

# Technische Untersuchungen zur Vermischung von Melasse mit gehäckseltem Grüngut

Institut für Landmaschinenforschung, Braunschweig-Völkenrode

Die Melasse hat besonders in den letzten Jahren als Konservierungsmittel ein größeres Anwendungsgebiet gefunden. Eine große Zahl von Untersuchungen erbrachte den Nachweis, daß ein Melassezusatz die Milchsäureentwicklung begünstigt, die zu einer besseren Konservierung des Futters führt. Weiterhin hat mit Melasse konserviertes Futter gegenüber anderen Zusatzmitteln einen günstigen Einfluß auf den Gesundheitszustand des Viehs und die Qualität der Milch. Eine Menge von etwa 2 bis 4 % Melasse genügt (nach Angaben des Institutes für Grünlandwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode), um die Tätigkeit der Mikroorganismen als Förderer der Milchsäureentwicklung hinreichend zu begünstigen. Die beste Aussicht auf das Gelingen der Silage ist jedoch nur dann gegeben, wenn eine sehr innige und feine Vermischung der Melasse mit dem Grüngut erreicht wird.

Das Institut für Landmaschinenforschung der Forschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode, führte im Rahmen eines mit ERP-Mitteln geförderten Forschungsauftrages Versuche durch, um festzustellen, mit welchen maschinellen Einrichtungen eine feine Verteilung von Melasse im Futter erreicht werden kann. Es handelt sich bei der Melasse um eine sirupartige; zähe Flüssigkeit, die nur schwierig in Rohrleitungen zu fördern und zu verteilen ist.

Im folgenden sollen die Eigenschaften der Melasse aufgezeigt werden, die die Pump- und Verteilfähigkeit dieser Flüssigkeit beeinflussen.

## Versuchsdurchführung und Ergebnisse

Das spezifische Gewicht der Melasse richtet sich im wesentlichen nach der Konzentration und beträgt im Anlieferungszustand 1,383 — 1,39 (g/cm<sup>3</sup>). Bei einer Konzentration von 77 % wurde ein spezifisches Gewicht von 1,385 g/cm<sup>3</sup> festgestellt.

Die Viscositätsbestimmungen wurden mit dem Höppler-Viscosimeter bei einer Temperatur von + 40° C und darüber durchgeführt. Damit sollte festgestellt werden, ob die Zähigkeit der Melasse derjenigen von Zuckerlösungen gleichzusetzen ist. Die Messungen ergaben nur geringe Abweichun-

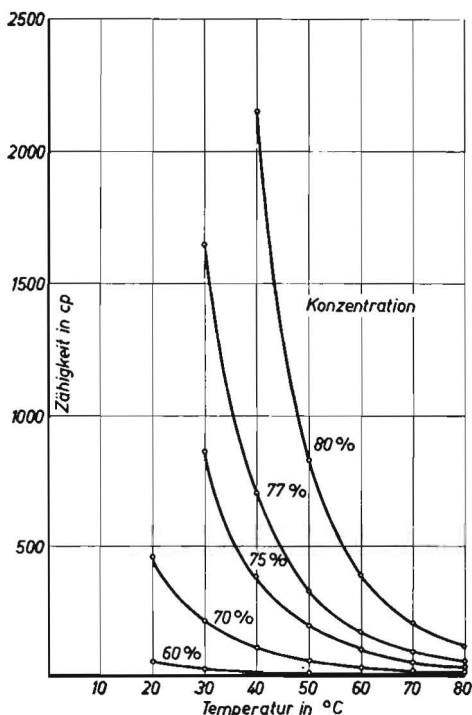


Abb. 1: Viscosität der Melasse in Abhängigkeit von der Temperatur bei verschiedener Konzentration (nach Landt)

