

# Das Ausbringen von flüssigem Konservierungsmittel beim Feldhäcksler mit dem LTI-Säureverteiler [1]

Institut für Landtechnik, Vollebakk/Norwegen

Der Grünlandanteil an der landwirtschaftlichen Nutzfläche Norwegens ist sehr hoch. Er betrug im Jahre 1959 etwa 50 % (0,5 Mio ha) [2]. Auf dem Boden oder auf Reutern getrocknetes Heu war früher das einzige Raufutter für den Winter. Nachdem zuverlässige Silierungsmethoden bekannt wurden und wirksame Konservierungsmittel Eingang fanden, wurde Silage aus nicht vorgetrocknetem Gras eine Alternative. Die Silagemenge wurde in den Jahren 1948 bis 1958 verdoppelt. Im Jahre 1948 wurde in 17 % der landwirtschaftlichen Betriebe Silage gemacht; im Jahre 1958 waren es 25 %. Diese Entwicklung hat sich trotz der großen Probleme bei der Silageentnahme in unseren kalten Wintern fortgesetzt.

In den meisten Betrieben wird beim Silieren ein Konservierungsmittel verwendet, und zwar war es in den ersten Jahren die AIV-Flüssigkeit<sup>1)</sup>, die sich als bestes Konservierungsmittel unter ungünstigen Verhältnissen sowohl im Versuch als auch in der Praxis erwiesen hatte. Da die AIV-Flüssigkeit aber eine Mischung der beiden starken anorganischen Säuren Schwefelsäure und Salzsäure ist, war es sehr gefährlich, mit diesem Konservierungsmittel zu arbeiten. Es entstanden überdies auch Verdauungsprobleme bei den Tieren, wenn ausschließlich Silage gefüttert wurde. Viele Bauern sind daher zu anderen Konservierungsmitteln übergegangen. Ameisensäure ist jetzt das am häufigsten benutzte und außerdem das billigste Konservierungsmittel (85 % reine Ameisensäure). Es kostet etwa 2,65 DM je Tonne Gras (3 Ltr. je Tonne). Die ausschließliche Fütterung mit ameisenaurer Silage als Futter hat bisher keine Verdauungsprobleme bei den Tieren gezeigt.

Als die Feldhäcksler immer mehr in der Landwirtschaft eingesetzt wurden, — in Norwegen bis jetzt nur Schlegelfeldhäcksler — ist der Bedarf nach einem einfachen und prak-

tischen Verteilgerät zur Ausbringung von Konservierungsmitteln entstanden. Direkt vom Feldhäcksler aus sollte das Mittel auf die Pflanzen gebracht werden können. Die Firma Norsk Forkonserving, Oslo, die Ameisensäure und AIV-Flüssigkeit in Norwegen verkauft, hat ein Verfahren entwickelt, bei dem eine Ameisensäure-Wassermischung (Konzentration 1:4) direkt auf das Gras vor dem Feldhäcksler gespritzt wird. Dieses Verfahren hat den Arbeitsbedarf beim Silieren stark reduziert. Die Säure wird gleichmäßig auf die Grasmasse verteilt. Als Nachteil ist zu erwähnen, daß zum Versprühen des Konservierungsmittels Pumpen verwendet werden müssen.

## 1. Entwicklung und Arbeitsweise eines neuen Säureverteilers

### 1.1. Entwicklung eines Säureverteilers

Die Forderungen an ein Verteilgerät zum Ausbringen der Konservierungsflüssigkeit sind:

1. Es muß eine sichere und gleichmäßige Dosierung der Konservierungsflüssigkeit gewährleisten; am besten wäre es, wenn man konzentrierte Flüssigkeit verwenden könnte;
2. Die Einmischung in die Futtermasse muß hinreichend gleichmäßig sein;
3. Das Verteilgerät muß mit möglichst geringen Verlusten durch Verschütten arbeiten;
4. Es muß im Gebrauch einfach und ungefährlich sein;
5. Die Teile des Verteilgerätes, die in direkten Kontakt mit dem Konservierungsmittel kommen, müssen säurefest sein;
6. Das Verteilgerät muß einfach und billig sein.

Im Jahre 1964 wurde nach einer Idee von KRISTIAN AAS am Institut für Landtechnik, Vollebakk, Norwegen, damit begon-

