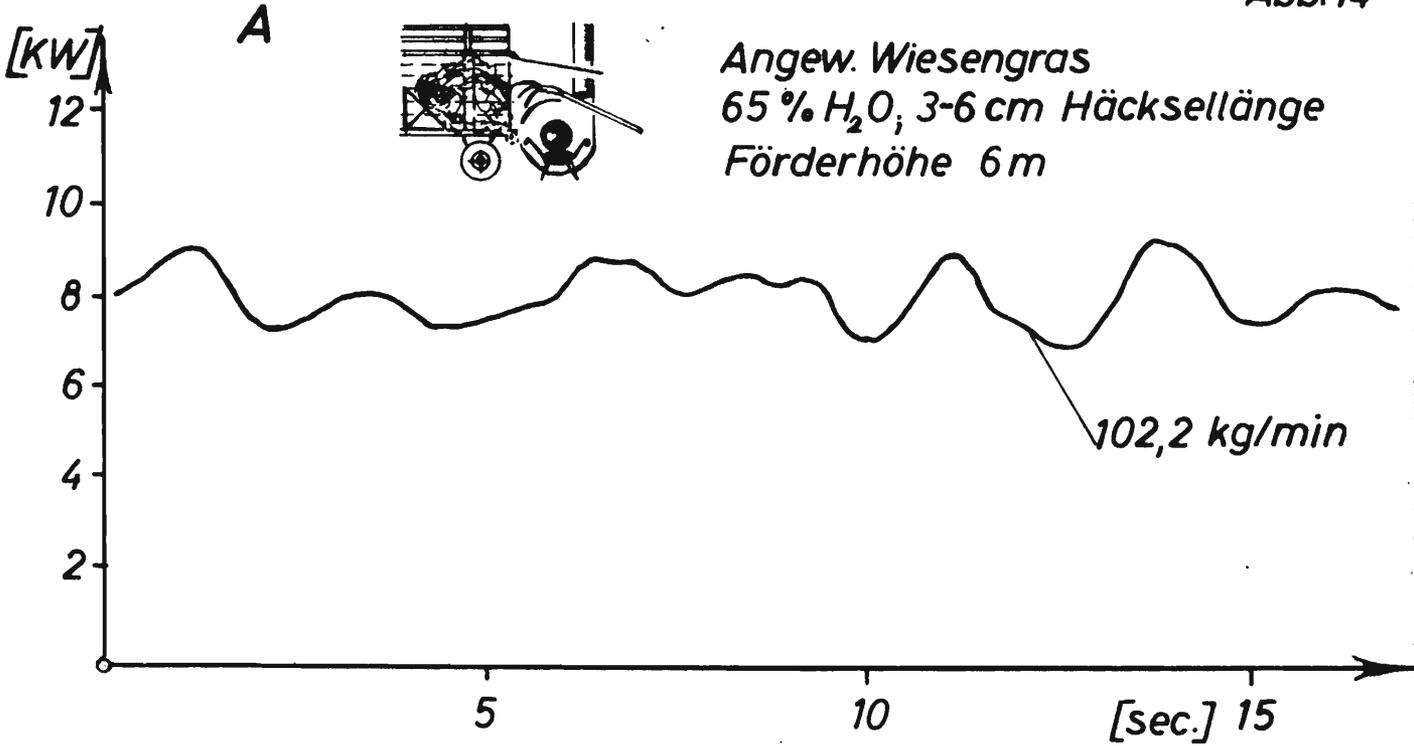
a) Handzuteilung
b) mech. Zuteilung
Fördergut: Silomais
Häcksell.: 1 - 2 cm

Tabelle 8

	Leistungsbedarf (kW)			Förderhöhe	Förderleistung Durchsatz	
	Leerl.	∅	maximal	m	dz/h	
a) Handzu- teilung	4.5	9.4	11.1	6	126	10.8
b) mech.Zu- teilung	4.5	9.2	10.2	6	142	10.8

Die Förderhöhe betrug bei diesem Versuch jeweils 6 m und das Fördergut bestand aus gehäckseltem Silomais mit einer Häcksel-
länge von 1 - 2 cm. Aus dieser Tabelle geht weiter hervor,
welch günstige Werte mit einem Wurfgebläse zu erzielen sind,
wenn es seiner Konstruktionsart entsprechend mit Fördergütern
beschickt wird, die die Wurfkraft des Gebläses besonders gut
ausnützen, wie das bei Silomais der Fall ist.

Auf Abb. 14 ist noch einmal veranschaulicht, wie sich der
Leistungsbedarf eines Annahmegebläses vermindert, obgleich
sich die Durchsatzleistung erhöht, wenn die Zuteilung des För-
dergutes einmal von einem Selbstentleerungswagen und zum ande-
ren, durch die Verteilarbeit der Ak (vergl. Abb. 9) durchge-
führt wird. In dem hier dargestellten Fall handelt es sich um
das Annahmegebläse Nr. 3, welches mit gehäckseltem Wiesengras
(3 - 6 cm lang) und einem Wassergehalt von 65 % H₂O beschickt
wurde. Die Durchsatzleistung bei mechanischer Beschickung liegt
um 15 % über der bei der Handzuteilung.



Leistungsbedarf eines Siloannahmegebläses bei:

A = Wagenentleerung mit Abzugsschild, Kette - Handzuteilung

B = Selbstentleerungswagen mech. Zuteilung

Wie schon weiter oben beschrieben, wird der mit Häckselgut gefüllte Wagen von einer Ak vom Feld zum Hof transportiert. Hier übernimmt bei Entleerung des Wagens mit Abzugsschild und Kette eine zweite Person das Entleeren bzw. die Steuerung des Entladevorgangs in das Fördergebläse (Handzuteilung), während die Transportarbeitskraft einen vorher entleerten Wagen zum Feld zurückbringt. Die Gebläsebeschickung wird also jeweils nur von einer Ak vorgenommen. Der Arbeitsablauf der Gebläsebeschickung mit einem Wagen Siliergut ist folgender:

1. Herunterklappen der Annahmemulde des Gebläses,
2. Öffnen der rückwärtigen Wagenklappe,
3. Anstecken des Abzugsmotors für den Antrieb des Entlademechanismus und Einschalten desselben,
4. Einschalten des Gebläseantriebsmotors,
5. Wagenentleerung, Regelung des Zuteilvorgangs,
6. Abschalten des Gebläsemotors,
7. Ausschalten und Abnehmen des Abzugsmotors,
8. Zurückziehen des Abzugsschildes,
9. Schließen der Wagenklappe,
10. Hochklappen der Gebläseannahmemulde,
11. Wegschieben des entleerten Wagens.

Die Gesamtzeit für das Entleeren eines Wagens setzt sich aus diesen 11 Teilzeiten zusammen. Dabei sind im wesentlichen drei Hauptgruppen zu unterscheiden:

1. Vorbereitung zum Entleeren,
2. das Entleeren selbst,
3. erforderliche Arbeiten nach der Wagenentleerung.

Außer dem letzten Arbeitsvorgang, den Wagen wegschieben, übernimmt eine Ak sämtliche aufgeführten Arbeiten.

Die Nebenzeiten beim Abladen wurden mit 4 Minuten für die Arbeiten vor Abladebeginn und mit 5 Minuten für die Arbeiten

nach Beendigung des Abladevorganges ermittelt. Dabei ist es jedoch häufig der Fall, daß die Transportperson bei frühzeitiger Ankunft mit einem gefüllten Wagen bei diesen Arbeiten mithelfen kann.

Die Zeit, die erforderlich ist, um das Gebläse am Silo aufzustellen und die Rohrleitung zu verlegen, ist nicht berücksichtigt. Die gegebenen Verhältnisse an den einzelnen Silos sind so unterschiedlich, daß keine allgemein gültige Zahl angegeben werden kann, es erscheint daher zweckmäßig, die Zeiten, die für das Aufstellen des Gebläses und Verlegen der Rohre anfallen, von Fall zu Fall getrennt zu berücksichtigen.

Die Gesamtabladezeit ermittelt sich so aus den Werten der Nebenzeiten und der Hauptzeiten für das Abladen. Die folgende Zusammenstellung zeigt die einzelnen Zahlen in der Tabelle 9:

Abladezeiten je Wagen bei Wagenentleerung mit Schild und Kette in ein Siloannahmegebläse.

Tabelle 9

Nebenzeiten		Hauptzeiten (15.8 dz/Wagen)	Gesamtzeit
Anfang	Ende		
min	min	min	min
4	5	12.4	21.4

Aus der Gesamtzeit von 21.4 Minuten, die für das Abladen eines Wagens benötigt werden und dem durchschnittlichen Ladegewicht je Wagen ergeben sich für die Einlagerung von 100 dz Siliergut bei der Silobefüllung

135 Akmin/100 dz.

Die Befülleistung dieses Arbeitsverfahrens reicht aus, um an einem 6-stündigen Siliertag 270 dz angewelktes Wiesengras von

65 % H₂O, das sind 60 - 75 cbm gefüllter Siloraum, in einem Gärbehälter einzulagern.

Um die obige Zahl der gefüllten Kubikmeter angeben zu können, ist es nötig, Kenntnis vom Raumgewicht des Füllgutes oder der späteren Silage zu haben. Es ist bekannt, daß das Raumgewicht von Silage schwierig zu ermitteln ist, da es sich aus einer Reihe von Faktoren ergibt, die in der folgenden Funktion dargestellt sind.

$$\gamma_{\text{Silage}} = f \times (F, t, w, H, D, p),$$

wobei die einzelnen Faktoren folgende Bedeutung haben:

F = Futterart

t = Futterzustand (gehäckselt, gerissen, ungehäckselt)

w = Feuchtigkeitsgehalt

H = Futterstockhöhe

D = Futterstockdurchmesser

p = Presswirkung

Über das Raumgewicht von Silage (in diesem Fall Grassilage von 65 % H₂O) liegen aus der Literatur verschiedene Zahlen vor, die nur als ungefähre Anhalt gelten können und es ist daraus als Mittel anzunehmen, daß das Raumgewicht der oben beschriebenen Silageart mit 4.5 dz/cbm anzunehmen ist (2, 20, 35). Unter Zugrundelegung dieses Raumgewichtes (von 4.5 dz/cbm) läßt sich ableiten, daß mit dem oben untersuchten Arbeitsverfahren an einem 6-stündigen Siliertrag Silos mit einem Gesamtinhalt von 120 - 130 cbm in einem Zuge an einem Arbeitstag mit 2/3 gefüllt werden können, wie das von gärtechnischer Seite gefordert wird.

Dieses hier untersuchte Arbeitsverfahren zur Silobefüllung ist auch geeignet, in nachbarschaftlicher Hilfe zum Einsatz gebracht zu werden. Das mobile Annahmegebläse und die hohe Befülleistung erlauben den Einsatz des Verfahrens während einer Silierperiode auf mehreren Betrieben. - Wie andere Untersuchungen zeigten, liegt die Leistung des Feldhäckslers und die Transportleistung etwas über der des Silobefüllens (12, 26).

Es ist von dieser Seite her also nicht zu befürchten, daß die Silobefülleleistung, wie sie hier angegeben wird, nicht erreicht wird. Des weiteren bleibt, um die Leistung bei der Silobefüllung zu erhöhen, der Einsatz von Selbstentleerungswagen.

Die Erhöhung der Silobefülleleistung durch den Einsatz von Selbstentleerungswagen ist einmal gegeben durch den weiter oben schon erwähnten um 15 % höher liegenden Durchsatz gegenüber der Handzuteilung und durch den Wegfall sämtlicher Rüstzeiten vor und nach dem Entladevorgang. Lediglich eine Minute zum An- und Abstellen des Gebläses ist als Rüstzeit zu rechnen. Durch die kürzere Aufenthaltszeit am Silo können bei einer maximalen Feldentfernung von 800 m zwei Selbstentleerungswagen ausreichen, um ein kontinuierliches Verfahren aufrechtzuerhalten.

Unter Zugrundelegung eines 6-stündigen Siliertages würde sich die Befülleleistung beim Einsatz von Selbstentleerungswagen auf 500 dz, das sind 140 - 160 cbm gefüllter Siloraum, erhöhen, also von 270 auf 500 dz.

B S i l o e n t l e e r u n g

Die Entnahmeleistung wurde an 4 Silofräsen (Typ Lundell (USA), Brillion (USA), Badger (USA), Selz (Deutschland) beim Einsatz in verschiedenen Silagearten und unterschiedlicher Silofüllhöhe gemessen. Der Silodurchmesser betrug 3.60 bzw. 4 m. Die in einer gewissen Zeiteinheit ausgeworfene Menge an Silage wurde gewogen, die Auswurfleistung wird in kg/min angegeben.

Auswurfleistung (kg/min) der 4 untersuchten Silofräsen.

Tabelle 10

	Nr. 1	Nr. 2	Nr. 3	Nr. 4	Ø
Mais-Silage	35 - 45	45 - 50	(75-85)	45 - 50	44.5
Gras-Silage	30 - 40	35 - 45	(30-40)	35 - 45	38.3

Die gleichgute Arbeitsweise der untersuchten Fräsen und die annähernd gleiche Auswurfleistung lassen es gerechtfertigt erscheinen, einen Durchschnittswert für die Auswurfleistung aller untersuchten Silofräsen zu bilden.

Alle Silofräsen wurden mit einem 4 kW Elektromotor angetrieben. Die Motorstärke von 4 kW ist die äußerst zulässige, die noch ohne Sterndreieckschalter angelassen werden darf. Ein stärkerer Motor und eine zusätzliche Sterndreieckschaltung verteuern die Fräse um ca. 500 DM. Außerdem wird das Ein- und Ausschalten der Silofräse über einen Zeitschalter kompliziert und teuer. Es scheint daher angebracht, die Motorstärke für die Silofräse auf 4 kW maximal zu begrenzen, da die Auswurfleistung mit dieser Motorstärke völlig genügend ist und eine Verteuern des Gerätes durch die oben erwähnte Sterndreieckschaltung nicht unbedingt gerechtfertigt ist.

Wo aber dennoch ein Antriebsmotor für die Silofräse benutzt wird, der stärker als 4 kW ist, wird demzufolge die Auswurfleistung steigen, wie es auch aus amerikanischer Literatur und Firmenangaben hervorgeht (6).

Die Auswurfleistung der Silofräse ist weiterhin abhängig vom Silodurchmesser. Je größer der Silodurchmesser, umso größer ist die Menge an Silage, die von den Losreißwerkzeugen dem Auswurfgebläse zugeführt wird.

Die in Tabelle 10 angegebenen Fräsen-Auswurfleistungen stellen Werte dar, die mit Silageobenfräsen im Dauerbetrieb unter den gegebenen Verhältnissen, wie sie von Seiten der bei uns vorhandenen hauptsächlichlichen Silogrößen gegeben sind, erzielt werden können. Dabei ist es aus verständlichen Gründen so, daß sich Maissilage auf Grund ihrer Konsistenz und besseren Rieselfähigkeit wesentlich leichter als Grassilage mit einer Silofräse entleeren läßt. Aus dieser Tatsache heraus sind die Auswurfleistungen beim Einsatz der Fräsen in Maissilage höher als bei der Verwendung in Grassilage.

Eine Ausnahme bei den hier untersuchten Silofräsen macht das Gerät Nr. 3 (Lundell). Diese Fräse war in ihrer Funktion und Zuverlässigkeit nicht überzeugend. Der Verzicht auf ein Halteseil brachte es mitsich, daß das Gerät fast jedesmal verstopfte, wenn zwischen den Einsätzen mehrere Stunden verstrichen waren. Die Fräse sinkt sehr leicht zu tief in das Futter ein und vor allem bei lose lagernden Futtermassen in den oberen Silageschichten wird mehr Silage von den Schnecken losgerissen, als vom Auswurfgebläse gefördert werden kann. - Diese Gründe lassen es gerechtfertigt erscheinen, die Fräse bei allen weiteren Betrachtungen auszuklammern, auch für die durchschnittliche Entnahmeeistung der untersuchten Silofräsen findet das Gerät von Lundell keine Berücksichtigung. - Dieser Durchschnittswert der Entnahmeeistung vereinfacht die späteren Überlegungen und erscheint sinnvoll für einen allgemein gültigen Gebrauch der Entnahmeeistung einer Silofräse. -

Der Einbau der Silofräse in dem zu entleerenden Silo dauert bei Vorhandensein einer Krananlage ca. 1 Stunde mit drei Ak, es ist jedoch Voraussetzung, daß die Fräse mit Schnellverschlüssen ausgerüstet ist, die es gestatten, das Gerät in kurzer Zeit ohne Werkzeug in handliche Teile zu zerlegen.

Wenn die Fräse installiert ist, muß der Silo bis zur Höhe des Futterstockes in gewissen Abständen bestiegen werden, wenn soviel Futter entnommen ist, daß eine neue Auswurfkluke für den

Auswurfkrümmer der Fräse geöffnet werden muß. Die Zeit für diese Arbeit des Aufsteigens und Absteigens, des Türenöffnens und Einrichten der Fräse ist im Durchschnitt mit 10 Minuten ermittelt. Während der Silageentnahme durch die Fräse ist keine Ak am Silo erforderlich. Es ist lediglich notwendig, die Fräse nach 5 - 10 cm entnommener Silageschicht durch zwei - vier Umdrehungen an der Handseilwinde im Silo herabzulassen. Es sind jedoch im Augenblick Versuche im Gange, die darauf abzielen, daß die Fräse selbsttätig am Seil hängend im Silo mit dem abnehmenden Futterstock absinkt.

Von der Annahme ausgehend, daß eine Silagemenge von 10 dz einmal mit einer Silofräse und zum anderen von Hand entleert werden soll, ergibt sich folgendes Bild, wie es die Abb. 15 zeigt. Da es sich um Grassilage handelt, beträgt die Auswurfleistung der Fräse 38.3 kg/min. Die Fräse muß 26 Minuten arbeiten, um 10 dz Silage dem Silo zu entnehmen. Auf diese Entnahmemenge entfällt ein Teil der Zeit, die nötig ist, um eine neue Auswurf Luke für den Fräsenauswurfrüssel zu öffnen. Ferner entfällt ein Anteil der Zeit, die erforderlich ist, um die Fräse in den Behälter zu bringen, auf die Entnahmemenge von 10 dz.

Jeweils nach einer Schicht von 120 cm entnommener Silage (bei einem Silo von 3.60 m ϕ und 10 m Höhe) muß der Auswurfkrümmer der Fräse durch eine neu geöffnete Luke gesteckt werden. Bei einem Silo von 10 m Höhe bedeutet das, daß der Fräsenkrümmer achtmal während der gesamten Entnahmezeit bei diesem Behälter umgesteckt werden muß. Das Öffnen einer neuen Auswurf Luke und Umstecken des Auswurfkrümmers erfordert jeweils 10 Akmin. Eine Silageschicht von 120 cm entspricht bei der vorher genannten Silogröße einer Menge von 54 dz (4.5 dz/cbm). Es entfallen demnach bei der Entnahme von 10 dz 2.0 Minuten auf das Öffnen der Auswurf Luke und Umstecken des Auswurfkrümmers.

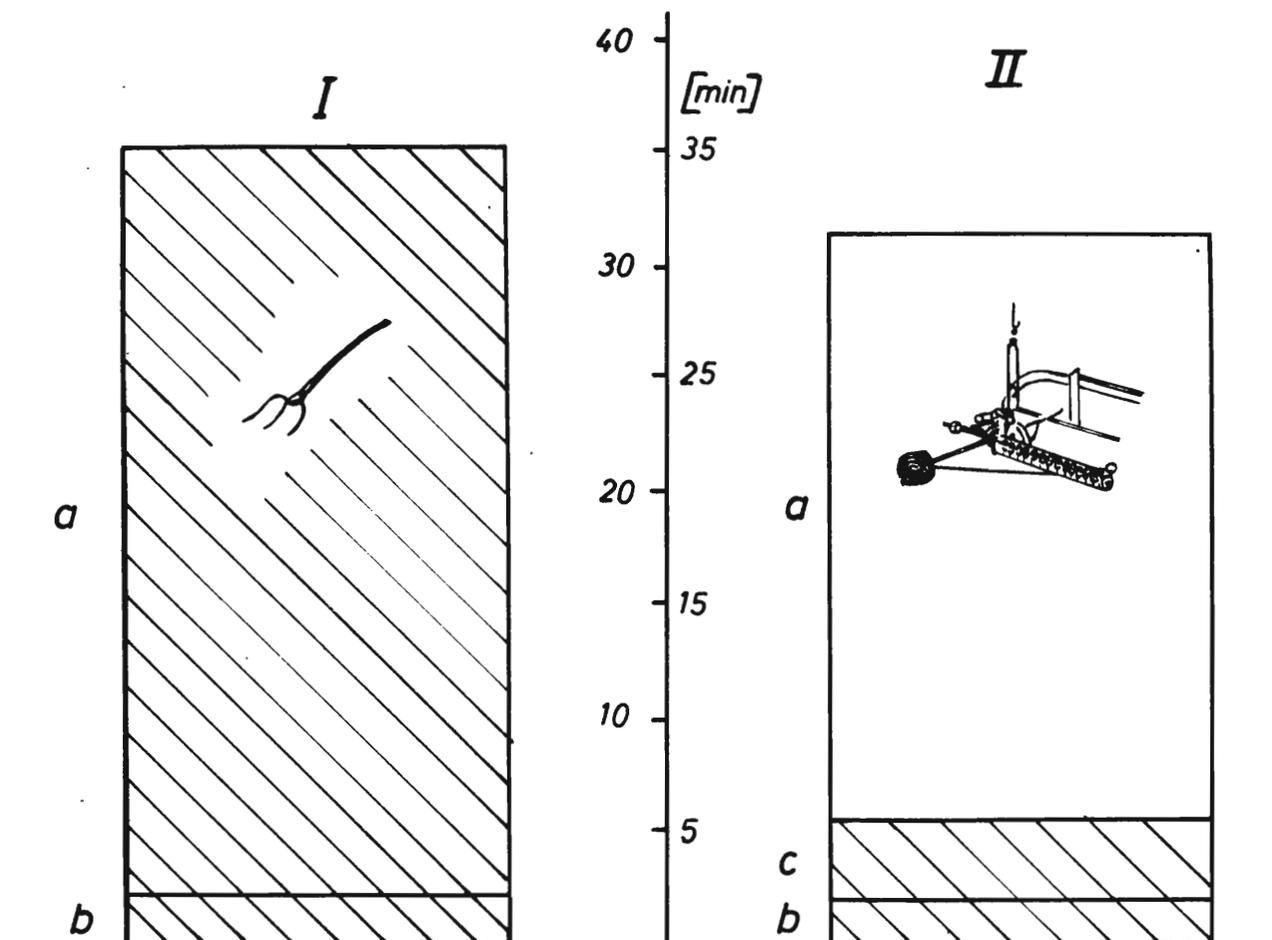
Für das Einbauen der Silofräse in den Gärbehältern werden 180 Akmin (3 Ak/h) benötigt. Unter der Annahme, daß die 10 dz

Erforderliche AKmin für die Entnahme von 10 dz Grassilage (3-6 cm)

I Handentleerung

II Fräsentleerung

Durchschnittswerte bei der Entleerung eines Behälters mit 110 m^3 Inhalt $3,6\text{ m } \phi$ und 10 m Höhe



$a = 33 \text{ AKmin}$ Entleeren
 $b = 2 \text{ AKmin}$ Silobesteigen

$a = 26 \text{ min.}$ Fräsarbeit
 $b = 2,0 \text{ AKmin}^x$
 $c = 3,6 \text{ AKmin}^{xx}$

$10 \text{ dz} = 35 \text{ AKmin}$
 Auswurfzeit f. $10 \text{ dz} = 33 \text{ min}$

$10 \text{ dz} = 5,6 \text{ AKmin}$
 $= 26 \text{ min.}$

^x $2,0 \text{ AKmin}$ = anteilige Zeit für Auswurfklappe öffnen (nach 120 cm)
^{xx} $3,6 \text{ AKmin}$ = anteilige Zeit für Fräse einbau

Silage aus einem Behälter von 110 cbm Inhalt (3.6 \emptyset und 10 m Höhe) entnommen werden, entfallen auf 10 dz Silage 3.6 Akmin für das Einbauen der Silofräse.

Demnach entfallen bei der Entnahme von 10 dz Silage mit der Obenfräse 26 Minuten auf die Arbeitszeit der Silofräse und 5.6 Akmin für Umhängen und Einbauen der Fräse.

Die Auswurfleistung einer Ak wurde bei der angegebenen Silogröße von 3.60 m \emptyset und 10 m Höhe im Durchschnitt mit 30 kg/min ermittelt. Die Zeit für das Auf- und Absteigen am Silo beträgt im Durchschnitt für beide Wege insgesamt 2 Minuten. Die erforderlichen Akmin für die Entnahme von 10 dz Silage setzen sich demnach aus der reinen Entnahmezeit und der Zeit für das Besteigen des Silos zusammen. Da 10 dz Silage eine Menge darstellt, die durchaus unter praktischen Bedingungen auf einmal entnommen wird, erscheint es angebracht, für diese Entnahmemenge nur einmal die Zeiten für Auf- und Absteigen zu berücksichtigen. Es ergibt sich demnach eine Gesamtzeit für die Entnahme von 10 dz Silage mit der Hand eine Zahl von 35 Akmin.

Die Gegenüberstellung dieser beiden Methoden der Siloentleerung zeigt, daß der Arbeitsaufwand in Akmin beim Einsatz einer Silofräse gegenüber dem Arbeitsaufwand in Akmin bei der Handentleerung auf 16 % zurückgeht. Anders ausgedrückt heißt das, für die Entnahme von 10 dz Silage sind beim Einsatz einer Silofräse 84 % an Zeit (Akmin) weniger erforderlich, als bei der reinen Handentnahme.

IV.

Vergleich der untersuchten Arbeitskettten.

1. Maschinenkosten
a) Silobefüllung

Die Ermittlung der Maschinenkosten, die bei der Befüllung und Entleerung für beide untersuchten Verfahren auftreten, sind in Anlehnung an die Berechnungen von Schaefer-Kehnert vorgenommen (24). In Tabelle 11 sind die Kosten angegeben, die sich für die einzelnen Silobefüll- und Entleerungsgeräte der beiden untersuchten Verfahren ergeben.

Maschinenkosten bei der Selbstgreifer-Silobefüllung und Entleerung mit Langgut (600 cbm Siloraum).

Tabelle 11

Maschinen:	Anschaffungspreis	Einsatz je Jahr	Kostensatz ^{x)} in % d. Anschaffungspreises	Maschinenkosten je Stunde	Einsatzstd. je 100 dz Siliergut	Maschinenkosten je 100 dz Siliergut
	DM	Std.	%	DM	Std.	DM
Selbst- greifer Befüllung Entleerung	8000	70	21	24.00	1.1 1.5	26.40 36.00
Maschinenkosten bei der Gebläse-Silobefüllung und Fräsen-Siloentleerung mit Häckselgut (600 cbm Siloraum)						
1 Annahmegebläse (+ 20 m Rohr)	3100	50	21	13.02	1.3	16.92
1 E-Motor 15 kW	1600	50	14	4.48	1.3	5.82
1 Silofräse	5000	120	24	10.00	4.4	44.00

^{x)} Zinsanspruch 3 %, Unterbringung und Versicherung 2 %, Wartung 1 %, Betriebsstoffkosten, Abschreibung und Reparaturen nach Schaefer-Kehnert.

Um eine einheitliche Bezugsgröße zu haben, ist angenommen, daß es gilt, jeweils 100 dz Siliergut mit den untersuchten Arbeitsverfahren der Langgut- bzw. der Häckselgutlinie einzulagern. Die Maschinenkosten ergeben sich für die einzelnen untersuchten Verfahren wie folgt:

Langgutlinie = 26.40 DM/100 dz Siliergut
Häckselgutl. = 22.74 DM/100 dz Siliergut

Ohne die beiden vollständigen Arbeitsverfahren und ihre Einordnung in einen landwirtschaftlichen Betrieb zu sehen, ist es schwer, allein von der Maschinenkostenseite her, Urteile zu fällen. Nur soviel sei gesagt, daß der Selbstgreiferweg durch die Drehkrananlage interessant für Betriebe ist, die mit ein und demselben Gerät die Gärbehälter befüllen und entleeren möchten. Dieser Vorteil bringt jedoch den Nachteil mitsich, daß zum Fördern von Heu und Stroh andere Geräte angeschafft werden müssen. - Das Annahmegebläse der Häcksellinie ist jedoch sowohl zum Füllen der Silos geeignet, als auch zum Fördern von Heu und Stroh.

Ferner ist zu beachten, daß die Häcksellinie mit einem Ladegerät (Feldhäcksler) ausgerüstet ist, das zum Laden aller Silierrfrüchte und Trockengüter, wie Heu und Stroh geeignet ist. Der Fuderlader dagegen scheidet für Betriebe aus, in denen Mais siliert wird und auf denen Heu und Stroh mit einer Ak auf dem Feld geladen werden soll.

Einer der wesentlichsten Unterschiede zwischen den beiden Arbeitsverfahren liegt noch darin, daß bei der Häcksellinie ein Rieselgut zur Verfügung steht, welches mit den dafür geeigneten Maschinen und Geräten mechanisch - automatisch - im Fließverfahren vom Feld in den Silo und vom Silo zum Tier gebracht wird. Diese Möglichkeit scheidet für den Selbstgreiferweg der Langgutlinie, zu mindestens für die Arbeit der Silageentnahme und mechanischen Fütterung, aus.

b) Siloentleerung

Die Maschinenkosten für die Entleerung von 100 dz Silage sind ebenfalls aus Tabelle 11 zu ermitteln, sie betragen:

bei der Langgutkette = 36.- DM/100 dz Silage

bei der Häckselgutk. = 44.- DM/100 dz Silage

Da die Silofräse ein absolutes Einzweckgerät ist gegenüber dem Selbstgreifer, der sowohl zur Befüllung als auch zur Entleerung eingesetzt werden kann, ist es erklärlich, daß die Maschinenkosten der Silofräse über denen des Selbstgreifers liegen.

Durch die Verwendung einer Silofräse wird es jedoch möglich, die Silage aus dem Behälter zu entnehmen und sie automatisch weiterzufördern, ohne jedesmal den Silo zu besteigen. Der Selbstgreifer läßt sich nur von der oberen Plattform auf der Silobatterie bedienen, der Silo muß bestiegen werden! Der Greifer entnimmt im Gegensatz zur Silagefräse das Futter dem Behälter in zusammenhängenden "Batzen", eine automatische Steuerung des Greifers ist nicht möglich, zu der Entnahme ist jeweils eine Ak erforderlich.

2. Arbeitsbedarf

a) Silobefüllung

Der Arbeitsbedarf bei der Befüllung ergibt (vergl. Seite 19 und 60) für die:

Langgutkette = 87 Akmin/100 dz Siliergut

Häckselgutk. = 135 Akmin/100 dz Siliergut

Die Förderleistung des Selbstgreifers und Annahmegebläses (Handzuteilung) sind mit 95 dz/h und 89 dz/h fast gleich.

Durch die längeren Rüstzeiten bei der Gebläsebeschickung und die Handzuteilung des Siliergutes zum Gebläse ist die höhere Zahl von Akmin/100 dz Siliergut bei der Häckselgutkette gegenüber der Langgutkette zu erklären.

b) Siloentleerung

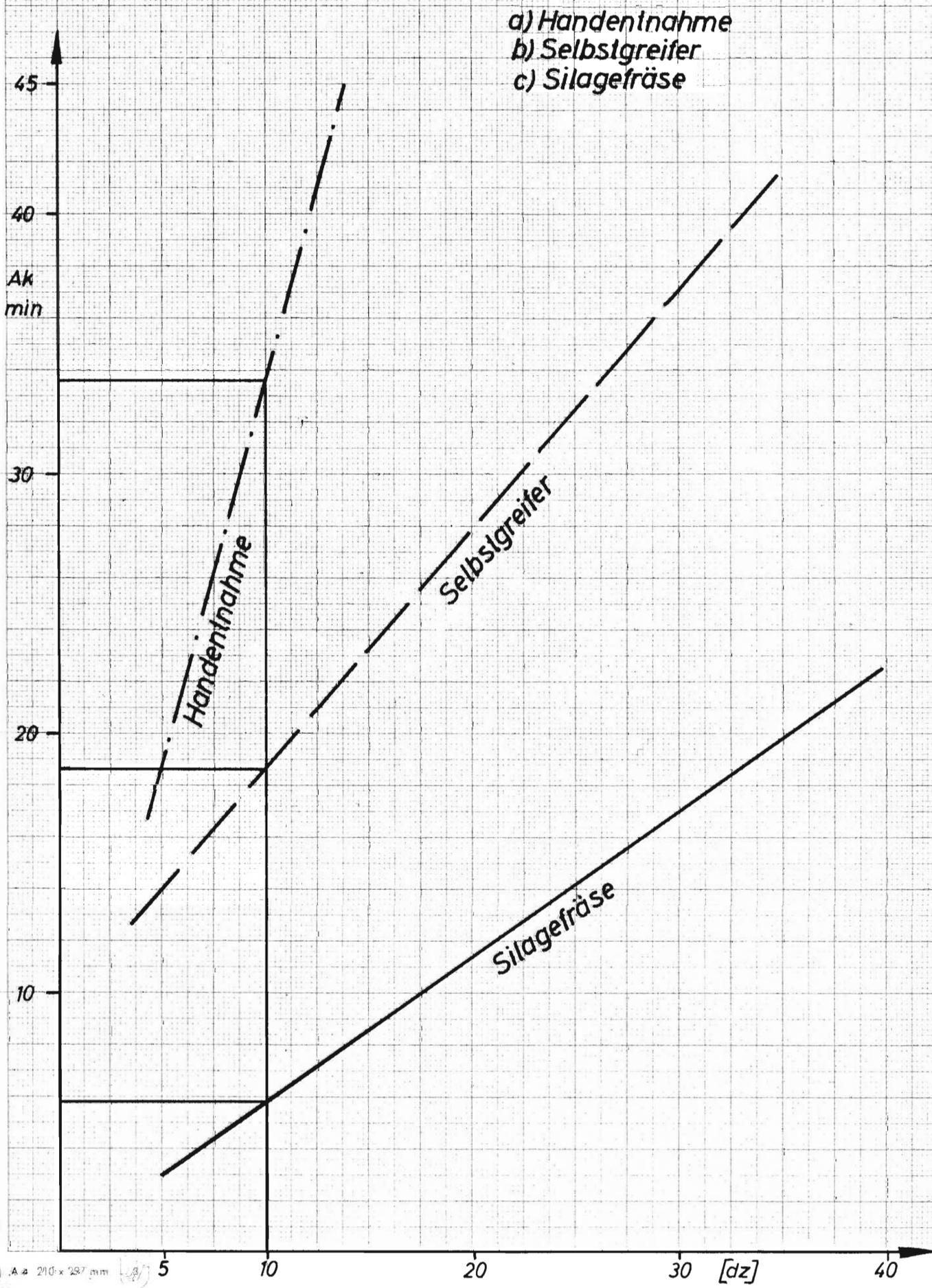
Bei der Entleerung ergeben sich (vergl. Seite 25 und 67) bei der:

Langgutkette = 100 Akmin/100 dz Silage
Häckselgutk. = 57 Akmin/100 dz Silage

Die Entleerung der Gärbehälter, die sich über einen langen Zeitraum hinstreckt, ist seit jeher eine unangenehme Arbeit für die Person, die die Silage aus dem Gärbehälter auswerfen muß. Die beiden heute bekannten mechanischen Hilfen bei der Silageentnahme sind der Selbstgreifer und die Silagefräse. Beide Geräte bringen die Befreiung von der Handarbeit bei der Siloentleerung, jedoch sind für beide Geräte, der Selbstgreifer und die Silofräse, unterschiedliche Zeiten für die Bedienung erforderlich. Diese Zeiten setzen sich zusammen aus den Arbeitsgängen für den Einbau der Silageentnahmegeräte, der Bedienung, und dem evtl. erforderlichen Auf- und Absteigen am Behälter.

In Tab. 13 sind die einzelnen Zeiten zusammengestellt, die auf die einzelnen vorher genannten Arbeitsgänge beim Einsatz einer Silofräse, eines Selbstgreifers und bei der Handentnahme entfallen. Aus dieser Tabelle entsteht die Abb. 16, auf der der Arbeitsaufwand in Akmin für verschiedene, täglich entnommene Silagemengen dargestellt ist und zwar für den Einsatz einer Silofräse, eines Selbstgreifers und bei der Handentnahme. Es wird dabei deutlich sichtbar, daß die Fräse mit verhältnismäßig geringen Akmin auskommt, je kleiner die entnommene Silagemenge wird. -

Arbeitsaufwand [Akmin] bei verschiedenen Entnahmeverfahren in Abhängigkeit von der täglich entnommenen Silagemenge



Bei Entnahmen von 100 cbm = 450 dz Silage in Rationen von....
dz entfallen je Ration.....Akmin und.....Maschinen-Minuten

a) Silofräse, b) Selbstgreifer, c) Handentnahme

Tabelle 13

a) Silofräse							
	450 dz	50 dz	40 dz	30 dz	20 dz	10 dz	5 dz
Einbau Akmin	180	20.0	16.0	12.0	8.0	4.0	2.0
Umhängen Akmin	80	8.5	6.8	5.1	3.4	1.7	1.0
Entnehmen Masch.-Min.	1180	131.0	105.0	78.0	52.0	26.0	13.0
Akmin	260	28.5	22.8	17.1	11.4	5.7	3.0
Masch.-Min.	1180	131.0	105.0	78.0	52.0	26.0	13.0
b) Selbstgreifer							
Auf- u. Ab- steigen Akmin	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Tauchd.Öffnen + Schl. Akmin	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
Entnehmen Akmin + Masch.-Min.	402	45.0	36.0	28.0	18.0	9.0	4.5
Akmin	411.5	54.5	45.5	37.5	27.5	19.5	14.0
Masch.-Min.	402.0	40.0	32.0	24.0	16.0	8.0	4.0
b) Handentnahme							
Auf- u. Abstei- gen Akmin	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Entnehmen Akmin	1500	165.0	132.0	99.0	66.0	33.0	17.0
Akmin	1502	167.0	134.0	101.0	68.0	35.0	19.0

Bei der Entnahme von 100 dz Silage mit der Silofräse liegen die erforderlichen Akmin um 40 % unter denen beim Einsatz des Selbstgreifers für die Entnahme der gleichen Menge. Sollen jedoch nur 10 dz Silage mit beiden Geräten entnommen werden, so liegen die Akmin beim Einsatz der Silofräse um 70 % unter der Zahl der aufzuwendenden Akmin beim Selbstgreifereinsatz.