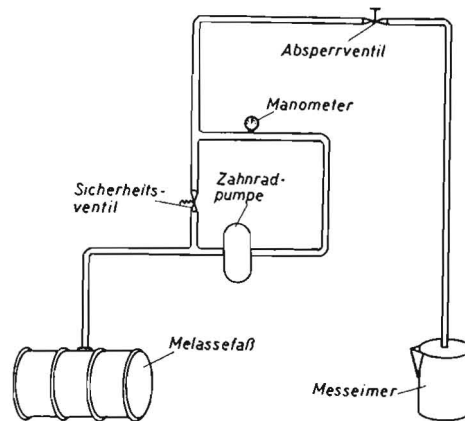


Abb. 2: Versuchsanordnung

gen. Man kann also mit ausreichender Genauigkeit die Viscositätszahlen von Zuckerlösungen auf Melasse entsprechender Konzentration anwenden. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit den Feststellungen des Institutes für Landwirtschaftliche Technologie und Zuckerindustrie an der Technischen Hochschule Braunschweig.

Für unsere Zwecke konnten deshalb die Viscositätskurven von Landt übernommen werden. Diese zeigen (Abb. 1), daß

- die Zähigkeit der Melasse mit zunehmender Konzentration steigt, und
- die Zähigkeit bei gleicher Konzentration mit zunehmender Temperatur abfällt.

Im allgemeinen beträgt die Konzentration der von der Zuckerindustrie angelieferten Melasse 75 bis 80 %, im Höchstfalle 82 %, nach Angaben der Zuckervertriebsgesellschaft Braunschweig.

Man darf daher aus Abbildung 1 folgern, daß gerade in diesem Bereich bei niedrigen Temperaturen äußerst hohe Zähigkeiten vorkommen. Bei einer Temperatur von etwa +10° C sind die Werte so hoch, daß sie mit dem Viscosimeter oder anderen Meßinstrumenten nicht mehr ermittelt werden können. Diese Zusammenhänge sind für das Verständnis der folgenden Untersuchungen wesentlich.

Wie oben erwähnt, ist die Melasse durch ihre große Viscosität schwer zu fördern. Zur Messung der Durchfluß- oder der Pumpmengen wurde ein Prüfstand entwickelt. Aus Abbildung 2 ist die Versuchsanordnung zu entnehmen. Die Melasse wird aus einem normalen Faß durch die Saugleitung mit einer Zahnradpumpe (Förderleistung: 8 l/min bei 360 U/min) in die Druckleitung gefördert, die mit einem Manometer und einem Absperrhahn versehen ist. Man kann somit neben

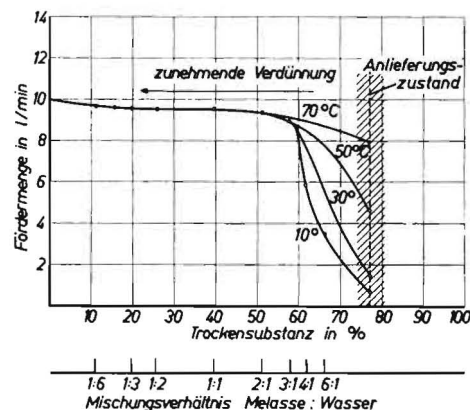


Abb. 3: Fördermenge in Abhängigkeit von der Melassekonzentration (bei einer Temperatur von 10° C)

der Messung der Temperatur auch die Fördermenge und den Druck feststellen.

Folgende Messungen wurden durchgeführt:

1. Fördermenge in Abhängigkeit von der Melassekonzentration (Abb. 3).
2. Fördermenge in Abhängigkeit von der Melasstemperatur bei einer Konzentration von 77 % (Anlieferungszustand; Abb. 4).
3. Versprühbarkeit von Melasse in Abhängigkeit von Konzentration und Förderdruck (Abb. 5).
4. Versprühbarkeit von Melasse in Abhängigkeit von Temperatur und Druck (Abb. 6).