1) benannt nach dem finnischen Professor Dr. A. I. VIRTANEN

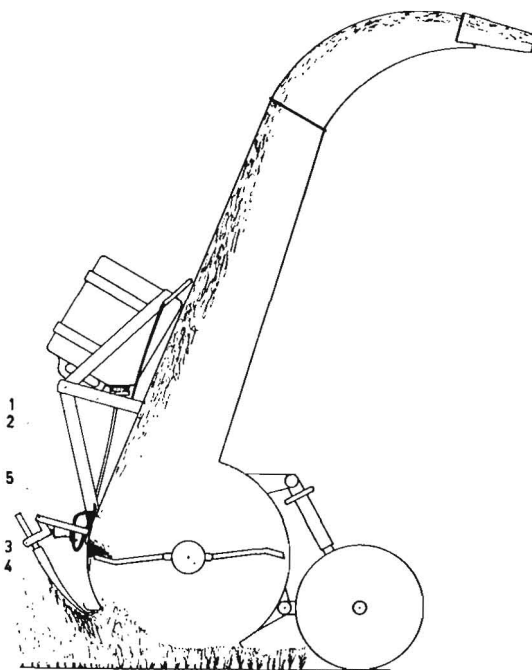


Bild 1: Prinzipskizze des Verteilgerätes

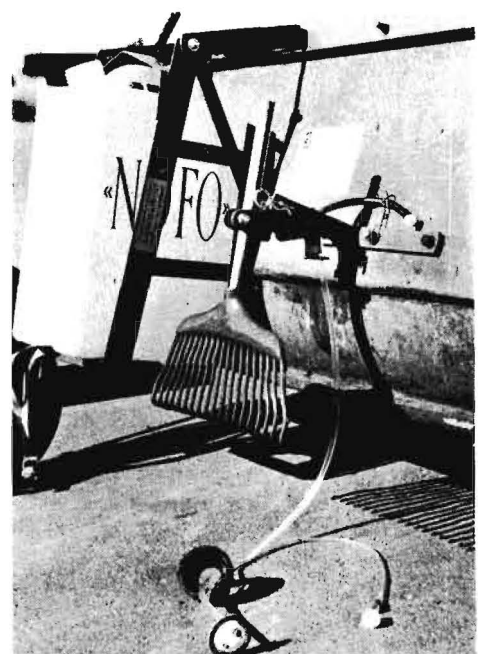


Bild 2: Das Verteilgerät mit Schlauch und Spezialdeckel

nen, ein Verteilgerät zum Ausbringen von konzentrierter Ameisensäure aus der Handelspackung und direkt in den Feldhäcksler zu entwickeln und zu konstruieren. Das Ergebnis der Entwicklungsarbeit in den Jahren 1964 und 1965 ist der LTI-Säureverteiler, der mit Hilfe eines einfachen Druckregulators und ohne Pumpe eine konstante Säuremenge je Zeiteinheit liefert. Ausgebracht wird die Flüssigkeit automatisch durch eine Düse, die sich einfach auswechseln läßt. Das Flüssigkeitsventil wird mit einem Fühler gesteuert, der das Gras abtastet. Der Flüssigkeitsstrom entsteht nur durch die Schwerkraft.

### 1.2. Technische Beschreibung

Zum Verteilgerät (Bild 1) gehören:

1. Ein Stativ, das vorne auf dem Feldhäcksler angebracht wird. Das Stativ hat einen schwenkbaren Halter für die Kunststoffkanne (Handelspackung);
2. Ein Spezialdeckel mit Druckregulator (Lüftungsschlauch) und Säureschlauch (Bild 2);
3. Ein Schließ- und Öffnungsmechanismus (Ventil) für die Säurezufuhr zur Düse;
4. Ein Fühler, der den Grasbestand abtastet;
5. Eine Düse mit Düsenhalter.

Das Verteilgerät kann an die meisten Schlegelfeldhäcksler und an exaktschneidende Erntemaschinen angepaßt und montiert werden. Es kann auch an stationäre Häckselmaschinen und Förderanlagen für Gras verwendet werden.

### 1.3. Dosierung des Konservierungsmittels

Da die Flüssigkeit nur durch die Schwerkraft in die Maschine gelangt, ist es daher wichtig, daß der Höhenunterschied zwischen der Kunststoffkanne und der Auslauföffnung der Düse richtig ist, damit dem Gras bei der Ernte die richtige Säuremenge zugesetzt wird.

Um zu vermeiden, daß der Flüssigkeitsstrom sich mit der Flüssigkeitshöhe in der Kunststoffkanne verändert, hat man für das Verteilgerät einen einfachen Druckregulator entwickelt. Die Wirkungsweise ist, daß Luft durch einen dünnen Kunststoffschlauch an dem tiefstliegenden Punkt der Kunststoffkanne in der Arbeitsstellung eingeleitet wird. Wenn der Säureinhalt der Kanne kleiner wird und die Luft einströmt, wird der Unterdruck oberhalb des Flüssigkeitsspiegels abnehmen. Die Druckhöhe vor der Düse kann dadurch bei jeder Flüssigkeitshöhe angenähert konstant gehalten werden. Man hat die Erfahrung gemacht, daß für diese Ausrüstung ein Druckregulatorschlauch mit einem inneren Durchmesser

von 3,5 mm geeignet ist. Der Schlauch, der die Konservierungsflüssigkeit bis zur Düse führt, muß entsprechend groß sein, sonst können Luftblasen die Flüssigkeitszufuhr stören. Es konnte festgestellt werden, daß der innere Durchmesser nicht größer als 8 mm sein muß.

Der Flüssigkeitsstrom wird schließlich durch eine Kunststoffdüse in die Maschine gebracht. Damit die Säurezufuhr so einfach wie möglich verlaufen kann, ohne daß die Grasmasse die Düse verstopft, ist die Düsenöffnung schräg nach oben gebohrt. Die Düse kann einfach und ohne Werkzeug auf der Außenseite der Maschine angebracht werden. Sie wird von einem Düsenhalter gehalten, der wie eine Haarnadelfeder gestaltet ist. Die zugeführte Flüssigkeitsmenge je Zeiteinheit in die Maschine kann in dieser Weise durch Auswechseln von Düsen mit unterschiedlichen Düsenöffnungen einfach geändert werden.

### 1.4. Verlust und Verschüttung

Weil die Konservierungsflüssigkeit direkt dem Gras- und Luftstrom zugesetzt wird, der aufwärts in den Abgangstrichter läuft, wird nichts an den Boden verschüttet. Die Säure wird nicht verstäubt, sondern als Tropfen mitgenommen und gut mit dem Gras vermischt, weil die Luft und das Gras an der Stelle, wo die Säure zugesetzt wird, in eine turbulente Strömung geraten. Es besteht daher nur wenig Gefahr, daß verstäubte und verdampfte Säure im Luftstrom verloren geht.

## 2. Einsatz des Verteilgerätes

Bei Beginn der Ernte wird eine volle Säurekanne (Handelspackung mit 30 Litern) in den Halter am Feldhäcksler gebracht (Bild 3). Der Originaldeckel wird abgeschraubt und der Spezialdeckel mit Druckregulatorschlauch und Säurezufuhrschlauch wird aufgesetzt und gut festgeschraubt. Der schwenkbare Halter mit der Kanne wird hochgeschwungen und festgemacht (Bild 4). Die Arbeitszeit, um das Verteilgerät betriebsbereit zu machen, dauert etwa 1½ Minuten. Wenn man jetzt den Fühler für das Ventil betätigt, kann man kontrollieren, ob der Säureschlauch sich füllt und ob die Säure durch die Düse in den Feldhäcksler einströmt.