Durch die Verwendung eines Selbstgreifers ist zwar die Silageentnahme mechanisiert, aber die Voraussetzungen für eine Automation der Fütterung noch nicht gegeben. Silofräsen dagegen eröffnen völlig neue Wege bei der Weiterverarbeitung der Silage, da sie das Futter dem Gärbehälter kontinuierlich, fein verteilt entnehmen, ist es möglich, eine automatische Futterführung und Fütterung folgen zu lassen.

Eine wesentliche Voraussetzung für das einwandfreie Funktionieren der Silofräse ist jedoch nach unseren umfangreichen Beobachtungen exakter Häcksel des Siliergutes, da in vielen Fällen heute der Wunsch besteht, das Gärfutter dem Silo mit einem Minimum an Arbeitsaufwand mechanisch zu entnehmen und zu verfüttern, werden solche Anlagen steigende Bedeutung auch bei uns erlangen.

V.

Zusammenfassung und Schlußfolgerungen.

In den vorliegenden Untersuchungen wurden die Befüllungs- und Entleerungsprobleme bei Hochsilos technisch und arbeitswirtschaftlich an zwei modernen Beispielen für Lang- und Häckselgut in praktischen Einsätzen gemessen und einander gegenübergestellt und verglichen.

Bei der Langgutkette wurde in Sonderheit eine Selbstgreiferanlage mit Silos in Vierer-Anordnung um einen Drehkran für die Befüllung und Entleerung untersucht, am Feld wurde hier ein Fuderlader mit Wurfband als Ladegerät eingesetzt.

Bei der Häckselgutkette erfolgte die Silobefüllung mit dem Annahmegebläse und die Entleerung mittels Silofräsen. Auf dem Feld kam dabei der Feldhäcksler zum Einsatz.

Im einzelnen wurde festgestellt:

1. Der Selbstgreifer stellt sowohl für die Befüllung als auch Entleerung von Hochsilos in der vorher beschriebenen Anordnung eine leistungsfähige und arbeitssparende Lösung dar.
2. Der Selbstgreifer kommt für die Silagebereitung bei einem folgerichtigen Ineinandergreifen der Arbeitskettens zu der sehr beachtlichen Befülleistung von 95 dz/h, er hat einen geringen Arbeitsaufwand von 87 Akmin/100 dz Siliergut und ebenfalls einen niedrigen Energieaufwand von 1.3 kWh/100 dz.
3. Auch auf dem Feld sind mit dem Wurfband - Fuderlader Ladeleistungen von 200 dz/h mit einem Zugschlepperaufwand von 30 PS zu erzielen.

4. Bei der Entnahme der Silage sind die Leistungen des Selbstgreifers unter Zuhilfenahme von Auswechselgreifern mit 67 dz/h und einem Arbeitsaufwand von 100 Akmin/100 dz Silage beachtlich.
5. Der grundlegende Vorteil von Selbstgreiferanlagen mit Drehkran liegt in dem sehr geringen Energieaufwand bei einer hohen Leistung und einem erträglichen Ak-Aufwand. Für große Neuanlagen, vor allem reine Grünlandbetriebe wie im vorliegenden Beispiel, sind derartige Lösungen durchaus erfolgsversprechend.
7. Eine Schwäche des Verfahrens ist darin zu sehen, daß
 - a) der Drehkran im allgemeinen nur für die Beschickung und Entleerung der Hochsiloplanzen verwendet werden kann, so daß für die Förderung von Heu und Stroh auf den Betrieben noch gesondert Gebläse, Schrägförderer und andere technische Einrichtungen vorhanden sein müssen,
 - b) eine volle Automatisierung der Fütterung nicht so gut möglich erscheint, wie im Verfahren 2 und
 - d) diese Anlagen nur für größere Betriebe infragekommen, die es sich leisten können, zwei Mechanisierungsketten (z.B. Lader und Ballenpresse) zu haben. Kleinere Betriebe mit geringer Bergeleistung und auch kleineren Silagemengen bei der Entnahme scheiden als Interessenten für dieses Verfahren der Langgutkette aus,
 - e) die Langgutkette in dieser Form nur für Betriebe interessant ist, die keinen Silomais anbauen und für die Stroh- und Heubergung ein zusätzliches Arbeitsgerät auf dem Feld (Ballenpresse) und dem Hof (Förderer) inkaufnehmen.
8. Das für die Häcksellinie untersuchte Beispiel: Annahmegebläse, Lukenbandsilo und Entnahmefräse ist zwar ein energie- und investitionsaufwendiger Weg, bringt jedoch besonders

große Arbeitersparnis und Erleichterungen im gesamten Betriebsablauf, auch für den kleineren 1-Mann-Betrieb.

9. Der Feldhäcksler als Ladegerät ist für alle Siliergüter geeignet, darüber hinaus ist ebenfalls die 1-Mann-Stroh- und Heubergung damit möglich.
10. Das mobile Annahmegebläse ist sowohl für die Silobefüllung, als auch für das Fördern von Heu und Stroh geeignet.
11. Das Annahmegebläse ist, wenn luftbereift, leicht zu transportieren und somit für einen gemeinschaftlichen Einsatz auf mehreren Betrieben verwendbar.
12. Der hohe Leistungsbedarf der Annahmegebläse ist oft für eine Reihe von Betrieben nicht über die elektrische Energie bereitzustellen. Der Zapfwellenantrieb der Siloannahmegebläse vom Schlepper her ist daher mehr als bisher anzustreben.
13. Die Befülleistung von 45 dz/h reicht aus, um mit dem untersuchten Arbeitsverfahren der Häcksellinie in 6 Stunden 60 - 75 cbm Siloraum zu füllen.
14. Das Entnehmen der Silage erfolgt mit Hilfe der Silofräse ohne tägliches Besteigen der Silos.
15. Das Futter wird gleichmäßig in einer Schicht abgefräst und fein verteilt kontinuierlich aus dem Gärbehälter geworfen.
16. Die Auswurfleistung der Silagefräse liegt über der der Handarbeit. Die erforderlichen Akmin/dz entnommener Silage liegen unter denen bei der Selbstgreifer- und Handentnahme.
17. Die Fräse kann über eine Schaltuhr nach einer gewünschten Arbeitsdauer abgeschaltet werden.

18. Eine mechanisch - automatische Futterführung und Futterverteilung kann sich bei exaktem Häcksel an die Silofrüse anschließen.

19. Das untersuchte Arbeitsverfahren der Häckselgutkette zeigt, daß heute von der technischen Seite her die Voraussetzungen geschaffen sind, eine lückenlose Mechanisierungskette vom Feld über den Gärbehälter bis zum Maul der Tiere bereitzustellen. Wobei mehr und mehr der Blick weg von der als gelöst zu betrachtenden Feldmechanisierung zur Hof- und Fütterungsmechanisierung wandert. Es gilt nun, diese technischen Hilfsmittel und Arbeitsverfahren für die Innenwirtschaft weiter auszubauen und brauchbar für die verschiedenen Betriebsgrößen und Betriebsarten zu gestalten.

Die beiden in der vorliegenden Arbeit untersuchten Arbeitsverfahren der Langgut- und Häckselgutkette bei der Befüllung und Entleerung der Gärbehälter sind dabei Bausteine für die mit-ten in der Neuorientierung und Neuordnung sich befindenden landwirtschaftlichen Familienbetriebe.

L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s :

- 1 Bareis, G. "Arbeitsverfahren mit dem Fuderlader"
Landtechnik Nr. 1/2 1961
- 2 Brenner, W. G. "Wagen in neuer Sicht" Internationaler
Landmaschinenmarkt, Heft Nr. 9/1960
- 3 Brenner, W. G. "Arbeitsverfahren mit dem Feldhäcksler
und die Mechanisierung der Silowirt-
schaft" Landtechnik Nr. 1/2, 1961
- 4 Brenner, W. G. "Die technische Ausrüstung mittelbäu-
erlicher Familienwirtschaften" Mit-
teilungen der DLG, Heft 36/37, 1961
- 5 Brenner, W. G. "Bessere Siliertechnik durch verbes-
serte Silos".
Grimm, K. Mitteilungen der DLG, Heft 17, 1961
Schurig, M.
- 6 Buckingham, F. "Selecting and Selling a Line of Silo
Unloaders"
Implement & Tractor, 15. Oct. 1961
- 7 Dencker, C. H. "Handbuch der Landtechnik" 6. Kapitel
Verlag Paul Parey, Hamburg-Berlin 1961
- 8 Dörrie, A. "Ein neues Futterkonservierungssystem"
Deutsche Landwirtschaftliche Presse
28/29, 1959
- 9 Duffee, F. W. "Impeller blade shape affects, forage
blower performance" Agricultural
Engineering, Octl. 1957, S. 722 ff
- 10 Duffee, F. W. "Feeding Forages: What is the best
form and method?"
World Farming, Oct. 1959
- 11 Feldmann, F. "Feldhäcksler bei der Ernte von Silo-
mais" Landtechnik, Heft 23, 1958
S. 742 - 747

- 12 Gibb, J. A. "Getting the Silage to the Stock"
Farm Mechanization, Oct. 1959
- 13 Grimm, K. "Die Feldhäckslerkette in der Heu-
und Grünfütterernte"
Mitteilungen der DLG, Heft 2, 1962
- 14 Hammer, W. "Füttern und Ausmisten bei Milch- und
Mastvieh"
Landtechnik, Heft 1/2, 1962
- 15 Könekamp, A. H. "Erste deutsche Versuchsergebnisse mit
dem Harvestore-System", Deutsche land-
wirtschaftliche Presse, Nr. 49/50, 1960
- 16 Könekamp, A. H. "Offenstall-Fahrsilo-Selbstfütterung
ein System"
Das Grünland, Nr. 8, 5. Aug. 1959
- 17 Krause-Bergmann, P. "Der Einsatz des Feldhäckslers unter
Berücksichtigung neuer Bauarten" Ar-
beiten d. Landw. Hochschule Hohenheim,
Band 3, 1961
- 18 Kuchler, L. F. "Die zeitgemäße Grünfütterkonservie-
rung" Verlag Dr. F. P. Datterer & Cie,
Freising-München, 1926
- 19 McCallum, J. "The Parts of an Automated System"
The Farm Quarterly, Winter 1960
- 20 Mehrle, W. "Körnermais" Angewandte Landwirt-
schafts-Wissenschaft, Hiltrup, 1961
- 21 Orth, A. "Silage und ihre Verfütterung"
DLG-Verlag, Frankfurt/Main 1961
- 22 Rintelen, P. "Unterdachtrocknung, Bodenheuwerbung
oder Silagegewinnung"
Mitteilungen der DLG v. 3.9.1960, S. 1091
- 23 Rintelen, P. "Betriebswirtschaftliche Probleme der
Silowirtschaft" Deutsche Molkereizeit-
ung, 82. Jahrg. 44. Folge 1961

- 24 Rintelen, P. "Ist die Futterwirtschaft wirtschaftlich organisiert?"
Mitteilungen der DLG, Heft 5/1955
- 25 Rogers, F. "Silage Unloader"
The Farm Quarterly, Herbst 1960
- 26 Schaefer-Kehnert, W. "Kosten und Wirtschaftlichkeit des Landmaschineneinsatzes"
Bericht über Landtechnik, Heft 51
Verlag Hellmut Neureuter, 1957
- 27 Seifert, H. "Der Feldhäcksler"
KTL-Flugschrift Nr. 6, 1959
- 28 Seifert, H. "Der Feldhäcksler und was dazugehört"
KTL-Flugschrift 1962
- 29 Schurig, M. "Hochsilos mechanisch entleert"
Landtechnik, Heft 21. 1961
- 30 Schurig, M. "Beobachtungen an einem Siloentleerer"
Landtechnik, Heft 23, 1959
- 31 Schurig, M. "Die Langgutkette in der Grünfuterernte" Mitteilungen der DLG, Heft 50
1961
- 32 Steffen, G. "Wirtschaftliche Futterernte in grünlandstarken Betrieben"
Mitteilungen der DLG, Heft 37, 1961
- 33 Traphagen, F. "Technische Möglichkeiten der Futterentnahme aus Gärbehältern"
Landtechnik, Heft 23, 1959
- 34 US Dept. of Agriculture "Hay Crop Silage"
A Special Report of the Agricultural Research Service
- 35 Van Fossen, L. P. "Storing the Feed"
Implement & Tractor, Oct. 1960, S. 58

- 36 Wenner, L. "Die Bedeutung des Frontladers"
Landtechnische Forschung Nr. 1, 1961
- 37 Zimmer, E. "Gärfutterbereitung und Arbeitswirt-
schaft", Landbauforschung Völkenrode
Heft 2, 1958
- 38 Zimmer, E. "Probleme der Gärfutterwirtschaft"
Landbauforschung Völkenrode, Heft 3
1960
- 39 Zimmer, E. "Begriffsbestimmung und Bewertung
von Siloformen"
Landbauforschung Völkenrode, Heft 1
1957
- 40 Zimmer, E. "Die verschiedenen Siloformen"
Landtechnik Nr. 1/2, 1961
- 41 -- Product File
Implement & Tractor, 25. March, 1961
- 42 -- "Why Grass Silage?"
Informationsschrift der Fa. Badger USA
- 43 -- 24th Annual Statistical Number
Implement & Tractor, 15. Nov. 1961

Anhang

Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

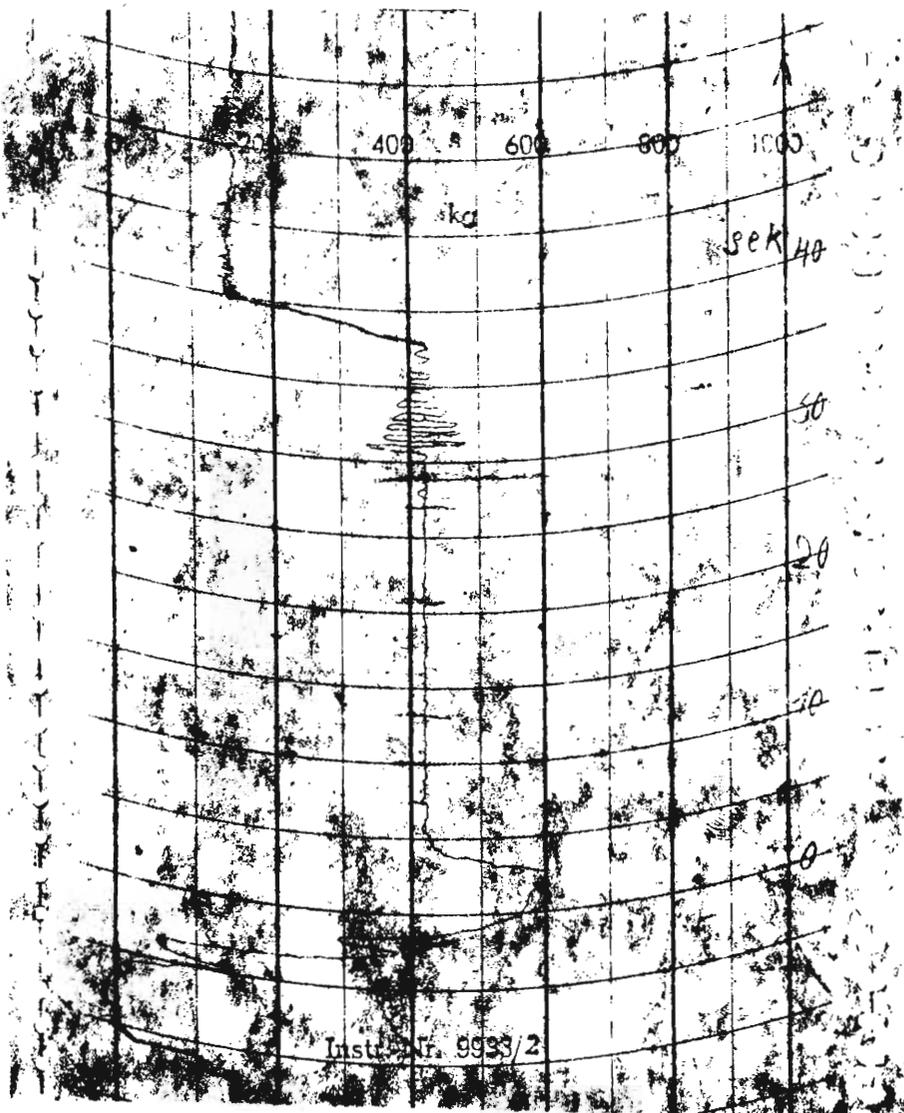
Wagen Nr.: 1
Gewicht der Ladung: 2530 kg
Hubhöhe: 9 m
Zahl der Griffe: 11
Gewicht (mittel) je Griff: 230 kg
Zeit (mittel) je Griff: 89,3 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960 7

Griff Nr.	Gewicht	Dauer der Arbeitstakte (sek)						Summe
		greifen	heben	drehen	öffnen	drehen	senken	
1	272	4	28	5	4	9	30	80
2	300	9	29	8	3	8	30	87
3	fehlt	8	37	10	3	10	29	97
4	250	11	25	8	5	8	27	84
5	170	10	30	8	4	8	28	88
6	240	12	27	9	4	9	35	96
7	190	12	32	7	5	7	30	93
8	275	12	27	10	5	8	22	84
9	fehlt	10	29	9	4	9	31	92
10	190	11	33	11	3	11	24	93
11	183	7	28	10	4	10	29	88
	Insgesamt:							
11	2070	106	325	95	44	97	315	982
	Durchschnitt:							
	230	9,7	29,6	8,7	4	8,9	28,7	89,3

Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

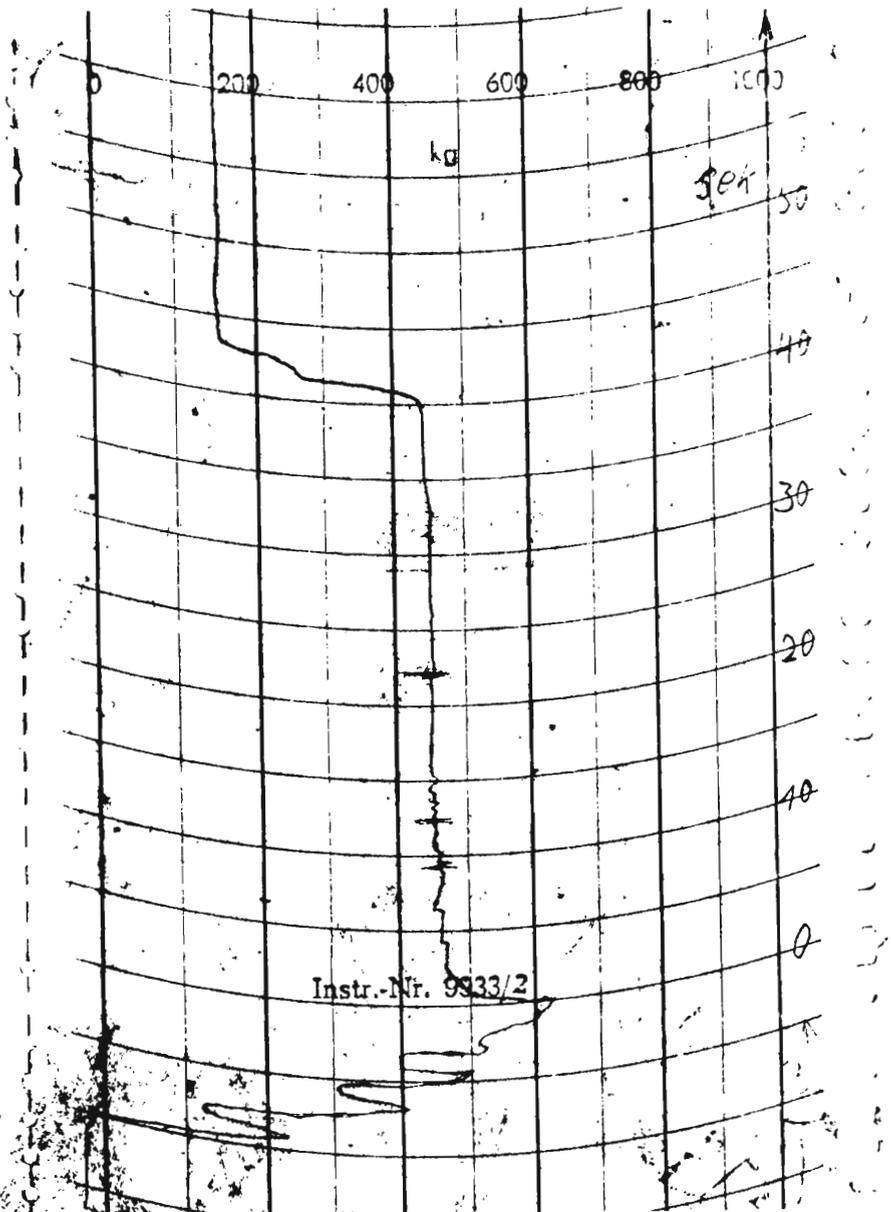
Griff Nr.	1
Wagen Nr.	1
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	272 kg
Gesamtzeit:	80 sek
Ort: Gut Eichenried	7. Sep. 1960



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

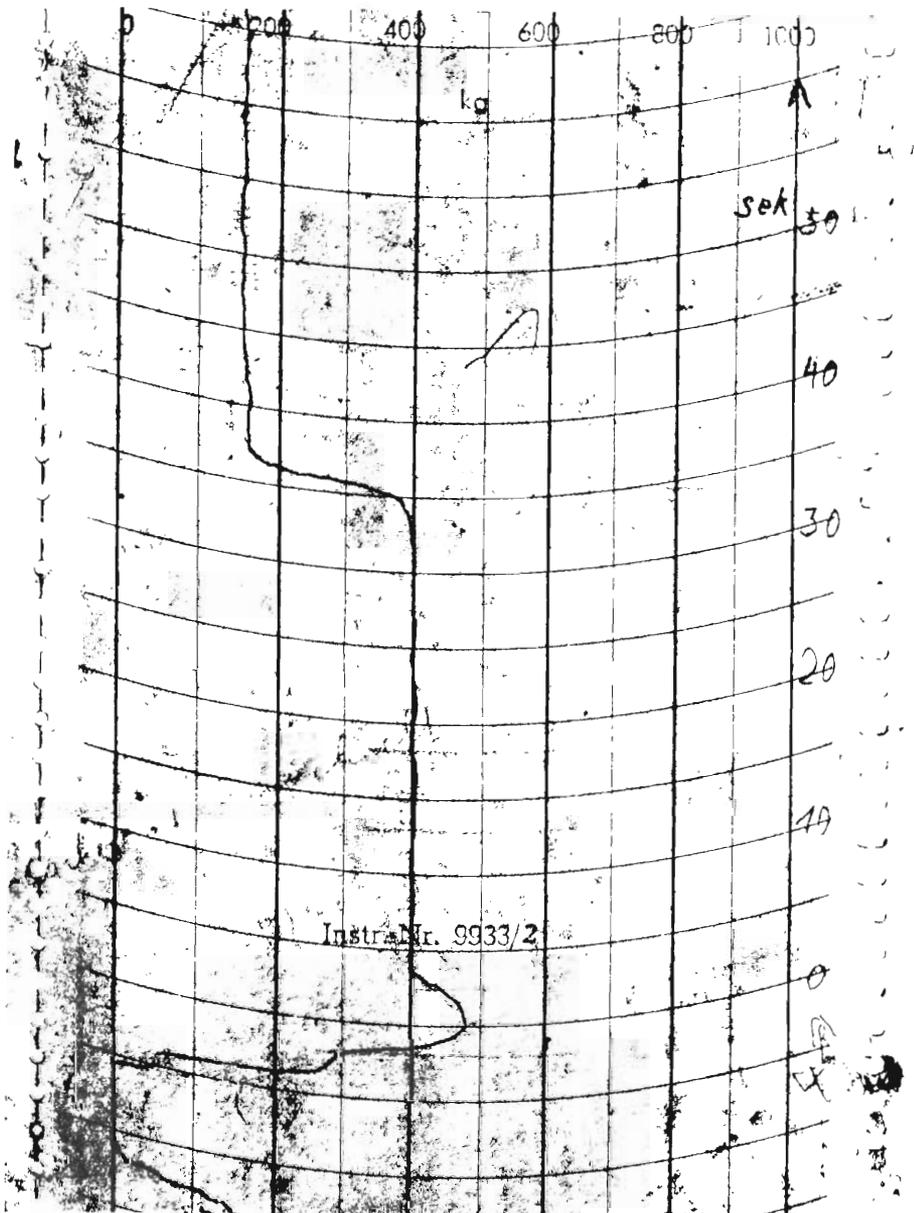
Griff Nr. 2
Wagen Nr. 1
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 300 kg
Gesamtzeit: 87 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras · 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

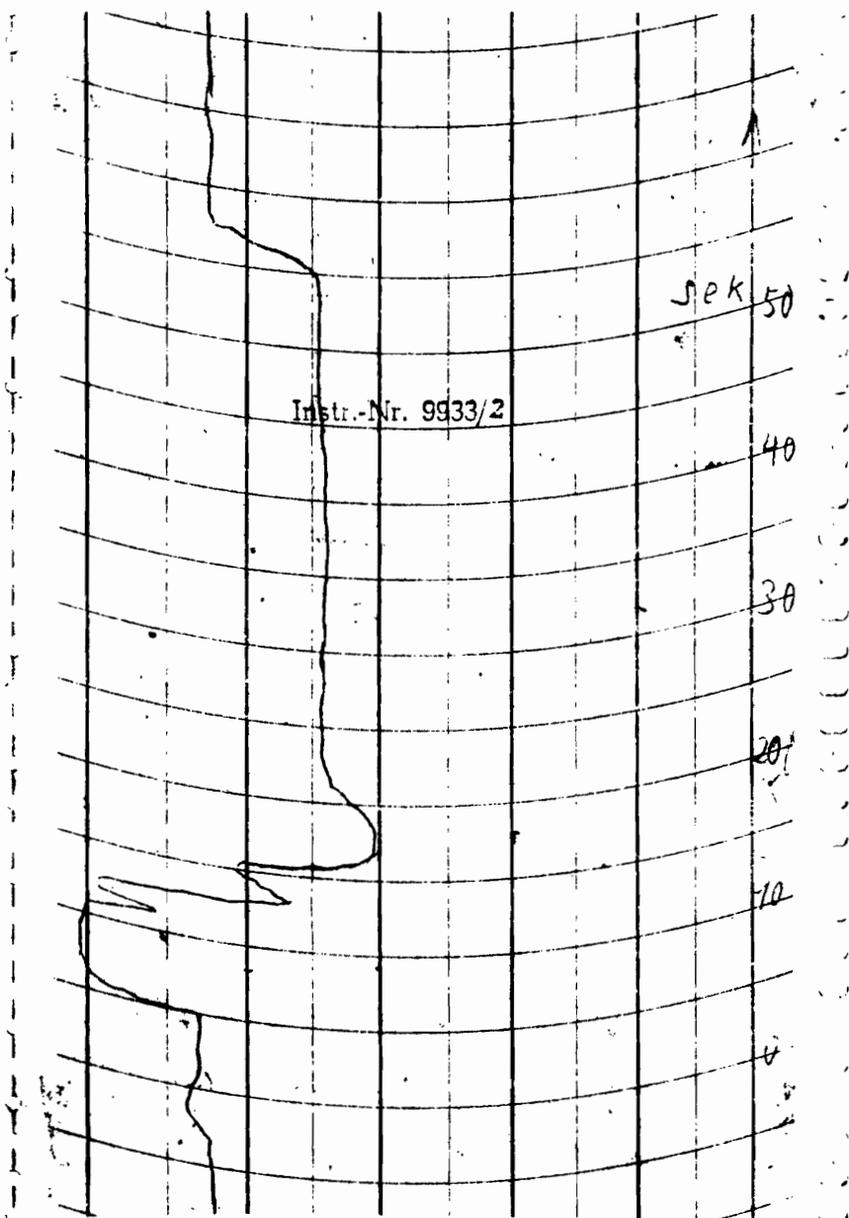
Griff Nr.	4
Wagen Nr.	1
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	250 kg
Gesamtzeit:	84 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

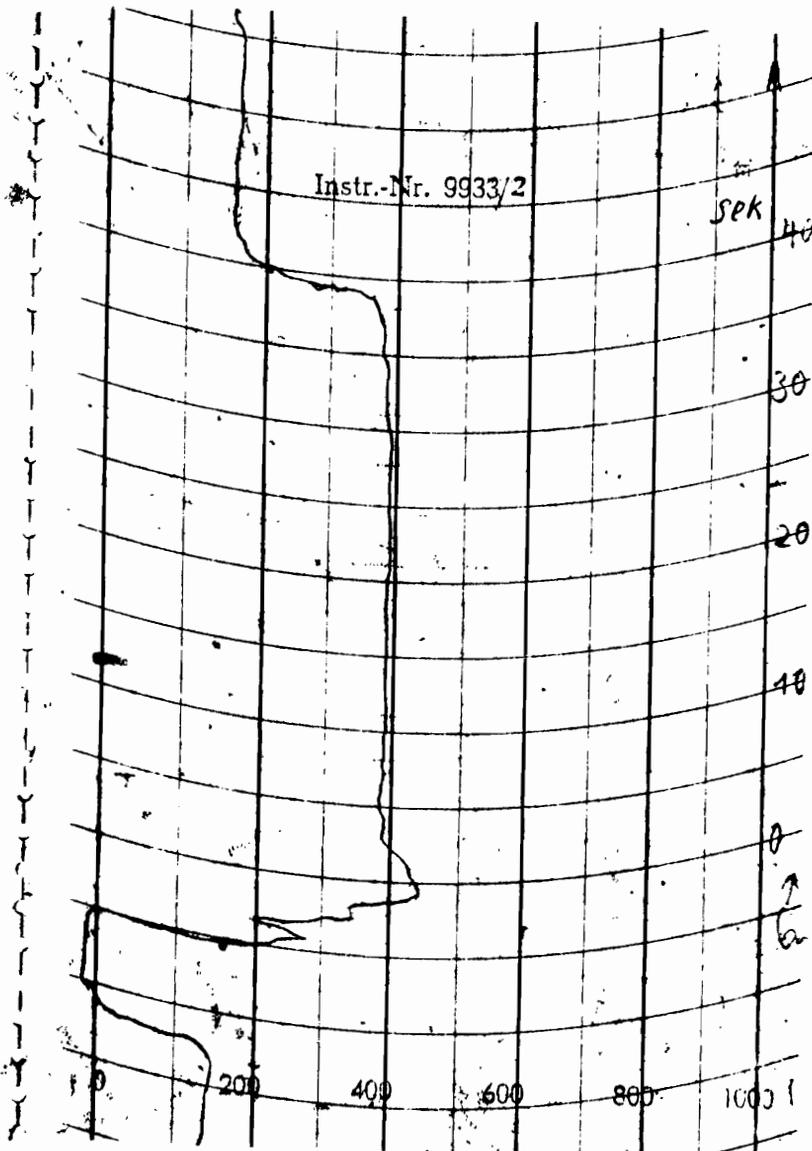
Griff Nr.	5
Wagen Nr.	1
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	170 kg
Gesamtzeit:	88 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

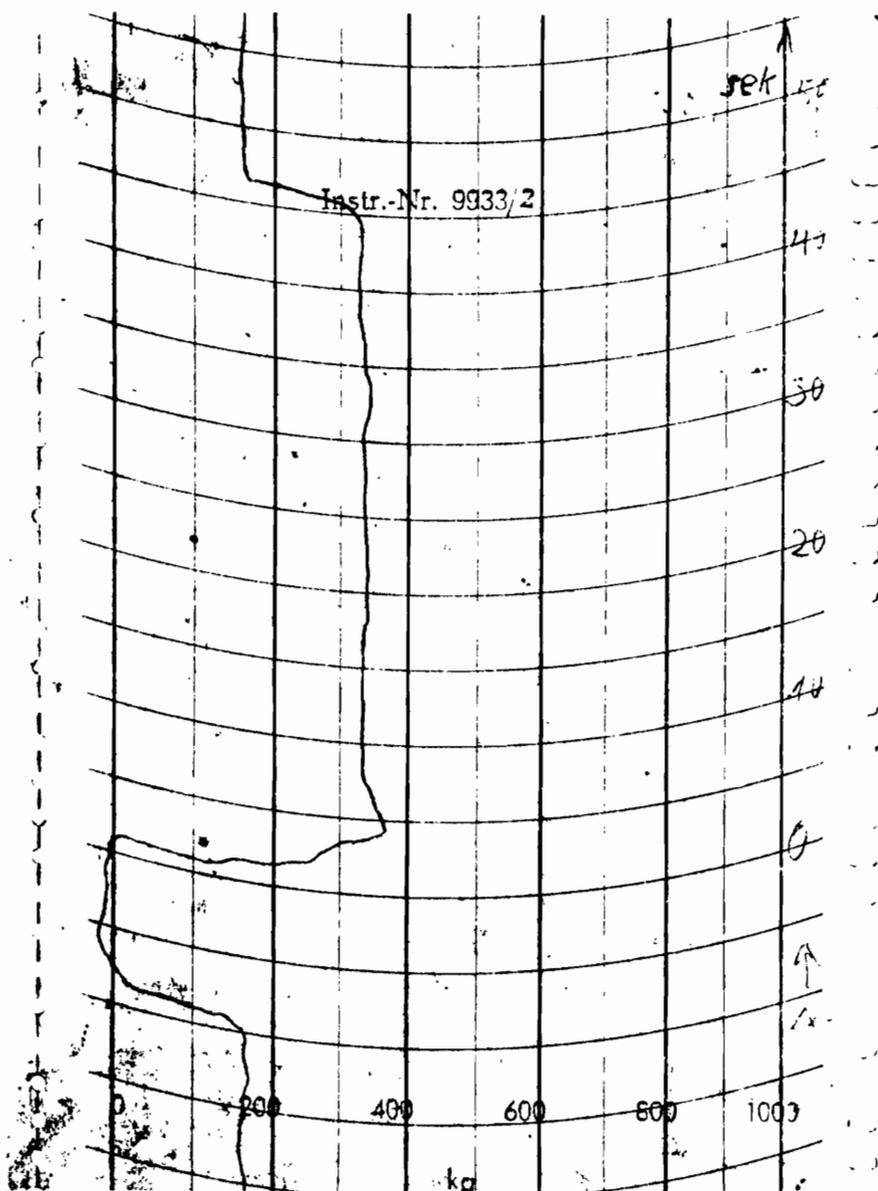
Griff Nr.	6
Wagen Nr.	1
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung	240 kg
Gesamtzeit:	96 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

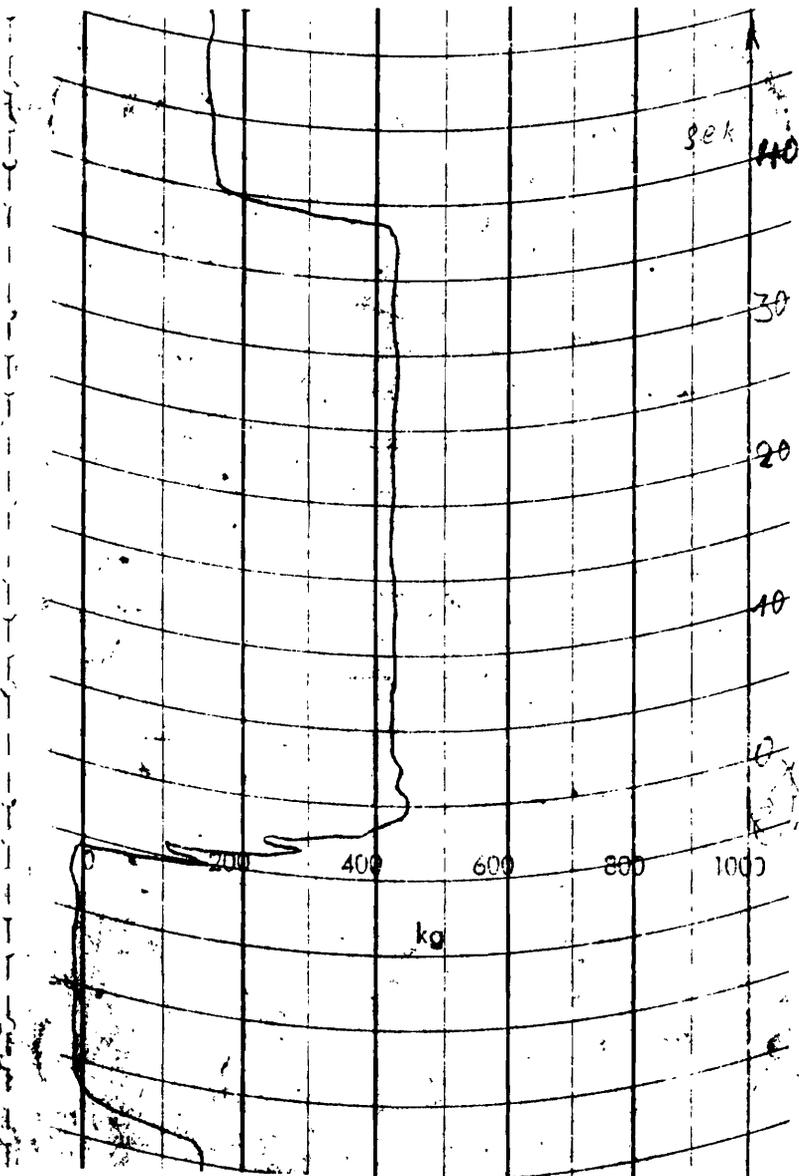
Griff Nr. 7
Wagen Nr. 1
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 190 kg
Gesamtzeit: 93 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

