



Bild 9. Erreichbare Leistung bei der KartoffelAuslagerung mit einem Gabelstapler in Abhängigkeit von der Transportentfernung und dem Schaufelinhalt (0,4 t, 0,6 t und 0,8 t)

Die Anwendung der Meßtechnik in Kartoffellagerhäusern

Dipl.-Ing. W. Puttich, KDT*

Die fachgerechte Lagerung der Kartoffeln hat einen großen Einfluß auf die Erhaltung der Speise- bzw. Pflanzgutqualität und die Höhe der Lagerverluste. Die Einführung industriemäßiger Produktionsverfahren in der Landwirtschaft führte zur Konzentration und Spezialisierung des Kartoffelanbaus und zur Lagerung der Kartoffeln in Kartoffellagerhäusern. Mit der Lagerung der Kartoffeln in Lagerhäusern werden gleichzeitig arbeitsökonomische und technologische Probleme der Vermarktung, wie Sortieren, Schälen und Abpacken gelöst. Der Investaufwand für die Errichtung der Kartoffellagerhäuser ist erheblich und wird, wie auch der erhöhte Aufwand für die Lagerung, teilweise staatlich gestützt.

Während man über viele Probleme der Ausstattung und des Betriebs von Kartoffellagerhäusern in der Fachpresse bereits berichtet hat, wurde das Thema sachgemäßer Messungen hinreichender Genauigkeit bisher nicht behandelt.

Bedeutung der Meßtechnik bei der Kartoffellagerung

Um die Qualität der Kartoffeln während der Lagerung zu erhalten und Verluste — die recht erheblich werden können — zu vermeiden, sind bestimmte Lagerbedingungen einzuhalten.

In zahlreichen Veröffentlichungen werden Werte für Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit genannt, die bei der Lagerung der Kartoffeln in Lagerhäusern einzuhalten sind. In der TGL 80-21240, Bl. 4 Lagerung von Pflanzkartoffeln sind z. B. die Werte für die Lagerperioden Abtrocknung, Wundheilung, Abkühlung, Dauerlagerung und Konditionierung zur Auslagerung angegeben und damit für alle Lagerhalter von Pflanzkartoffeln verbindlich vorgeschrieben.

In speziellen Belüftungsanweisungen des Ing.-Büros für Lagerwirtschaft der zentralen Wirtschaftsvereinigung Obst—Gemüse — Speisekartoffeln in Groß-Lüsewitz bzw. des Ing.-Büros für Betriebswirtschaft der VVB Saat- und Pflanzgut Quedlinburg wird vorgeschrieben, wie und wie lange mit Außenluft, Umluft oder Mischluft belüftet werden muß, um die vorgeschriebenen Klimawerte einzuhalten. Ohne Zweifel ist die sachgemäße Belüftung der in Haufen,

Die mit der Schaufel aufgenommenen Kartoffeln können dann über einen Annahmeförderer T 237 als Dosiergerät den entsprechenden Aufbereitungslinien zugeführt werden.

Neben den bereits angeführten Problemen, die bei einer sinnvollen Altbaunutzung zu berücksichtigen sind, muß man auch die Forderungen der Arbeitshygiene (Beleuchtung, Lärmschutz, Schutz vor Staubentwicklung, Arbeitsplatzgestaltung usw.), des Arbeits-, Gesundheits- und Brandschutzes sowie der Schutzgüte beachten.

4. Zusammenfassung

Auch in den nächsten Jahren wird aus den verschiedensten Gründen die Nutzung von Altbauten zur Speisekartoffellagerung notwendig sein. Es werden Hinweise zur Auswahl geeigneter Objekte gegeben. Die Gestaltung der Lüftungsanlage in diesen Bauten sowie Fragen der Technologie werden im weiteren behandelt. Auf bestehende Forderungen seitens der Arbeitshygiene sowie des Arbeits-, Gesundheits- und Brandschutzes wird hingewiesen.

A 9159

Sektionen oder Paletten lagernden Kartoffeln sehr wichtig; dies wird in Veröffentlichungen der jüngsten Zeit immer deutlicher nachgewiesen. Richtige Maßnahmen zur Klimagestaltung sind nur dann möglich, wenn bekannt ist, in welchen Bereichen sich Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit bewegen dürfen und die Ist- und Sollwerte dieser Größen hinreichend genau gemessen werden können. Alle Maßnahmen zur Gestaltung des Lagerklimas setzen außerdem voraus, daß die Meßanlagen ständig richtige Meßwerte innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen liefern.

Anforderungen an die Meßgenauigkeit beim Bestimmen von Temperatur und relativer Luftfeuchtigkeit

Ausgangspunkt für die Auswahl eines Meßverfahrens sind die durch wissenschaftliche Untersuchungen oder TGL-Vorschriften vorgegebenen Werte und ihre Toleranzen. Die TGL 80-21240 Bl. 4 schreibt z. B. für die einzelnen Lagerperioden die in Tafel 1 dargestellten Bereiche für Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit vor.

