

Zum Einfluß ausgewählter Klimafaktoren auf die Austrocknung von Rindergülle

Dr. R. Lommatzsch/Dipl.-Landw. Annerose Rudovsky, Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin

Problem

An Gülle sind in den vergangenen 15 Jahren vielfältige Untersuchungen durchgeführt worden. Sie ließen eine Reihe von wichtigen Zusammenhängen erkennbar werden, die heute von mehreren Wissenschaftsdisziplinen und Arbeitsrichtungen für die Weiterentwicklung der Produktionsverfahren genutzt werden. Auch dem Technologen der Tierproduktion wurde mit der Charakteristik verschiedener Stoffkenngrößen der Gülle und ihrer teilweisen Quantifizierung ein Material zur Verfügung gestellt, das ihm bei der Verfahrensgestaltung in Tierproduktionsanlagen von Nutzen ist. Bei der Umsetzung dieser Grundlagenuntersuchungen an Gülle zu Verfahrenslösungen kommt man jedoch in manchen Details an Probleme, über die in der Literatur bisher nur wenig berichtet worden ist. Ein derartiges Problem stellt das Austrocknen von Gülle unter dem Einfluß von Klimafaktoren dar. Es spielt da eine Rolle, wo vom Technologen höhere Temperaturen und/oder eine geringere relative Luftfeuchtigkeit und/oder höhere Luftgeschwindigkeiten bei der Gestaltung der Anlage erwartet werden müssen. Das kann z. B. der Fall sein, wenn

- in Stallanlagen zur Einhaltung von Grenzwerten der Schadgaskonzentration (MTK-Wert) ein starker Luftwechsel notwendig wird und damit hohe Luftgeschwindigkeiten entstehen
- in fensterlosen Anlagen der Tierproduktion an Sommertagen Temperaturen von mehr als 30°C erreicht werden, die relative Luftfeuchtigkeit auf Werte unter 50% abfällt und mit einer maximalen Luftwechselrate versucht wird, ein noch stärkeres Abweichen vom Optimalbereich zu verhindern
- in Stallanlagen mit Unterflurlüftung in Güllekanälen hohe Windgeschwindigkeiten erreicht werden
- Tierproduktionsanlagen im Ausland errichtet werden sollen.

In diesen als Beispiel angeführten Fällen ist vom Technologen zu entscheiden, inwieweit eine Aufstallung auf Spaltenböden oder Gitterrosten, ein Einsatz der Fließkanalermischung oder weitere Gülleverfahren zweckmäßig sind. Um solchen Entscheidungen eine wissenschaftliche Grundlage zu geben, sollten in einer Reihe von orientierenden Untersuchungen [1] Klimabedingungen simuliert und Rückschlüsse auf die Möglichkeiten und Grenzen der Anwendung ausgewählter Verfahren der Gülleentmischung gezogen werden.

Methode

Die Versuche waren so angelegt, daß der Einfluß von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit durch Variation jeweils eines Faktors deutlich wurde. Die Untersuchungen erfolgten in einem Klimaraum. Die Gestaltung des Raumes ermöglichte Temperaturen bis +40°C und eine relative Luftfeuchte zwischen 25 und 70% in allen Temperaturbereichen einzustellen. Die Windgeschwindigkeit wurde mit $v = 0,35 \dots 1,35$ m/s in einer Größenordnung untersucht, die nur unwesent-

lich über dem im Standard TGL 29084/01 geforderten Bereich liegt.

Das Untersuchungsmaterial wurde direkt am Tier gewonnen und mit Hilfe von Schwefelkohlenstoff konserviert, um einer Verfälschung der Versuchsergebnisse durch Gärung vorzubeugen. Die für die Versuche hergestellte Gülle hatte entsprechend der natürlichen Zusammensetzung ein Masseverhältnis zwischen Kot und Harn von 2:1.

In Tafel I wird ein Überblick über die einzelnen Versuchsreihen gegeben.