Zu 1. Das Ergebnis ist in Abbildung 3 dargestellt. Die Fördermenge ist über der Trockensubstanz der Melasse oder über dem Mischungsverhältnis Melasse : Wasser aufgetragen. Das Mischungsverhältnis bezieht sich auf den Rauminhalt von Melasse und Wasser, das heißt einem Mischungsverhältnis von beispielsweise 3 : 1 entsprechen 3 l Melasse und 1 l Wasser. Aus dem Kurvenverlauf ersieht man, daß mit zunehmender Trockensubstanz die Fördermenge abfällt, und zwar ab 58 % sehr stark. Die Fördermenge bei 77 % Trockensubstanz, wie sie dem Anlieferungszustand entspricht, beträgt bei einer Temperatur von 10° C nur noch 0,65 l/min. Bei zunehmender Verdünnung ist die Förderleistung der Zahnrad-

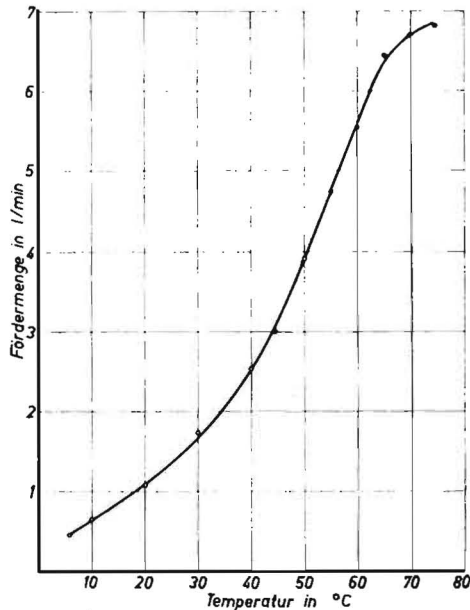


Abb. 4: Fördermenge in Abhängigkeit von der Melasstemperatur bei einer Konzentration von 77 % (Anlieferungszustand)

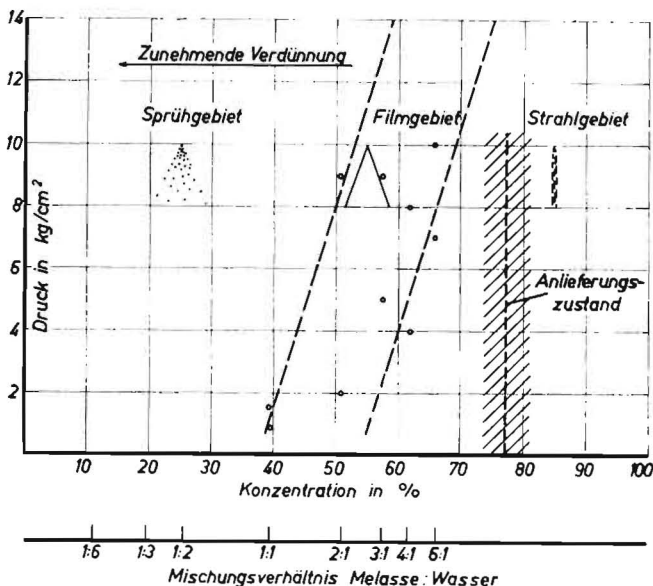


Abb. 5: Versprühbarkeit der Melasse in Abhängigkeit von der Konzentration

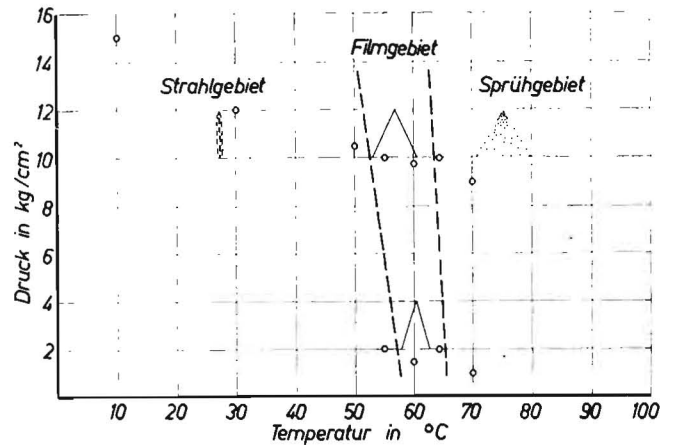


Abb. 6: Versprühbarkeit von Melasse in Abhängigkeit von Temperatur und Druck

pumpe unterhalb einem Trockensubstanzgehalt von 55 % fast konstant. Die Abweichungen gegenüber der Förderung von Wasser (Trockensubstanz = 0) sind in diesem Bereich gering.