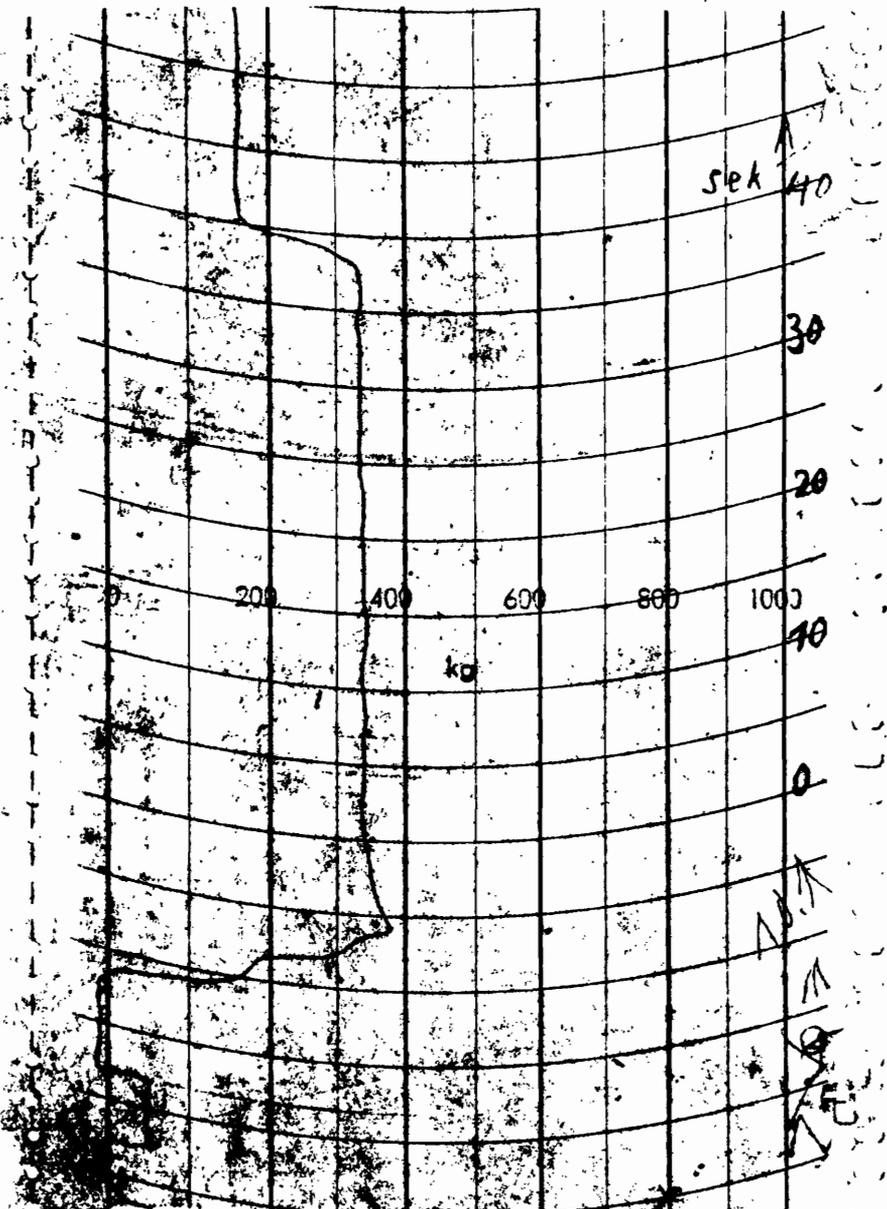
Griff Nr.	8
Wagen Nr.	1
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	275 kg
Gesamtzeit:	84 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

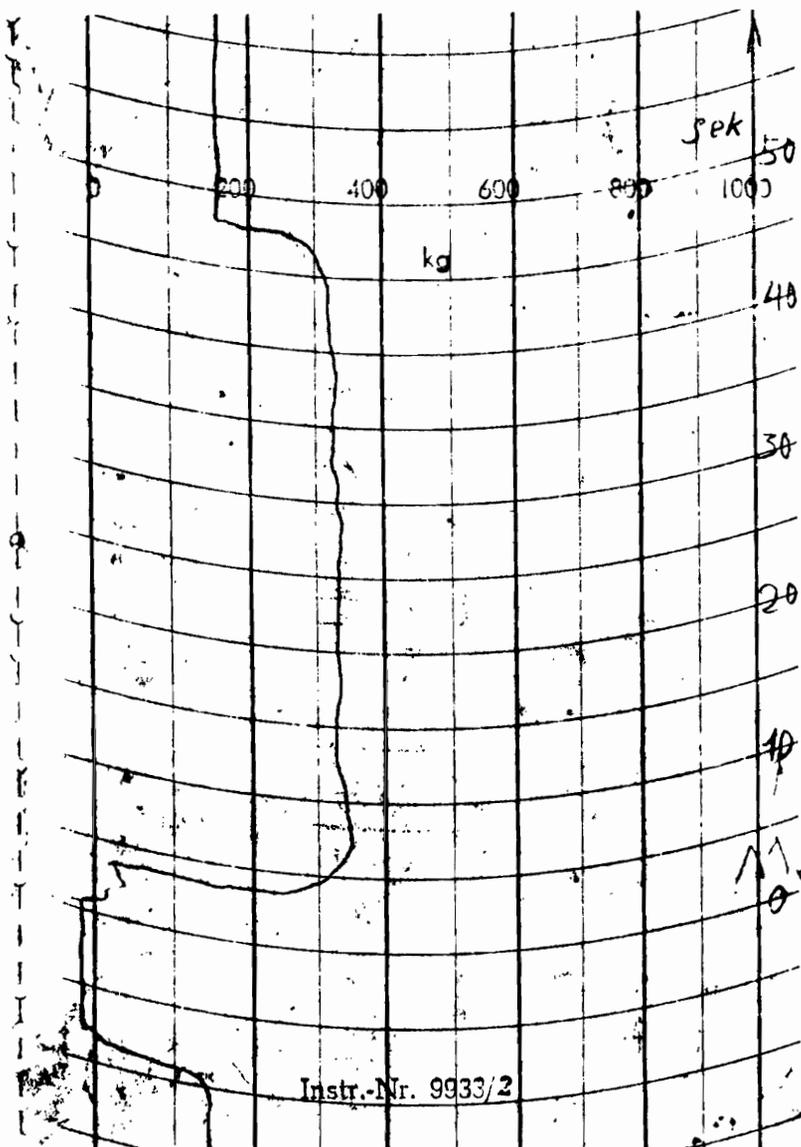
Griff Nr. 10
Wagen Nr. 1
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 190 kg
Gesamtzeit: 93 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewalktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

Griff Nr. 11
Wagen Nr. 1
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 183 kg
Gesamtzeit: 88 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

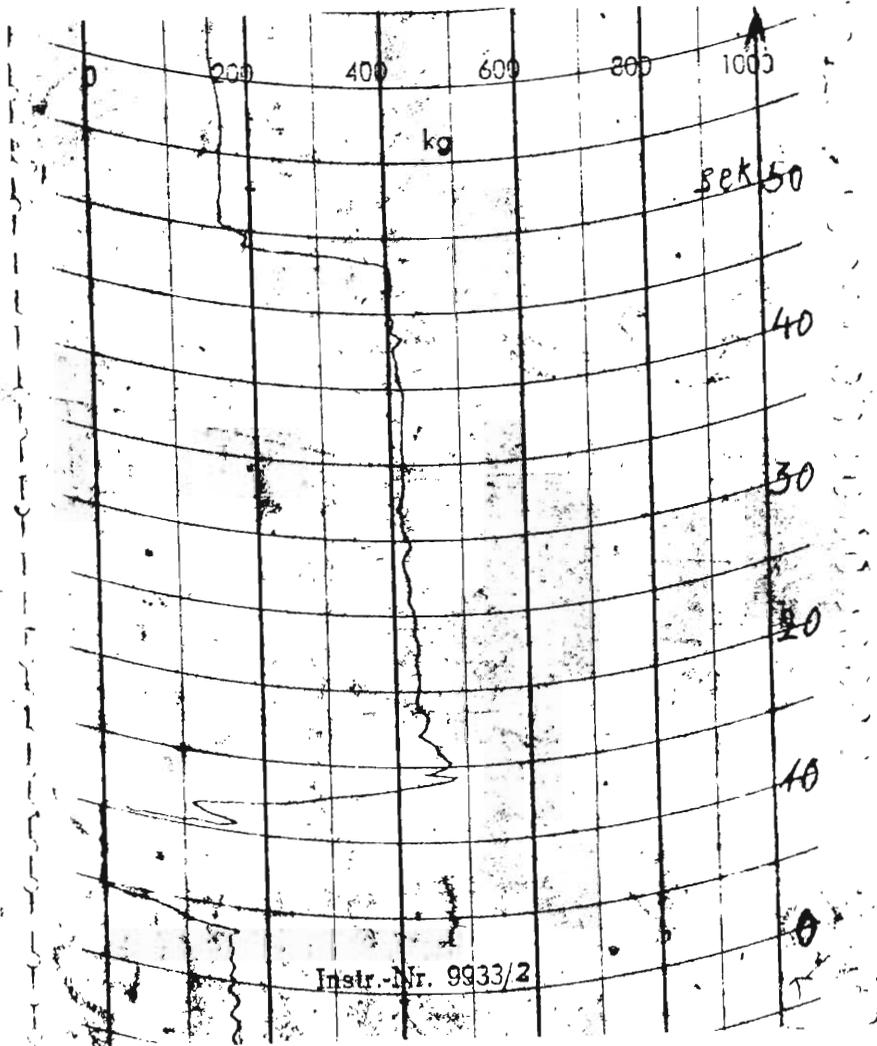
Wagen Nr.: 2
 Gewicht der Ladung: 2453 kg
 Hubhöhe: 9 m
 Zahl der Griffe 11
 Gewicht (mittel) je Griff: 223 kg
 Zeit (mittel) je Griff: 85,9 sek
 Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)

Griff Nr.	Gewicht	Dauer der Arbeitstakte (sek)						Summe
		greifen	heben	drehen	öffnen	drehen	senken	
1	257	11	24	8	5	7	29	84
2	230	13	27	10	2	10	31	93
3	165	11	26	11	2	11	22	83
4	175	10	24	9	4	9	27	83
5	275	8	30	10	4	9	29	90
6	230	12	29	8	4	8	27	88
7	250	11	28	9	3	9	25	85
8	205	9	27	10	4	10	27	87
9	200	10	30	11	7	11	25	94
10	230	10	26	9	5	8	23	81
11	236	8	25	6	3	6	28	76
	Insgesamt:							
11	2453	113	296	101	43	98	293	944
	Durchschnitt:							
	223	10,3	26,1	9,2	4	9	26,7	85,9

Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

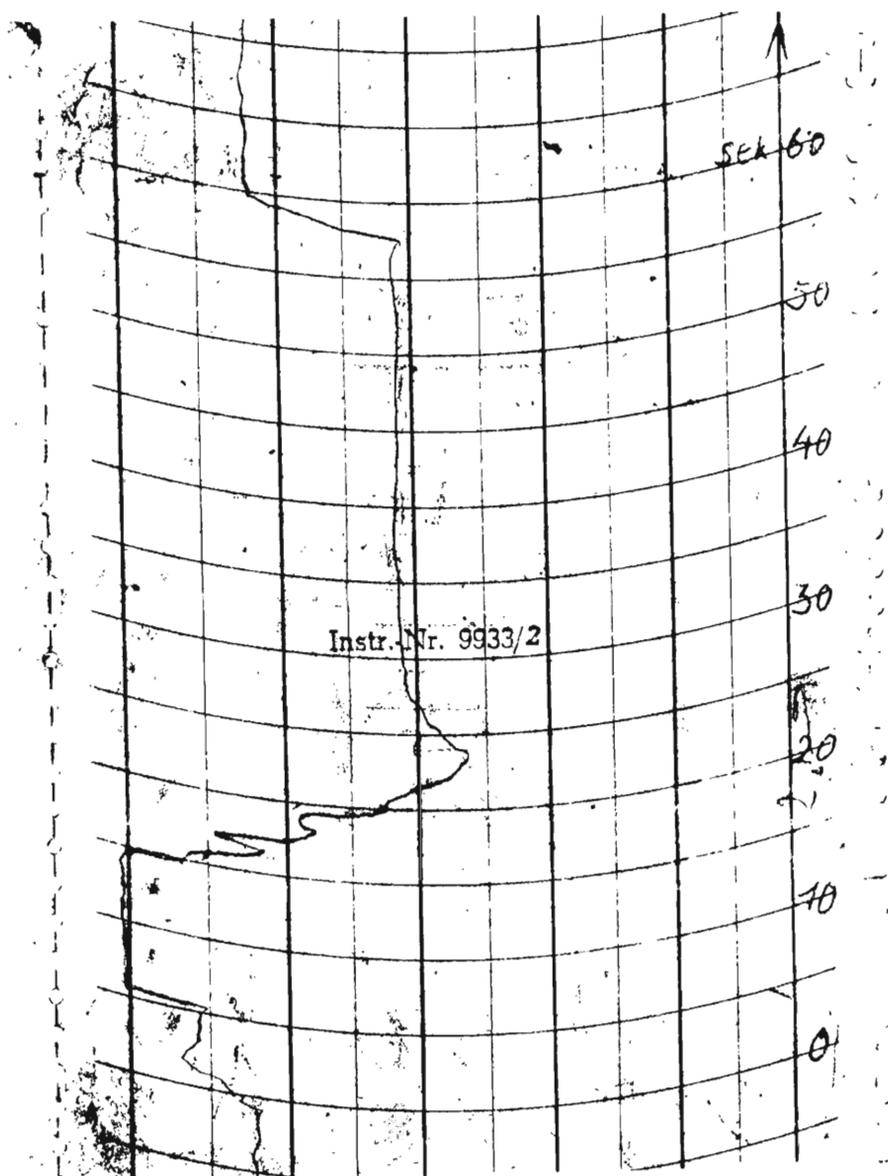
Griff Nr. 1
Wagen Nr. 2
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 257 kg
Gesamtzeit: 84 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

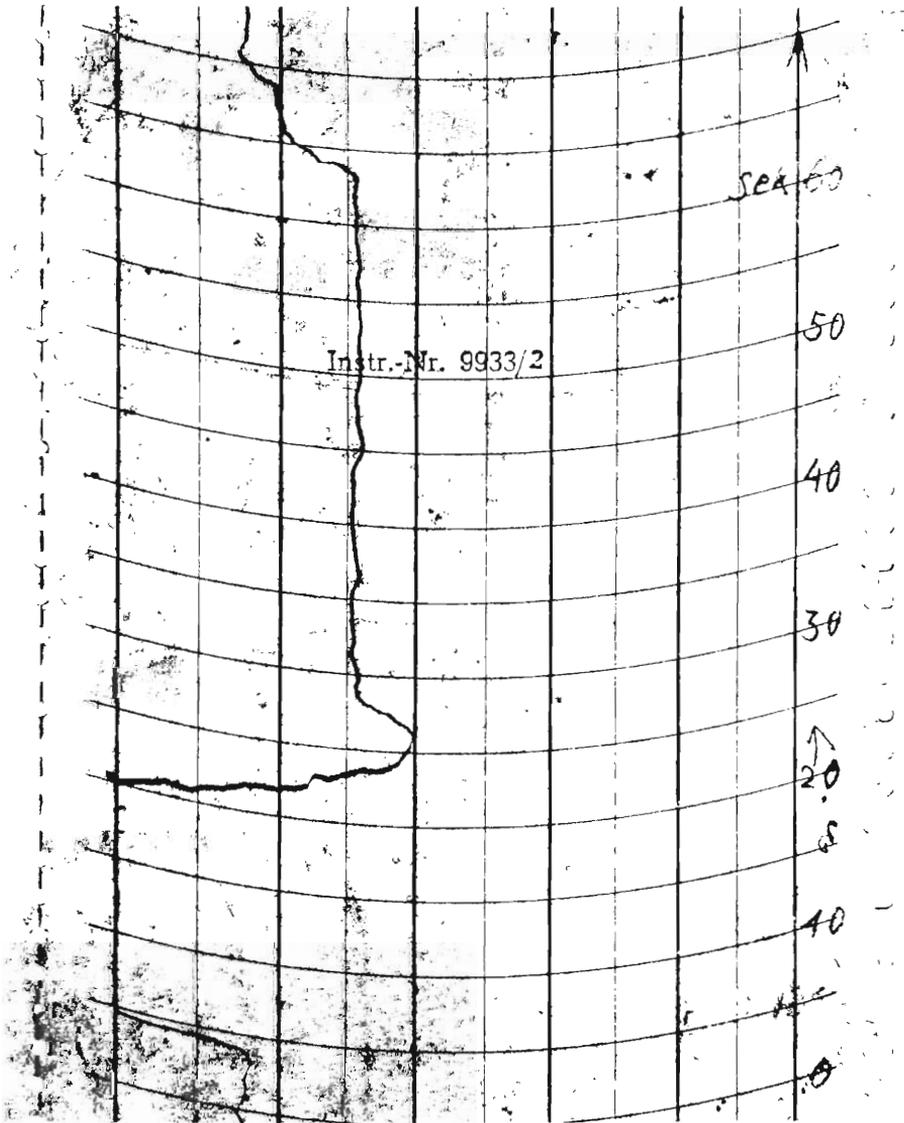
Griff Nr. 2
Wagen Nr. 2
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 230 kg
Gesamtzeit: 93 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

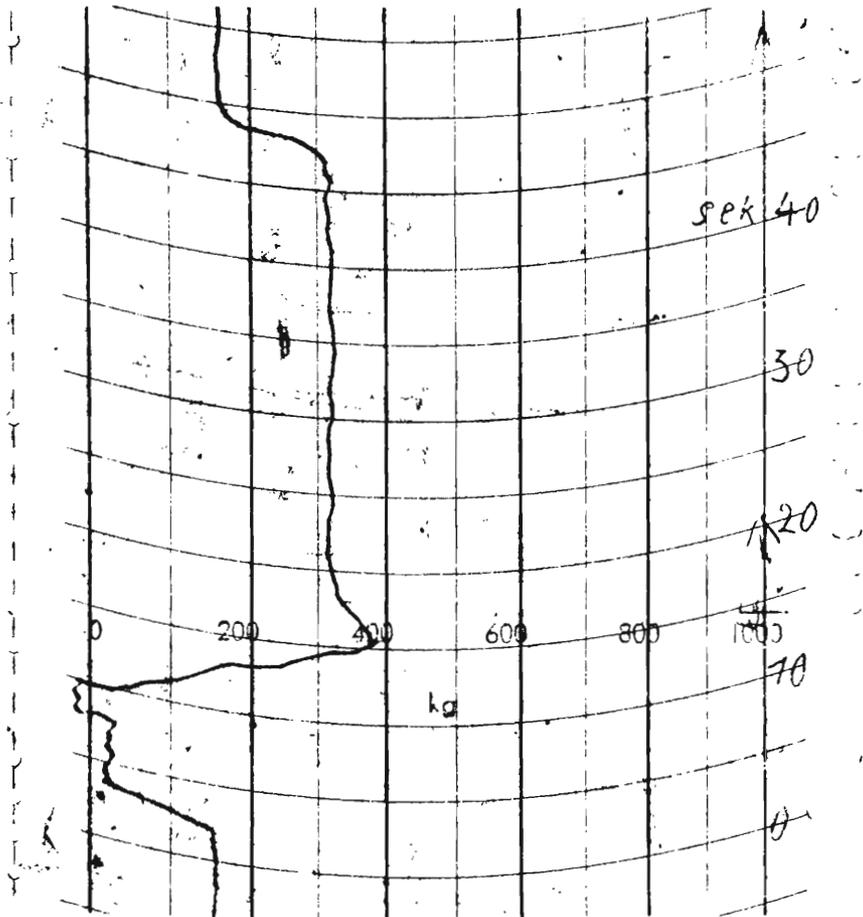
Griff Nr. 3
Wagen Nr. 2
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 165 kg
Gesamtzeit: 83 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

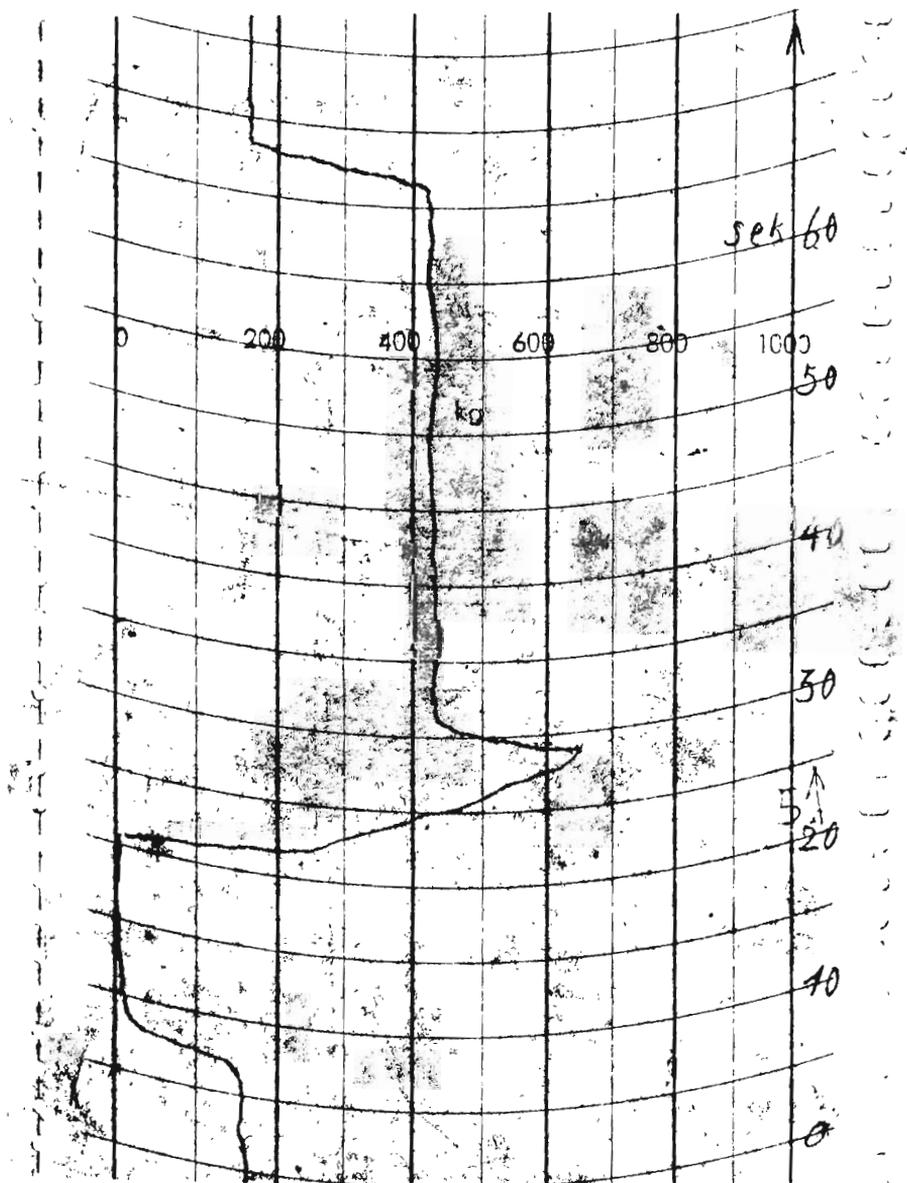
Griff Nr. 4
Wagen Nr. 2
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 175 kg
Gesamtzeit: 83 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

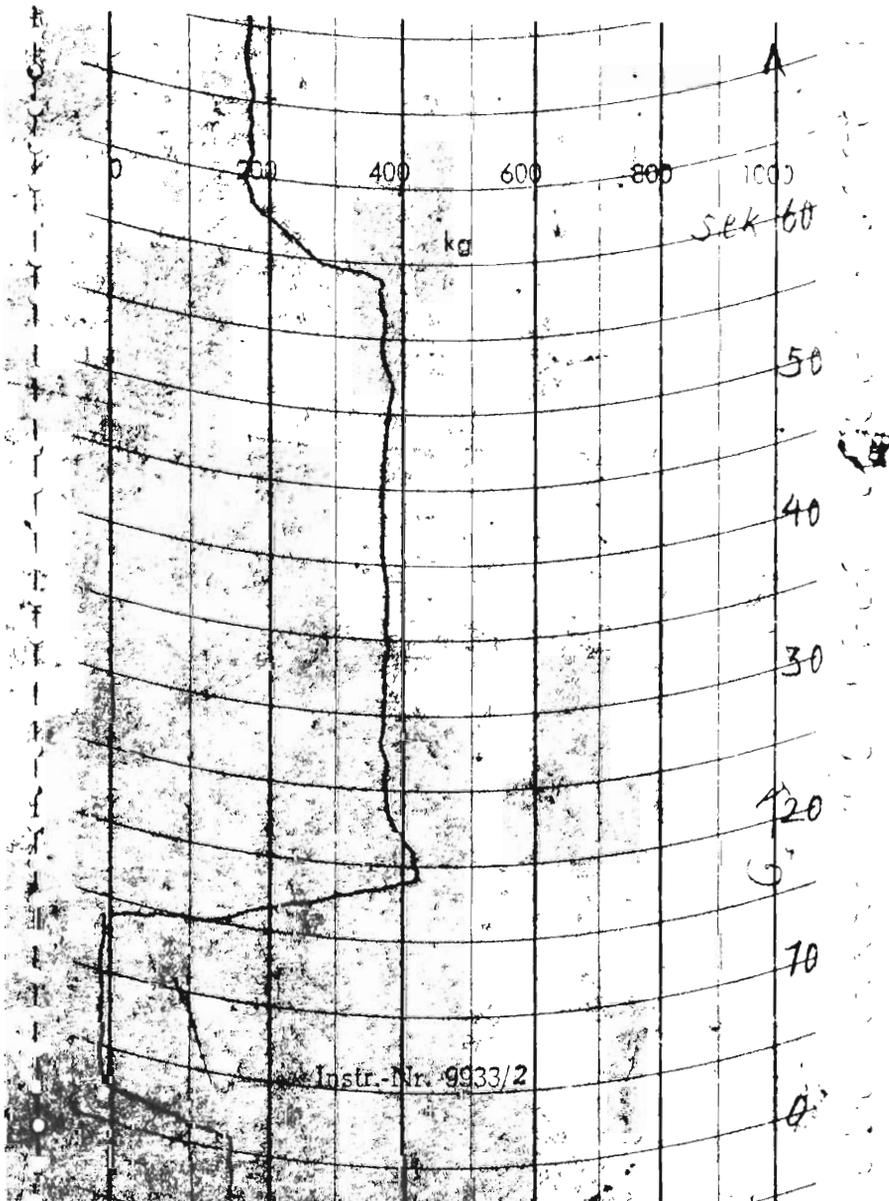
Griff Nr.	5
Wagen Nr.	2
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	275 kg
Gesamtzeit:	90 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

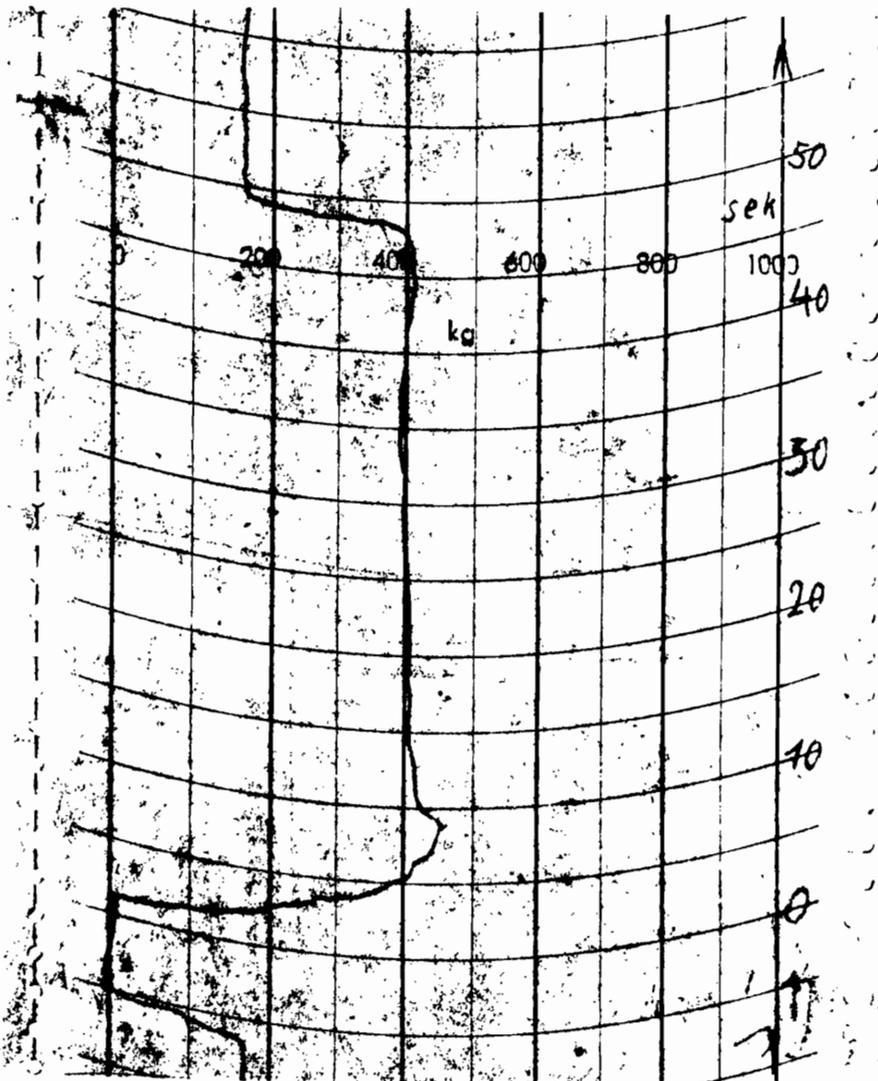
Griff Nr. 6
Wagen Nr. 2
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 230 kg
Gesamtzeit: 88 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

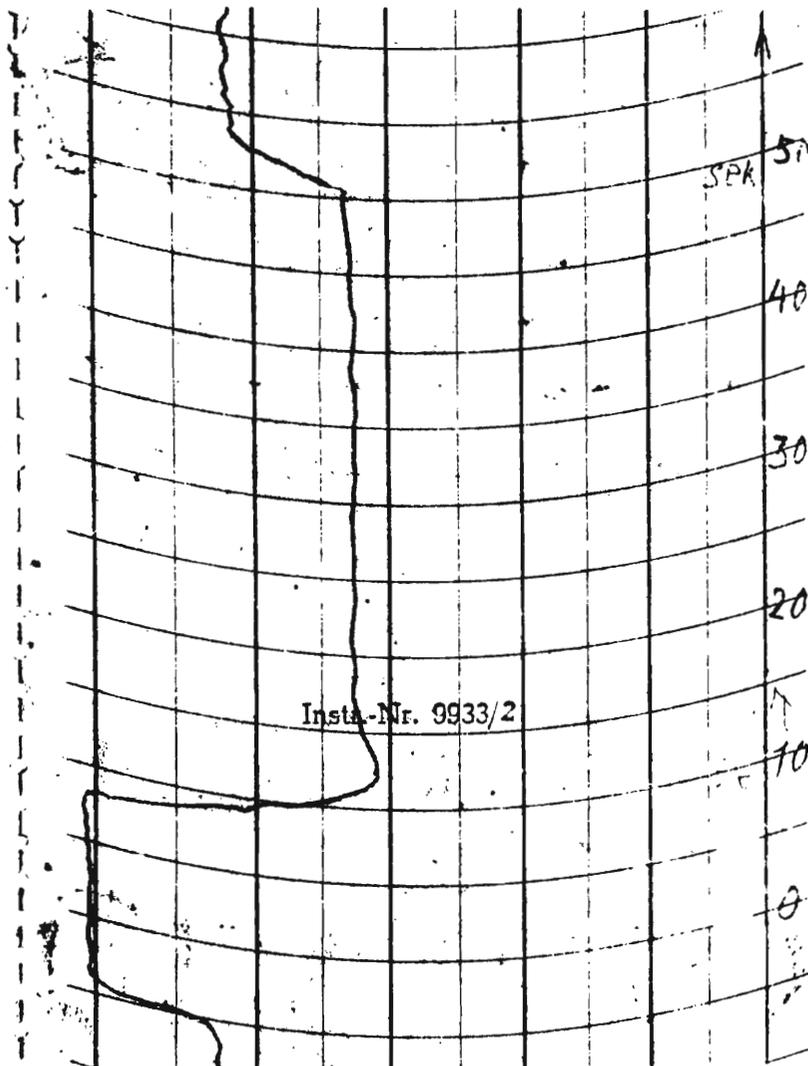
Griff Nr.	7
Wagen Nr.	2
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	250 kg
Gesamtzeit:	85 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

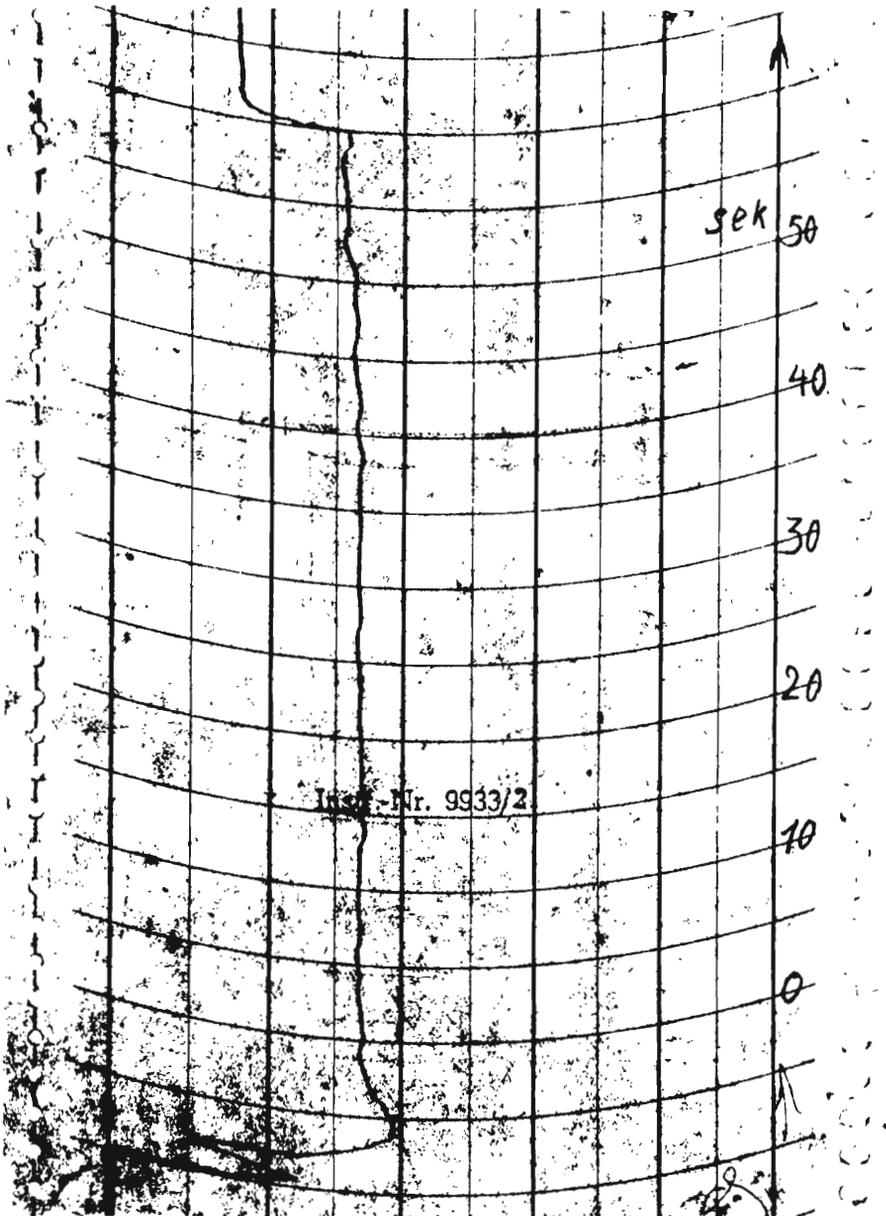
Griff Nr. 8
Wagen Nr. 2
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 205 kg
Gesamtzeit: 87 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

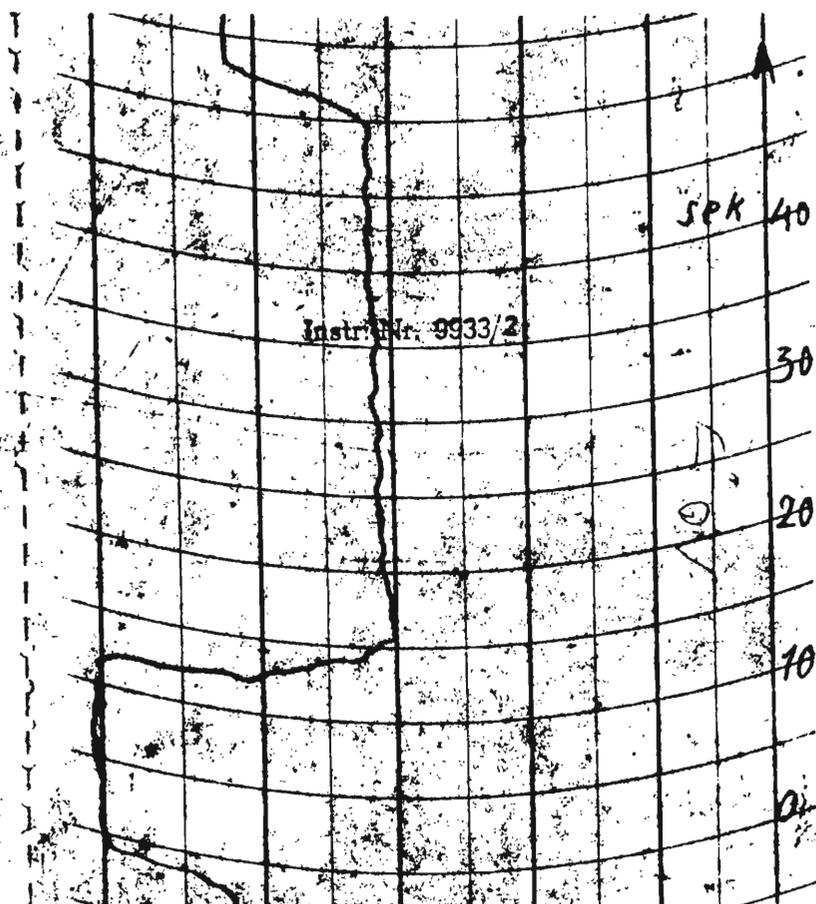
Griff Nr. 9
Wagen Nr. 2
Hubhöhe: 9m
Greiferfüllung: 200 kg
Gesamtzeit: 94 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesenras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