Versuchsreihe I gibt Aufschluß über den Wasserverlust von Gülle und Harn in Abhängigkeit von Temperatur und Luftfeuchte. Gleichzeitig wurde die Änderung der Fließgrenze der Gülle mit der Schüttkegelmethode [2] ermittelt. In Versuchsreihe II wurde die Abhängigkeit zwischen verdunsteter Wassermenge und Windgeschwindigkeit untersucht. Dabei wurde bei konstanter Oberfläche die Schichtdicke von Gülle und Kot zwischen 2 mm und 50 mm variiert. Versuchsreihe III erfaßt das Austrocknungsverhalten von Rinderkot auf einem Spaltenbodensegment unter dem Einfluß unterschiedlicher Temperatur und Luftfeuchte. Der verwendete Spaltenboden aus Polyäthylen wies eine Stegbreite von 60 mm und eine Spaltenweite von 35 mm auf. Die alle 2 Stunden aufgebraachte Kotmenge und die gewählte Schütthöhe entsprachen den Durchschnittswerten für den einmaligen Kotabsatz bei mittlerer Körperhöhe des Schwarzbunten Rindes. Zur Simulation des Tiertritts wurde ein Massstück von der Größe einer Rinderklaue nach jedem Aufbringen der Kotportion an 5 verschiedenen Stellen des entstandenen Kotflecks aufgesetzt.

Ergebnisse

Ergebnisse der Versuchsreihe I sind in den Bildern 1 und 2 auszugsweise wiedergegeben [1]. Es wird sichtbar, daß der Wasserverlust in wesentlich höherem Maß von der Luftfeuchte als von der Höhe der Temperatur verursacht wird. Greift man Extremwerte heraus, so stehen nach der gleichen Zeit je Kilogramm Gülle 49 g Wasserverlust bei 25°C und 70% Luftfeuchtigkeit einem Verlust von 221 g bei 40°C und 30% relativer Luftfeuchtigkeit gegenüber. Es ist weiterhin zu erkennen, daß eine unterschiedliche Höhe der Luftfeuchtigkeit bei konstanter Temperatur (Bild 3) die Kurven wesentlich stärker im untersuchten Bereich auseinander streben läßt als unter Bedingungen, wo die relative Luftfeuchtigkeit konstant ist und die Temperatur als Variable aufgetragen wird (Bild 1). Im zweiten Teil der Untersuchungen dieser Versuchsreihe wurde die Veränderung des Fließverhaltens der Gülle unter den gleichen Bedingungen beobachtet (Bild 2). Im Prinzip ist die gleiche Tendenz festzustellen, wie sie sich beim Wasserverlust ergab. Es fällt jedoch auf, daß bei der Variante mit 70% relativer Luftfeuchtigkeit der Schüttkegeldurchmesser zunächst zunimmt. Als Ursache ist vermutlich die rasche Erwärmung der Gülle in den ersten Versuchsstunden um etwa 10°C anzusehen, da nachgewiesen werden konnte, daß die Ausbreitung eines Schüttkegels von der Temperatur der Gülle abhängig ist. Bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von 30% dürfte die schnellere Verdunstung diese Temperaturabhängigkeit überdeckt haben.

In der Versuchsreihe II war die Verdunstung in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und der Schichthöhe der Gülle untersucht worden.

Tafel I. Versuchsreihen und deren Bedingungen

Bedingungen	Versuchsreihe I	Versuchsreihe II	Versuchsreihe III
1	2	3	4
Material			
Kot		x	x
Gülle	x	x	
Harn	x		
Konstante	Windgeschwindigkeit $v = 0,35 \dots 1,35$ m/s Anfangsmasse 1000 g Versuchsdauer 8 h	Temperatur 30°C Luftfeuchte 25...40% Oberfläche 100 cm ²	Windgeschwindigkeit $v = 0,5$ m/s Schüttmenge 2 kg Schütthöhe 1,30 m Spaltenbodensegment
Variable	Temperatur Luftfeuchte	Windgeschwindigkeit Schichtdicke	Temperatur Luftfeuchte
Datenerfassung			
Trockensubstanz	x	x	x
Temperatur von Kot,			
Gülle, Harn	x	x	
Luftfeuchte	x	x	x
	Wasserverlust	Wasserverlust	Temperatur im Raum
	Schüttkegeldurchmesser	Schichtdicke nach Versuchsende	
			verbale Beschreibung der sichtbaren Ver- änderung