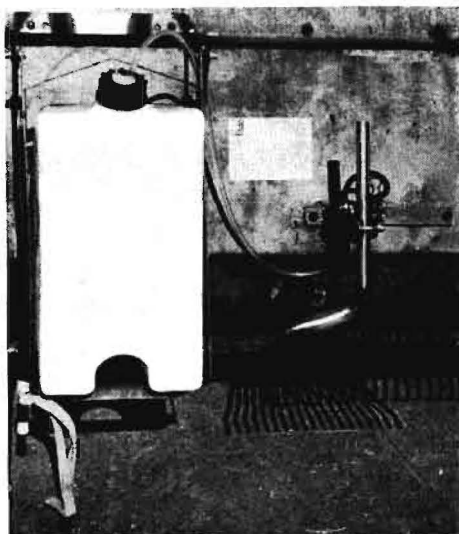


Bild 3: Die Kanne im Halter angebracht

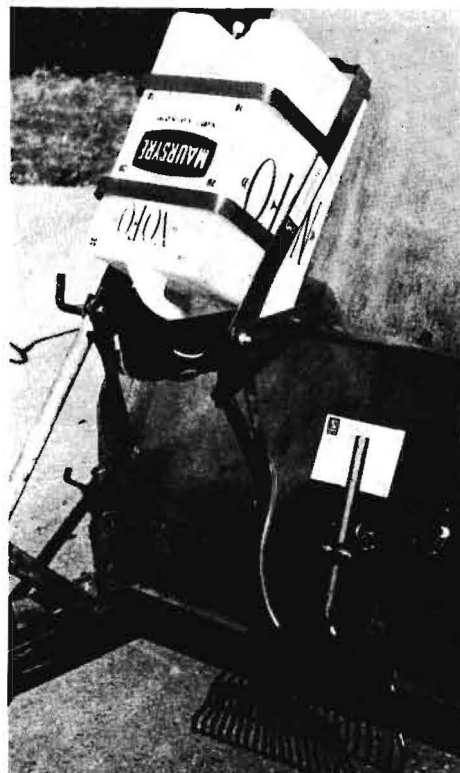


Bild 4: Betriebsberelltes Verteilgerät

Die Kannen werden durch den Unterdruck oft deformiert. Die Elastizität der meisten Kannen reicht aber aus, um Beschädigungen zu vermeiden.

Die Höhe des Fühlers über den Boden kann entsprechend der Ernteverhältnisse auf der Wiese eingestellt werden. Wenn der Fühler entlastet ist, muß das Ventil dicht sein. Der Gummischlauch im Ventil wird schnell verschlissen und muß oft ausgewechselt werden.

Während der Ernte erfolgt das Ausbringen der Flüssigkeit automatisch, vorausgesetzt, daß das Verteilgerät justiert ist. Wenn die Maschine in den Bestand fährt, wird der Fühler nach hinten gepreßt, und das Ventil für die Säureausbringung wird geöffnet. Das Ventil wird geschlossen, sobald man aus dem Bestand herausfährt. Wenn man beim Ernten anhalten muß, so muß der Feldhäcksler ein Stück zurückgefahren werden, um den Flüssigkeitsstrom zu stoppen.

### 3. Die Gefahr der Korrosion und des Versengschadens

#### 3.1. Korrosion

Bei den Versuchen mit dem LTI-Verteilgerät in den Jahren 1964 und 1965 wurde nichts unternommen, um die Säurereste im Schlegelfeldhäcksler nach dem Gebrauch zu neutralisieren; die Reinigung der Maschine wurde absichtlich vernachlässigt. Es konnte festgestellt werden, daß die Maschine mit LTI-Verteiler nicht mehr rostete als die Maschine ohne Säureausbringung. Die Säure zerfrißt allerdings Farbe und Lacke. Wenn Säure zugesetzt wird, so sollte man den Feldhäcksler nach der Arbeit sorgfältig reinigen und mit korrosionsverhütendem Öl oder Farbe behandeln und an einer trockenen Stelle abstellen. Die Teile am Verteilgerät, die mit der Säure direkt in Verbindung kommen, bestehen aus säurefesten Materialien. Wenn es nötig ist, können diese Teile einfach und billig ausgewechselt werden.

#### 3.2. Versengschaden

Weder in den Jahren 1964 und 1965 noch im Jahre 1966 haben wir Auswirkungen auf den Graswuchs nach der Benutzung von LTI-Säure beobachten können. Wenn konzentrierte Säure in größeren Mengen auf dem Boden verschüttet wird, so ist natürlich das Gras versengt worden. Neuere Versuchsergebnisse [3] deuten an, daß die Säuremenge, die den späteren Graswuchs hemmen würde, sehr viel größer ist als die Menge, die üblicherweise bei der Silage benutzt wird.

### 4. Wahl der Düse

Das LTI-Verteilgerät wird in Norwegen mit fünf verschiedenen Düsengrößen geliefert. Die Kapazität jeder Düsengröße ist beim Prüfen und Messen gefunden worden. Wenn das Verteilgerät nach der Betriebsanleitung montiert ist, so ist die zu verteilende Säuremenge je Minute für die verschiedenen Düsen festgelegt (Tafel 1).

Zur Wahl der Düse wird der Zeitaufwand für das Laden einer bestimmten Menge von Gras mit einem geschätzten Anteil Klee zu Grunde gelegt. (Die norwegischen Wiesen bestehen meistens aus einer Mischung von verschiedenen Gras- und Kleesorten, wo das Mischungsverhältnis von Fall zu Fall verschieden ist.) Als Anleitung für die Düsenwahl wurde Tafel 2 aufgestellt. Diese Tafel wird dem Verteil-

Tafel 1: Düsenöffnung und Säuremenge

Düsennummer Farbe (ab 1966)	1 weiß	2 gelb	3 grün	4 blau	5 schwarz
Düsenöffnung [mm]	4,9	3,6	2,9	2,4	2,2
Zugesetzte Säure- menge [l/min]	1,0	0,75	0,60	0,43	0,30

gerät beigelegt und kann auf dem Feldhäcksler festgeklebt werden. Ein Anhänger von mittlerer Größe faßt 1000 bis 1300 kg taufreies Gras (Raumgewicht 150—200 kg/m<sup>3</sup>).