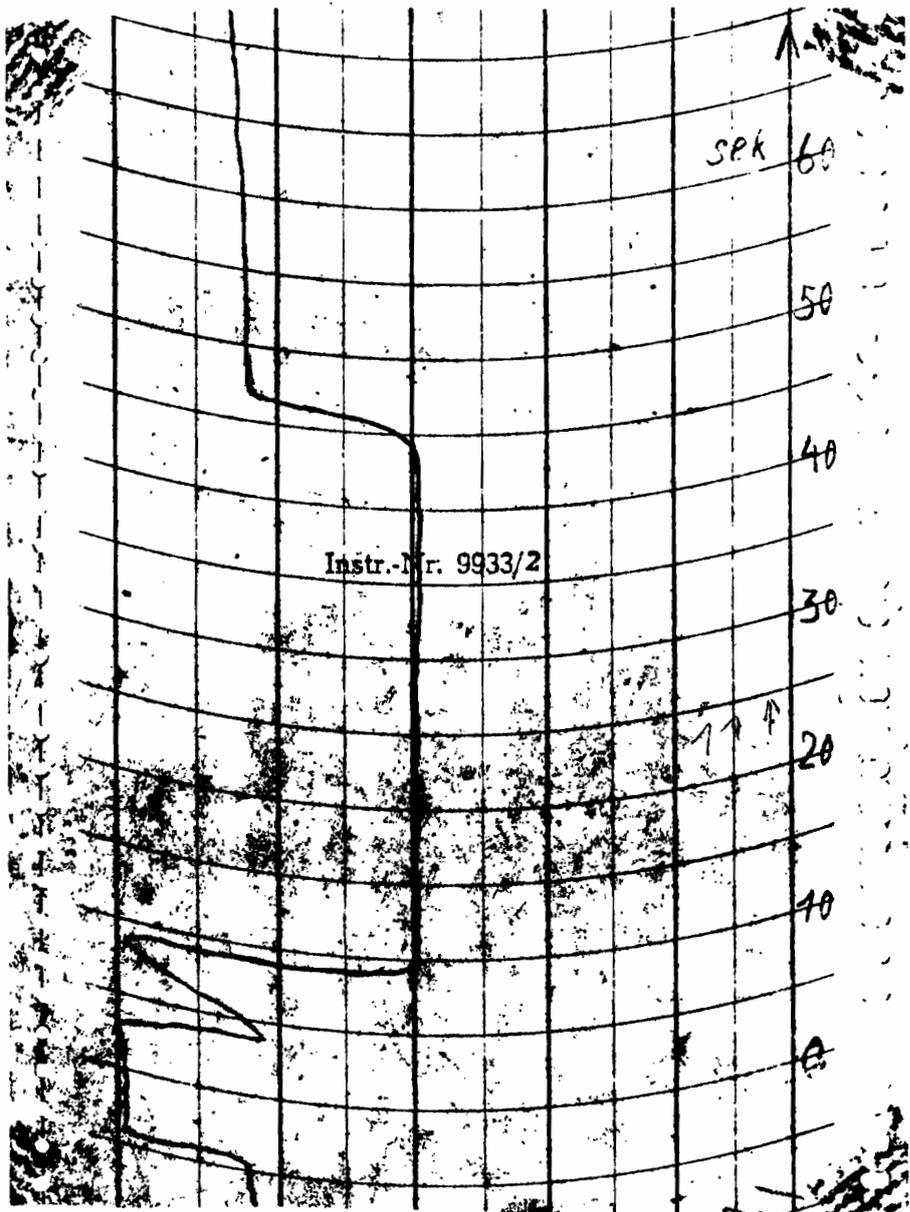
Griff Nr.	10
Wagen Nr.	2
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	230 kg
Gesamtzeit:	81 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewalktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

Griff Nr.	11
Wagen Nr.	2
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	236 kg
Gesamtzeit:	76 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

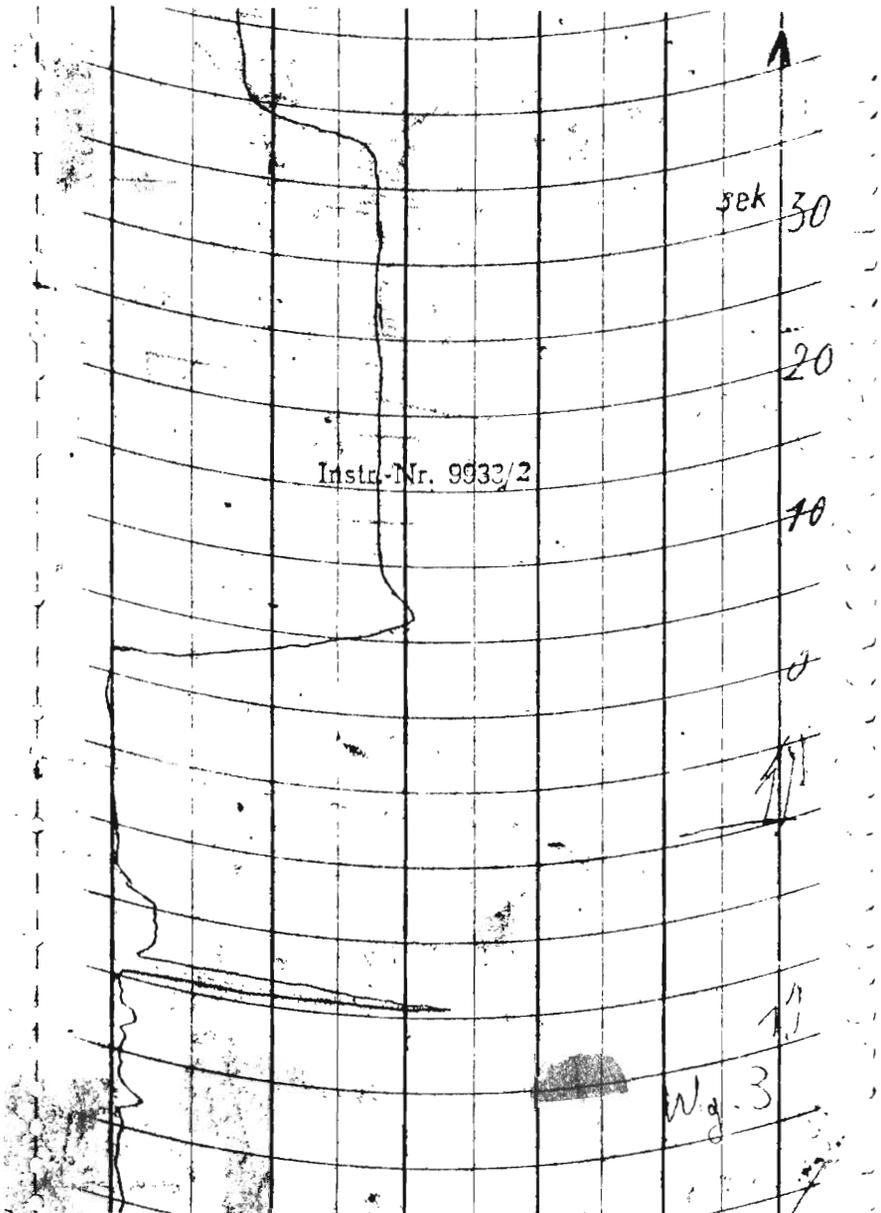
Wagen Nr. 3
Gewicht der Ladung: 2370 kg
Hubhöhe: 9 m
Zahl der Griffe: 10
Gewicht (mittel) je Griff: 237 kg
Zeit (mittel) je Griff: 85,9 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)

Griff Nr.	Gewicht	Dauer der Arbeitstakte (sek)						Summe
		greifen	heben	drehen	öffnen	drehen	senken	
1	224	9	26	9	4	9	29	86
2	267	8	30	10	4	9	32	93
3	325	9	26	8	5	8	23	79
4	330	8	27	9	5	8	22	79
5	230	7	24	10	4	10	26	81
6	210	8	27	11	5	9	27	87
7	240	7	26	10	4	10	35	92
8	194	9	33	9	3	9	28	91
9	176	9	28	10	4	8	26	85
10	174	7	27	10	8	10	24	86
	Insgesamt:							
10	2370	81	274	96	46	90	272	859
	Durchschnitt:							
	237	8,1	27,4	9,6	4,6	9,0	27,2	85,9

Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

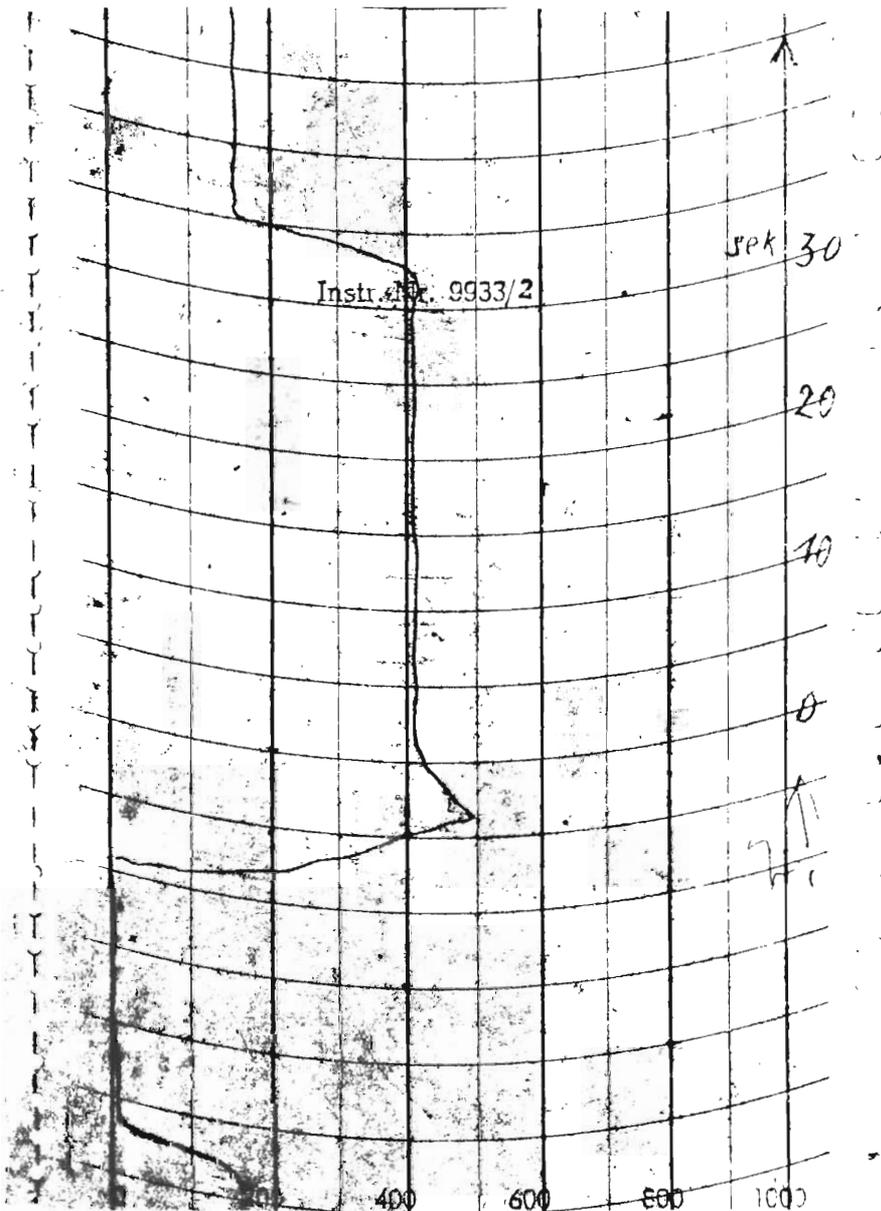
Griff Nr.	1
Wagen Nr.	3
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	224 kg
Gesamtzeit:	86 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

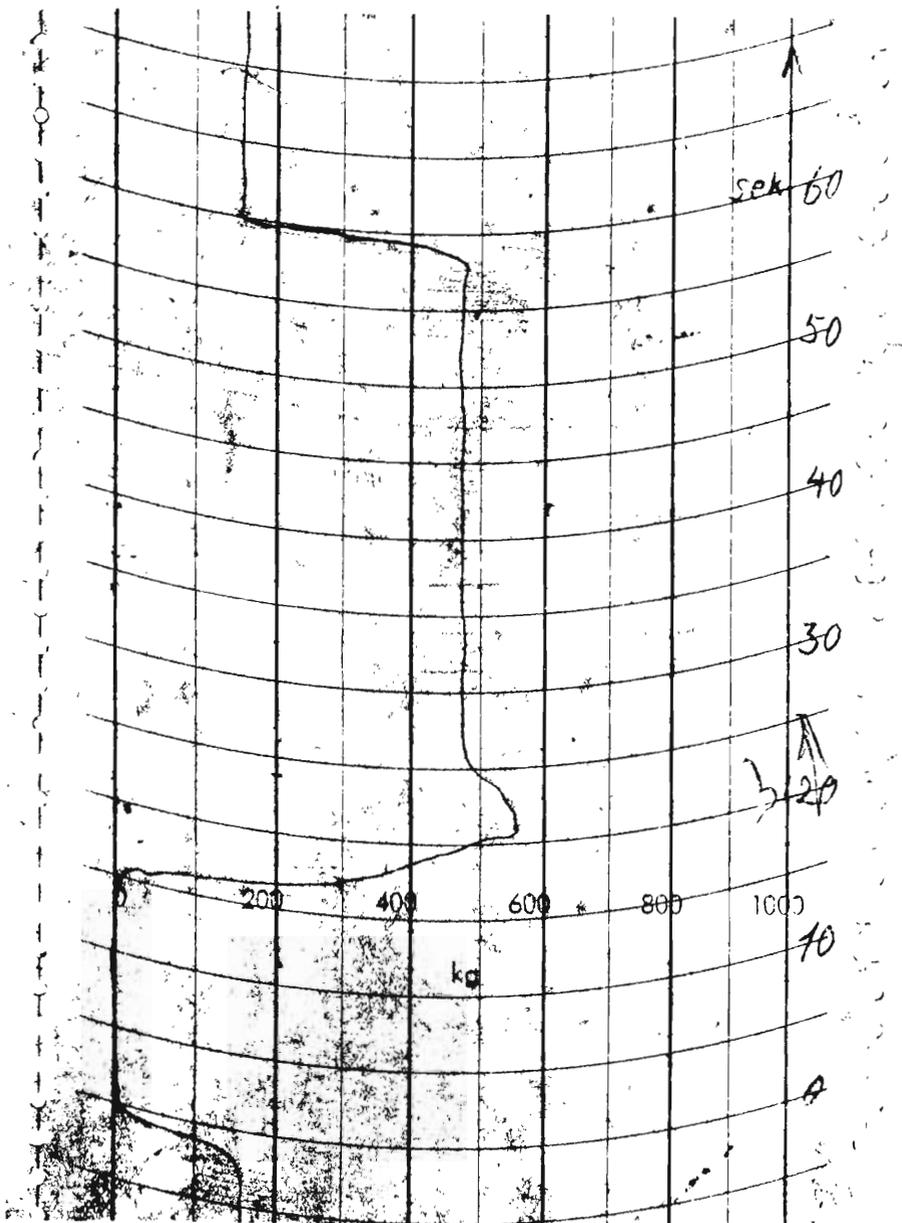
Griff Nr.	2
Wagen Nr.	3
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	267 kg
Gesamtzeit:	93 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

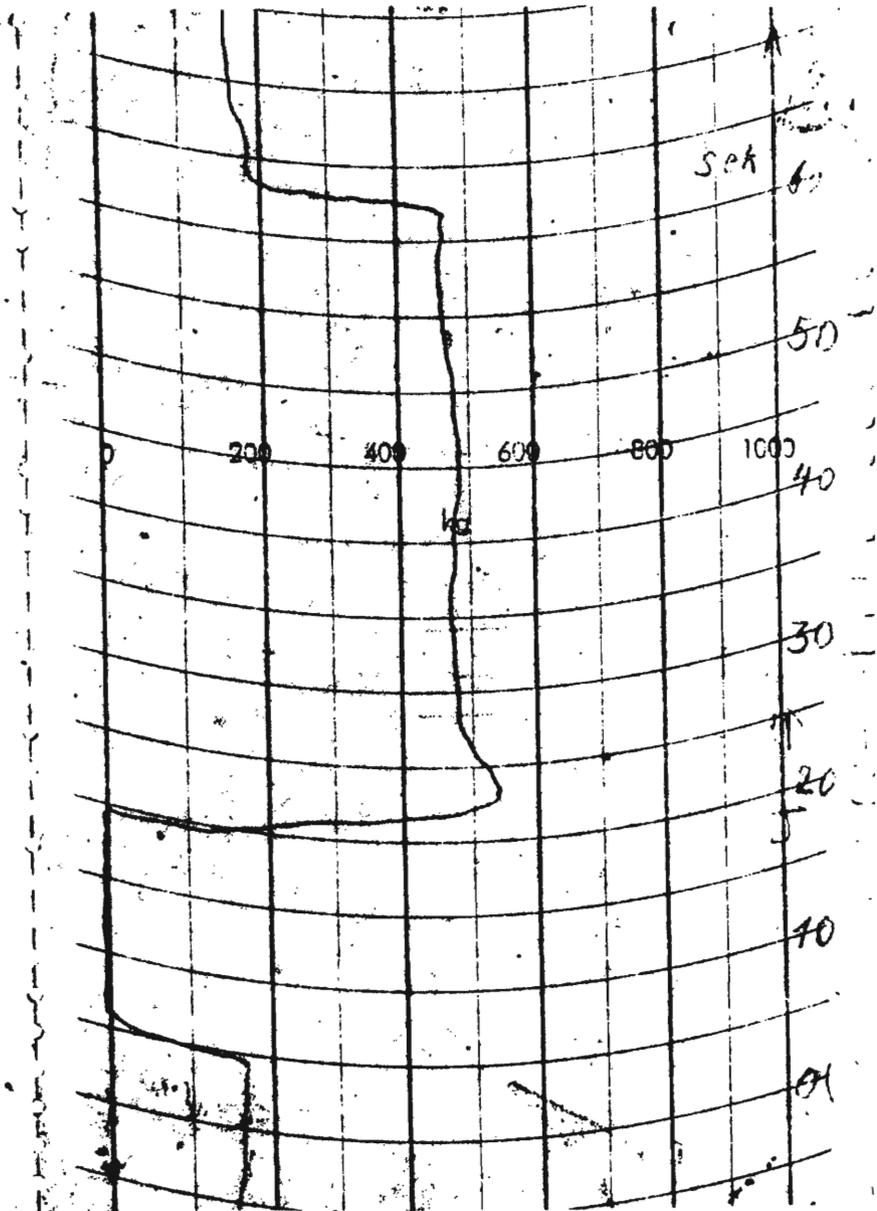
Griff Nr. 3
Wagen Nr. 3
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 325 kg
Gesamtzeit: 79 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 -70 % H₂O
ungehäckselt

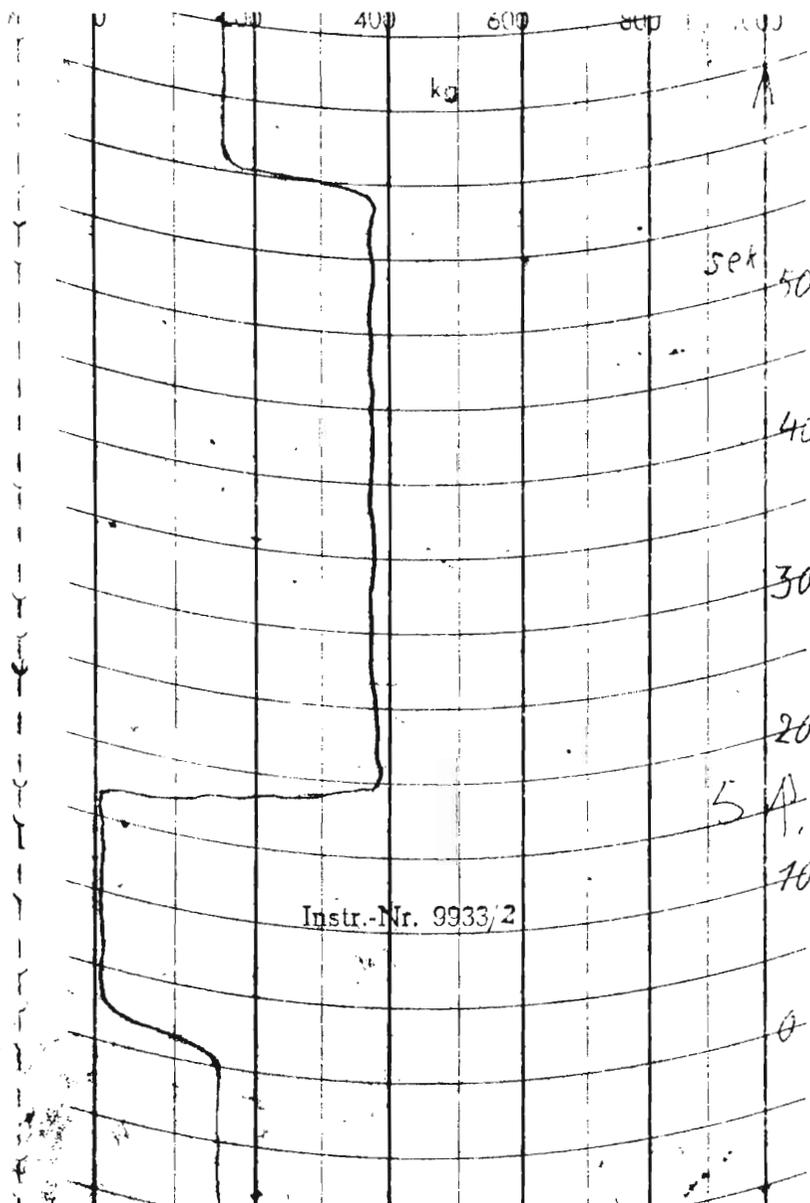
Griff Nr.	4
Wagen Nr.	3
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	330 kg
Gesamtzeit:	79 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

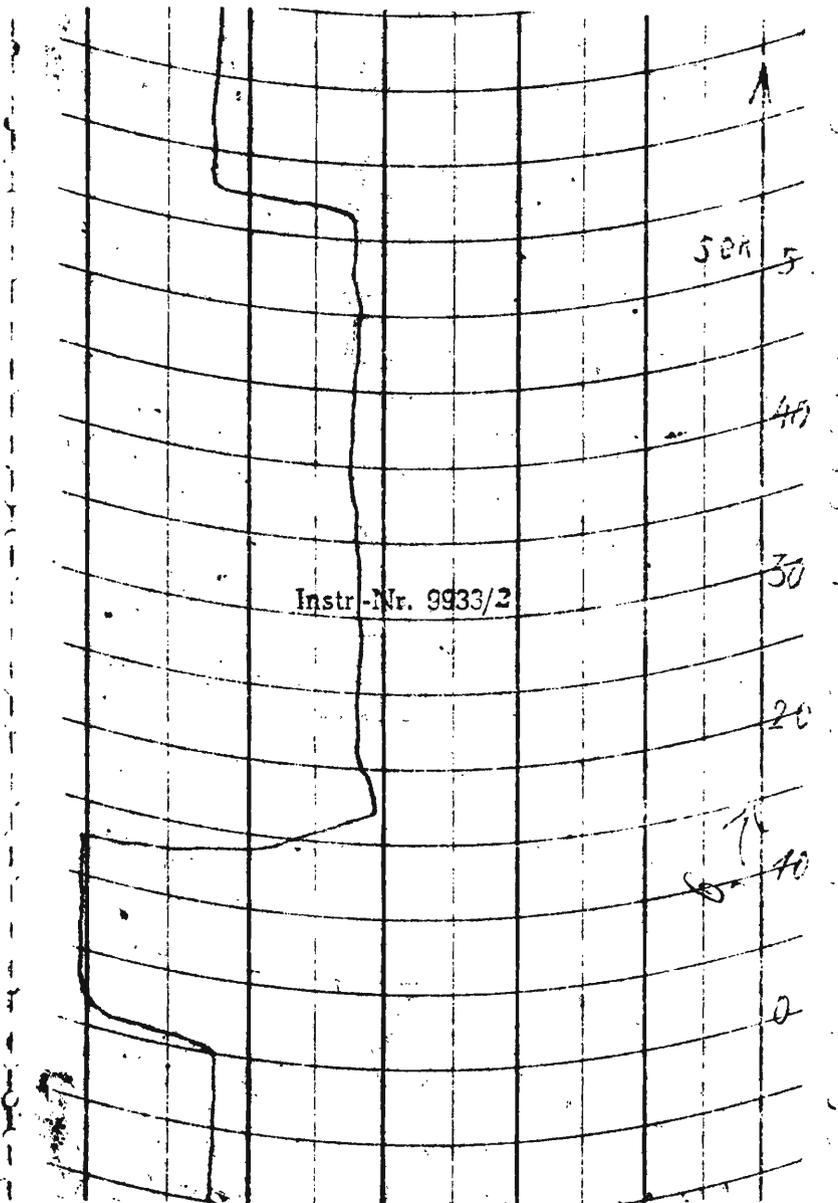
Griff Nr.	5
Wagen Nr.	3
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	230 kg
Gesamtzeit:	81 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

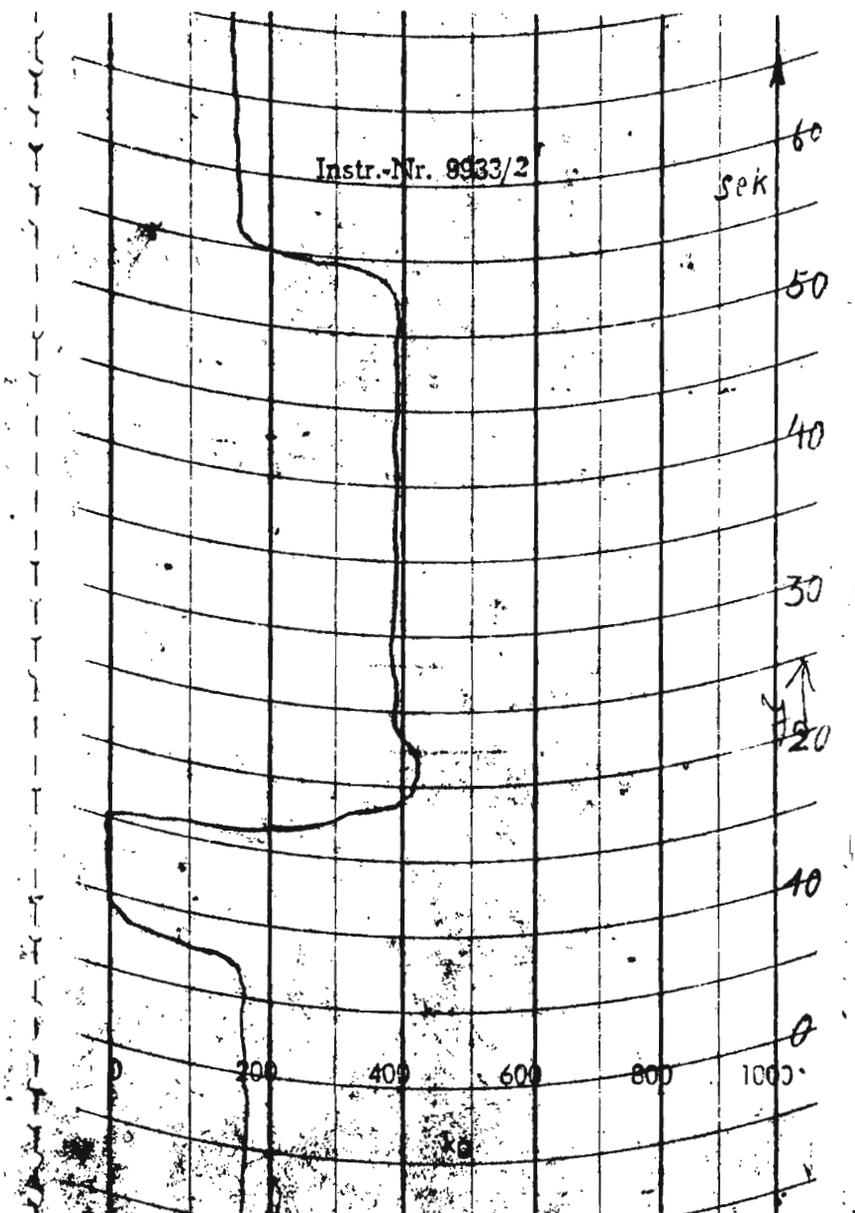
Griff Nr.	6
Wagen Nr.	3
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	210 kg
Gesamtzeit:	87 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

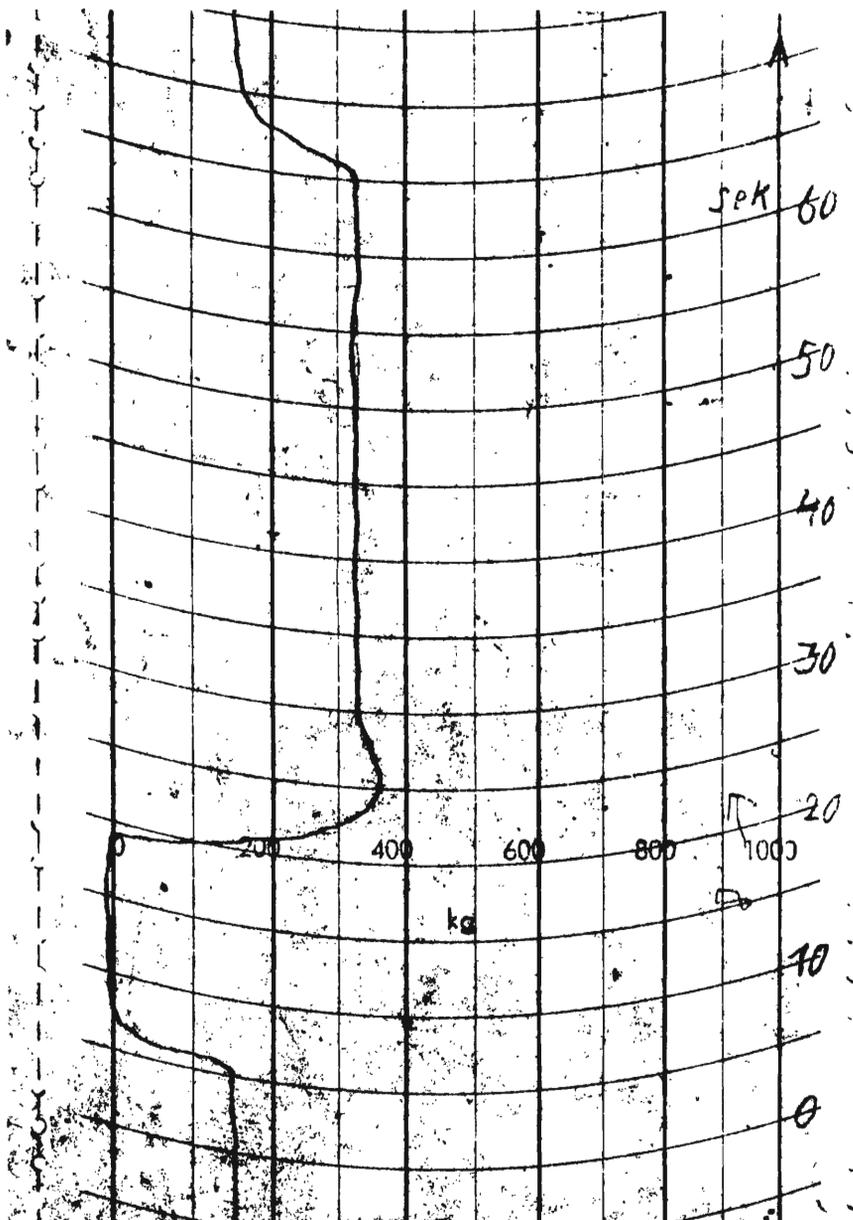
Griff Nr.	7
Wagen Nr.	3
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	240 kg
Gesamtzeit:	92 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäcksel

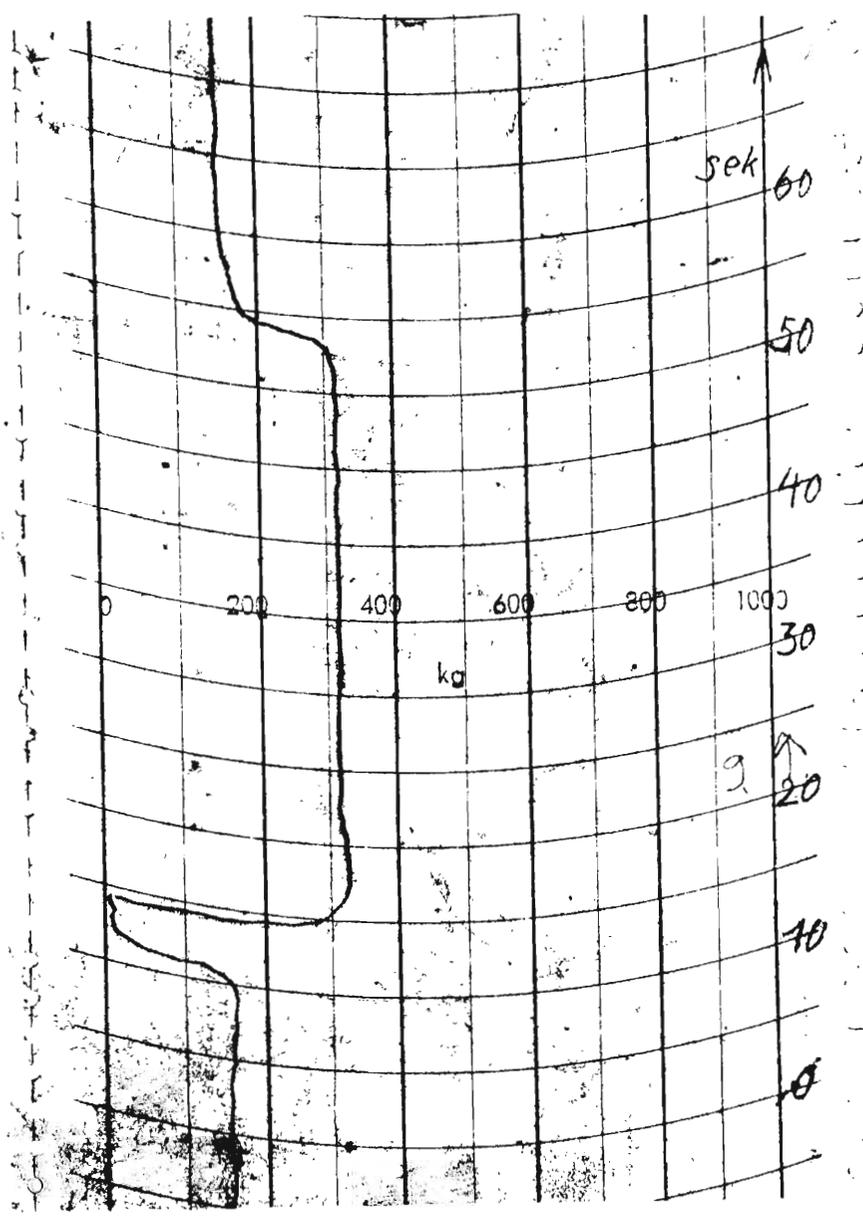
Griff Nr. 8
Wagen Nr. 3
Hubhöhe: 9 m
Greiferfüllung: 194 kg
Gesamtzeit: 91 sek
Ort: Gut Eichenried (7. Sep. 1960)



Silobefüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

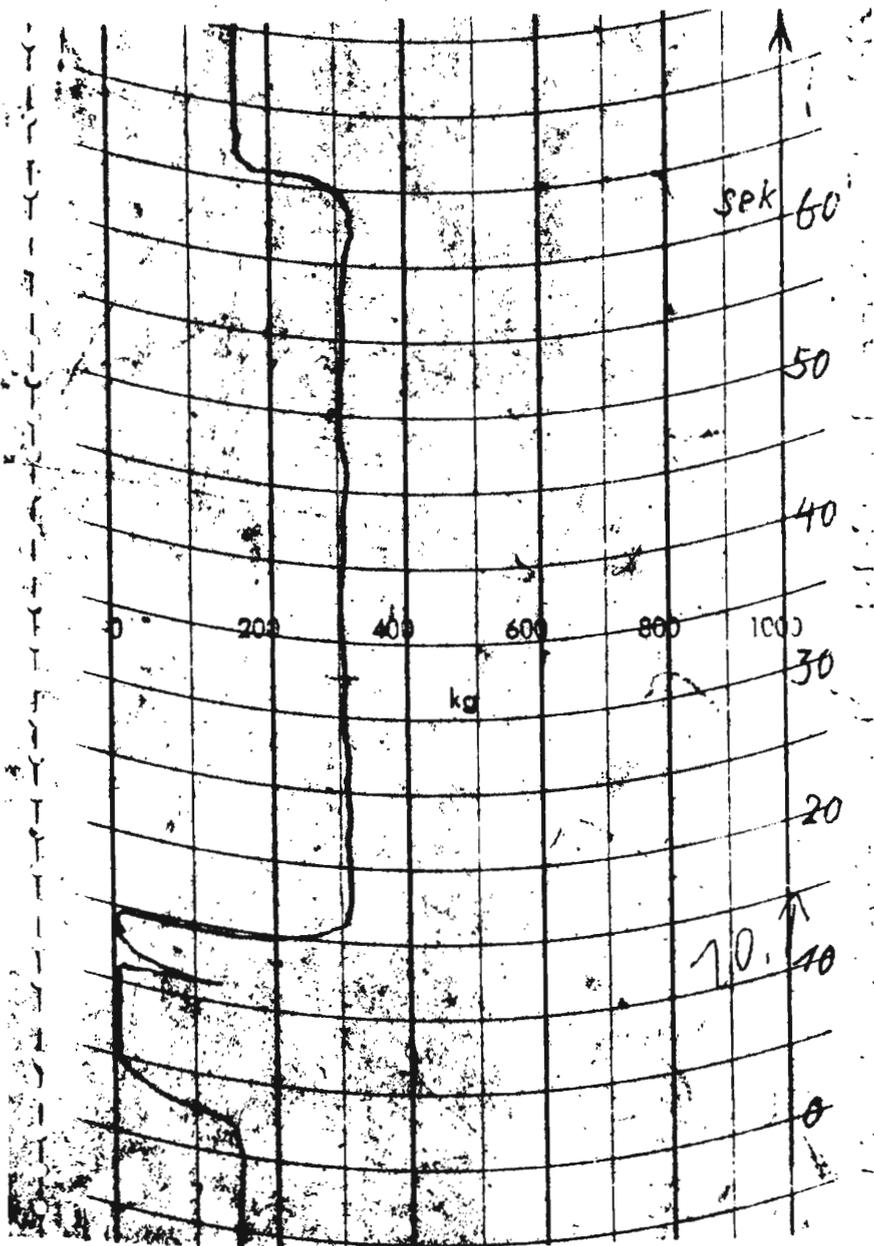
Griff Nr.	9
Wagen Nr.	3
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	176 kg
Gesamtzeit:	85 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Siebfüllung mit Selbstgreifer

Erntegut: Angewelktes Wiesen gras 65 - 70 % H₂O
ungehäckselt

Griff Nr.	10
Wagen Nr.	3
Hubhöhe:	9 m
Greiferfüllung:	174 kg
Gesamtzeit:	86 sek
Ort: Gut Eichenried	(7. Sep. 1960)



Silagerntnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt

Hubhöhe: 8 m

Zahl der Griffe: 11

Entnommene Silagemenge: 1600 kg

Gewicht (mittel) je Griff: 145 kg

Zeit (mittel) je Griff: 79 sek

Losreißkraft (mittel): 375 kg

Ort: Gut Eichenried

10. Feb. 1961

Griff Nr.	Gewicht kg	Losreiß kraft kg	senken sek	greifen sek	heben sek	drehen sek	öffnen sek	drehen sek	Summe sek
1	50	300	19	11	25	5	6	4	70
2	100	360	20	12	30	5	6	4	77
3	200	260	27	10	32	4	5	4	82
4	180	540	27	10	20	5	5	5	72
5	100	400	22	9	24	6	4	4	69
6	90	130	30	8	28	5	4	4	79
7	80	400	27	9	28	6	5	4	79
8	150	480	26	12	24	6	5	5	78
9	200	450	36	8	28	9	4	5	90
10	200	450	29	10	33	8	7	4	91
11	250	350	30	10	35	5	4	5	84
Insgesamt:									
11	1600	4120	293	109	307	64	55	48	871
Durchschnitt:									
	145	375	27	10	28	6	5	4	79

Silageentnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt

Griff Nr. 1

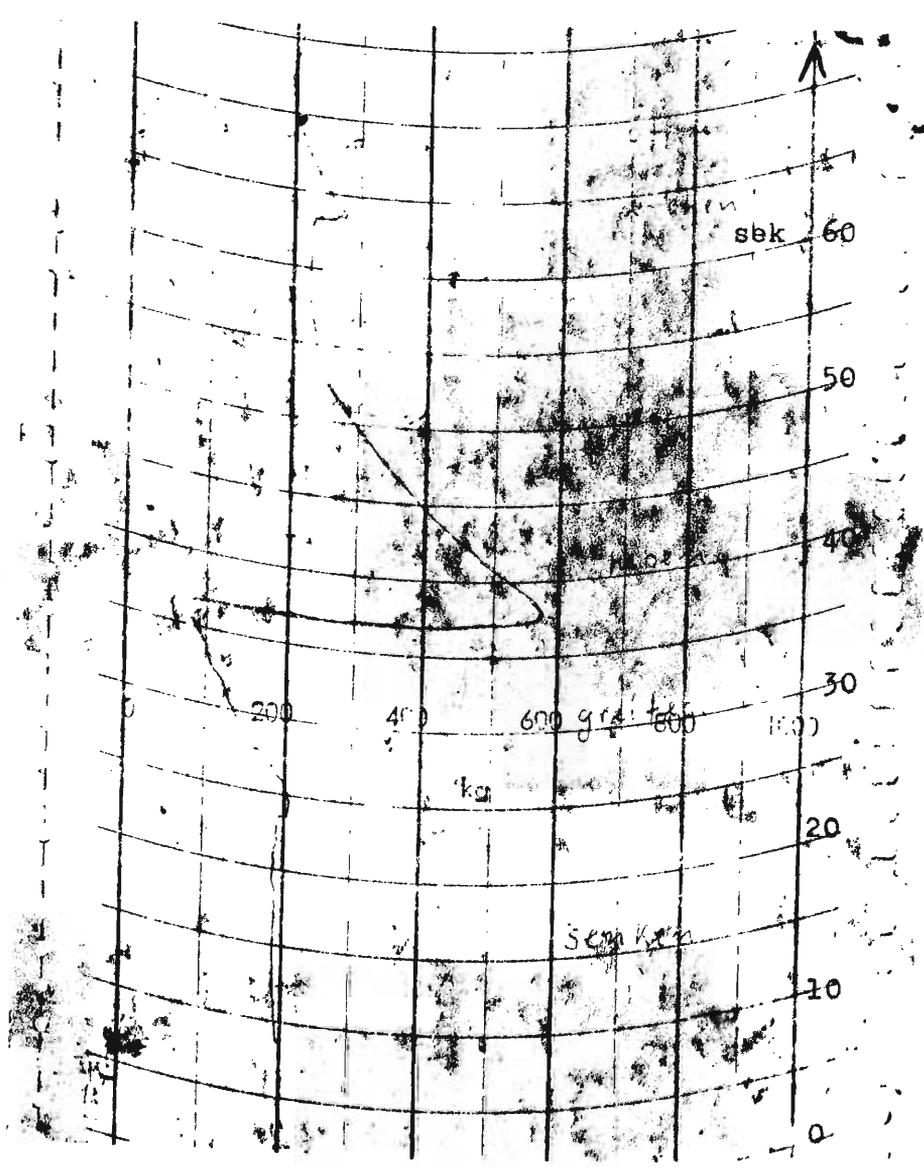
Hubhöhe: 8 m

Greiferfüllung: 50 kg

Losreißkraft: 300 kg

Gesamtzeit: 70 sek

Ort: Gut Eichenried 10. Feb. 1961



Silageentnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt

Griff Nr. 2

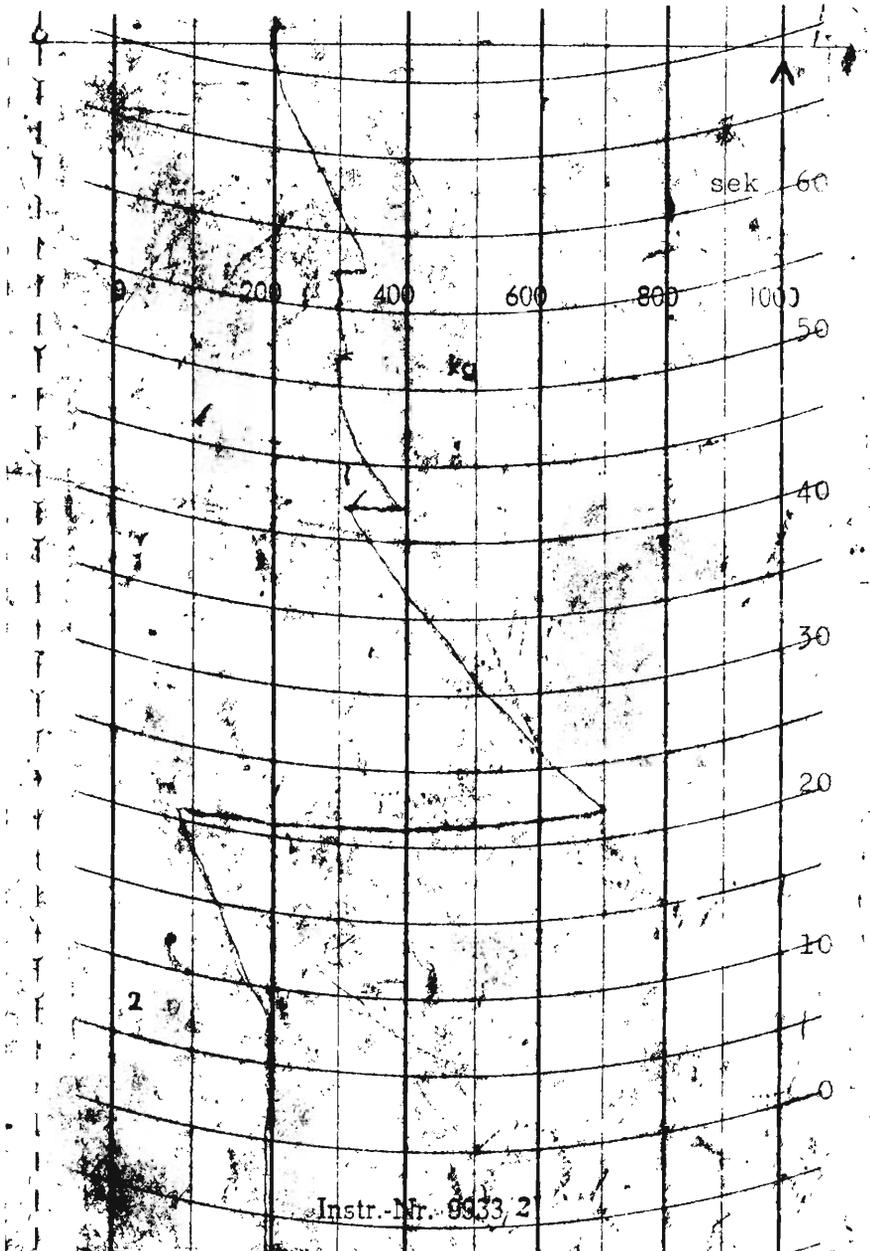
Hubhöhe: 8 m

Greiferfüllung: 100 kg

Losreißkraft: 360 kg

Gesamtzeit: 77 sek

Ort: Gut Eichenried 10. Feb. 1961



Silageentnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt

Griff Nr. 3

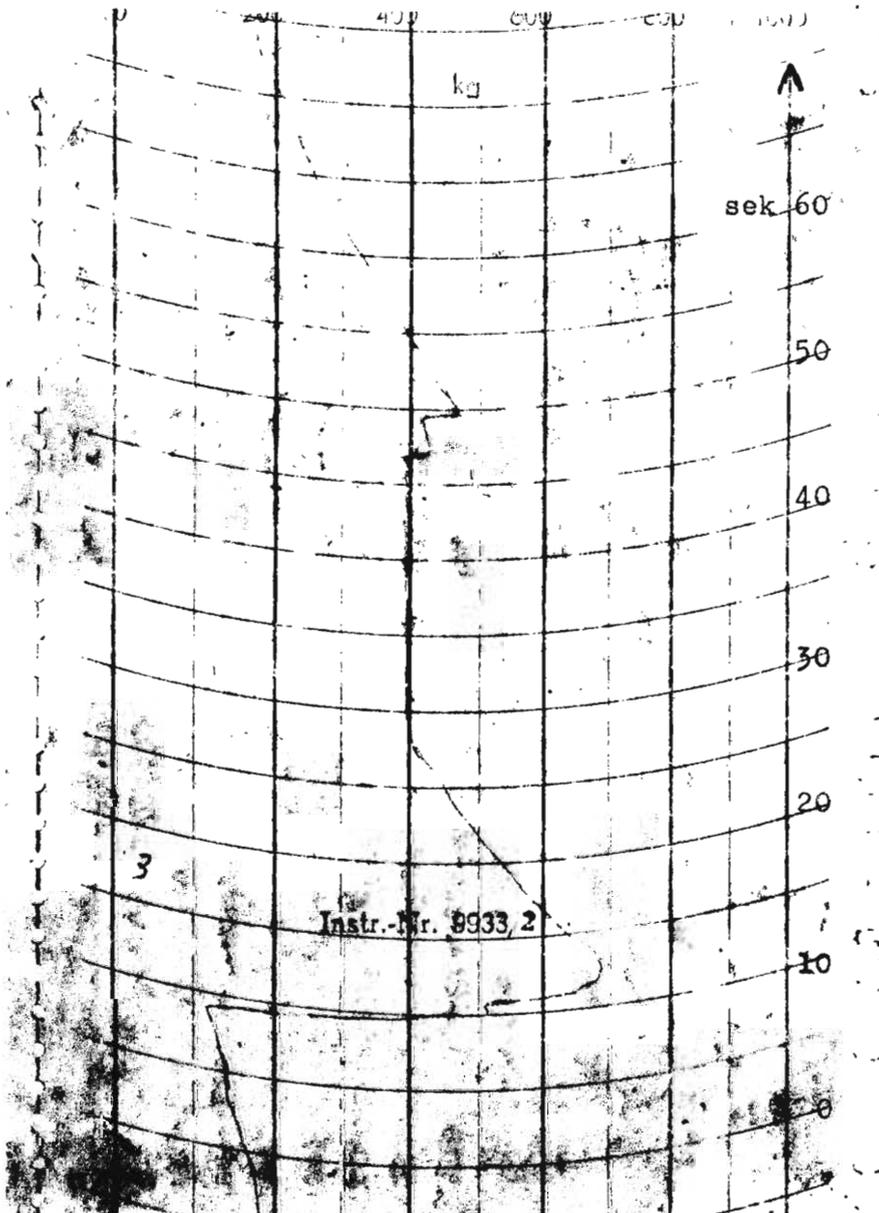
Hubhöhe: 8 m

Greiferfüllung: 200 kg

Losreißkraft: 260 kg

Gesamtzeit: 82 sek

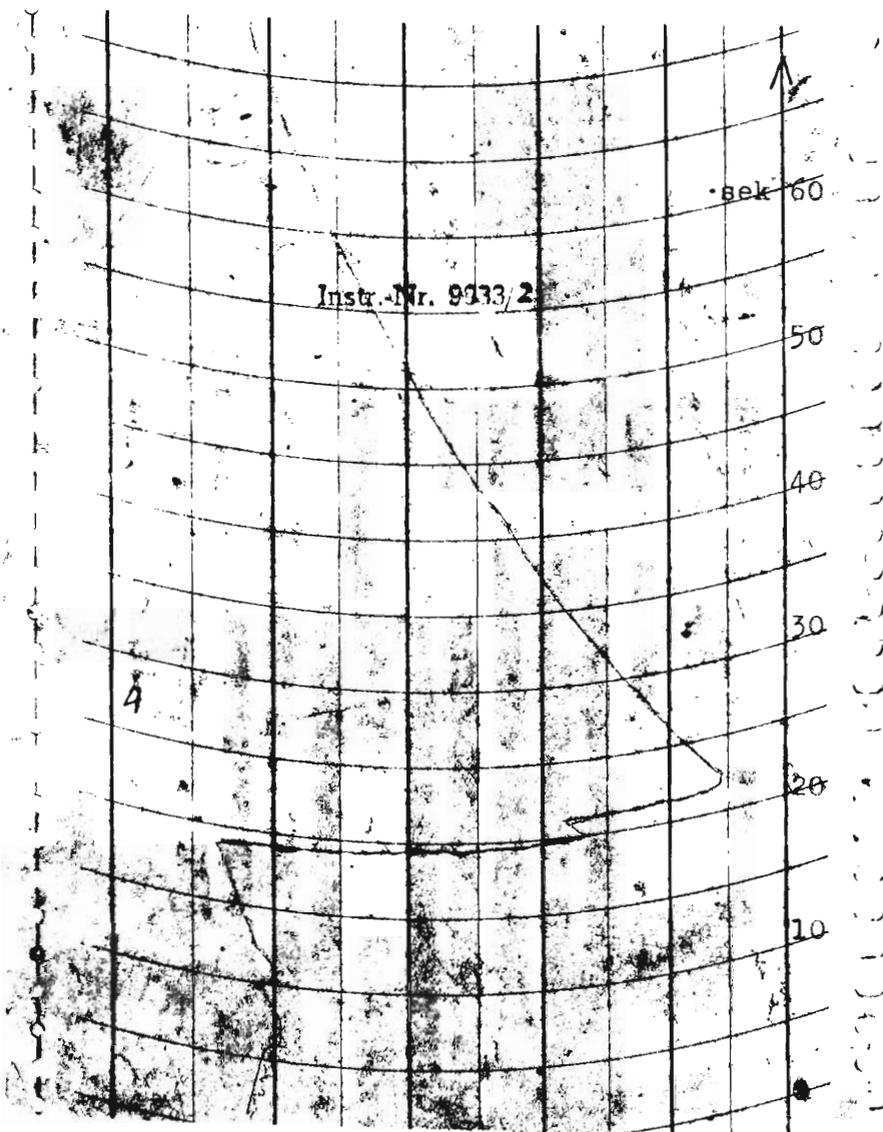
Ort: Gut Eichenried 10. Feb. 1961



Silageentnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt

Griff Nr.	4
Hubhöhe:	8 m
Greiferfüllung:	180 kg
Losreißkraft:	540 kg
Gesamtzeit:	72 sek
Ort: Gut Eichenried	10. Feb. 1961



Silageentnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt

Griff Nr. 5

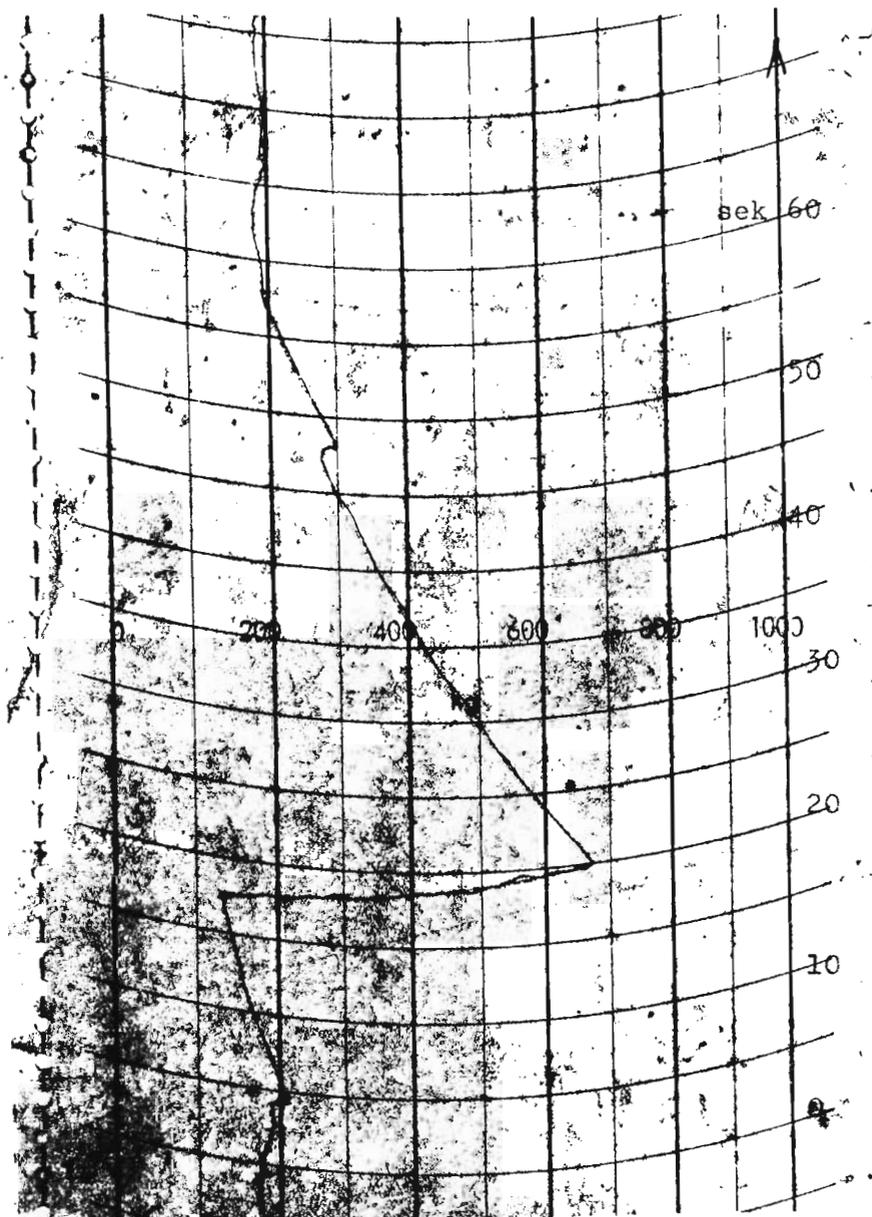
Hubhöhe: 8 m

Greiferfüllung: 100 kg

Losreißkraft: 400 kg

Gesamtzeit: 69 sek

Ort: Gut Eichenried 10. Feb. 1961



Silageentnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt

Griff Nr. 6

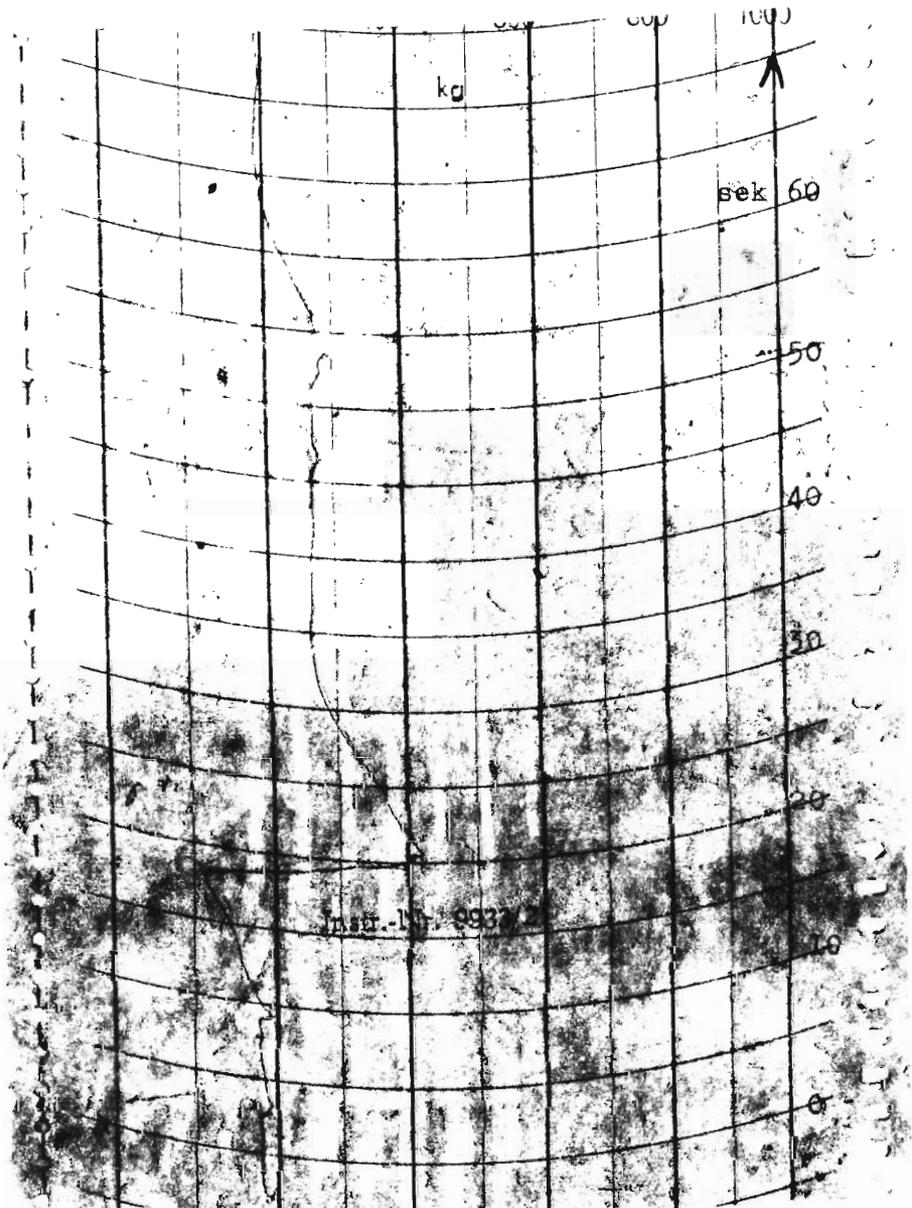
Hubhöhe: 8 m

Greiferfüllung: 90 kg

Losreißkraft: 130 kg

Gesamtzeit: 79 sek

Ort: Gut Eichenried 10. Feb. 1961



Silageentnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt

Griff Nr. 7

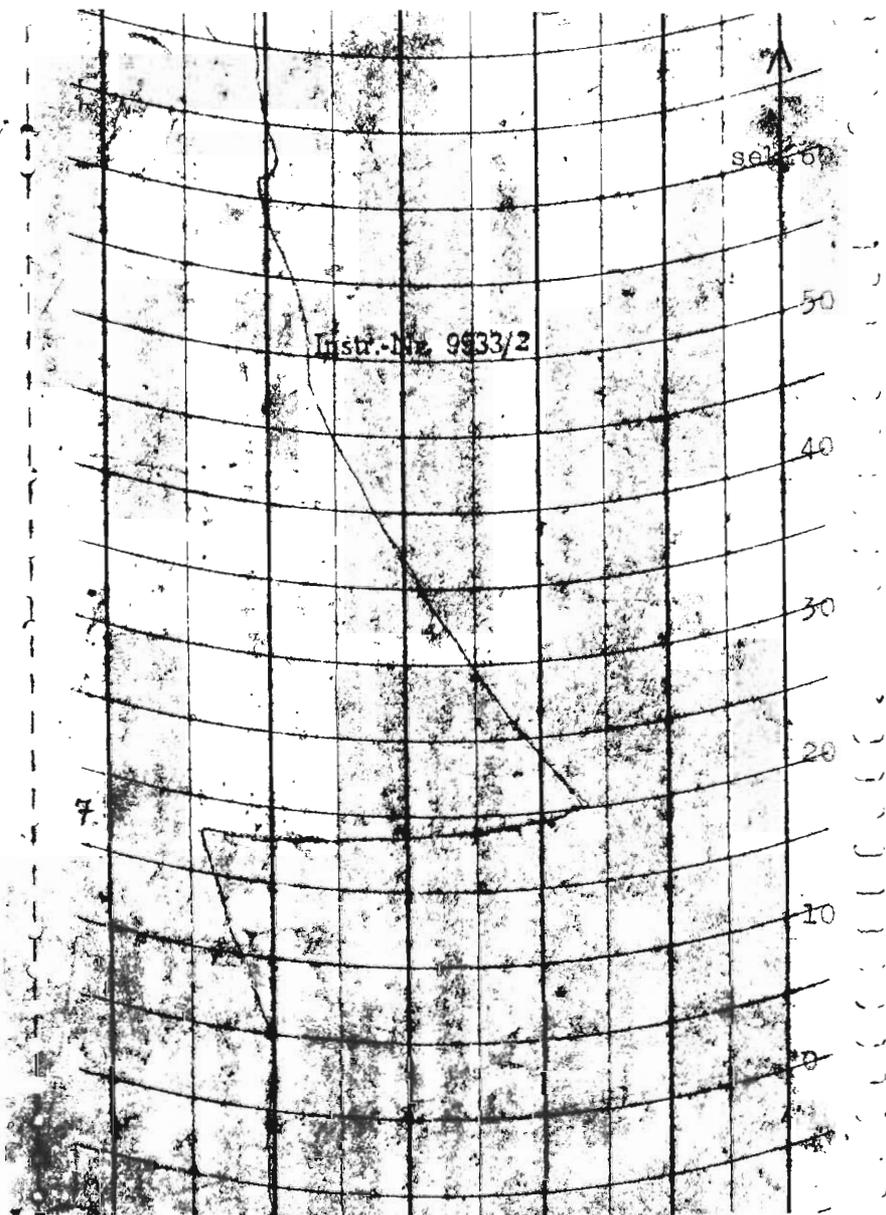
Hubhöhe: 8 m

Greiferfüllung: 80 kg

Losreißkraft: 400 kg

Gesamtzeit: 79 sek

Ort: Gut Eichenried 10. Sep. 1961



Silageentnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt

Griff:Nr. 8

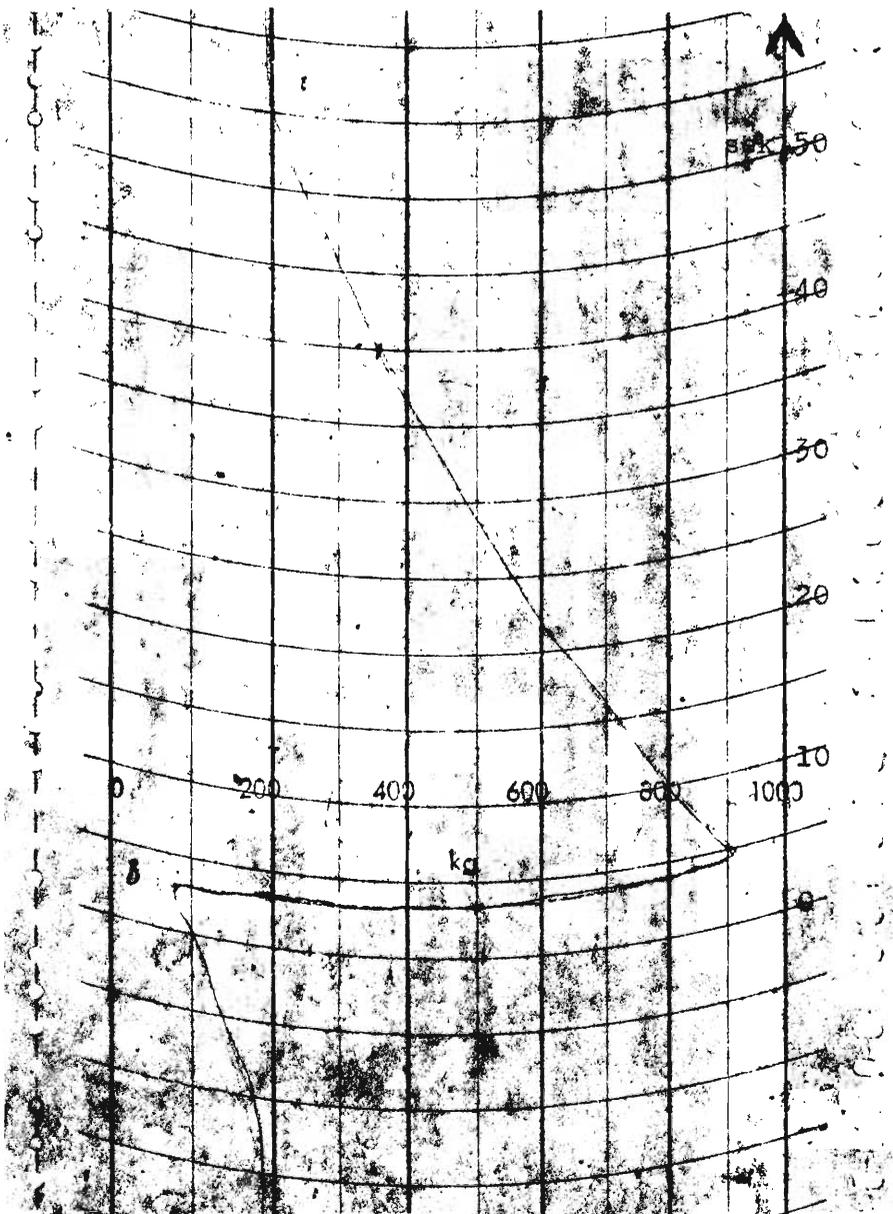
Hubhöhe: 8 m

Greiferfüllung: 150 kg

Losreißkraft: 480 kg

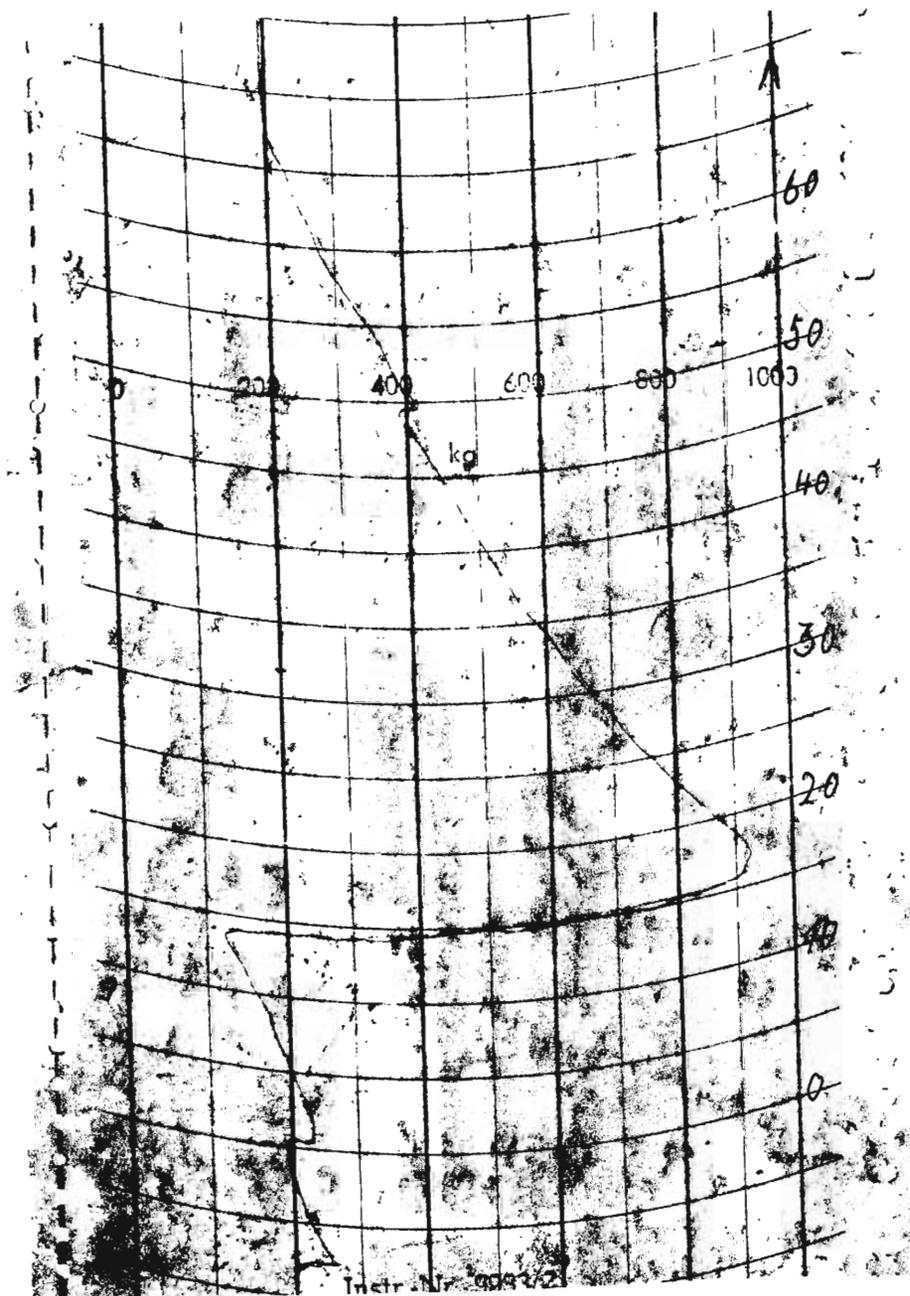
Gesamtzeit: 78 sek

Ort: Gut Eichenried 10. Feb. 1961



Silageentnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt
Griff Nr. 9
Hubhöhe: 8 m
Greiferfüllung: 200 kg
Losreißkraft: 450 kg
Gesamtzeit: 90 sek
Ort: Gut Eichenried 10. Feb. 1961



Silageentnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt

Hubhöhe: 8 m

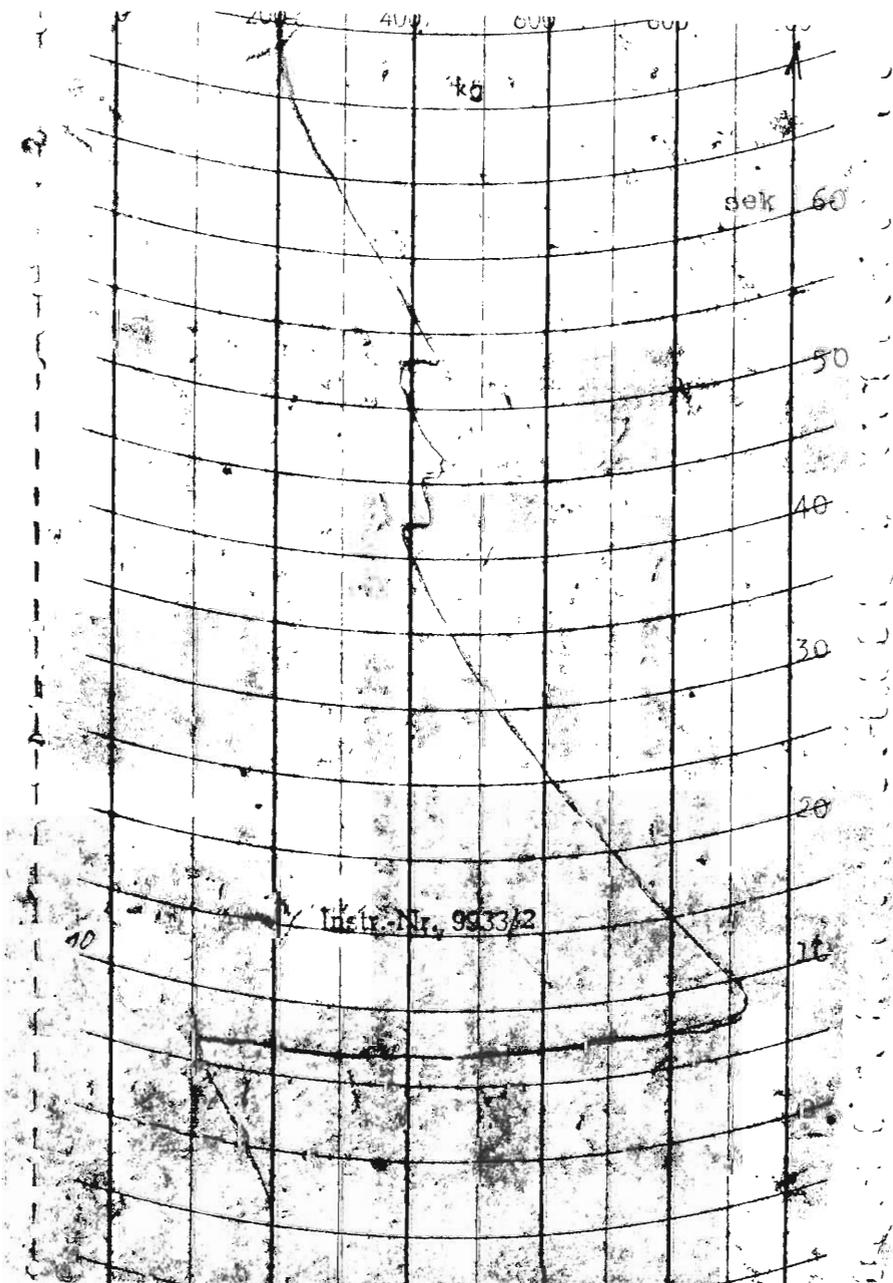
Griff Nr. 10

Greiferfüllung: 200 kg

Losreißkraft: 450 kg

Gesamtzeit: 84 sek

Ort: Gut Eichenried 10. Feb. 1961



Silageentnahme mit Selbstgreifer

Entnahmegut: Wiesengrassilage, ungehäckselt

Griff Nr. 11

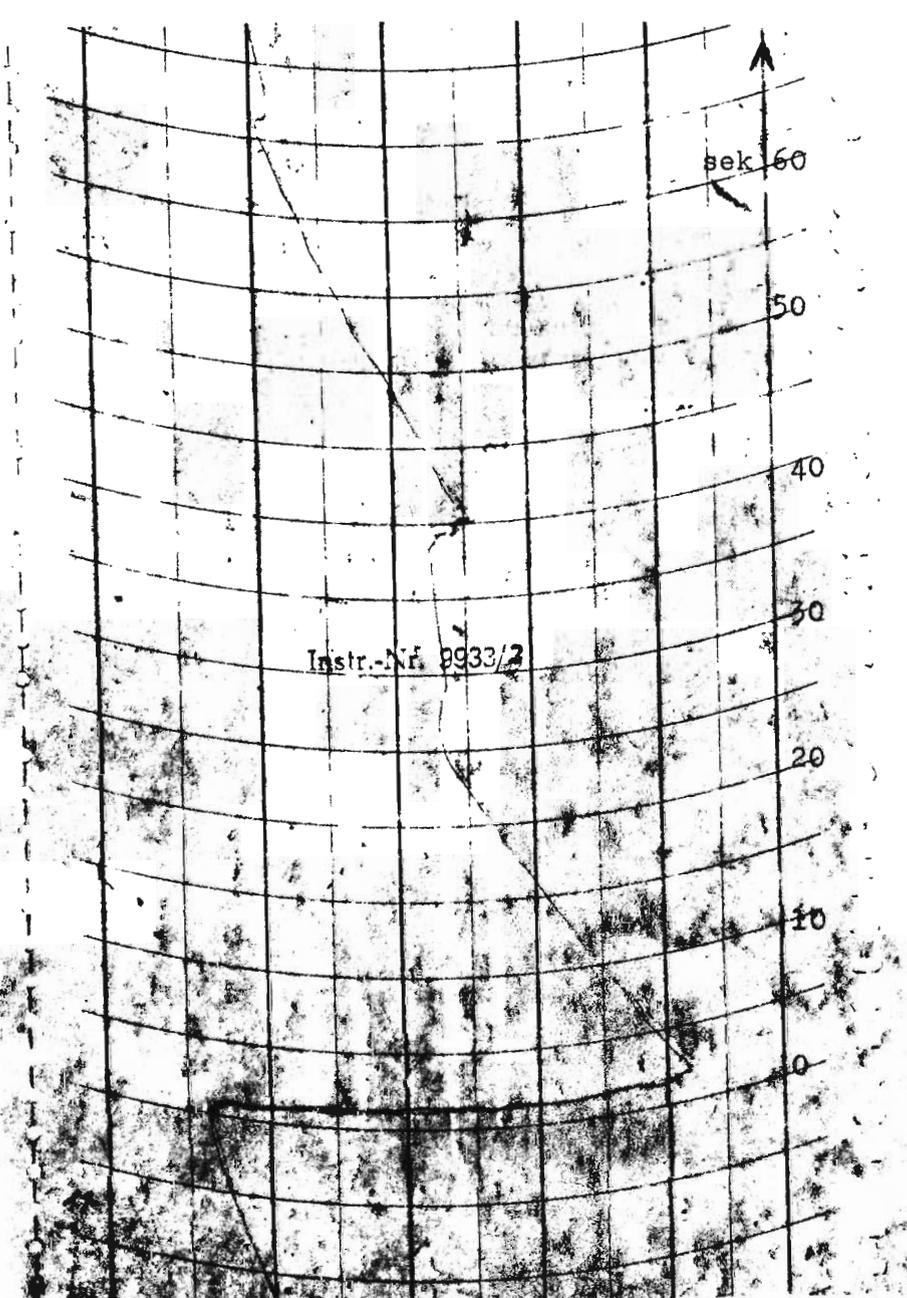
Hubhöhe: 8 m

Greiferfüllung: 250 kg

Losreißkraft: 350 kg

Gesamtzeit: 84 sek

Ort: Gut Eichenried 10. Feb. 1961



Meßwerte bei der Silobefüllung mit

Annahme-Gebläse Nr. I

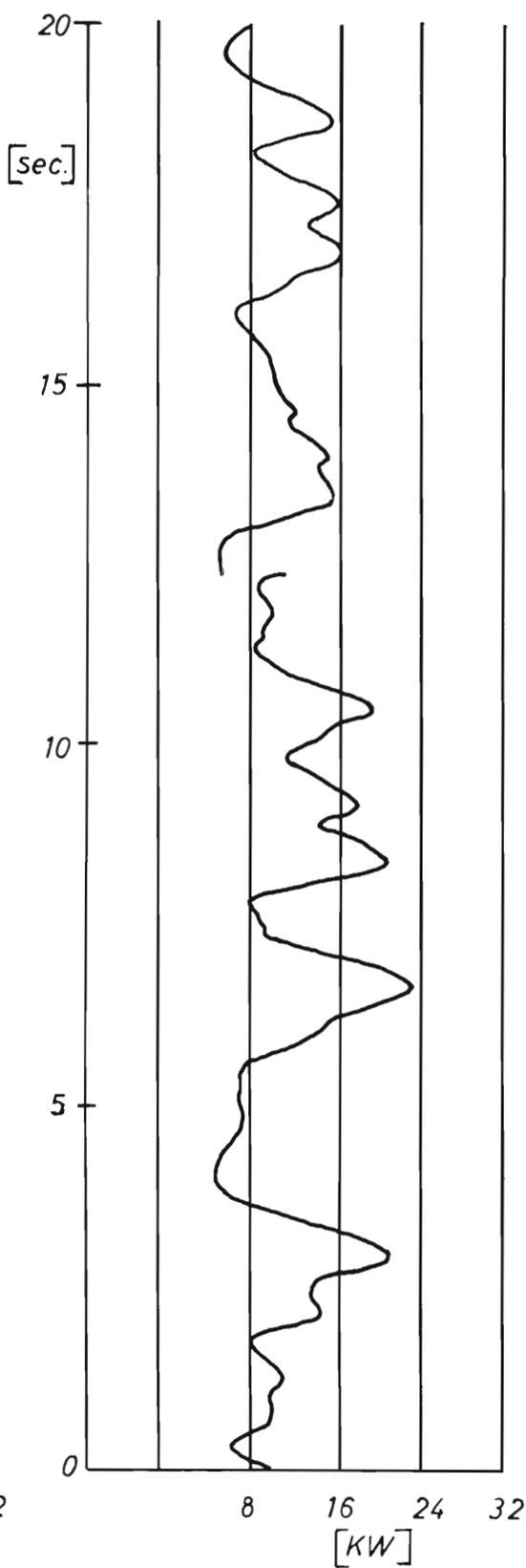
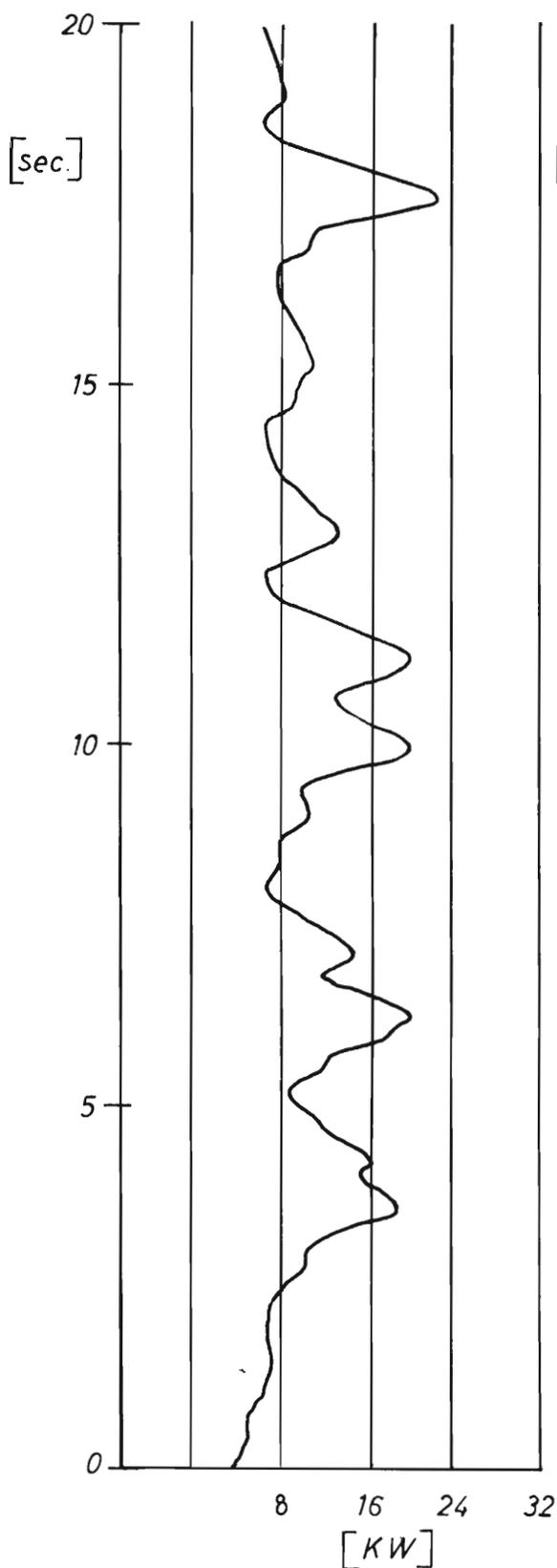
1. Erntegut: Angewelktes Wiesengras 59 % H₂O
2. Förderhöhe: 6 m
3. Häcksellänge: Kurz (2" theoretische Schnittlänge) gehäckselt (3-6 cm)
4. Rohrdurchmesser: 180 mm
5. Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette - Handzuteilung
Leerlauf kW-Bedarf: 4,5 kW

Versuchsbetrieb: Staatsgut Dürnast

Wg. Nr.	Ladegew. kg	Abladedauer min.	kW/h Verbr.	kW	kW maximal
1	820	10	2,0	18	24
2	790	8	1,8	18	26
3	1 150	14,5	2,6	16	24
4	1 310	16,5	3,4	15	21
5	1 440	15,5	2,9	16	24
<hr/>					
	5 510	64,5	12,7	-	-
	1 102	12,8	2,5	16,6	23,8

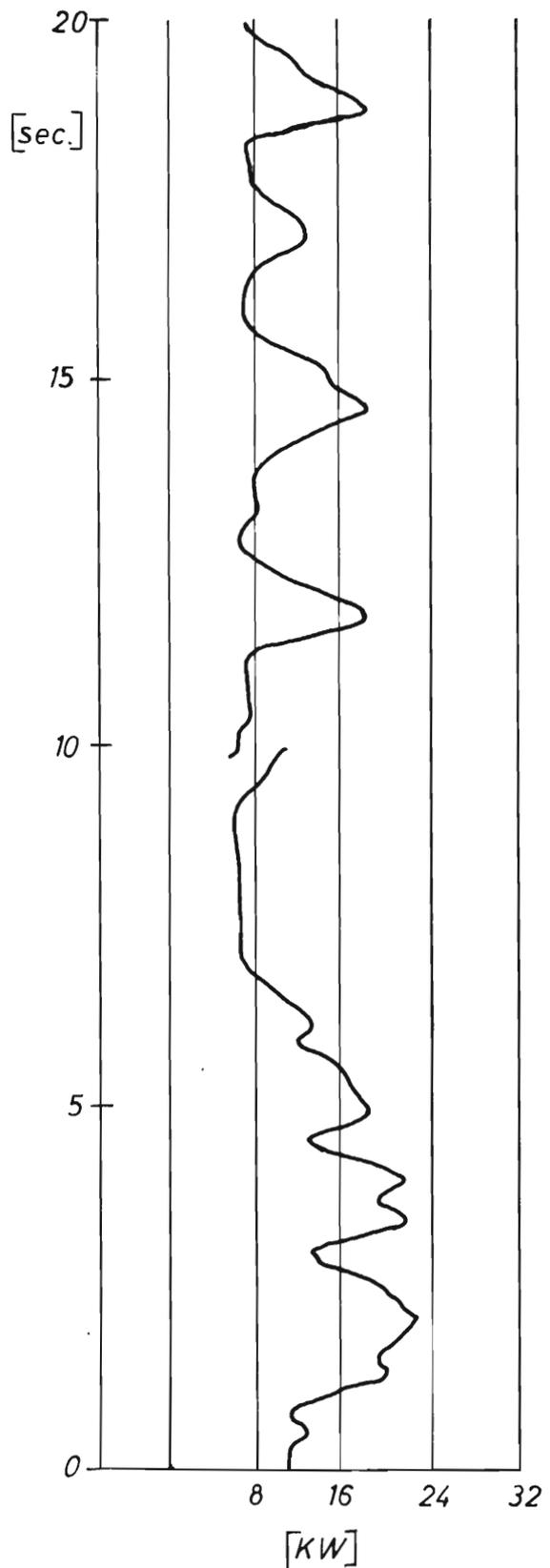
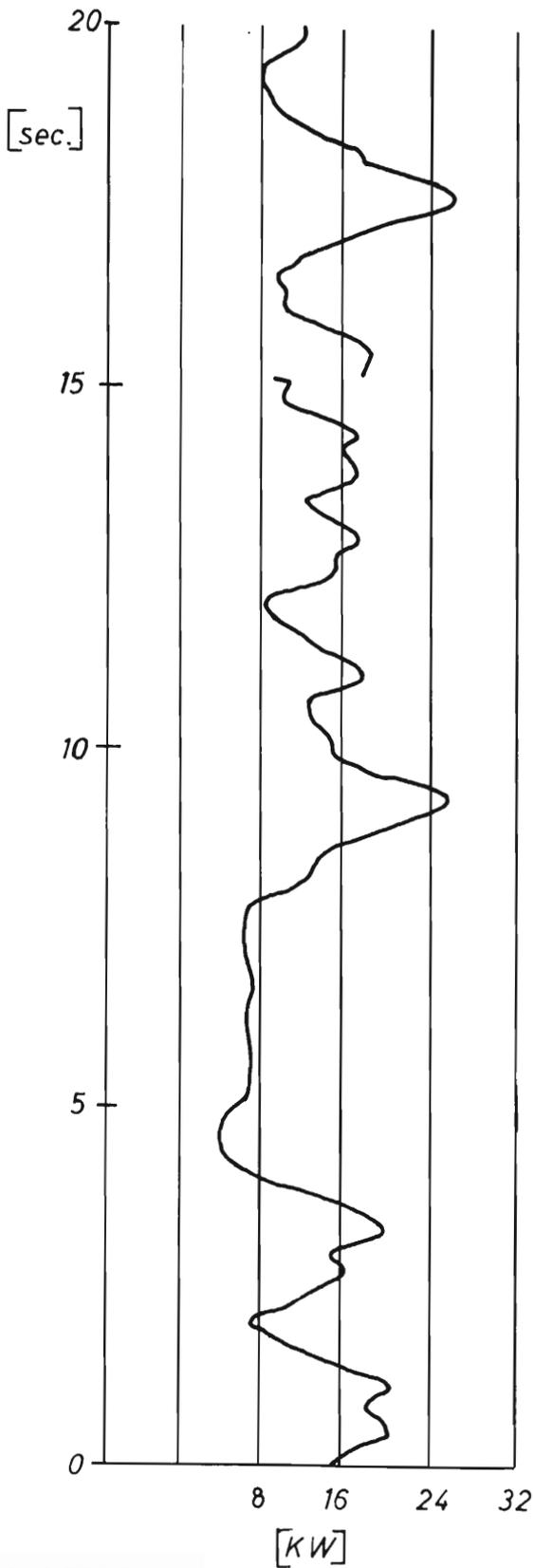
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 1

Fördergut: Angew. Wiesengras 59 % H₂O; 3-6 m,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 820 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 10 Minuten
KW-Aufnahme: ϕ -18 KW; max-24 KW



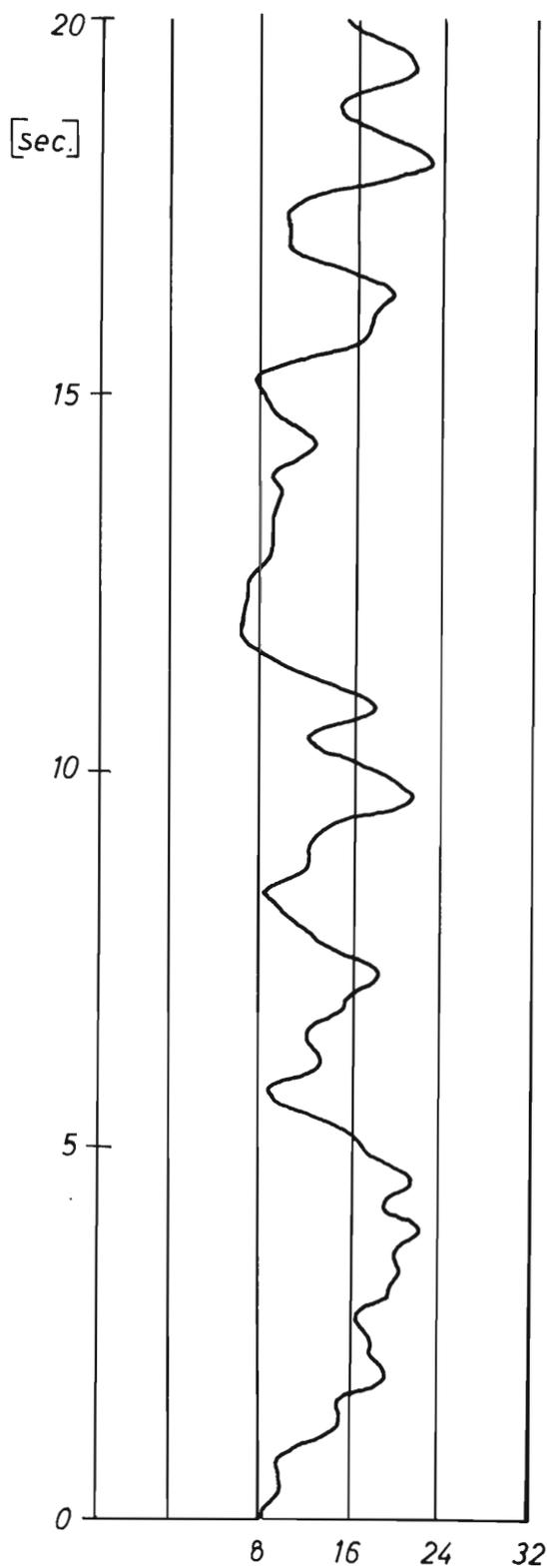
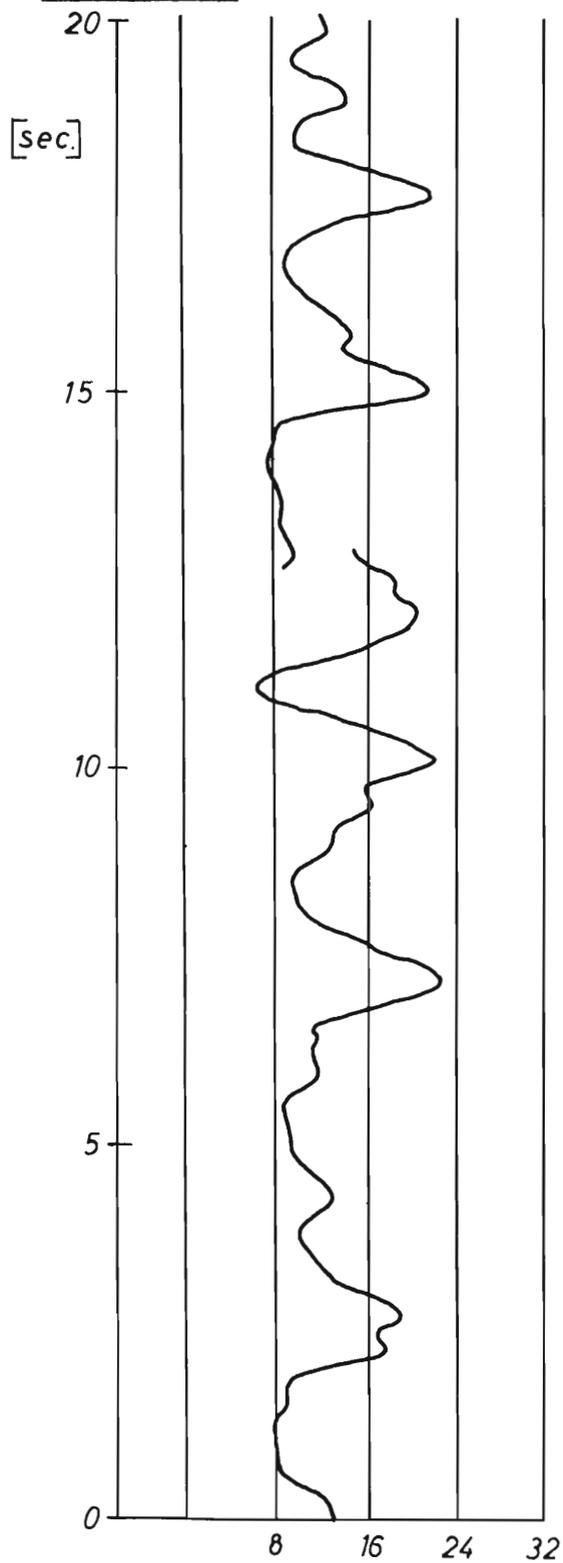
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 1

Fördergut: Angew. Wiesengras 59 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 790 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette- Handzuteilung
Abladedauer: 8 Minuten
KW-Aufnahme: $\bar{\phi} = 18 \text{ KW}$; Max. = 26 KW



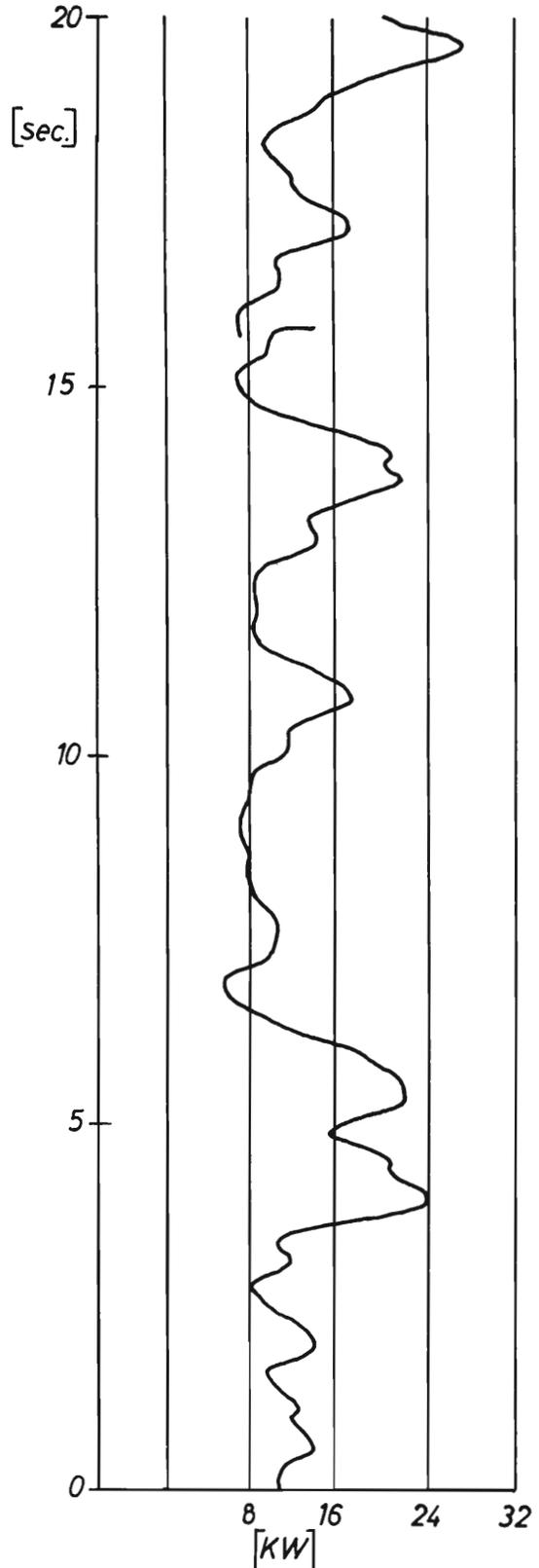
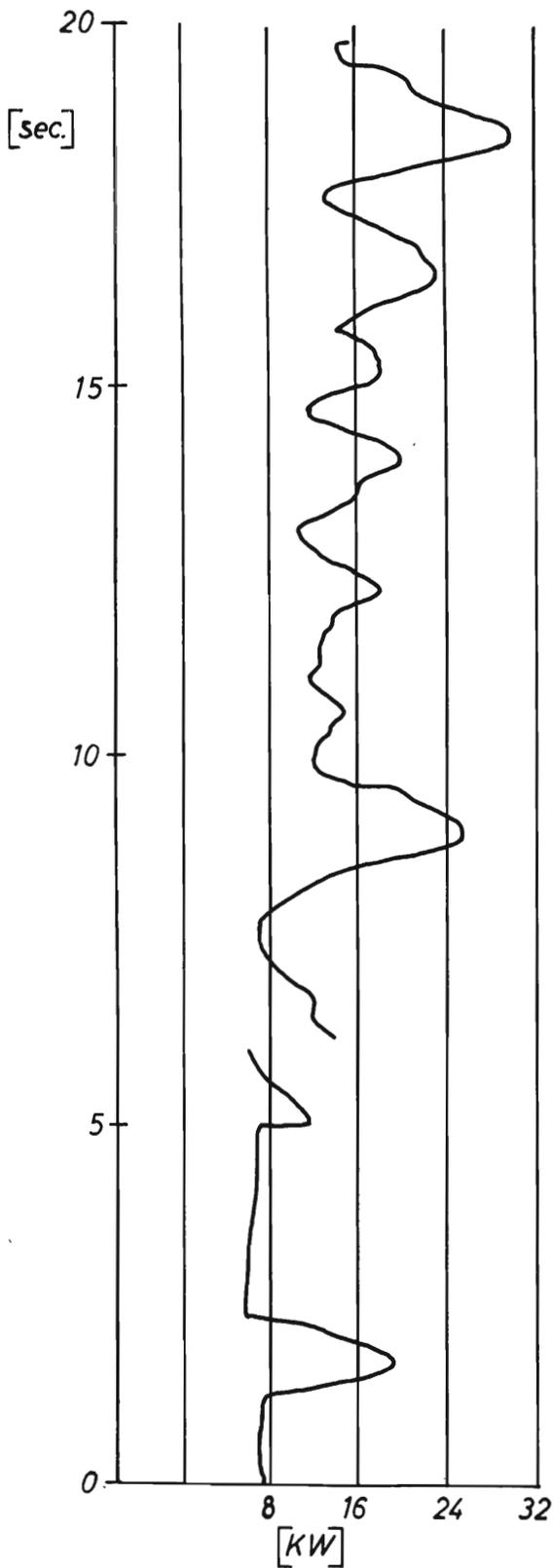
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 1

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 59 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1150 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 14,5 Minuten
KW-Aufnahme: $\bar{\phi} = 16 \text{ KW}$; Max. = 24 KW



Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegeräte Nr. 1

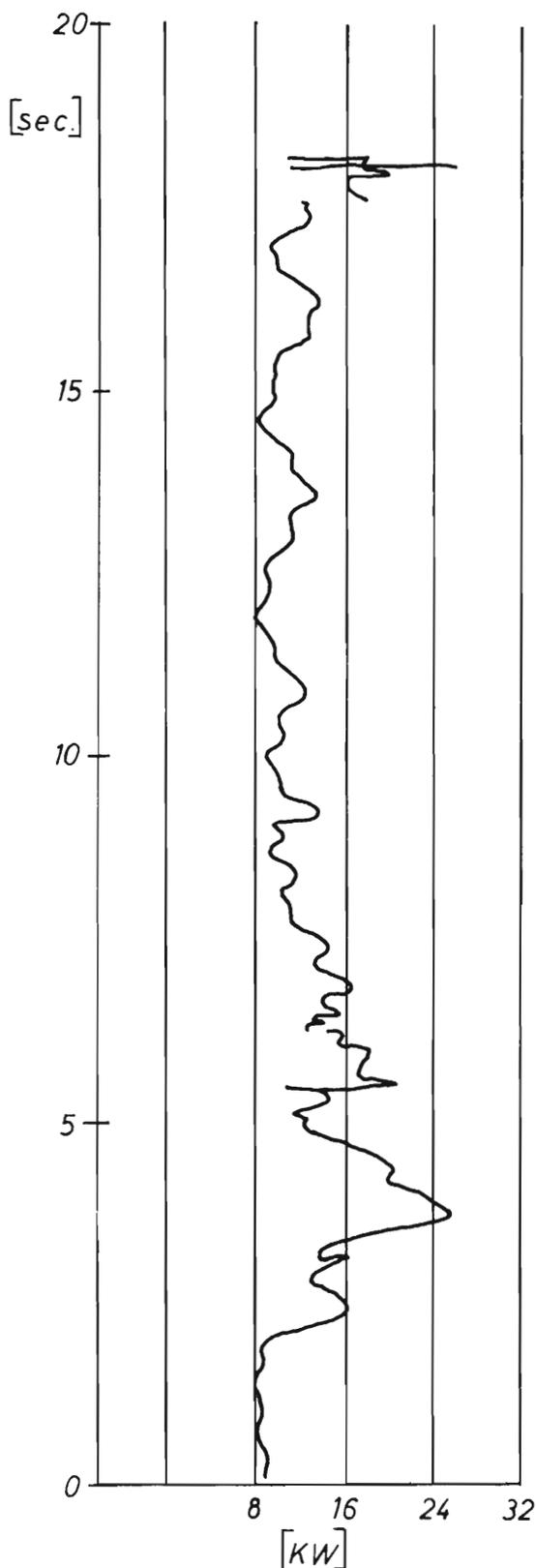
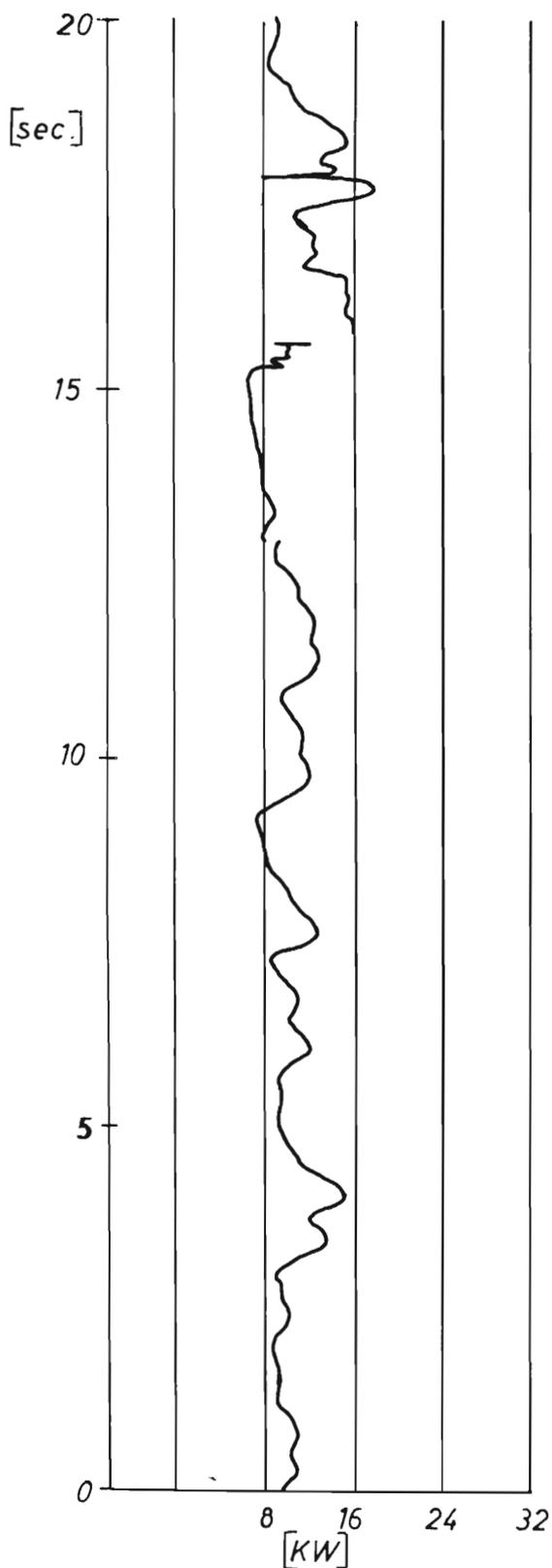
Fördergut: Angewelktes Wiesengras 59 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1310 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 16,5 Minuten
KW-Aufnahme: $\phi = 15$ KW; Max. = 21 KW



Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)

Annahmegebläse Nr.1

Fördergut: Angewellktes Wiesengras 59 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1440 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 15,5 Minuten
KW-Aufnahme: Ø = 16 KW; Max. = 24 KW



Meßwerte bei der Silobefüllung mit
Annahmegebläse Nr.2

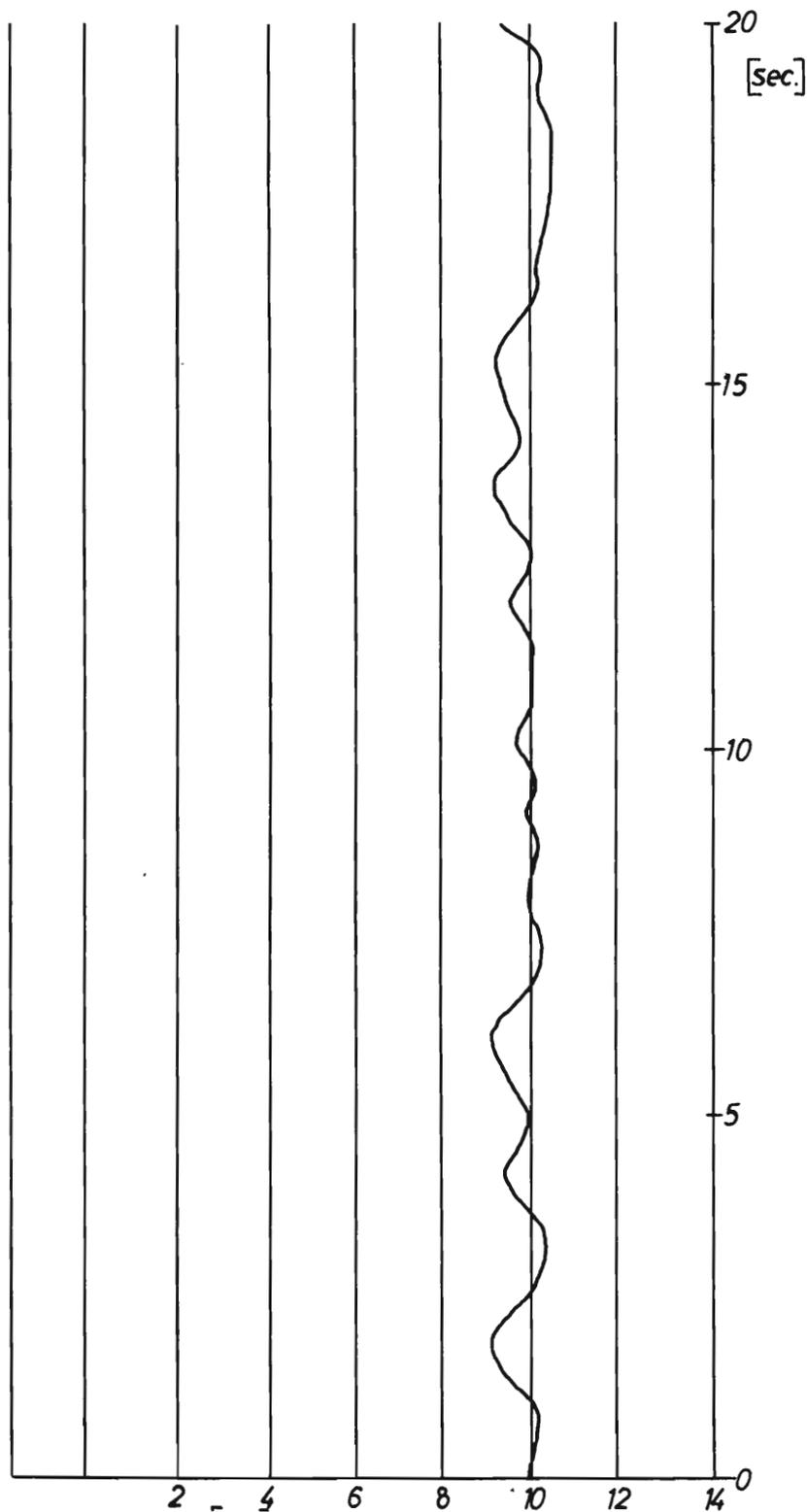
1. Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 % H₂O
2. Förderhöhe: 6 m geschlossener 90° Bogen
3. Häcksellänge: 3 - 6 cm
4. Rohrdurchmesser: 310 mm
5. Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette - Handzuteilung

Versuchsbetrieb: Wildschwaige (22. Juni 1960)

Wg. Nr.	Ladegew. kg	Abladedauer min.	kW/h Verbr.	kW ϕ	kW maximal
1	1 410	10	2,5	9,5	10,5
2	1 490	11	2,4	9,8	10,5
3	2 120	11	2,7	10,0	10,5
4	1 160	6	1,4	9,5	10,2
5	1 590	9	2,0	9,5	10,0
6	1 610	12	2,7	9,7	10,2
7	1 430	10	2,2	9,5	10,0
<hr/>					
	10 810	69	15,9	-	-
	1 544	9,8	2,3	9,6	10,3