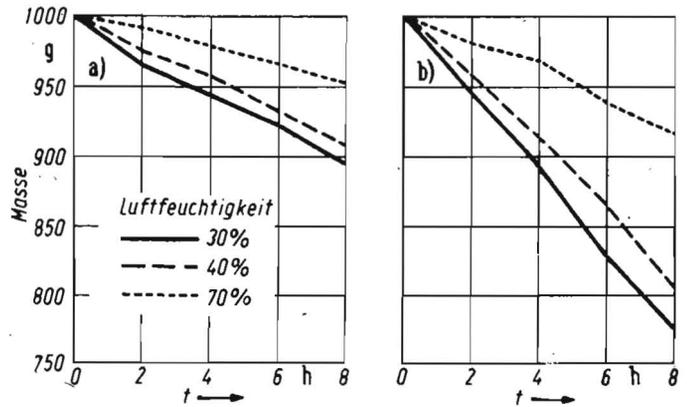
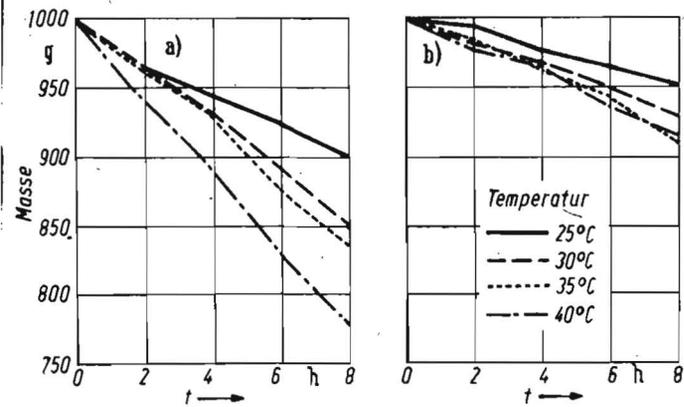


Bild 1. Zeitabhängigkeit des Wasserverlustes* von unverdünnter Gülle in Abhängigkeit von der Temperatur bei unterschiedlicher relativer Luftfeuchtigkeit; a) 30%, b) 70%

Bild 3. Zeitabhängigkeit des Wasserverlustes von unverdünnter Gülle in Abhängigkeit von der relativen Luftfeuchtigkeit bei unterschiedlichen Temperaturen; a) 25°C, b) 40°C

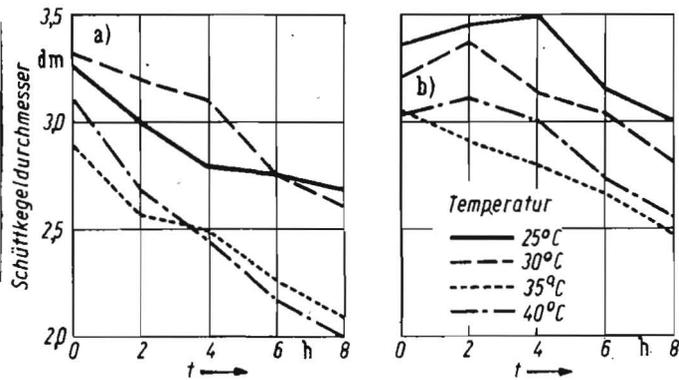


Bild 2. Zeitabhängigkeit der Veränderung des Schüttkegeldurchmessers von unverdünnter Gülle in Abhängigkeit von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit; a) 30%, b) 70%

0,5 m/s sehr schnell umfangreiche Austrocknungen. Vor allem die bei der Simulation des Tiertritts entstehenden dünnen Kotschichten auf den Trittplätzen trockneten innerhalb von 2 Stunden fest an. Auch an den Stegseiten trocknete der haftende Kot, so daß die Spalten von einem simulierten Kotabsatz zum nächsten langsam zuwuchsen. Dies führte zu einer Ausbildung stabiler Brücken, die bei mechanischer Belastung (Tiertritt) nicht zerstört wurden. Das Spaltenbodensegment war bereits nach einer Versuchszeit von 17 Stunden völlig funktionsuntüchtig.