### 5. Die Säureverteilung in der Grasmasse

Wenn ein Konservierungsmittel gut wirken soll, muß es im Gras gleichmäßig verteilt werden. Um herauszufinden, wie gleichmäßig das Konservierungsmittel verteilt wurde, haben wir ein Meßverfahren verwendet, das in Zusammenarbeit mit dem Institut für Haustierernährung- und Fütterungslehre bei der norwegischen Landwirtschaftshochschule, Vollebakk, ausgearbeitet wurde; dort wurde auch die Titrierungsarbeit ausgeführt. Den Lademengen des Anhängers werden acht Proben, die in Gläser mit Anschraubdeckel gefüllt werden, nach einem festgelegten Muster entnommen. Von jeder Probe werden 25 Gramm abgewogen und mit 80 cm<sup>3</sup> Wasser vermischt. Diese Proben werden im Kühlschrank gelagert. Vor der Titrierung werden die Proben zentrifugiert (geschleudert), filtriert und zweimal mit 40 cm<sup>3</sup> Wasser gewaschen. Die Flüssigkeit wird dann mit Natronlauge (0,1033-N NaOH) titriert. Die Menge verbrauchter Lauge (in cm<sup>3</sup>), um den Umschlagpunkt für Phenolphthalein zu erreichen, wurde als Maß für den Säuregehalt genommen. Alle Proben, die im Jahre 1964 genommen wurden, enthielten Ameisensäure, sie hatten also einen höheren Säuregehalt als die Blindproben (Grasproben die gleichzeitig von demselben Erntegut genommen wurden, dem aber keine Säure zugesetzt war).

Beim manuellen Verteilen des Konservierungsmittels in den Silo ist es üblich, Ameisensäure und Wasser im Verhältnis 1:20 zu mischen. Für jede Tonne Gras werden also etwa 60 Liter Wasser mit der Säure zugesetzt. Bei der 1:4 Mischung am Feldhäcksler werden nur etwa 12 Liter Wasser je Tonne Gras zugesetzt. Beim manuellen Verteilen wird das Silogras oft zu naß, und der Wasserzusatz führt zu einer größeren Preßsaftmenge und einem größeren Nahrungsverlust. Es ist daher auch aus diesem Grund vorteilhaft, wenn der LTI-Säureverteiler am Feldhäcksler konzentrierte Säure zusetzt.

Unsere Versuche zeigten keine nachweisbaren Unterschiede in der Säureverteilung, ob die Säure-Wasser-Mischung 1:4, 1:2 oder konzentrierte Säure betrug. Konzentrierte Säure, die mit dem LTI-Säureverteiler zugegeben war, sollte daher eben so gut wirken wie Säure, die mit Wasser vermischt ist.

Tafel 2: Düsenwahl nach Ladezeit, Lademenge und Kleeanteil

Die Tafel 2 ist aufgestellt für das Zusetzen von 3,0 Liter Säure je Tonne reines Gras, 3,5 Liter Säure je Tonne Gras mit 50 % Klee, und 4,0 Liter Säure je Tonne reiner Klee

Lade- menge [kg]	Klee- anteil [%]	Kürzeste Ladezeit in Minuten je Lademenge mit Düse					Kontrolle: Anzahl Anhängeladungen je 30 Ltr. Ameisen- säurekanne
		Nr. 1 weiß	Nr. 2 gelb	Nr. 3 grün	Nr. 4 blau	Nr. 5 schwarz	
800	0	2 1/2	3 1/4	4	5 1/2	8	12 1/2
	50	2 3/4	3 3/4	4 3/4	6 1/2	9 1/4	10 3/4
	100	3 1/4	4 1/4	5 1/4	7 1/2	10 3/4	9 1/4
1 000	0	3	4	5	7	10	10
	50	3 1/2	4 3/4	5 3/4	8 1/4	11 3/4	8 1/2
	100	4	5 1/4	6 3/4	9 1/4	13 1/4	7 1/2
1 200	0	3 1/2	4 3/4	6	8 1/4	12	8 1/4
	50	4 1/4	5 1/2	7	9 3/4	14	7 1/4
	100	4 3/4	6 1/2	8	11 1/4	16	6 1/4
1 500	0	4 1/2	6	7 1/2	10 1/2	15	6 3/4
	50	5 1/4	7	8 3/4	12 1/4	17 1/2	5 3/4
	100	6	8	10	14	20	5

Tafel 3: Vergleich zwischen LTI-Säureverteiler am Feldhäcksler und Gerät mit Pumpe

	Wiederholung 1					Wiederholung 2					Wiederholung 3				
	$\bar{x}$ [cm <sup>3</sup> ]	Bl [cm <sup>3</sup> ]	s	V [%]	S [l/t]	$\bar{x}$ [cm <sup>3</sup> ]	Bl [cm <sup>3</sup> ]	s	V [%]	S [l/t]	$\bar{x}$ [cm <sup>3</sup> ]	Bl [cm <sup>3</sup> ]	s	V [%]	S [l/t]
LTI-Säureverteiler	17,1	3,9	2,8	16,4	4,4	14,4	1,6	2,8	19,4	4,3	14,0	2,3	9,6	68,6	4,4
Gerät mit Pumpe	9,8	2,4	1,2	12,2	3,3	9,2	3,7	1,6	17,4	3,7	10,4	4,2	2,2	21,2	3,5

Die Säureverteilung von konzentrierter Säure mit dem LTI-Säureverteiler wurde verglichen mit der Verteilung durch ein Gerät mit Pumpe, bei dem die Ameisensäure-Wasser-Mischung im Verhältnis 1:4 durch drei Düsen an der Front des Feldhäckslers zugegeben wurde. In Tafel 3 werden einzelne charakteristische Daten für die drei Wiederholungen angegeben.

Es bedeuten:

$\bar{x}$  = Durchschnittlicher Laugeverbrauch (cm<sup>3</sup> 0,1033-N NaOH) bei der Titrierung von acht Proben

Bl = Laugeverbrauch (cm<sup>3</sup>) bei Titrierung von Grasprobe ohne Säurezusatz (Blindprobe)

$$s = \sqrt{\frac{(\sum x)^2}{7} - \frac{\sum x^2}{8}}$$

$$V = \frac{s \cdot 100}{\bar{x}} \text{ [%]}$$

S = Säureverbrauch (Liter je Tonne Gras)

Hieraus geht hervor, daß der Pumpenverteiler die Säure zwar gleichmäßiger in das Gras verteilte, aber beim Einsatz des LTI-Säurevertellers fand man etwa 30 % mehr Säure in der Grasmasse. Die Säure beim Pumpenverteiler ging zum größten Teil durch Antrieb verstäubter Säure verloren. Viel Säure wurde auf den Fahrer und die Werkzeuge getrieben,

und der Säuregeruch am Feld war sehr intensiv. Solche Nachteile hat man beim LTI-Säureverteiler nicht.