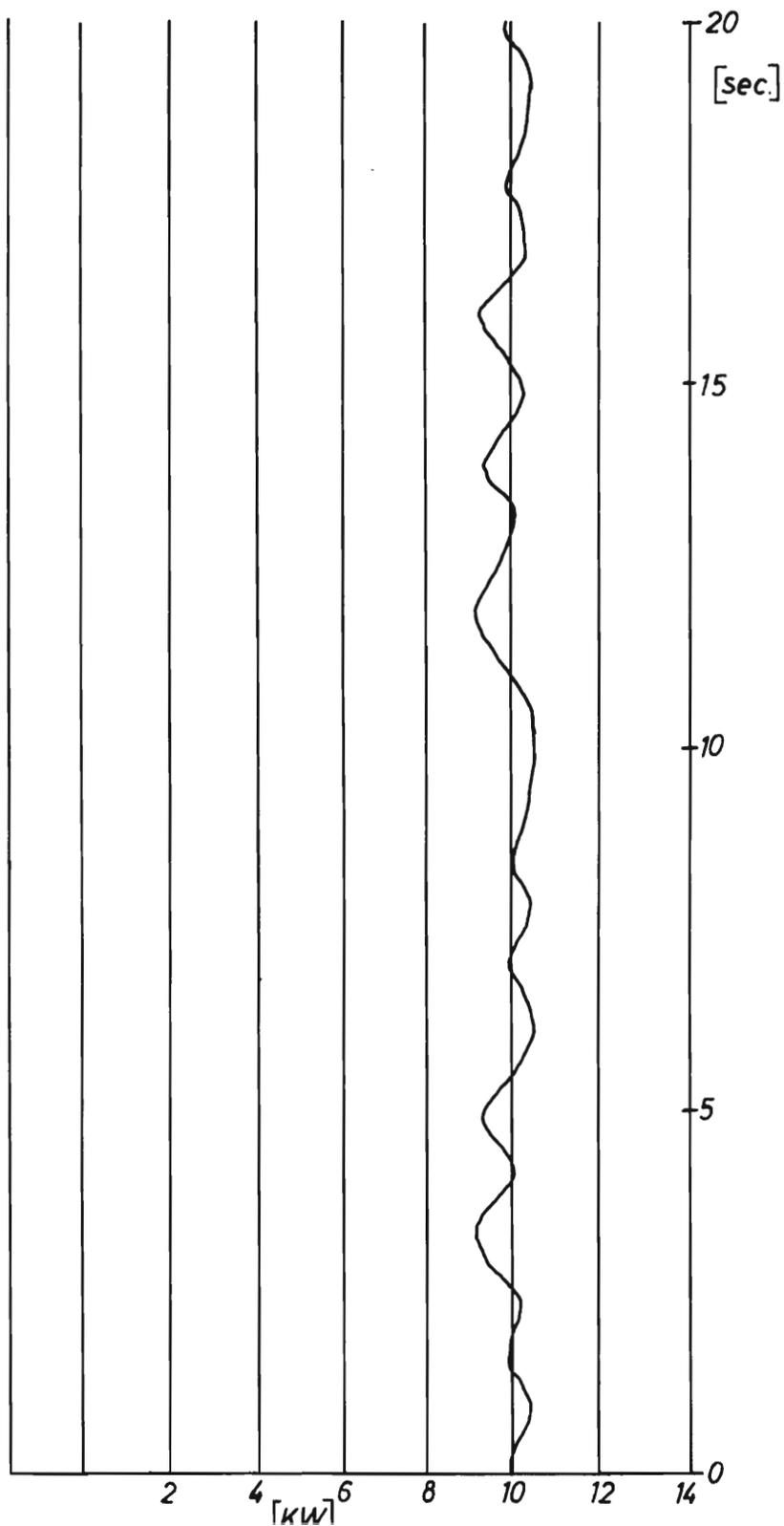
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 2

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 60-65 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1410 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 10 Minuten
KW-Aufnahme: $\varnothing = 9,5 \text{ KW}$ max. = 10,5 KW



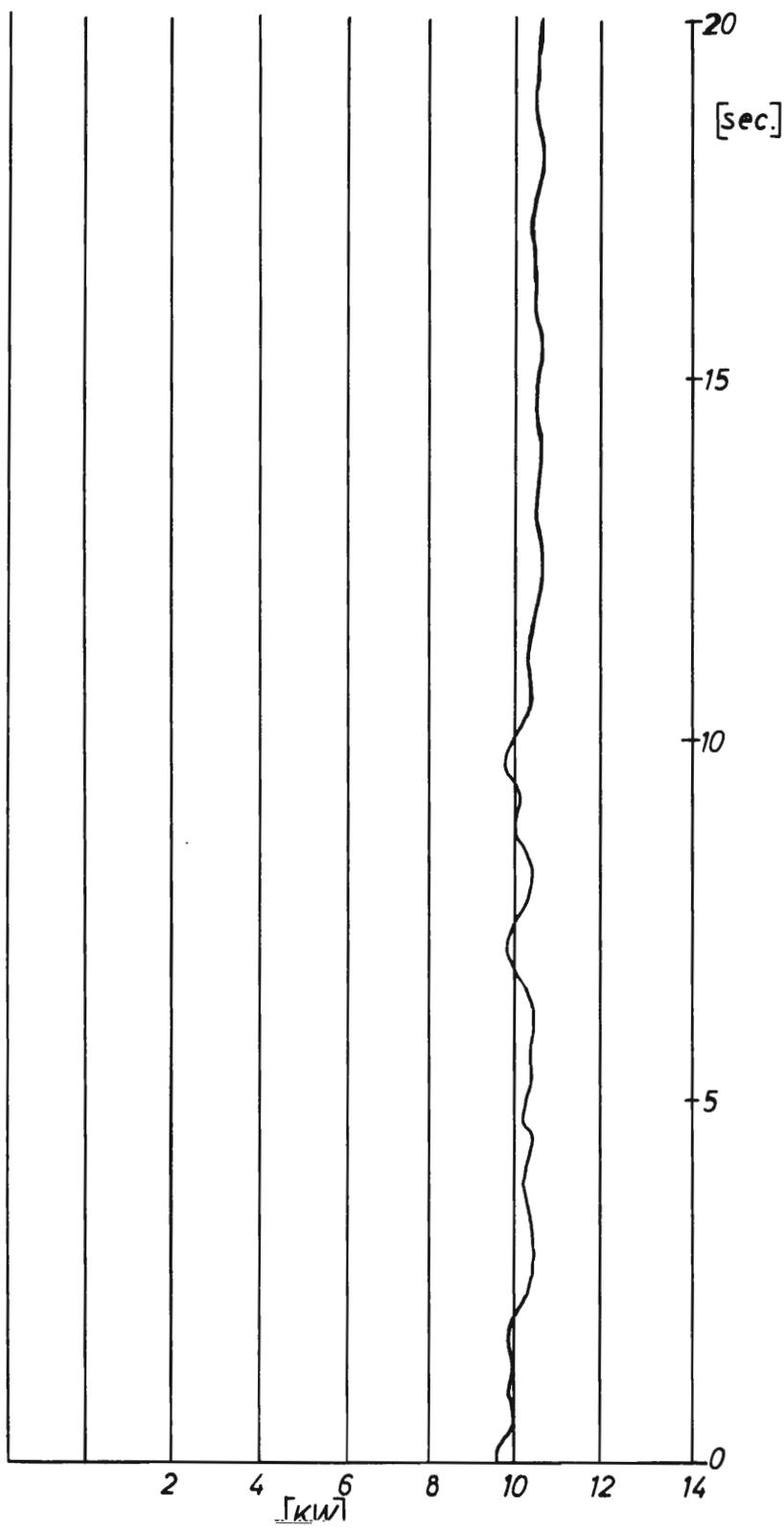
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 2

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 60-65 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1490 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 11 Minuten
KW-Aufnahme: $\bar{\phi} = 9,8$ max. = 10,5 KW



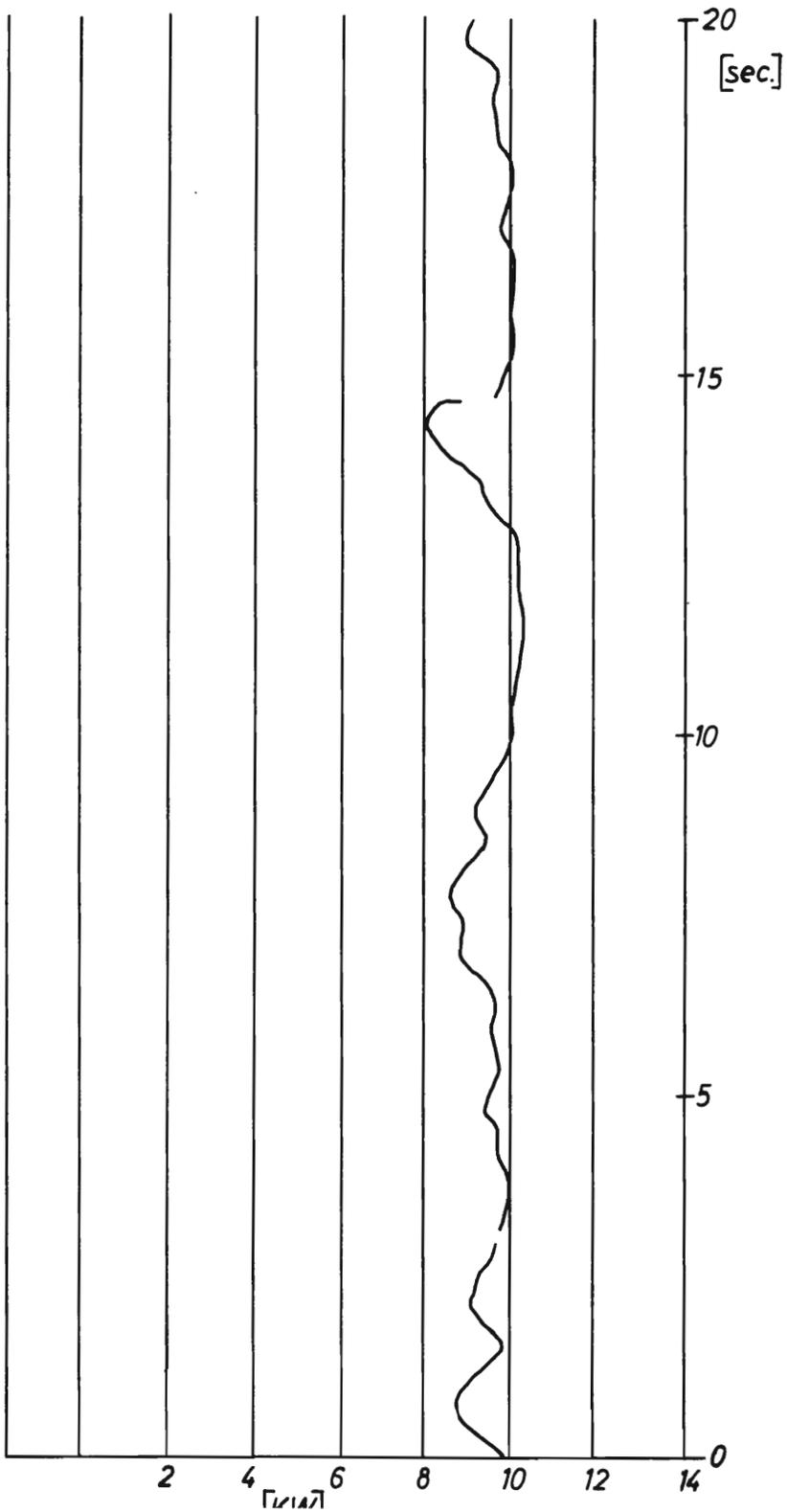
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 2

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 60-65 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 2120 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 11 Minuten
KW-Aufnahme: $\varphi = 10$ KW max. = 10,5



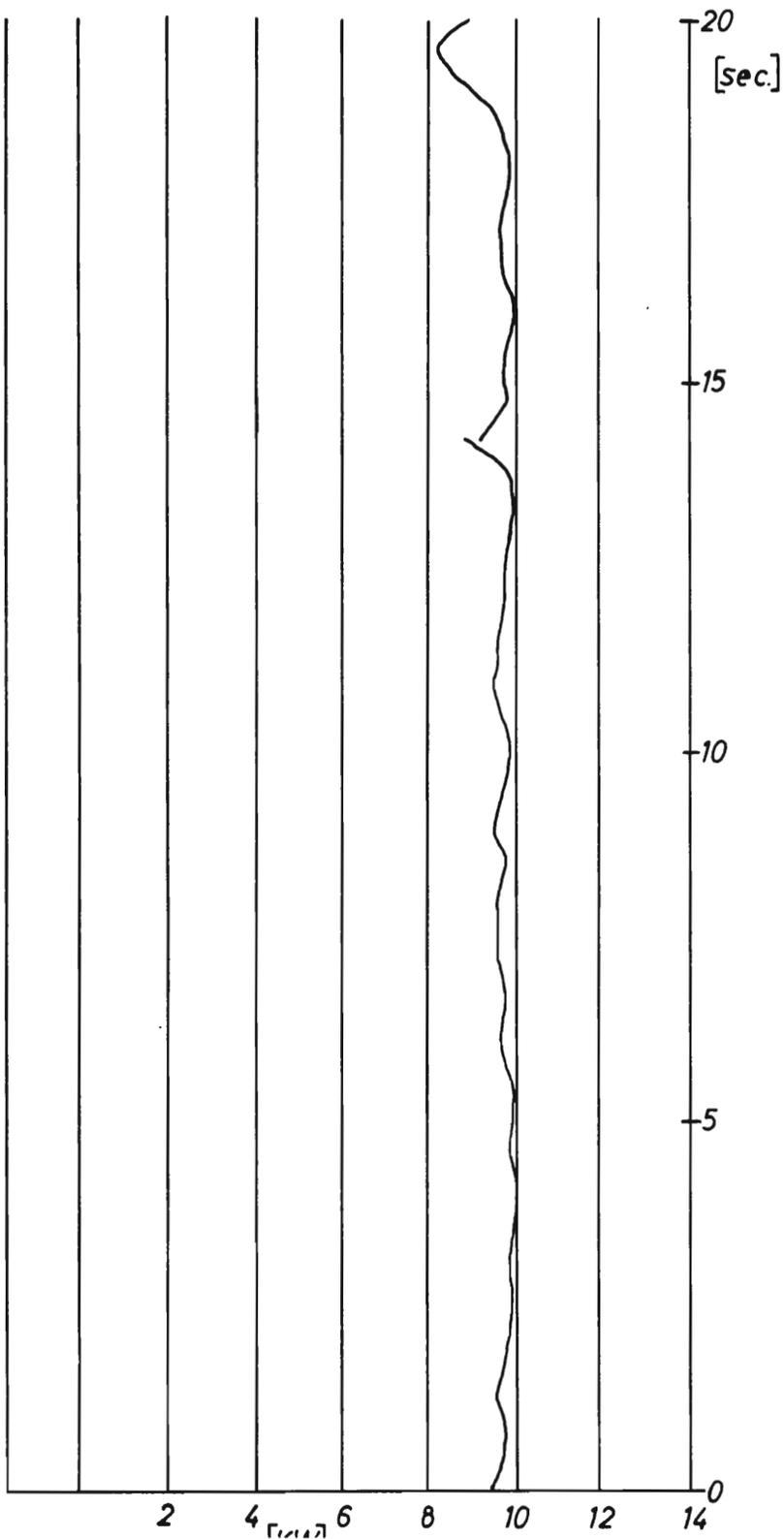
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 2

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 60-65 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1160 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 6 Minuten
K^w-Aufnahme: $\phi = 9,5 \text{ KW max.} = 10,2 \text{ KW}$



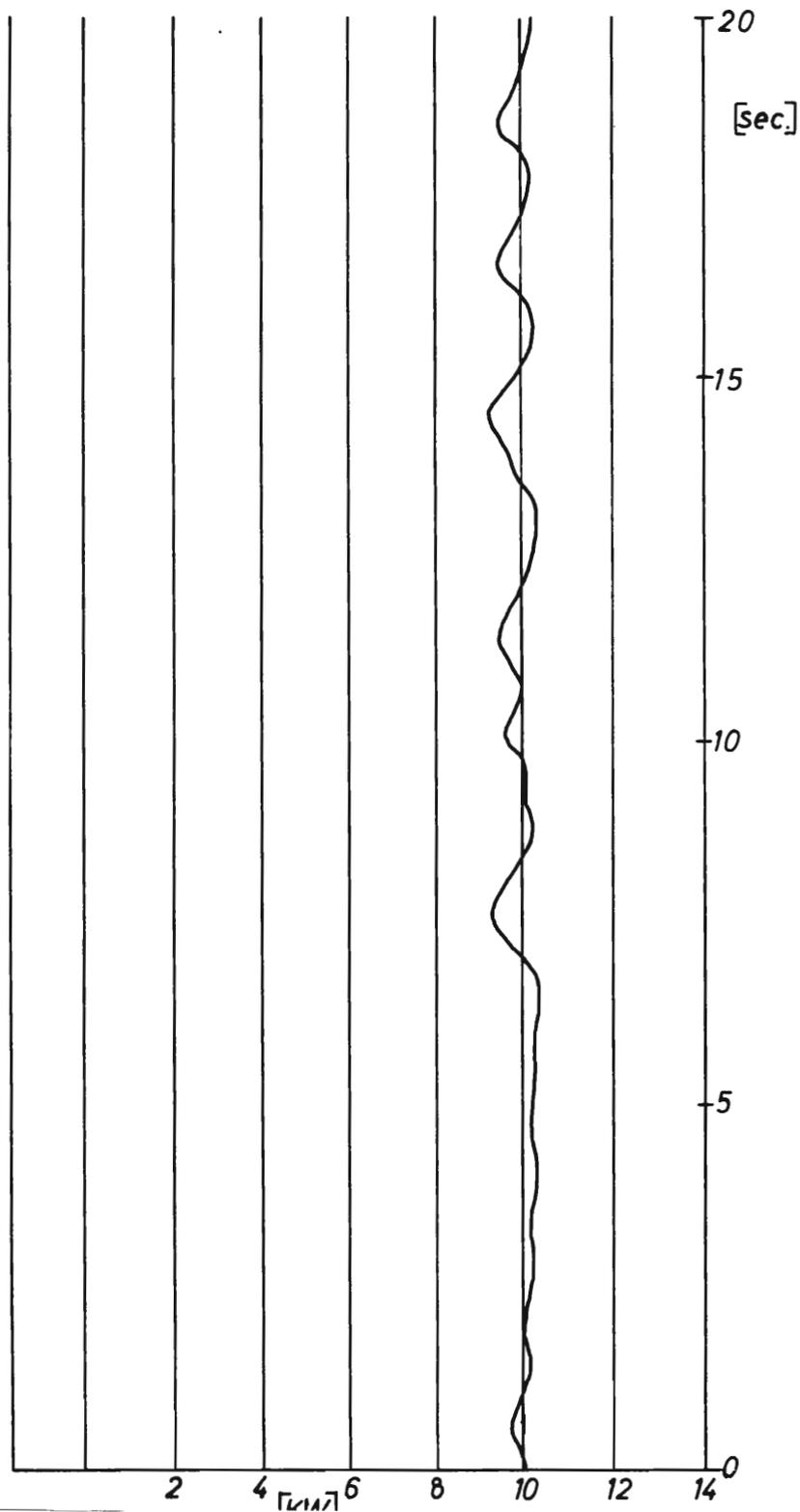
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmehöblase Nr. 2

Fördergut: Angewelktes Wiesen gras 60-65 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1590 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 9 Minuten
Kw-Aufnahme: $\varnothing = 9,5 \text{ KW}$ max. = 10 KW



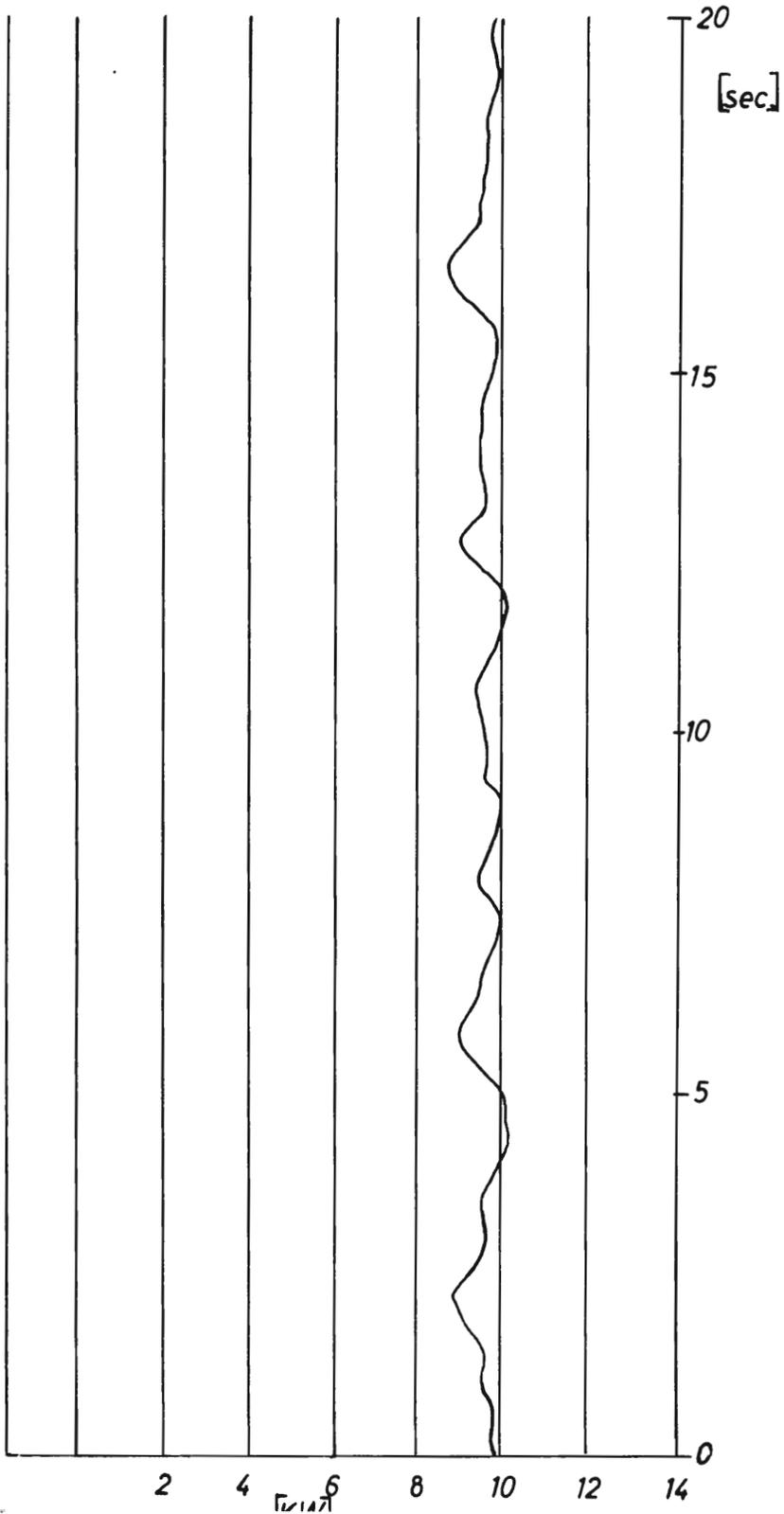
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 2

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 60-65% H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1610 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 12 Minuten
KW-Aufnahme: $\bar{\phi} = 3,7$ KW max. = 10,2 KW



Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 2

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 60-65 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1430 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 10 Minuten
KW-Aufnahme: $\phi = 9,5$ KW max. = 10 KW



Meßwerte bei der Silobefüllung mit
Annahmegebläse Nr.3

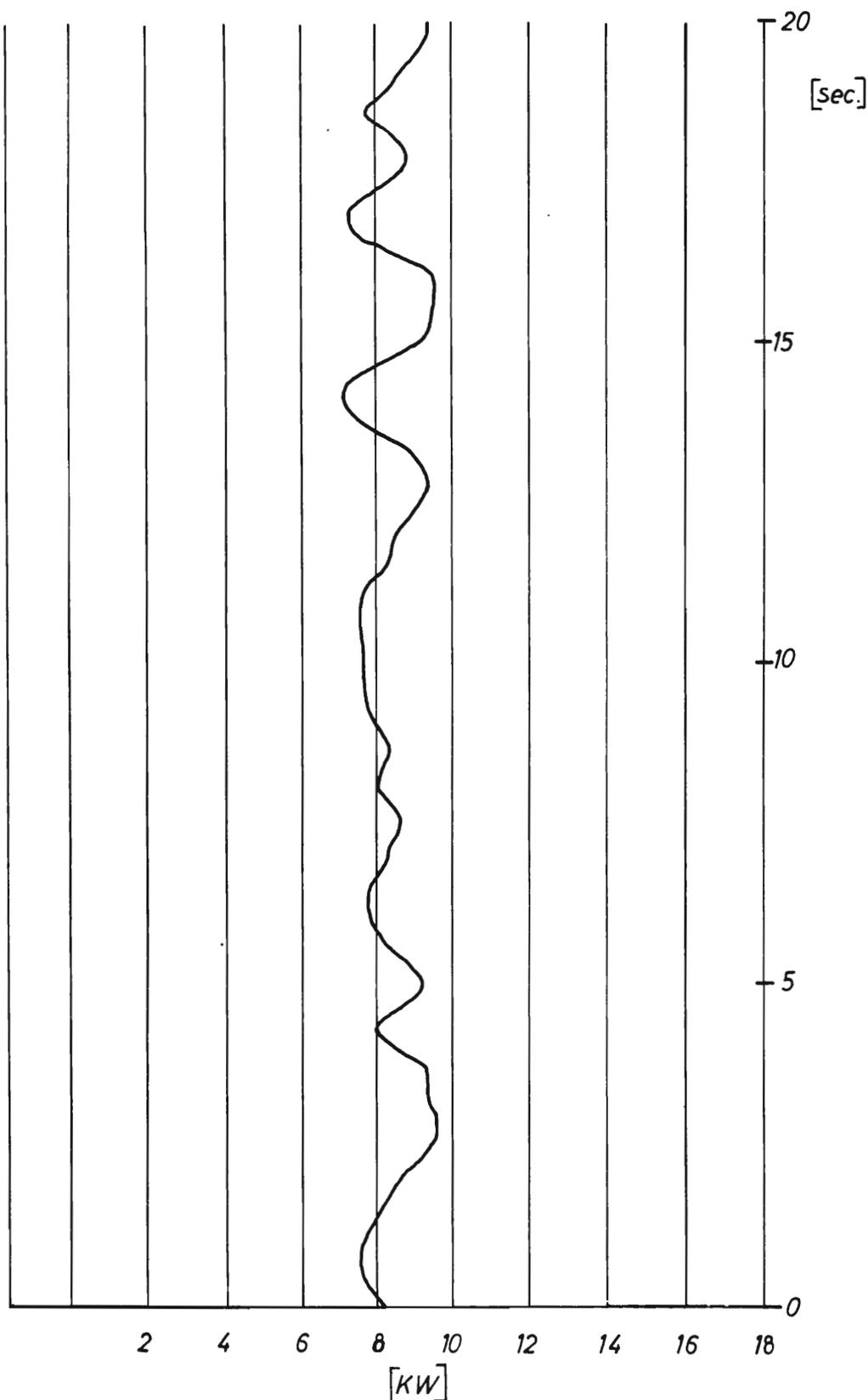
1. Erntegut: Angewelktes Wiesengras 65 % H₂O
 2. Förderhöhe: 6 m geschlossener 180° Bogen
 3. Häcksellänge: 3 - 6 cm
 4. Rohrdurchmesser: 310 mm
 5. Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette - Handzuteilung

Versuchsbetrieb: Wildschwaige (4. und 5. August 1960)

Wg. Nr.	Ladegew. kg	Abladedauer min.	kW/h Verbr.	kW	kW maximal
1	1 692	15,0	3,0	8,5	9,4
2	1 380	13,5	2,5	8,1	9,0
3	1 970	15,5	2,9	8,5	9,7
4	2 450	15,0	3,7	8,4	9,1
5	2 980	15	3,8	8,6	9,4
<hr/>					
	10 472	74	15,9	-	-
	2 094	14,8	3,2	8,4	9,3

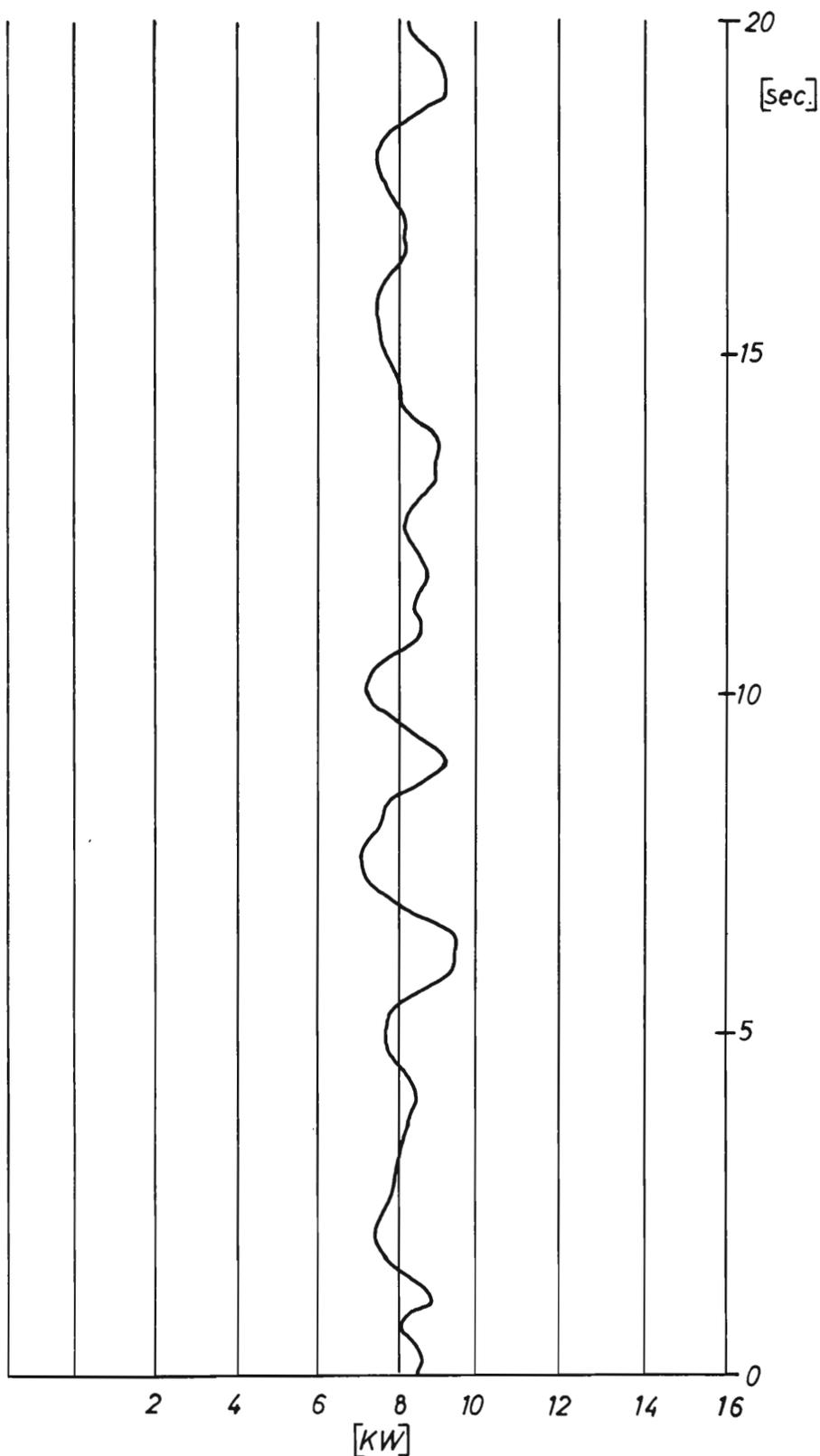
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 3

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 60-65 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1692 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 15 Minuten
KW-Aufnahme: $\bar{\phi} = 8,5$ KW max. = 9,4 KW



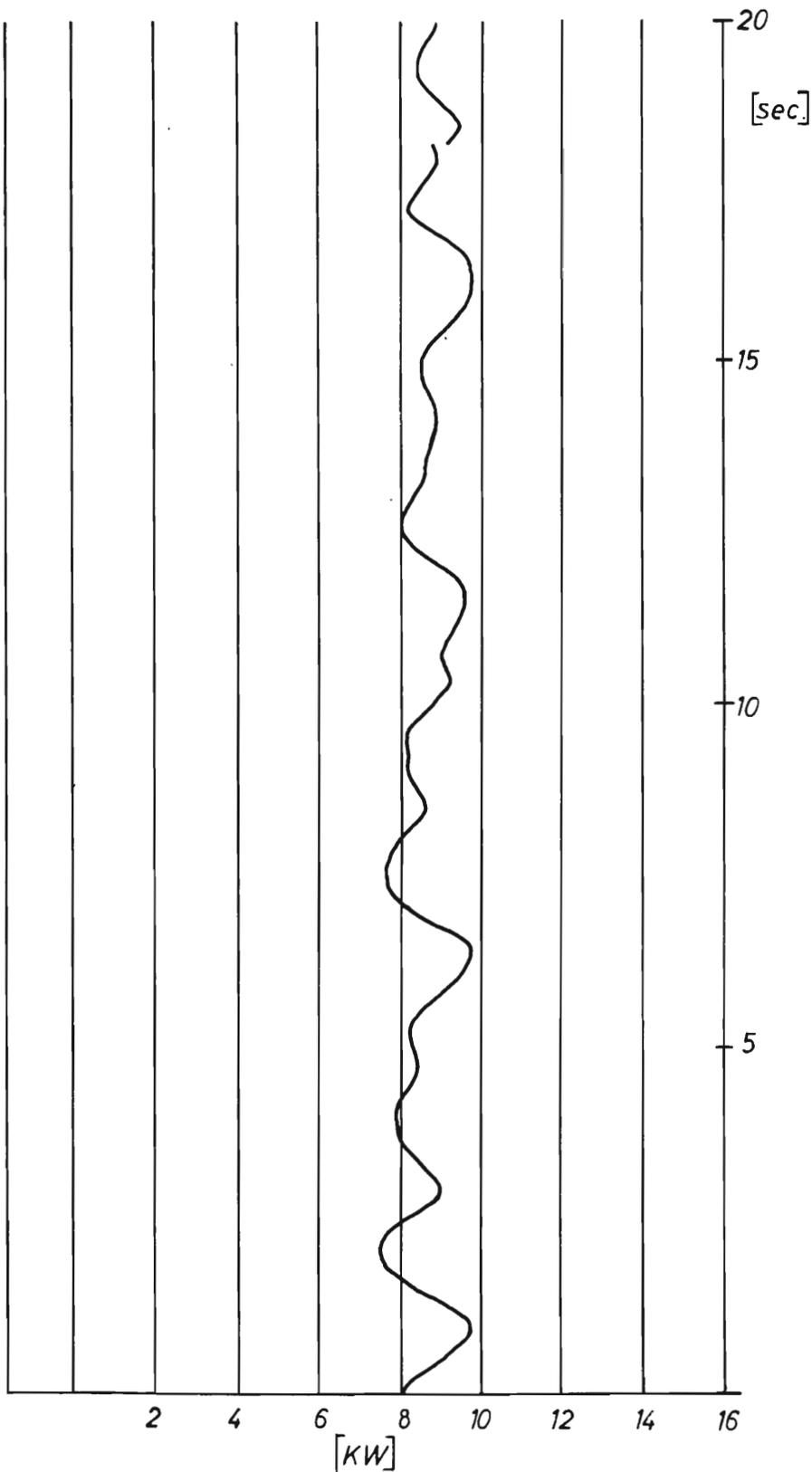
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 3

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 60-65 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1380 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 13,5 Minuten
KW-Aufnahme: $\phi = 8,1$ max. = 9,0 KW



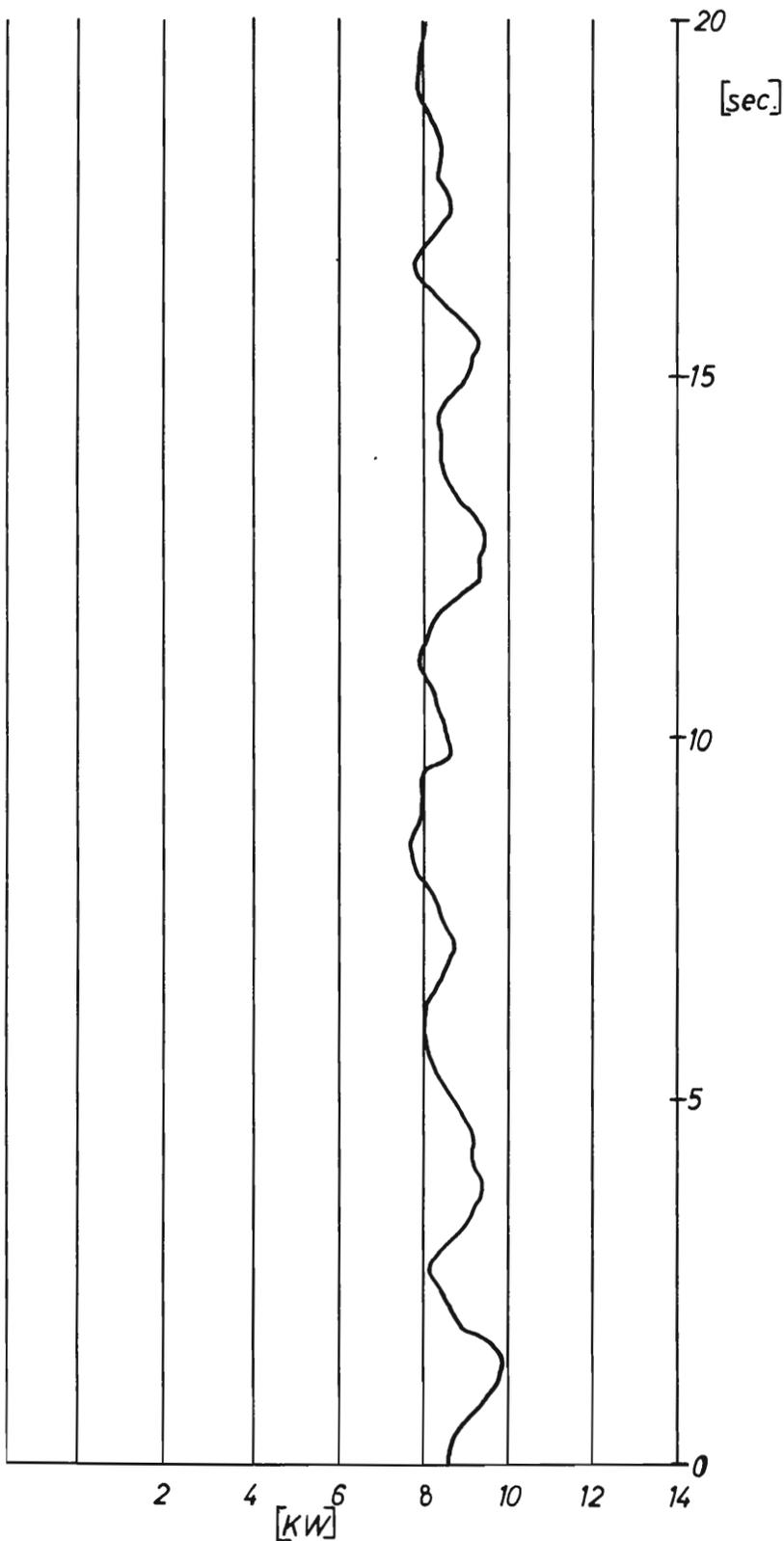
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 3