Schlußfolgerungen

Aus den Versuchsergebnissen lassen sich für den technologischen Projektanten einige Hinweise ableiten:

- Die Funktionsfähigkeit von Spaltenböden und Gitterrosten in Stallanlagen, in denen über längere Zeiträume hinweg mit Temperaturen über 30°C und niedriger relativer Luftfeuchtigkeit gerechnet werden muß, ist stark eingeschränkt. Wenn neben der genannten Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit auch noch Windgeschwindigkeiten $v > 0,5$ m/s anzunehmen sind, sollten kompakte Fußböden bevorzugt werden.
- Mit den Einschränkungen zur Anwendung durchbrochener Fußböden entfallen auch Verfahren der Unterflurentmischung bei den untersuchten Bedingungen, zumal bei der Fließkanalentmischung (bei einem nach Bild 4 sich stark verringerten Fließfaktor) auch erheblich größere Kanaltiefen notwendig würden.
- Bei der Einrichtung von Anlagen zur Unterflurentlüftung ist darauf zu achten, daß die Ansaugstellen so gestaltet werden, daß keine starken Luftgeschwindigkeiten an der Gülleoberfläche entstehen. Mit der Einschränkung der Wasserverdunstung aus der im Fließkanal befindlichen Gülle kann die Funktionssicherheit des Entmischungsverfahrens erhöht werden.
- Die Feststellung, daß unter den angeführten Klimabedingungen dünne Kotschichten irreversibel durchtrockneten, läßt Schlußfolgerungen für die Oberflurentmischung (Schleppschaufel, Traktor mit Kotschieber) zu. Die Arbeitsintervalle sind so zu wählen, daß sich derartige Trockenschichten nicht ausbilden können. Das wäre der Fall entweder bei Dauerbetrieb der Schleppschaufel oder bei einer Entmischung der Flächen, die nur einmal am Tag durchgeführt wird.
- Die Ergebnisse der Tastversuche gestatten

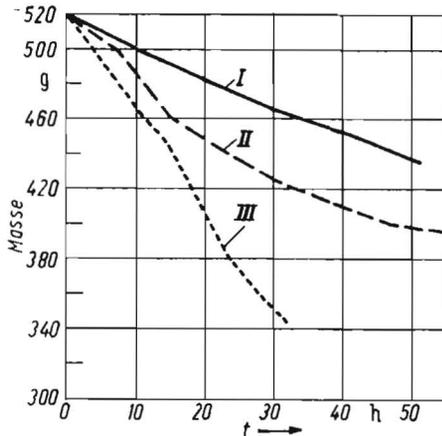
Im Bild 4 sind drei Varianten der Versuchsdurchführung dargestellt. Zunächst wird der starke Einfluß der Luftbewegung auf die Gültrocknung deutlich. Der Wasserverlust verdoppelt sich noch, wenn die austrocknende Oberfläche der Schicht stündlich zerstört und untergemischt wird (Variante III). Im Zusammenhang mit diesen Tastversuchen zeigte sich, daß die Schichthöhe der Gülle auf die Austrocknung ebenfalls Einfluß nimmt, obwohl bekanntlich eine Verdunstung nur an der Oberfläche stattfindet. So konnte nachgewiesen werden, daß bei langsamer Trocknung der Gülle (Variante I) die Gülle unabhängig von der Schichthöhe kontinuierlich durchtrocknet. Bei schneller Trocknung (Variante II) bildet sich dagegen sehr schnell eine verhärtete Kruste, die sich von der darunter befindlichen Schicht abhebt, wodurch sich die Verdunstung aus der unteren Schicht stark einschränkt. Diese Erscheinung trat jedoch nur auf, wenn die Schichthöhe der Gülle größer als 20 mm war.

In der Versuchsreihe III wurde der Einfluß der simulierten Klimabedingungen auf die Funktionsfähigkeit von Spaltenböden geprüft. Obwohl bereits bei der Auswahl des Spaltenbodens Abmessungen gewählt wurden (Auftrittsfläche 60 mm, Spaltenweite 35 mm), die einen wesentlich höheren Spaltenanteil an der Gesamfläche, als in Milchviehanlagen üblich, aufwiesen und damit einen höheren Kotdurchgang ermöglichten, waren die Ergebnisse eindeutig. Die Versuchsdurchführung bei einer Temperatur von 23°C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 65% und einer Windgeschwindigkeit von 0,5 m/s wies einen voll funktionsfähigen Spaltenboden nach. Auftretende Überdeckungen von Spalten waren instabil,

d. h. bei einer methodischen Belastung fiel der Kot durch die Spalten hindurch. Demgegenüber entstanden bei einer Temperatur von 30°C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 30% und einer Windgeschwindigkeit von