Zu 2. In Abbildung 4 sind der Vollständigkeit halber die gemessenen Werte der Fördermenge über der Temperatur bei einer Konzentration von 77 % aufgetragen. Es ist ersichtlich, daß die Fördermenge bei Temperaturen von + 6 bis + 63° C etwa parabolisch ansteigt. Bei noch höheren Temperaturen flacht die Kurve allmählich ab.

Zu 3. Der Grad der Versprühbarkeit, der tröpfchenweisen Auflösung des Melassestrahles also, bei einer Temperatur von 18° C wurde gleichfalls gemessen und ist in Abhängigkeit von der Konzentration und dem Förderdruck in Abbildung 5 aufgetragen. Für die Untersuchungen wurden verschiedene Verteilerdüsen benutzt. Angefangen von einer Schlitzdüse über einfache Loch- und Zerstäubungsdüsen, wie sie bei Beregnungsanlagen verwendet werden, lieferte eine Nadeldüse die beste Strahlauflösung. Die Meßergebnisse wurden dem Diagramm zugrunde gelegt. Nach der Art der Strahlauflösung werden drei verschiedene Gebiete unterschieden:

- a) Strahlgebiet,
- b) Filmgebiet,
- c) Sprühgebiet.

Zu a) Bei starker Konzentration kann man auch unter Anwendung hoher Drücke bis 10 kg/cm² keine Auflösung des Strahles erreichen. Das Strahlgebiet erstreckt sich vom Anlieferungszustand, also von rund 80 % bis zu etwa 55 % bei niedrigem Druck und etwa 70 % bei einem Druck von 10 kg/cm².

Zu b) Bei zunehmender Verdünnung löst sich der Strahl noch nicht vollständig auf, sondern zeigt sich zunächst in Form eines Filmes.

Zu c) Erst im Sprühgebiet wird die Oberflächenspannung durch abnehmende Zähigkeit soweit aufgehoben, daß eine Tröpfchenbildung stattfindet. Eine Konzentration von 53 % erlaubt ein Versprühen bei Drücken von 10 kg/cm². Bei niedrigeren Drücken ist diese Möglichkeit schon bei einem Trockensubstanzgehalt von weniger als 40 % gegeben.

Zu 4. Die Wärme übt einen ähnlichen Einfluß auf die Melasse aus wie Änderungen in der Konzentration (Abb. 6). Die Werte gelten jedoch nur für einen Trockensubstanzgehalt von 77 %. Auch hier sind verschiedenartige Strahlaufösungen wie oben zu unterscheiden.

- a) Bei Temperaturen bis zu 50° C bei hohen und 55° C bei niedrigen Drücken wird der Melassefluß nicht verändert.
- b) Im Filmgebiet, das bis zu 63° C bei hohen und 65° C bei niedrigen Drücken reicht, kommt eine geringe Auflösung des Flusses zustande.
- c) Bei noch größerer Erwärmung löst sich die Melasse versprühen.

#### Schlußfolgerung

Um Melasse hinreichend fein mit der Silage vermischen zu können, muß sie sich in einem versprühbaren Zustand befinden. Die Messungen zeigen, daß bei normalen Tempera-

turen die Melasse im Anlieferungszustand zu zäh ist, um mit Zahnradpumpen dieses Ziel zu erreichen. Um die Melasse versprühen zu können, muß sie entweder auf mindestens 70° C erwärmt oder in einem Mischungsverhältnis von 1 : 1 Melasse : Wasser verdünnt werden. Beide Maßnahmen sind im praktischen Betrieb mit Schwierigkeiten verbunden. Eine Erwärmung verlangt beträchtlichen technischen Aufwand. Andererseits ist ein hoher Wasserzusatz in der Silage unerwünscht.