Um die vorgegebenen Toleranzen einhalten zu können, ist es erforderlich, ein Meßverfahren auszuwählen, dessen Meßunsicherheit nach Möglichkeit $\frac{1}{5}$ der Toleranz des einzuhaltenden Wertes nicht überschreitet. Von den oben angegebenen Toleranzen abgeleitet ergeben sich an die Genauigkeit der anzuwendenden Meßverfahren sehr hohe Anforderungen, die unter den Bedingungen der Praxis besonders bei Messung der relativen Luftfeuchtigkeit nicht zu realisieren sind.

Daraus ergeben sich zwei Schlußfolgerungen:

- Es sollte gründlich überprüft werden, ob die relative Luftfeuchtigkeit in so engen Grenzen gehalten werden muß — bei der Abkühlung der Kartoffeln z. B. in Grenzen von 3 Prozent.

Tafel 1. Vorgeschriebene Bereiche für Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit (TGL 80-21240)

	Temperatur °C	Toleranzbereich grd	rel. Luftf. %	Toleranzbereich %
Abtrocknung	12 ... 15	3	80 ... 85	5
Wundheilung	10 ... 14	4	89 ... 95	6
Abkühlung auf	3 ... 4	1	92 ... 95	3
Hauptlagerperiode	3 ... 4	1	89 ... 95	6

* Wissenschaftlicher Mitarbeiter im Fachgebiet Meßtechnischer Außendienst des Amtes für Standardisierung, Meßwesen und Warenprüfung (Bereich Meßwesen)

Allgemein ist zu bemerken, daß nur Toleranzen vorgeben werden sollten, die in der Praxis mit vertretbarem Aufwand meßtechnisch zu realisieren sind.

- b) Um exakte Belüftungsmaßnahmen nach dem Mollier-i, x-Diagramm festlegen zu können, sind Meßergebnisse für die Temperatur mit einer Meßunsicherheit von $\pm 0,2$ grad im Bereich von 0 bis 15 °C und für relative Luftfeuchtigkeit mit einer Meßunsicherheit von ± 1 bis 2 Prozent im Bereich von 80 bis 100 Prozent notwendig. Zu fordern ist also, daß die Temperatur und besonders die relative Luftfeuchtigkeit in den Kartoffellagerhäusern sehr sorgfältig und mindestens so genau gemessen werden, wie es zur sachgemäßen Belüftung erforderlich ist.

Stand der Meßtechnik in den Kartoffellagerhäusern

Im Mai/Juni 1972 wurden durch Mitarbeiter des DAMW einige Kartoffellagerhäuser kontrolliert, um festzustellen, ob

- zweckmäßige Meßeinrichtungen eingesetzt sind
- die Meßeinrichtungen funktionstüchtig sind
- mit den Meßeinrichtungen brauchbare Meßergebnisse gewonnen werden
- die Meßmittel periodisch meßtechnisch geprüft werden, um die Richtigkeit der Messungen sicherzustellen.

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich kurz wie folgt zusammenfassen:

- a) In einem Teil der Kartoffellagerhäuser werden Mietenthermometer und Haarhygrometer zum Bestimmen der Zustandsgrößen Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit eingesetzt.

Diese Meßmittel erreichen bei guter Pflege und Warung bzw. Regenerierung der Haarhygrometer Fehlergrenzen von ± 1 grad für die Temperatur bzw. ± 5 Prozent für die relative Luftfeuchtigkeit. Sachgemäße Maßnahmen zur Klimagestaltung können nach den Meßergebnissen dieser Meßmittel nicht getroffen werden. Die Wartung und Pflege läßt teilweise zu wünschen übrig. Die eingesetzten Meßmittel wurden in keinem Fall meßtechnisch auf Richtigkeit geprüft, d. h. nach der Verordnung vom 18. Mai 1961 (GBl. II, Nr. 32/1961, S. 191) über das Meßwesen, mit Normalen verglichen.

- b) In den meisten Kartoffellagerhäusern sind derzeit Temperatur- und Taupunktmeßanlagen mit Registrier-einrichtungen der Fa. Feutron, Greiz, eingebaut oder sollen eingebaut werden. Der Taupunkt wird mit Hilfe von Lithiumchlorid-Meßfühlern bestimmt und die relative Luftfeuchtigkeit mit Rechenschieber aus dem Taupunkt und der zugehörigen Temperatur ermittelt. Zum Zustand dieser Meßanlagen ist festzustellen, daß in einer Reihe von älteren Lägern, die vor 4 bis 6 Jahren errichtet wurden, die Feutron-Meßanlagen wegen fehlender Pflege und Wartung bzw. Reparaturkapazität ausgefallen sind. Diese Läger benutzen Mietenthermometer und Haarhygrometer mit den unter a) genannten Mängeln.