In den Versuchen verteilten drei Düsen in den meisten Fällen die Säure etwas gleichmäßiger als eine Düse (Bild 5), zwei Düsen waren aber in dieser Hinsicht nicht besser als eine. Mehr als eine Düse gleichzeitig zu verwenden, hat Schwierigkeiten gegeben, und der LTI-Säureverteiler ist deshalb mit nur einer Düse versehen.

Die Höhe, in der die Düse (Bild 5) angebracht ist, hat auch auf die Säureverteilung eine Auswirkung. In einem Versuch verglichen wir die Verteilung bei der Anbringung der Düse 450 mm, 300 mm und 170 mm über und 60 mm unter der Rotorwelle, senkrecht gemessen. Bei der gleichen Druckhöhe wurde die Säure am gleichmäßigsten verteilt, wenn die Düse 170 mm über der Rotorwelle angebracht war (auf Bild 5 die zweitniedrigste Düsenanbringung). Am schlechtesten verteilt wurde die Säure, wenn die Düse 60 mm unter der Rotorwelle angebracht war (auf Bild 5 die niedrigste Düsenanbringung). Wenn die Düse in den zwei höchsten Stellungen angebracht war, wurde die Säure auch schlechter verteilt, aber bei weitem nicht so schlecht wie in der niedrigsten Stellung.



Bild 5: Schlegelfeldhäcksler mit einem Versuchsgerät des LTI-Säurevertellers, das im Jahre 1964 benutzt wurde

Die Düsenhalter in der Mitte vorn am Feldhäcksler sind in vier verschiedenen Höhen angebracht. Die drei oberen Düsen wurden benutzt. Der Kannenhalter kann in der Höhe verstellt werden, so daß in der Düse der gleiche Druck bei allen vier Düsenhöhen erreicht werden kann

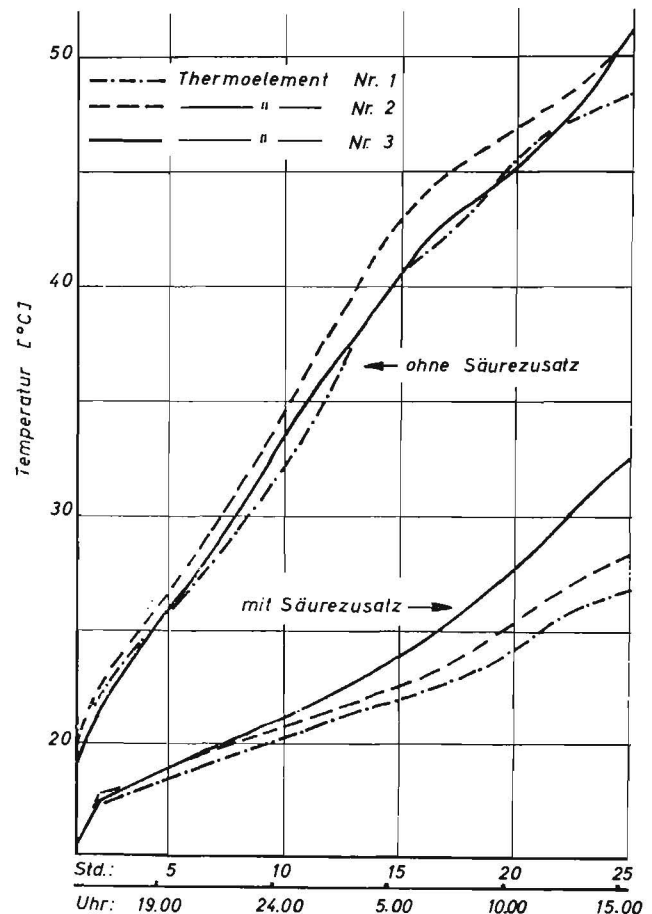


Bild 6: Temperaturverlauf im Gras auf dem Anhänger

Bei den Düsentypen, die wir benutzt haben, konnte keine Verstopfung festgestellt werden. Schmutz in der Säure kann aber die Düse verstopfen. Wenn man lange ohne Säurezusetzung erntet, kann sich die Düse ebenfalls zusetzen.

Beim LTI-Säureverteiler ist eine konstante Säuremenge je Zeiteinheit gewährleistet. Um eine gleichmäßige Säureverteilung zu bekommen, muß daher die Grasmenge, die vom Schlegelfeldhäcksler geerntet wird, gleichmäßig anfallen, eine gleichmäßige Schnittbreite und ein gleichmäßiges Fahren sind also Voraussetzung.

## 6. Qualität der Silage nach Ameisensäurezusatz mit Hilfe des LTI-Säureverteilers

### 6.1. Temperaturerhöhung mit und ohne Säure

Ein gewöhnlicher Anhänger mit dichten Rahmen wurde in zwei Räume geteilt, und der hintere Raum wurde mit 580 kg Gras von etwa 23 % Trockengehalt gefüllt. Dem Gras wurde 3,4 Ltr. konzentrierte Ameisensäure je Tonne zugesetzt. Der vordere Raum wurde mit 570 kg Gras von derselben Sorte aber ohne Zusatz von Konservierungsmittel gefüllt. In den beiden Abteilen wurden drei Thermoelemente eingelegt: Nr. 1 etwa 30 cm über dem Anhängerboden, Nr. 2 in der Mitte der Ladung, Nr. 3 etwa 30 cm unterhalb der Oberfläche. Die Thermoelemente wurden um 15.30 Uhr mit einem Temperaturschreiber verbunden. Die registrierten Temperaturen in den ersten 24 Stunden sind in Bild 6 aufgetragen. Die geerntete Masse war nicht zugedeckt.

### 6.2. Qualität der Silage

Wenn in Norwegen die Silage aus rohem Gras als gut bezeichnet werden soll, müssen folgende Forderungen erfüllt werden:

- pH < 4,2
- Essigsäuregehalt < 0,5—0,8 %
- Buttersäuregehalt < 0,1 %
- Ammoniak-N in % von Total-N < 5—8 %

Die Silage aus Gras, dem konzentrierte Ameisensäure mit Hilfe des LTI-Säureverteilers zugesetzt war, hatte im allgemeinen eine gute Qualität. Sie war unbedingt besser als Silage aus Gras ohne Konservierungsmittel und anscheinend eben so gut wie Silage von Gras, dem die AIV-Flüssigkeit im Silo zugesetzt war.