Bild 4. Zeitabhängigkeit des Wasserverlustes von Gülle in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und der Bearbeitung der Oberfläche (Temperatur 30°C, relative Luftfeuchtigkeit 25 bis 40%, Schichtdicke 50 mm):

- Variante I: Luftgeschwindigkeit $v = 0$ m/s; unbearbeitete Oberfläche
- Variante II: Luftgeschwindigkeit $v = 0,35 \dots 1,35$ m/s; unbearbeitete Oberfläche
- Variante III: Luftgeschwindigkeit $v = 0,35 \dots 1,35$ m/s; stündliche Durchmischung der Probe zur Simulation des Tiertritts



auch die Aussage, daß es zweckmäßig sein kann, auf Güllagern die ausgetrockneten Krusten zu zerstören, um die Verdunstung von Wasser zu erhöhen. Diese Aussage trifft jedoch vor allem für trockene Klimabiete zu.

Zusammenfassung

Zur Klärung des Einflusses von höheren Temperaturen, niedrigen Bereichen der relativen Luftfeuchtigkeit und der Luftbewegung auf die Austrocknung von Rindergülle wurden orientierende Untersuchungen durchgeführt.

Die in einem Klimaraum gefundenen Ergebnisse zeigen einige Zusammenhänge auf. Relative Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung bewirken eine Austrocknung in stärkerem Maß als die Temperatur, sind aber mit dieser im Zusammenhang zu betrachten. Spaltenboden erwies sich bei einer Temperatur von 30°C, einer relativen Luftfeuchtigkeit von 30% und einer Luftbewegung von 0,5 m/s bereits nach wenigen Stunden als funktionsunfähig. Aus den Versuchsergebnissen werden einige Hinweise zur Verfahrensgestaltung abgeleitet.

Literatur

- [1] Rudovsky, A.; Lommatzsch, R.; Molnár, C.: Verhalten von Gülle unter ariden Klimabedingungen. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, Forschungsbericht 1978.
- [2] Lehmann, R.: Untersuchungen zur Fließgrenze der Gülle. Karl-Marx-Universität Leipzig, Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin, Dissertation B 1970. A 2525

Kühlagerung von Speisekartoffeln

Erfahrungen aus der Lagerperiode 1978/79 und Anforderungen für die neue Saison

Dipl.-Landw. V. Pinske, KDT, VEB Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft OGS Groß Lüsewitz
Dipl.-Landw. E. Hartwig, Zentrale Wirtschaftsvereinigung OGS Berlin

Um die kontinuierliche Versorgung der Bevölkerung mit Speisekartoffeln aus alter Ernte bis zum Frühkartoffelangebot aus eigenem Aufkommen zu sichern, wird der Einsatz von Kühltechnik zum Erfordernis. Vor allem für die Versorgung ab zweiter Mähälfte bis Ende Juli sind durch die Anwendung des Verfahrens der Kühlagerung von Speisekartoffeln die Fäulnis- und Atmungsverluste zu senken und eine gute Qualität zu gewährleisten. Zu den Voraussetzungen für eine effektive Langzeitlagerung gehören:

- Einhaltung der agrotechnischen Maßnahmen
- Auswahl der besten Bestände bereits zur Einlagerung
- beschädigungsarme Ein- und Auslagerung
- Berücksichtigung und Einhaltung aller Klimafaktoren, vor allem beim Übergang von der kälteren zur wärmeren Jahreszeit.

Die speziellen Anforderungen beim Einsatz von Kühltechnik sind außerdem zu beachten.

Einsatz von Luftkühlern

Der Einsatz von Luftkühlern ist die einfachste Rationalisierungs- und Rekonstruktionsmaßnahme. In Verbindung mit dem vorhandenen Lüftungssystem für Speisekartoffellagerhäuser und belüftbaren technischen Großmieten werden Kälteaggregate eingesetzt, die gegenüber der eingeblasenen Außenluft eine Temperaturabsenkung um etwa 10 K bringen. Da es sich hier nicht um ein isoliertes Gebäude handelt, sind der Energieverlust hoch und die Effektivität gering. Bei einem rationellen Einsatz der Geräte, d. h. Ausnutzung der kühleren Nachttemperaturen zur Belüftung und nur dann belüften, wenn ein Effekt eintritt, führt diese Methode zur Verlustsenkung und Qualitätserhaltung und ist zu empfehlen. Als Geräte kommen der Getreidekühler G 100 und das sich in der Erprobung befindliche mobile Fruchtkühlaggregat K 70 (verfahrbares Gerät für mehrere Lagersektionen) zur Anwendung.