Es war daher notwendig, nach anderen Methoden für die Melassebeimischung zu suchen, welche die obigen Nachteile ausschalten. Üblicherweise werden Gebläsehäcksler zur Beschickung von Silos eingesetzt. Damit bietet sich die Möglichkeit, die Schaufelarbeit für die Verteilung der Melasse auszunutzen. Für die Praxis ergeben sich zwei Wege.

Ist eine Zahnradpumpe vorhanden, genügt es, die Melasse auf etwa 60 % Trockensubstanz zu verdünnen (Abb. 7). Dieser Wasserzusatz ist für eine Silage noch tragbar. Die Melasse muß dann durch die Druckleitung von der Pumpe in den oberen Teil des Häckselgehäuses eingeführt werden. Dadurch wird ein genügend langer Weg im Gebläsegehäuse geschaffen, wodurch eine hinreichende Vermischung mit dem Häckselgut gewährleistet ist.

Ist keine Zahnradpumpe vorhanden, so genügt es, die Melasse aus einem höher gelegenen Faß durch eine Schlauchverbindung dem Häckselgehäuse zuzuführen (Abb. 8).

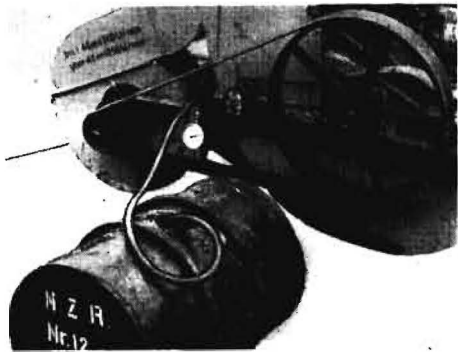


Abb. 7: Förderung der Melasse vom Faß in das Gebläsegehäuse mit Hilfe einer am Gebläsehäcksler angebaute Melassepumpe (Gebläsehäcksler in geöffnetem Zustand gezeigt)



Abb. 8: Zuführung von Melasse durch Gefälle aus höhergestelltem Faß in das Gebläsegehäuse

Schlauchleitungen mit einem Mindestdurchmesser von 1 1/2" reichen aus, um die Melasse unverdünnt zuzuführen. Sie fließt auf diese Weise auch bei Temperaturen unter 10° C zu. Durch einen Absperrhahn am Behälter wird die Ausflußmenge reguliert. Die Vermischung mit dem Häckselgut kommt auf folgende Weise zustande. Die Melasse gelangt durch einen Einführungsstutzen mit parabelförmigem Querschnitt in das Häckselgehäuse und fließt in einem breiten Film an dessen Außenwand entlang. Die Häckselteilchen werden infolge der auf sie einwirkenden Kräfte an die Außenwand geschleudert und kommen dort mit der Melasse in Berührung. Die Benetzung der Häckselteilchen mit der Melasse ist sehr gleichmäßig, was durch mehrere praktische Versuche bestätigt werden konnte. Auf diese Weise kann die Melasse auch Futterstroh beigemischt werden. Eine Verstopfung der Rohre tritt dabei selbst noch längerer Betriebsdauer nicht auf. Die beste Vermischung der Melasse mit dem Häckselgut erreicht man, wenn der Einführungsstutzen der Melasseleitung auf dem Häckselgehäuse etwas zur Messerseite versetzt ist.

Schrifttum:

Zeitschrift Wirtschaftsgruppe Zuckerindustrie, Band 66, 1936, Seite 8.