### 6.3. Praktische Benutzung von LTI-Säureverteilern

Im Jahre 1965 wurden 1000 LTI-Säureverteiler verkauft und im Jahre 1966 2500. Im ganzen gibt es in Norwegen etwa 4000 Feldhäcksler. In zwei Jahren wurde also die LTI-Säureausrüstung an mehr als  $\frac{3}{4}$  aller Feldhäcksler angebaut.

Das Verteilgerät ist in mehreren Ländern patentrechtlich geschützt und wird zur Zeit in der Praxis in Island, Dänemark, Schweden und Großbritannien geprüft.

Der LTI-Säureverteiler kostet in Norwegen etwa 170 DM.

## Zusammenfassung

Um gute Silage zu bekommen, ist es sehr wichtig, daß das Konservierungsmittel in gewünschten Mengen gleichmäßig in das Futter eingemischt wird, ohne die Flüssigkeit zu verschütten und ohne anderen Verlust zu verursachen.

In den Jahren 1964 und 1965 wurde am Institut für Landtechnik, Vollebek, ein Verteiler für direkten Säurezusatz in den Feldhäcksler, LTI-Säureverteiler genannt, entwickelt und untersucht. Der Verteiler ist für einen direkten Zusatz der konzentrierten Ameisensäure aus der Handlungspackung (30 Ltr. Kunststoffkannen) in den Feldhäcksler durch eine einfach auswechselbare Düse konstruiert. Die Teile des Gerätes, die mit der Ameisensäure in Berührung kommen, sind aus säurefesten Materialien hergestellt.

Der LTI-Säureverteiler kann an Schlegelfeldhäckslern, Exaktfeldhäckslern und stationären Häckselmaschinen und Förderanlagen, die bei der Silierung benutzt werden, angebracht werden.

Die Flüssigkeit wird durch die Schwerkraft direkt in die Maschine gebracht. Die Menge der Flüssigkeit wird durch Düsenwechseln reguliert, ohne daß dabei Werkzeuge benutzt werden müssen. Es ist sehr wichtig, daß der Höhenunterschied zwischen der Kunststoffkanne und der Düsenöffnung richtig ist und daß die verschiedenen Schläuche die richtigen Größen und Qualitäten haben.

Der LTI-Säureverteiler mit Druckregulator und schräggebohrter Düse gewährleistet einen sicheren und gleichmäßigen Zusatz des Konservierungsmittels, der Ameisensäure, je Zeiteinheit. Das Mittel wird an der Stelle in den Feldhäcksler eingebracht, an der die Luft und die Grasmasse in eine turbulente Strömung geraten, so daß eine gute Vermischung und Verteilung gewährleistet ist, ohne daß Flüssigkeit verschüttet wird.

Konzentrierte Säure wurde in den Versuchen eben so gleichmäßig verteilt wie verdünnte Säure (Verhältnis 1:4 und 1:2). Die Säureverteilung war am gleichmäßigsten, wenn die Düse 170 mm über der Rotorwelle stand, verglichen mit zwei höheren und einer niedrigeren Anbringung. Das Verteilen von konzentrierter Säure hat bei den Versuchen und auch in der Praxis gute Silage gegeben. Allerdings ist zu beachten, daß die Ameisensäure Farbe und Lacke zerfrißt, so daß auf den Schutz des Feldhäckslers besonders zu achten ist.

## Schrifttum

- [1] AAS, K.; NÆRLAND, G. O.: Tilsetting av flytende konserveringsmiddel i slaghøster med LTI-Syreutstyr. Orientering Nr. 23, 1966 fra Landbruksteknisk institutt, Vollebek
- [2] Jordbruksteljinga i Noreg 1959
- [3] OPSAHL, B.: Forhaustar og qjenvekst. Bondevennen Nr. 1, Stavanger 1965

## Résumé

Gabriel O. Nærland: "Application of Liquid Preservatives with the Field Chopper by means of the LTI-Acid Distributor"

For obtaining a good silage the required quantities of the preservatives should be uniformly mixed with the food without spilling the liquid and without any other losses.

In 1964 and 1965 the Institute of Agricultural Engineering (Institut für Landtechnik), Vollebek, developed and tested a distributor for adding the acid directly into the field chopper. It is called LTI-acid distributor. This distributor is designed for a direct addition of concentrated formic acid from commercial packages (30-liter plastic cans) into the field chopper by means of an easily exchangeable nozzle. The parts of the implement coming into contact with the formic acid are made of acidproof materials.

The LTI-acid distributor can be mounted to beater-type field choppers, exact field choppers and stationary chopping machines as well as to conveyor systems, which are used for ensiling.

Owing to the force of gravity the liquid is brought directly into the machine. The amount of liquid is controlled by exchanging the nozzle. No tools have to be used. Of importance is that the height difference between plastic can and nozzle size is correct and that the different hoses are of the appropriate size and quality.

The LTI-acid distributor with pressure regulator and inclined nozzle guarantees a safe and uniform addition of the preservative per unit of time. The preservative is brought into the field chopper at a point where the air and the grass mass flow turbulently so that a good mixture and distribution is obtained without spilling the liquid.

## 16 Jahre „Landtechnische Forschung“

Concentrated acid has been distributed in the experiments as uniformly as diluted acid (ratio 1:4 and 1:2). The distribution was most uniform when the nozzle had been mounted 170 mm above the rotor shaft, compared with two higher and one lower mountings. During the test and also under practical conditions the distribution of concentrated acid gave a good silage. As formic acid is harmful to colour and lacquers, precautions should be taken to avoid damage to the field chopper.

Gabriel O. Nærland: „La distribution de produits de conservation liquides au moyen d'un distributeur d'acides LTI monté sur le hache-paille mobile“

Pour obtenir un ensilage de qualité, il est très important que les produits de conservation soient mélangés aussi régulièrement que possible et en quantités voulues au fourrage sans répandre du liquide et sans autres pertes.

Dans les années 1964 et 1965 on a développé et essayé à l'Institut du Machinisme Agricole de Vollebakk un distributeur destiné à la distribution directe de l'acide dans le hache-paille et qui est appelé distributeur d'acides LTI. Ce distributeur est conçu pour l'introduction directe de l'acide formique concentré à partir de son emballage commercial (container en matière plastique de 30 litres de capacité), dans le hache-paille au moyen d'une buse simple et échangeable. Les pièces du dispositif qui entrent en contact avec l'acide formique sont faites en matériaux résistant aux acides.