Umlagerung von Speisekartoffeln auf Leichtkühlflächen

Die Umlagerung von Speisekartoffeln auf leergewordene Leichtkühlflächen, vorrangig in den Obstkühlagerhäusern, ist ein sehr ko-

stenaufwendiges Verfahren, jedoch bei sinnvoller Anwendung eine sichere Methode, die Qualität der Speisekartoffeln zu erhalten, um damit die Anschlußversorgung zu gewährleisten. Der hohe volks- und betriebswirtschaftliche Aufwand ist gerechtfertigt, weil es sich hier um eine Kühlmethode handelt, die unabhängig von den warmen oder kalten Außenluftzuständen, bei Einhaltung spezifischer Anforderungen, einen gesicherten Erfolg bringt. Hauptsächlich kommt es auf folgende Anforderungen an:

- Vorrangig sind Kartoffelbestände in guter Qualität aus technischen Großmieten umzulagern.
- Die Umlagerung ist spätestens bis Mitte April abzuschließen (d. h. vor Eintritt der Erwärmung des Stapels).
- Übergrößen aus der Sortierung von Pflanzgutbeständen, Partien mit erkennbarem Naß- und Trockenfäulebesatz > 1,5 Masse-% und die TGL-gerechte Aufbereitung von Partien sind nicht für die Umlagerung zu empfehlen.
- Vorrangig sind Gitterboxpaletten zu verwenden, bei Anwendung der Obstgroßkiste ist nur eine $\frac{2}{3}$ -Füllung vorzunehmen.
- Bestimmte Klimafaktoren, wie Temperatur von 3 bis 5°C, Luftfeuchte von 90 bis 95% und Frischluftzuführung von 20 bis 50 m³/t d. sind zu gewährleisten, um den CO₂-Gehalt < 0,5% zu halten.
- Bei Einlagerung im Herbst ist vorher eine ordnungsgemäße Abtrocknung und Wundheilung zu erreichen.

Unter Beachtung der genannten Anforderungen wird die Umlagerung auf Leichtkühlflächen als notwendig erachtet und empfohlen.

Errichtung von Leichtkühlflächen für Speisekartoffeln

Mit dem Bau weiterer neuer bzw. der Rekonstruktion vorhandener Lagerhäuser für Speisekartoffeln ist es zweckmäßig, gleichzeitig die Errichtung von Leichtkühlflächen mit vorzusehen. Diese Frage wird gegenwärtig forschungsmäßig und konstruktiv vom VEB Ingenieurbüro für Lagerwirtschaft OGS Groß Lüsewitz gemeinsam mit dem Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz untersucht.

Das Ziel besteht darin, ein Klimasystem zu entwickeln, wo einerseits durch Anwendung des bekannten Kaltluftsystems die günstigsten Außenluftzustände zur Abtrocknung, Wundheilung und Abkühlung genutzt werden und gleichzeitig ein Kühlsystem installiert ist, das bei Erfordernis zugeschaltet werden kann. Dieses sogenannte „Kombilager“ wird gegenwärtig entwickelt und zur Breitenanwendung untersucht.

Schlußbetrachtungen

Für die Speisekartoffelversorgung in guter Qualität bis zum Frühkartoffelangebot aus eigener Ernte ist das Verfahren der Langzeitlagerung unter Normlagerbedingungen zu verbessern, und gleichzeitig sind alle Möglichkeiten der Kühlagerung von Speisekartoffeln zu nutzen.

In Auswertung der Erfahrungen zur Kühlagerung von Speisekartoffeln in der Lagerperiode 1978/79 wird unter Federführung des Fachausschusses Kartoffelwirtschaft der KDT eine „Empfehlung zur Langzeitlagerung und Kühlagerung von Speisekartoffeln“ erarbeitet und allen Betrieben und Einrichtungen auf Anforderung übergeben. A 2486