## Résumé:

Dipl.-Ing. B. Winkeler: „Technische Untersuchungen zur Vermischung von Melasse mit gehäckseltem Grün gut.“

Um die Pump- und Verteilbarkeit von Melasse zu bestimmen, wurde die Abhängigkeit der Zähigkeit von Konzentration und Temperatur untersucht. An einem Prüfstand wurden unter verschiedenen Bedingungen die Fördermengen von Zahnradpumpen und die Versprühbarkeit der Melasse durch unterschiedliche Verteilerdüsen gemessen. Es wurde festgestellt, daß zur feinen Verteilung der Melasse mit der Silage bei Benutzung einer Zahnradpumpe entweder eine Erwärmung auf 70° C oder eine Verdünnung mit Wasser im Verhältnis 1 : 1 erforderlich ist. Bei Verwendung eines Gebläsehäckslers kann die Schaufelarbeit für die Verteilung der Melasse ausgenutzt werden, so daß für die Förderung mit Zahnradpumpe eine Verdünnung auf 60 % Trockensubstanz ausreicht oder unter Verzicht auf eine Pumpe die unverdünnte Melasse aus einem höher gelegenen Faß durch einen Schlauch in das Häckselgehäuse eingeführt werden kann.

Dipl.-Ing. B. Winkeler: „Investigations on the Mixing of Molasses with Cut Green Fodder.“

In order to determine the possibilities of pumping and distributing molasses, the relation between the viscosity and the concentration and temperature of molasses was investigated. The deliveries of rotary pumps and the atomising capacity of molasses through various types and sizes of nozzles under varying conditions was examined on a test bench. It was determined that, in order to obtain a fine disintegration and distribution of the molasses amongst the silage, it was necessary either to warm the molasses to a temperature of 70° C or to dilute it with water in the proportion 1 : 1. The use of a chaff blower enables the vanes to disperse the molasses, so that in cases where a rotary pump is used, a dilution to 60 % of dry material is sufficient. If no pump is used, the molasses can be fed in its undiluted state from a barrel placed over the blower housing through a hose into the cutter housing.

Dipl.-Ing. B. Winkeler: «Recherches techniques sur l'incorporation de la mélasse dans le fourrage vert haché.»

Pour déterminer la capacité de pompage et l'aptitude à se répartir de la mélasse, on a examiné l'interdépendance de la ténacité, de la concentration et de la température. Les débits de refoulement des pompes à engrenages et la possibilité de dispersion de la mélasse par des jets répartitionnaires différents ont fait l'objet de mesures relevées à un poste d'essais. Il a été constaté que pour une fine répartition de la mélasse dans le silage, il est nécessaire, en employant une pompe à engrenages, soit de chauffer cette mélasse à 70° C, soit de la diluer avec de l'eau dans une proportion de 1 à 1.

En utilisant un hacheur élévateur, le mouvement des godets peut être utilisé pour la répartition de la mélasse de sorte qu'en employant une pompe à engrenages, une dilution à 60 % de substance sèche est suffisante, ou encore, en renonçant à l'emploi d'une pompe, la mélasse non diluée peut être introduite dans la trémie du hacheur, par l'intermédiaire d'un tuyau débouchant d'un fût placé sur une partie surélevée.

Dipl.-Ing. B. Winkeler:

«Investigaciones técnicas sobre la mezcla de melaza con forrajes verdes cortados.»

Se hicieron ensayos con el fin de determinar la viscosidad, la concentración y la temperatura que consientan la impulsión por bomba y el reparto de la melaza. Mediciones, hechas en una instalación de pruebas bajo distintas condiciones, de las cantidades impelidas por bombas de engranajes y del grado de pulverización por distintas toberas, dieron por resultado que era preciso, o calentar la melaza a 70° C, o mezclarla con agua en la proporción de 1 : 1 para que fuera posible una buena mezcla por medio de una bomba de engranajes, con los forrajes ensilados. Empleándose una ensiladora neumática, el trabajo de las palas puede aprovecharse para la mezcla de la melaza, en cuyo caso basta, para la impulsión por una bomba de engranajes, rebajar la melaza al 60 % de sustancia seca, o bien renunciando al empleo de una bomba, se puede introducir la melaza sin rebajarla en la caja de la ensiladora por un tubo desde un barril colocado en un punto más alto.