Le distributeur d'acides LTI peut être monté sur les hache-pailles à fléaux et à couteaux mobiles, ainsi que sur les hache-pailles fixes et les transporteurs utilisés pour les travaux d'ensilage. Le liquide est introduit par gravité dans la machine. On règle la quantité en utilisant des buses différentes dont le changement n'exige aucun outil. Il est très important que la différence de hauteur entre le container en matière plastique et l'orifice de la buse corresponde à une certaine valeur et que les différents tuyaux souples aient les dimensions et qualités requises.

Le distributeur d'acides LTI à régulateur de pression et à buse à orifice oblique assure une distribution régulière du produit de conservation — l'acide formique — dans l'unité de temps. Le produit est introduit dans le hache-paille à l'endroit où l'air et le fourrage sont entraînés par un courant turbulent de sorte qu'un mélangeage intime et une bonne répartition sont assurés sans perte de liquide.

L'acide concentré a été réparti pendant l'essai aussi régulièrement que l'acide dilué (rapport  $\frac{1}{4}$  et  $\frac{1}{2}$ ). La distribution la plus régulière a été obtenue quand la buse se trouvait 170 mm au-dessus de l'arbre du rotor tandis que les deux essais avec une disposition plus élevée et l'essai avec une disposition plus basse ont donné des résultats moins bons. La distribution d'acide concentré pendant l'essai et dans la pratique a donné un ensilage de bonne qualité dans les deux cas. Cependant, il faut tenir compte du fait que l'acide formique attaque les peintures et vernis et faire attention par conséquent que le hache-paille soit bien protégé.

Gabriel O. Nærland: „El aditamento del agente líquido conservador en la cortadora-recolectora mediante el acidistribuidor LTI“

Para obtener buen ensilaje, es muy importante que con el forraje sea mezclado, por un igual, el producto de conservación en las cantidades deseadas, sin derramar el líquido ni tener ninguna otra pérdida.

En los años 1964 y 1965 se proyectó y probó, en el Instituto de Ingeniería Agrónoma de Vollebakk, un distribuidor, denominado acidistribuidor LTI, para aditamento directo del ácido conservador en la cortadora-recolectora. Este distribuidor está construido para añadir el ácido fórmico concen-

Mit diesem Heft beginnt der 17. Jahrgang dieser Zeitschrift. Zugleich geht die Schriftleitung in andere Hände über. Es ist dem neuen Schriftleiter ein Bedürfnis, des Begründers der „Landtechnischen Forschung“ zu gedenken. Hellmut Neureuter war eine überaus vitale, motorische Unternehmensnatur. Schon vor dem Kriege war er verlegerisch zur Landtechnik gestoßen und nach dem Kriege verlegte er u. a. die Zeitschrift „Landtechnik“ und die vom KTL herausgegebene Schriftenreihe „Berichte über Landtechnik“. Als sich die landtechnische Wissenschaft nach den Stürmen der Zeit wieder einigermaßen eingerichtet hatte, suchte sie nach einer Möglichkeit, ihre Arbeiten in einer wissenschaftlichen Zeitschrift zu veröffentlichen. Sie begegnete dabei dem Wunsche der Industrie, die gleichermaßen interessiert war, die Ergebnisse der Forschungsarbeit kennen zu lernen. So suchte man gemeinsam nach einem gangbaren Weg. Anläufe hierzu, wie etwa die Wiedererweckung der „Technik in der Landwirtschaft“, schlugen fehl. Da bot Hellmut Neureuter den Landtechnikern eine wissenschaftliche Heimat in der zu diesem Zwecke neugegründeten „Landtechnischen Forschung“. Ihre Herausgeber, die Landmaschinen- und Ackerschlepper-Vereinigung (LAV), das Kuratorium für Technik in der Landwirtschaft (KTL) und die Max-Eyth-Gesellschaft (MEG) wirkten tatkräftig mit. Insbesondere der LAV muß einmal ausdrücklich Dank gesagt werden für ihr Interesse und für ihre Hilfe mit Rat und Tat, welche die Zeitschrift zu Ansehen im In- und Ausland brachte. Die beiden späteren Schriftleiter Dipl.-Ing. Willi Hanke und Dr. Friedrich Meier trugen in eindringlicher Arbeit und in uneigennütziger Weise ihren Teil dazu bei.

Aber schon zu Beginn hatte Hellmut Neureuter eine glückliche Hand in der Bestellung von Dr. Hugo Richarz, dem damaligen Geschäftsführer des KTL, zum Schriftleiter. Richarz und seine ersten Mitarbeiter in der Pressestelle des KTL, Dr. Gerhard Friehe, später dessen Nachfolger Fritz Lachenmaier, gaben der Zeitschrift die Form und die Richtung, die sich bewährt haben und bewahrt bleiben sollen. Zugleich sei den Lesern für ihr Interesse Dank gesagt und ganz besonders aber den Autoren für ihre Mitarbeit. Alle guten Namen der landtechnischen Wissenschaft sind in dieser Zeitschrift zu Wort gekommen. Eine junge Generation stieg inzwischen herauf und hielt die Zeitschrift lebendig und erfüllte sie mit dem Atem einer stürmisch vorwärtsdrängenden Wissenschaft.

Verlag und Schriftleitung hoffen auf eine weiterhin gute Zusammenarbeit!

Hellmut-Neureuter-Verlag

Schriftleitung der  
„Landtechnischen Forschung“

Heinz Speiser

trado directamente de los envases usuales en el comercio (envases de plástico de 30 litros) en la cortadora-recolectora por medio de una tobera de fácil intercambio. Las piezas del aparato que se hallan en contacto con el mencionado ácido están fabricadas a base de materiales resistentes a los ácidos.

El acidistribuidor LTI puede ser incorporado a cortadoras-recolectoras balidoras, cortadoras-recolectoras exactas y máquinas cortadoras estacionarias e instalaciones transportadoras empleadas en el ensilaje.

El líquido es enviado a la máquina directamente por la fuerza de gravedad. El paso del líquido se regula por el intercambio de toberas, sin que para ello se necesite el empleo de herramientas. Es muy importante que la diferen-

cia de altura entre el envase de plástico y la abertura de la tobera sea adecuada así como que los diferentes tubos flexibles sean de tamaño y calidad apropiados.