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 60-65 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 1970 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Handzuteilung
Abladedauer: 15,5 Minuten
KW-Aufnahme: ○ = 8,5 KW max. = 9,7



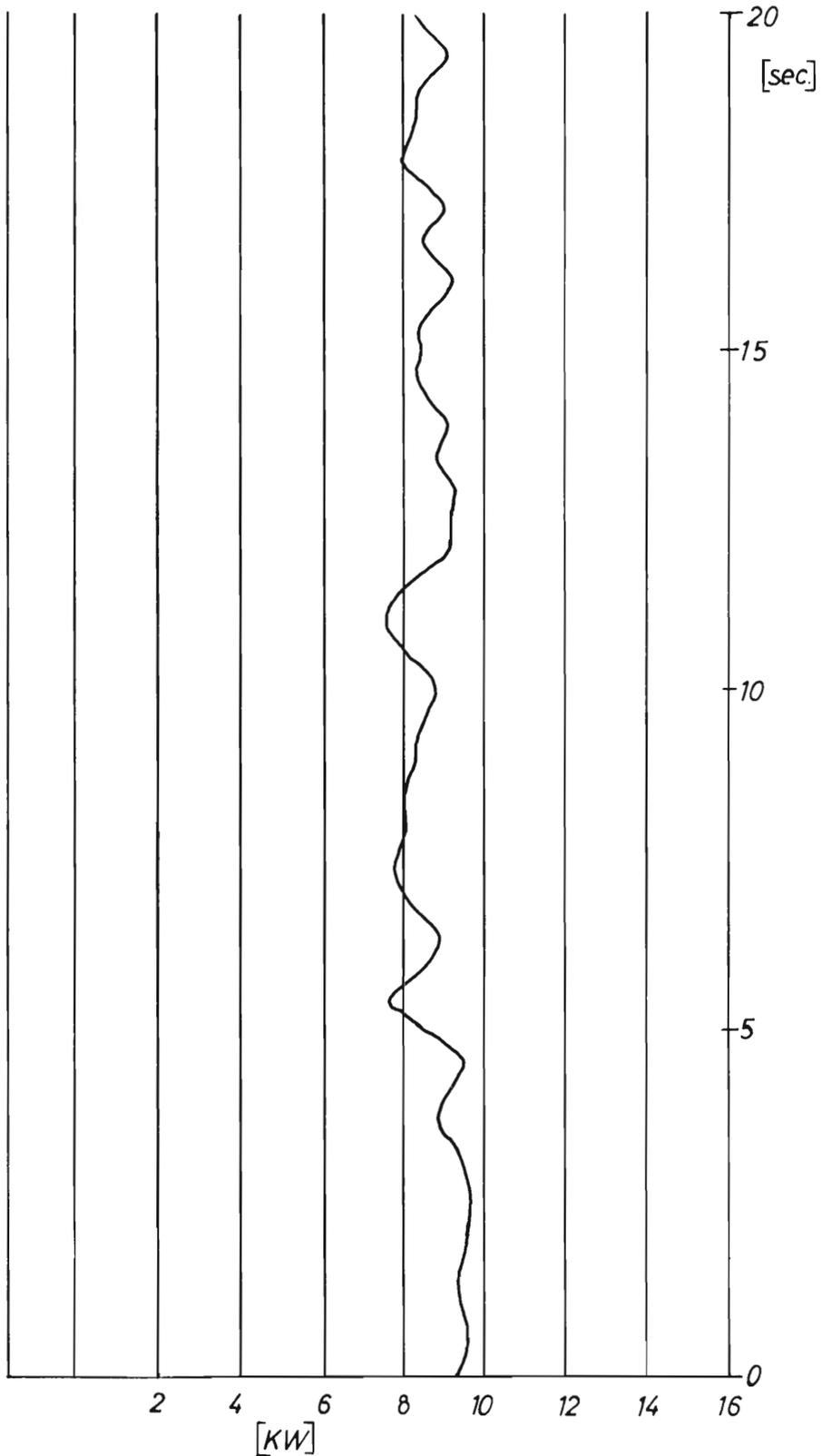
Wattschreibermeßstreifen (Abschnitt)Annahmegebläse Nr. 3

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 60-65 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 2450 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Handzuteilung
Abladedauer: 15 Minuten
KW-Aufnahme: $\bar{Q} = 8,4 \text{ KW}$ max. = 9,1 KW



Wattschreibermeßstreifen(Abschnitt)Annahmegebläse Nr. 3

Fördergut: Angewelktes Wiesengras 60-65 % H₂O,
Förderhöhe: 6 m
Gewicht der Wagenladung: 2980 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 15 Minuten
KW-Aufnahme: $\bar{c} = 8,6 \text{ KW}$ max. = 9,4 KW



Meßwerte bei der Silomais-Förderung mit

Annahme - Gebläse Nr. I

Häcksellänge: 1 - 2 cm

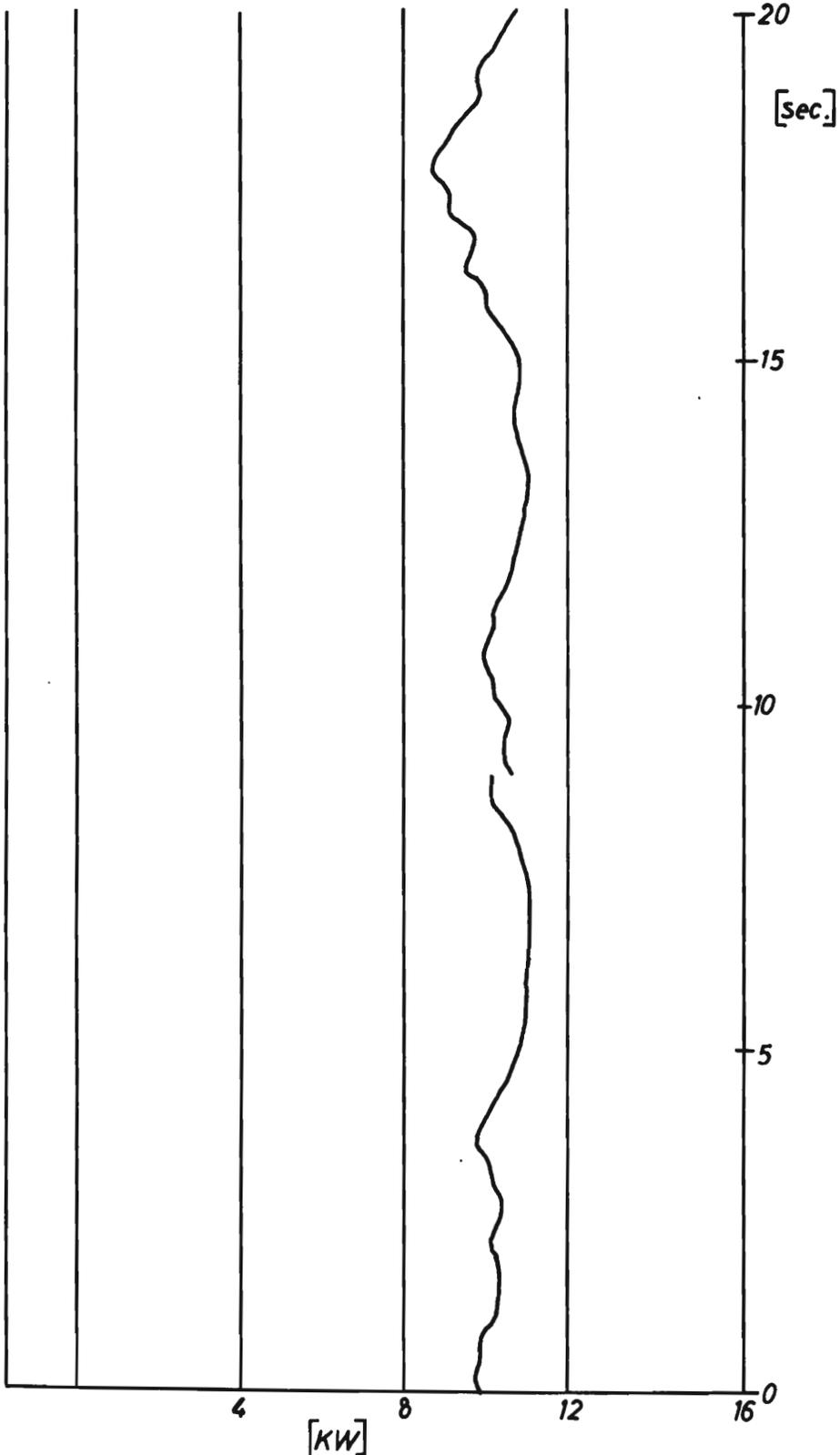
Wagenentleerung: Nr. 1 - 5 Abzugsschild mit Kette - Handzuteilung
Nr. 6 - 9 Selbstentleerungswagen "Power Box"

Versuchsgut Staatsgut Dürnast (17. und 18. Sept. 1959)

Wg. Nr.	Ladegew. kg	Abladedauer min.	kW/h Verbr.	kW	kW maximal
1	2 040	9	2,4	9,5	11,0
2	2 200	12	2,7	9,0	10,5
3	2 225	10	2,6	10,5	11,0
4	1 910	9	1,6	9,3	11,5
5	2 130	10	2,1	9,0	11,5
<hr/>					
	10 505	50	11,4	-	-
	2 100	10	2,3	9,4	11,1
	-----	--	----	----	-----
6	1 590	6	1,8	7,5	8,5
7	1 440	6	1,6	9,8	10,5
8	1 590	6	1,7	10,0	11,0
9	1 770	9	1,8	9,8	10,8
<hr/>					
	6 390	27	6,9	-	-
	1 597	6,7	1,7	9,2	10,2

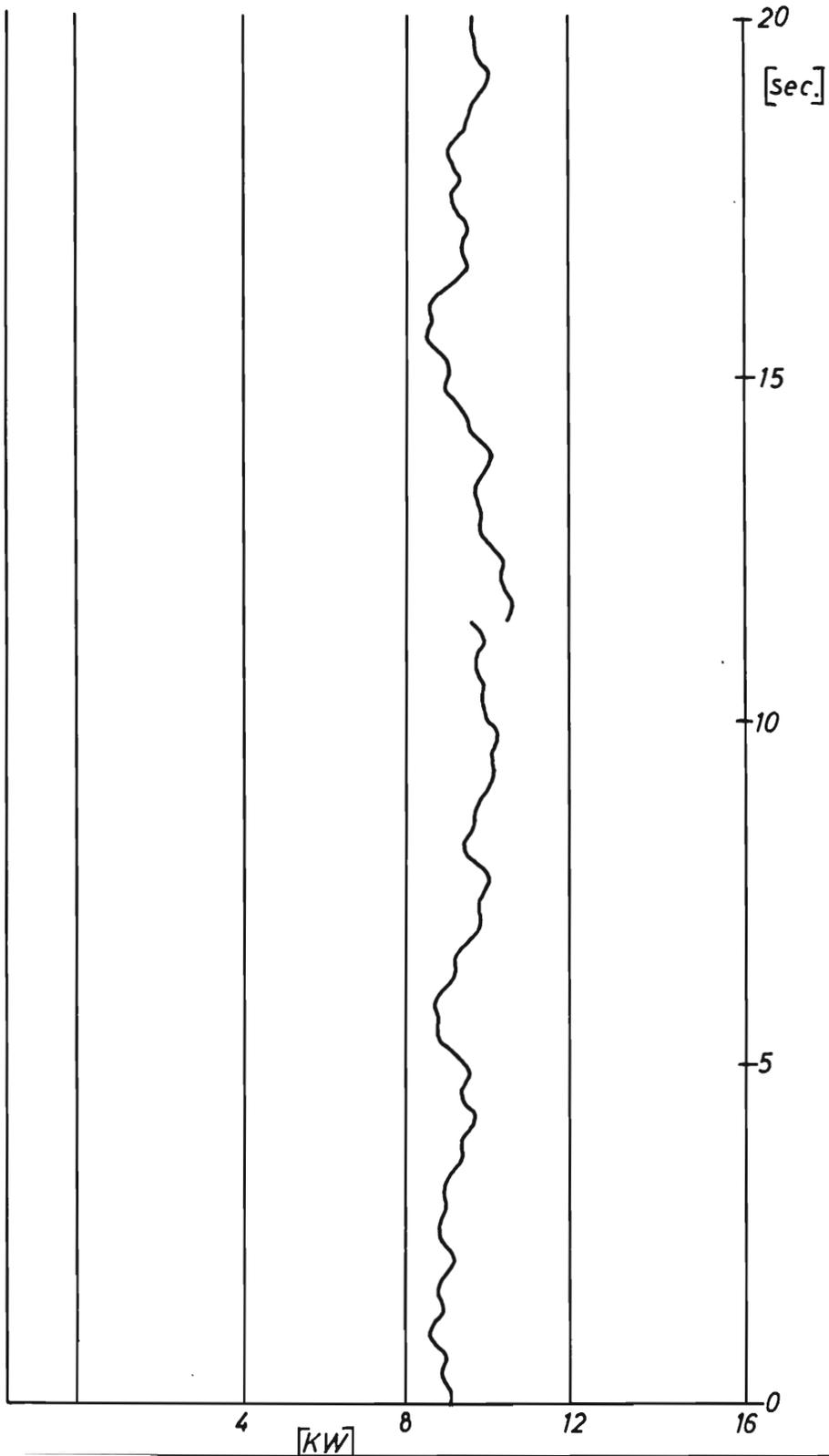
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebäude Nr. 1

Fördergut: Silomais
Förderhöhe: 7 m
Gewicht der Wagenladung: 2040 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 9 Minuten
KW-Aufnahme: $\phi = 9,5$ KW max. = 11,0 KW



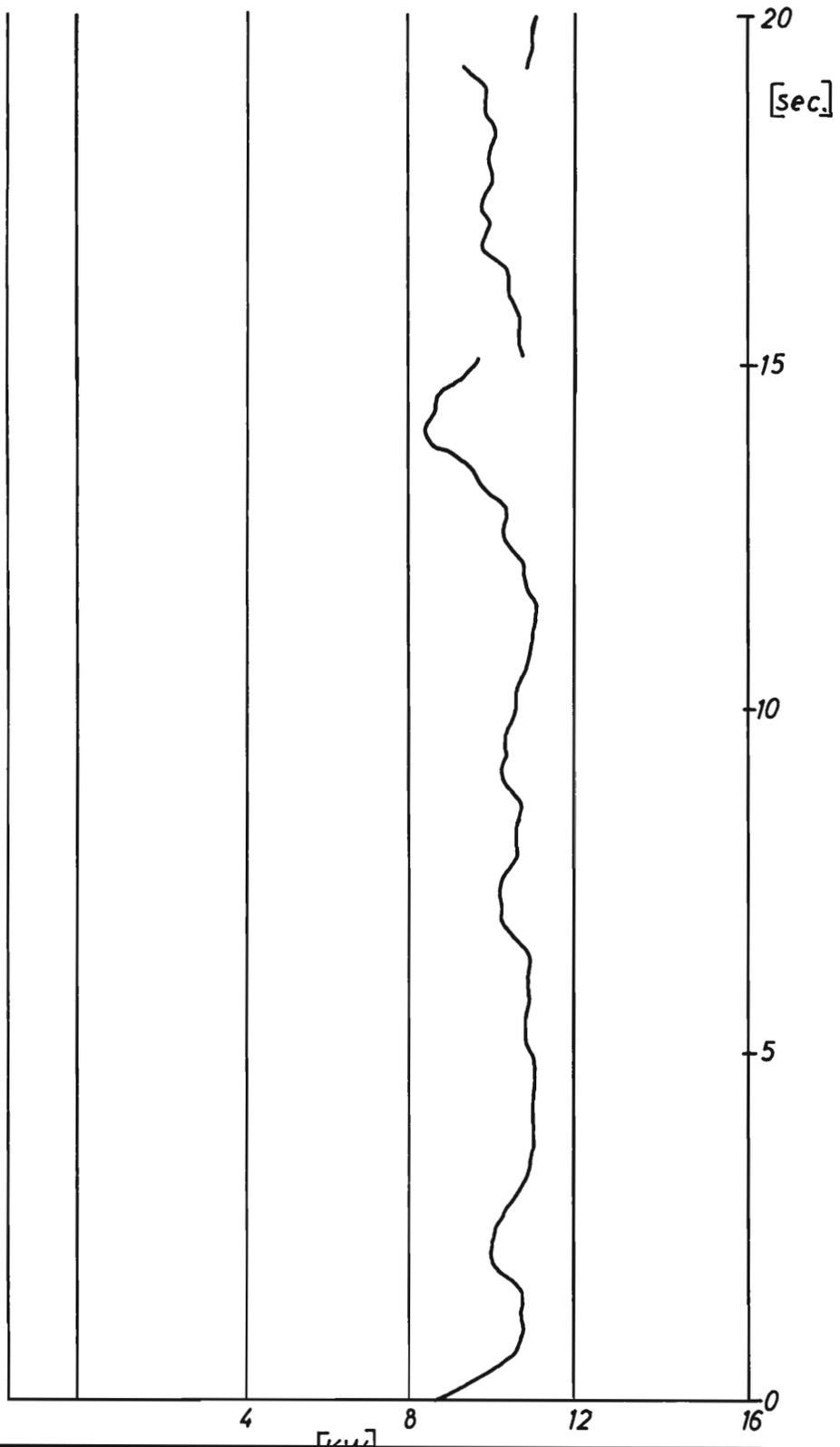
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 1

Fördergut: Silomais
Förderhöhe: 7 m
Gewicht der Wagenladung: 2200 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 12 Minuten
KW-Aufnahme: $\phi = 9,0 \text{ KW}$ max. = 10,5 KW



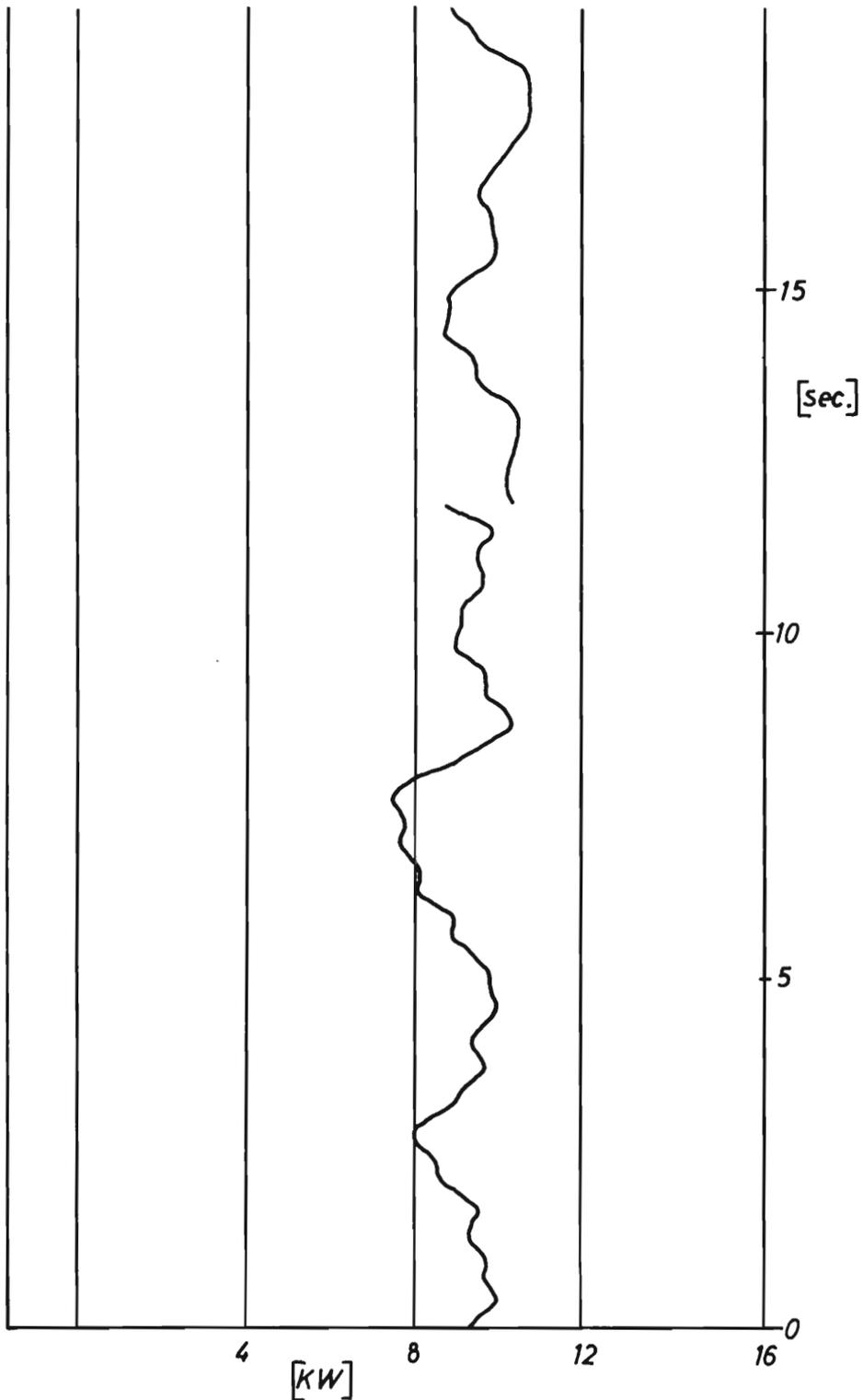
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 1

Fördergut: Silomais
Förderhöhe: 7 m
Gewicht der Wagenladung: 2225 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 10 Minuten
KW-Aufnahme: $\phi = 10,5$ KW max. = 11,0 KW



Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 1

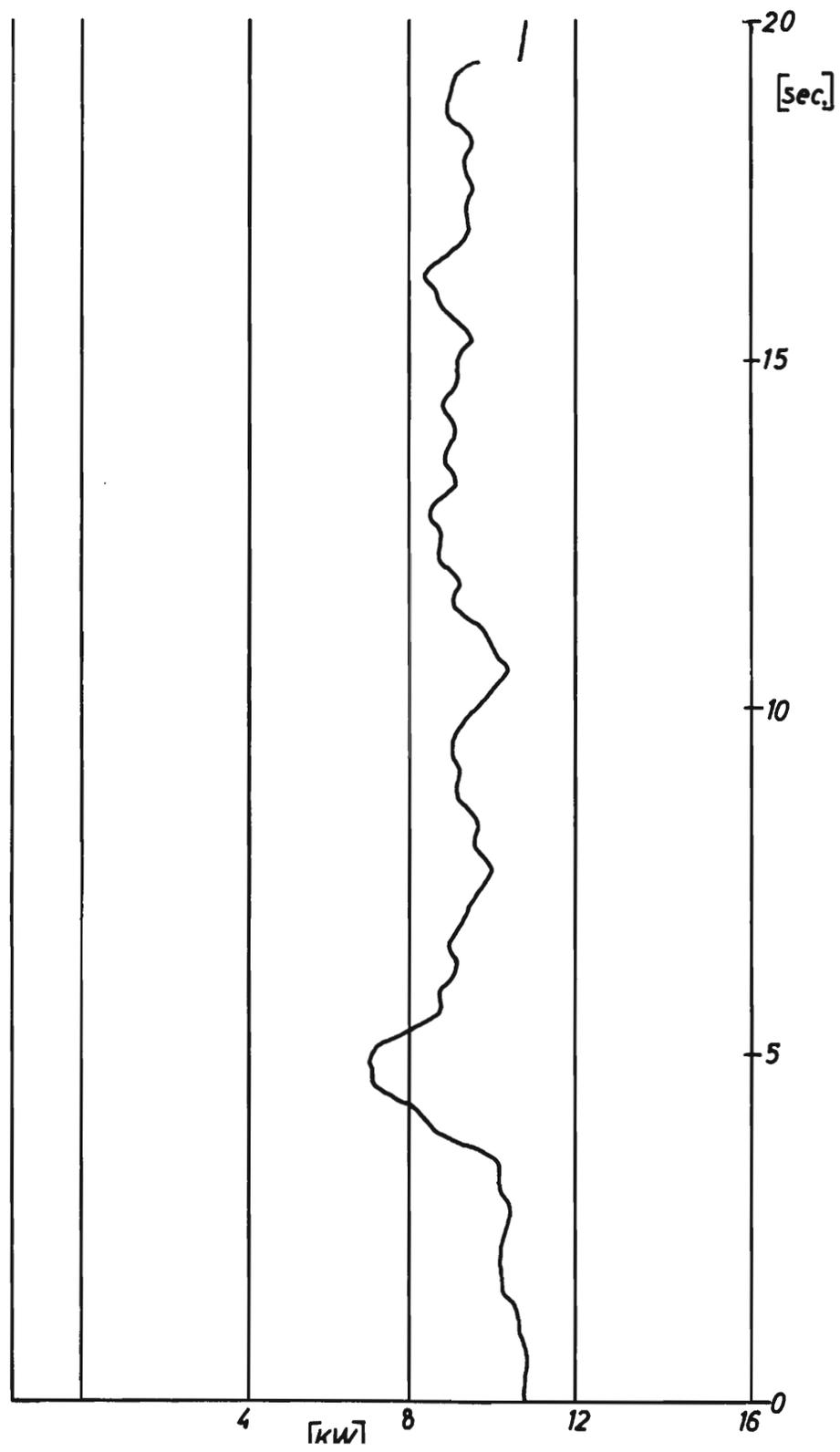
Fördergut: Silomais
Förderhöhe: 7 m
Gewicht der Wagenladung: 1910 kg
Wagenentleerung: Abzugsschild mit Kette-Handzuteilung
Ablauedauer: 9 Minuten
KW-Aufnahme: $\bar{\phi} = 9,3 \text{ KW}$ max. = 11,5 KW



Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)

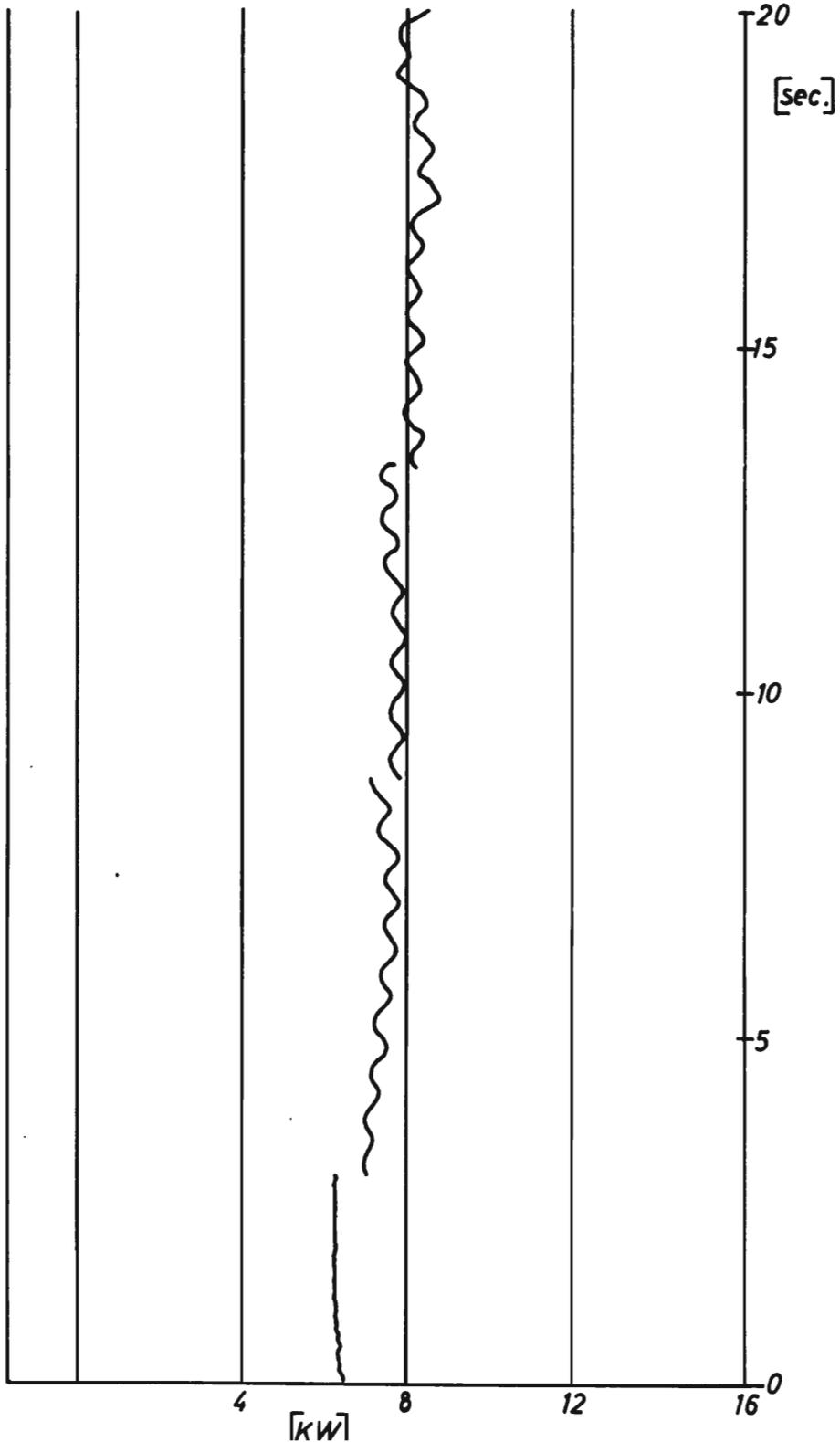
Annahmegeräte Nr. 1

Fördergut: Silomais
Förderhöhe: 7 m
Gewicht der Wagenladung: 2130 kg
Wagenentleerung: Abzugschild mit Kette-Handzuteilung
Abladedauer: 10 Minuten
KW-Aufnahme: $\varnothing = 9,0 \text{ KW}$ max. = 11,5 KW



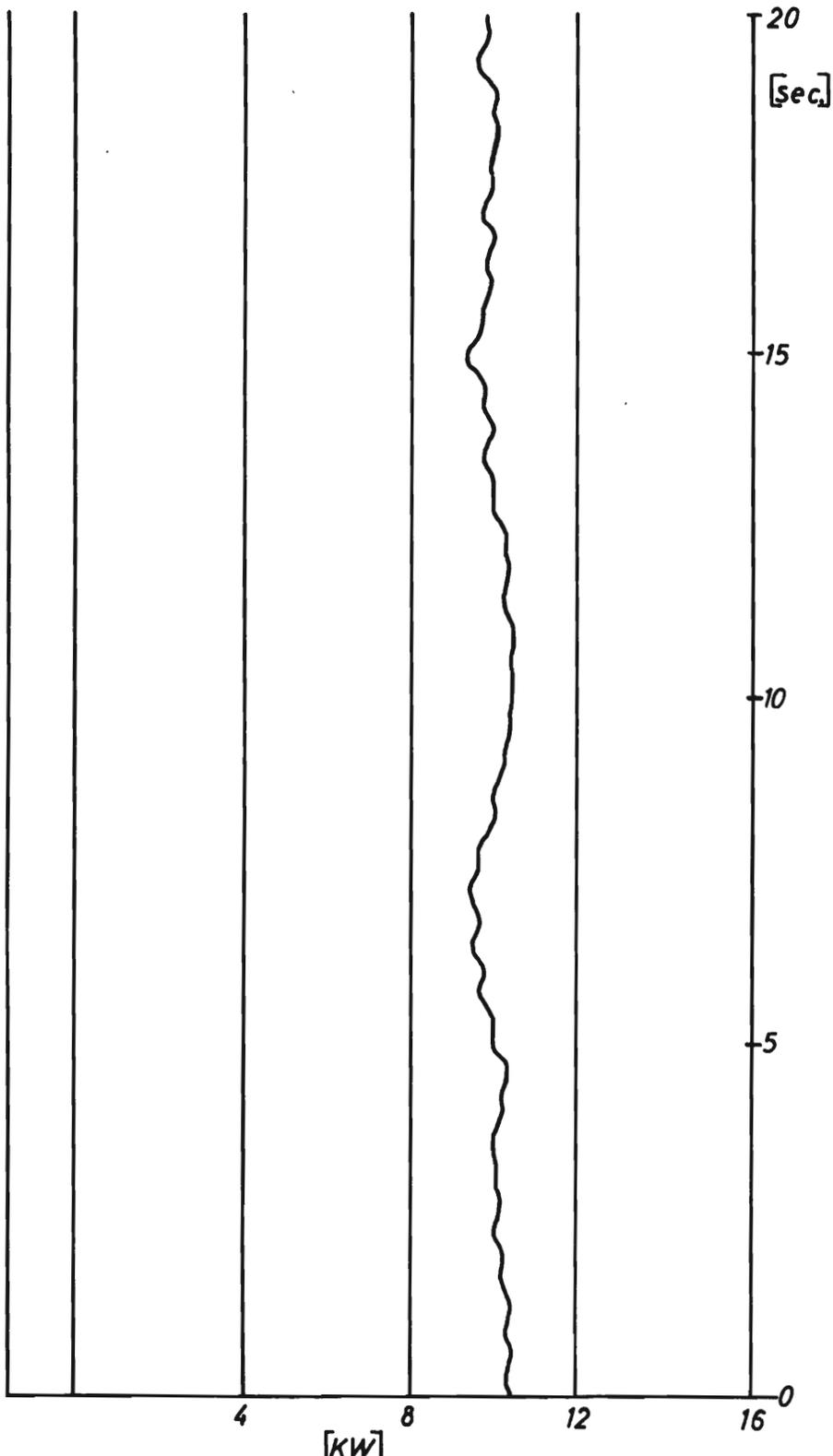
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 1

Fördergut: Silomais
Förderhöhe: 7 m
Gewicht der Wagenladung: 1590 kg
Wagentleerung: Selbstentleerungswagen, mech. Zuteilung
Abladedauer: 6 Minuten
KW-Aufnahme: $\phi = 7,5 \text{ KW}$ max. = 8,5 KW



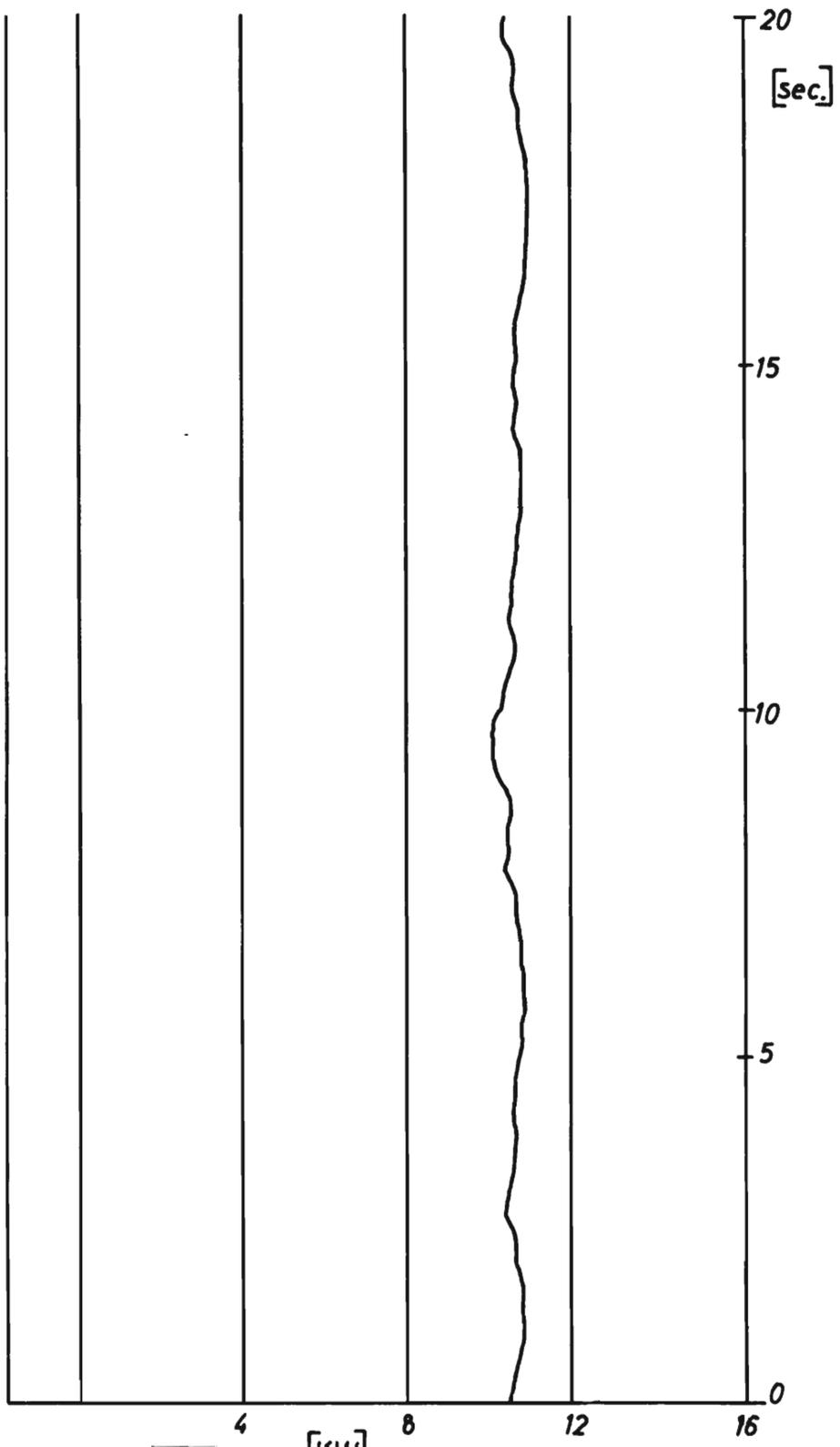
Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse No. 1

Fördergut: Silomais
Förderhöhe: 7 m
Gewicht der Wagenladung: 1440 kg
Wagenentleerung: Selbstentleerungswagen, mech. Zuteilung
Abladedauer: 6 Minuten
KW-Aufnahme: $\phi = 9,8 \text{ KW}$ max. = 10,5 KW



Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 1

Fördergut: Silomais
Förderhöhe: 7 m
Gewicht der Wagenladung: 1590 kg
Wagenentleerung: Selbstentleerungswagen mech. Zuteilung
Abladedauer: 6 Minuten
KW-Aufnahme: $\phi = 10$ KW max. = 11 KW



Wattschreibermeßstreifen (Ausschnitt)Annahmegebläse Nr. 1

Fördergut: Silomais
Förderhöhe: 7 m
Gewicht der Wagenladung: 1770 kg
Wagenentleerung: Selbstentleerungswagen, mech. Zuteilung
Abliadedauer: 9 Minuten
KW-Aufnahme: $\varnothing = 9,8 \text{ KW}$ max. = 10,8 KW