Von den funktionstüchtigen Anlagen sind nur dann brauchbare Meßergebnisse der Temperatur zu erhalten, wenn sie ordnungsgemäß mit geeigneten Normalen eingemessen und in bestimmten Fristen¹ meßtechnisch geprüft worden sind.

In diesem Falle wäre eine Meßunsicherheit von $\pm 0,2$ grad zu erreichen.

¹ Die Prüf Fristen sind festzulegen nach:

- der Empfindlichkeit der Meßmittel
- den Einsatzbedingungen
- der zulässigen Fehlergrenze
- der Benutzungshäufigkeit
- dem Verhältnis zwischen der Meßunsicherheit der Meßmittel zur zugelassenen Toleranz

Für die relative Luftfeuchtigkeit werden mit dieser Meß-anlage keine Meßergebnisse ausreichender Genauigkeit erreicht.

Dabei muß noch in Betracht gezogen werden, daß Lithiumchlorid-Meßfühler sorgfältig gewartet werden müssen und hohe Anforderungen an die Bedienung stellen.

Die Untersuchungen ergaben, daß die Feutron-Meßanlagen nur in wenigen Lägern ordentlich gewartet, in keinem Falle aber meßtechnisch geprüft werden. Die Meßunsicherheit beträgt daher für die Temperatur etwa ± 1 bis 2 grad und für die relative Luftfeuchtigkeit 10 bis 12 Prozent. Neben den Fehlern der Meßfühler gehen auch die Fehler der Anzeigergeräte unkorrigiert mit in das Meßergebnis ein. Alle Belüftungsmaßnahmen gehen daher von Meßwerten aus, die mit großen Fehlern behaftet sein können. Das kann Qualitätsminderungen und Lagerverluste zur Folge haben.

Gewinnung von ausreichend genauen Meßergebnissen für ein sachgemäßes Belüften der Kartoffeln

Für die Messung der relativen Luftfeuchtigkeit müssen Meßverfahren mit kleineren Fehlergrenzen angewendet werden. Für diskontinuierliche Messungen ist hierzu das Aspirationspsychrometer nach Assmann (Hersteller: VEB Reglerwerk Dresden, BT Meßtechnik, Betrieb des VEB Kombinat Meß- und Regelungstechnik, 8021 Dresden, Behrischstr. 15—17) zu empfehlen.

Wenn in diesem Psychrometer Normalthermometer mit 0,1-grad-Teilung verwendet werden, ist die relative Luftfeuchtigkeit anhand von Psychrometertafeln bis auf etwa ± 1 Prozent zu bestimmen. Zur kontinuierlichen Messung der relativen Luftfeuchtigkeit hat Schienbein /2/ ein Psychrometer mit Widerstandsthermometern oder Halbleitertemperaturmeßfühlern entwickelt, mit dem sich die relative Luftfeuchtigkeit mit einer Meßunsicherheit von etwa ± 1 bis 2 Prozent bestimmen läßt.

Von den verantwortlichen Leitern in der Landwirtschaft muß gefordert werden, daß sie die Verordnung vom 18. Mai 1961 über das Meßwesen einhalten und dafür sorgen, daß die Meßmittel ordnungsgemäß eingesetzt, gewartet und richtig gehalten werden. Die übergeordneten Organe sollten die Betriebsleiter dazu anleiten und sie dabei unterstützen.

Als Sofortmaßnahme ist vorzuschlagen, die derzeit in den Kartoffellagerhäusern eingesetzten Meßgeräte, sowohl die Mietenthermometer und Haarhygrometer als auch die Temperatur- und Taupunktmeßanlagen der Fa. Feutron, in bestimmten Fristen mit Aspirationspsychrometern nach Assmann auf Richtigkeit zu prüfen und die ermittelten Korrekturwerte bei der Auswertung der Meßergebnisse zu berücksichtigen.

Zusammenfassung

Bei der Lagerung von Kartoffeln in Lagerhäusern müssen, um Qualitätsminderungen und Verluste zu vermeiden, bestimmte Werte der Temperatur und relativen Luftfeuchtigkeit eingehalten werden. Zur Einleitung von Belüftungsmaßnahmen sind Messungen mit hinreichender Genauigkeit erforderlich.

Den notwendigen Forderungen an die eingesetzte Meßtechnik werden die zur Zeit unbefriedigenden Verhältnisse in den Kartoffellagerhäusern gegenübergestellt und Hinweise zur Verbesserung des Meßmitteleinsatzes gegeben.

Literatur

- /1/ —: Bericht über den Stand der Meßtechnik in Kartoffellagerhäusern, DAMW 1972 (unveröffentlicht)
- /2/ Koch, H. u. a.: Industriemetrologie, Leipzig: VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie 1969, S. 50 ff A 9157