El acidistribuidor LTI, dotado de regulador de presión y tobera perforada en diagonal, garantiza el proporcionado y seguro aditamiento del agente conservador (ácido fórmico) por unidad de tiempo. El producto de conservación se introduce en la cortadora por el lugar en el que el aire y la masa de forraje entran en turbulencia, así que quedan garantizados un buen mezclado y distribución sin derrame alguno de líquido.

La distribución de ácido concentrado tuvo lugar en los ensayos tan por un igual como la de ácido rebajado (proporción 1:4 y 1:2). Cuando más homogénea resultaba la distribución del ácido era cuando la tobera estaba ubicada 170 mm por encima del eje rotor, comparada con dos incorporaciones más arriba y una más abajo, respectivamente. De la distribución de ácido concentrado ha resultado buen ensilaje tanto en las pruebas como en la práctica. Sin embargo, hay que tener en cuenta que el ácido fórmico corroe pintura y lacas, de forma que ha de tenerse presente sobre todo la protección de la cortadora-recolectora.

## RUNDSCHAU

### Der abgedrosselte Verdichtungsdruck des Motors als Regelgröße der Beschickung eines Getreidemähreschers

Der vorliegende Aufsatz ist die Übersetzung eines Beitrages von S. A. JOFINOV und V. V. MIROSCHNITSCHENKO, Leningrader Institut für Landwirtschaft (L.I.f.L.), aus der sowjetischen Fachzeitschrift „Mechanisierung und Elektrifizierung“, 24 (1966) H. 5, S. 34—36

Bekanntlich wird die Getreidemenge, welche der Mährescher in der Zeiteinheit verarbeitet (Eingabe) durch die Beziehung

$$q = \frac{B_p v_p Q_x}{360} \text{ [kg/s]} \quad (1)$$

wiedergegeben. Hierbei ist  $B_p$  die Arbeitsbreite des Getreidemähers [m];  $v_p$  die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Mähreschers während der Arbeit [km/h];  $Q_x$  die Ertragsfähigkeit des Getreides [dz/ha].

Die größte Produktivität erreicht der Mährescher unter der Bedingung  $q = Q_M$ , wobei  $Q_M$  die Durchlaßfähigkeit der

Dreschmaschine ist [kg/s]. Dieser Eingabemenge entspricht eine Arbeitsgeschwindigkeit von

$$v_{pM} = \frac{360 Q_M}{B_p Q_x} \text{ [km/h]} \quad (2)$$

Wenn man die Arbeitsbreite des Getreidemähers und die Eingabe als konstant annimmt, dann läßt sich die Bedingung der vollen Auslastung der Dreschmaschine des Mähreschers folgendermaßen darstellen:

$$v_{pM} Q_x = C = \text{const.} \quad (3)$$

wobei  $C = 360 Q_M / B_p$  [kg/m · s] eine konstante Größe ist, die von den Konstruktionsdaten des Mähreschers abhängt. Für den Mährescher CK-3 mit einer Arbeitsbreite  $B_p = 3,2$  m ist  $C = 338$ ; bei  $B_p = 4,1$  m ist  $C = 264$  und bei  $B_p = 5$  m ist  $C = 216$ . Bei dem Mährescher CK-4 erhält man entsprechend 450, 352 und 288.

Die Geschwindigkeit des Mähreschers ist unter den gemachten Annahmen nur eine Funktion des Ernteertrages des Getreides.

In Wirklichkeit ist der Ernteertrag in den einzelnen Feldabschnitten nicht gleich, es treten Schwankungen auf, die sich im Rahmen der Normalverteilung bewegen. In diesem Falle wird die Gleichung (3) für den Mährescher CK-4 ( $B_p = 4,1$  m) bei einem mittleren Ernteertrag des Getreides von  $Q_{x \text{ mittl.}} = 60$  dz/ha und einer Streuung von z. B.  $W_x = 20\%$  bei  $v_{pM} = 3,6 - 14,6$  km/h erfüllt.

Die Geschwindigkeit läßt sich innerhalb solcher weiteren Grenzen offensichtlich nur mit den Mitteln einer Selbstregelung einhalten.

Bild 1 zeigt das Verteilungsdiagramm der effektiven Motorleistung eines selbstfahrenden Mähreschers. Die Gerade AB gibt den Leistungsaufwand für Ausdrusch und Separation der Getreidemasse bei einem mittleren Ernteertrag  $Q_{x \text{ mittl.}}$  wieder, die Geraden  $AB_1$  und  $AB_2$  bei den maximalen Ertragsschwankungen ( $Q_{x \text{ ep}} + \Delta Q$  und  $Q_{x \text{ ep}} - \Delta Q$ ). Die Kurve CD charakterisiert den mittleren Leistungsaufwand für die Fortbewegung des Mähreschers (die Kurve kann auch ein anderes Aussehen haben), die

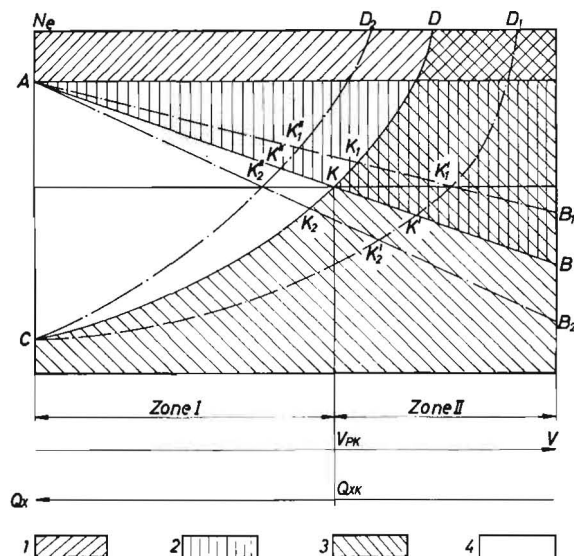


Bild 1: Verlauf der effektiven Motorleistung eines selbstfahrenden Mähreschers

1: Leistungsaufwand für den Antrieb der unbelasteten Arbeitsorgane des Mähreschers; 2: Leistungsaufwand für Ausdrusch und Separation der Getreidemasse; 3: Leistungsaufwand für die Fortbewegung des Mähreschers; 4: ungenutzter Teil der effektiven Motorleistung.