

Zeitschrift: Der Traktor und die Landmaschine : schweizerische landtechnische Zeitschrift
Herausgeber: Schweizerischer Verband für Landtechnik
Band: 21 (1959)
Heft: 7

Rubrik: IMA-Mitteilungen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 04.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

4. Jahrgang Juli 1959

Herausgegeben vom Schweiz. Institut für Landmaschinen-
wesen und Landarbeitstechnik in Brugg, Aargau

Verantwortliche Redaktion: J. Hefti und W. Siegfried



Beilage zu Nr. 7/59 von «DER TRAKTOR und die Landmaschine»

Einige Grundlagen zur Belüftung von Kartoffelvorräten

Dr. J. Jenny, Lausanne

Allgemeines

Die Kartoffeln sind, wenn keine besonderen Massnahmen getroffen werden, wie alle landw. Produkte bei der Lagerung, Verlusten (Atmung, Keimung, Fäulnis zufolge Knollenverletzung durch Ernte- und Sortiermaschinen etc.) unterworfen. Bald nach der Einlagerung beginnt der Atmungs- und Umsetzungsprozess. Es wird CO_2 und Wärme erzeugt, und zwar umso mehr, je höher die Temperatur ist. Die Wärmeerzeugung von 1000 kg Kartoffeln beträgt z. B. bei $15-16^\circ \text{C}$ bereits 26 kcal. je Stunde, dagegen bei $4-5^\circ \text{C}$ nur noch 14,6 kcal./Std. Bei 80 % Luftfeuchtigkeit ergibt dies, sofern keine Wärmeabfuhr stattfindet, bereits eine untragbare Temperaturerhöhung von 4,1 bzw. $7,2^\circ \text{C}$. Um das zu verhindern, muss der Lagerhaufen abgekühlt werden. Dies geschieht in grossen Lagerräumen am sichersten, wenn mit Hilfe eines Ventilators kalte Luft durch den Lagerraum hindurchgeblasen wird. Diese Luft führt nicht nur die im Lagergut entstandene Wärme ab. Im Herbst muss sie auch dem Kellerboden, der Decke und den Wänden Wärme entziehen. Dazu kommt, dass durch die Belüftung auch die Wärme des Ventilatormotors sowie die Kompressions- und Reibungswärme abgeführt werden muss. Um die Abkühlung in angemessener Zeit (Kosten!) durchzuführen, sollte die Kühlluft mindestens 20°C tiefer liegen als diejenige der lagernden Ware.

1. Die zur Abführung der Wärme erforderliche Luftmenge:

Wenn man die Menge und Temperatur der zu lagernden Ware kennt und die Ventilationsdauer festsetzt, so kann die zur Abführung der Wärme erforderliche Luftmenge errechnet werden. Nach einer theoretischen Berechnung sind z. B. ca. 57 m^3 Luft von ca. 3°C (Nachtluft) nötig um 1 m^3

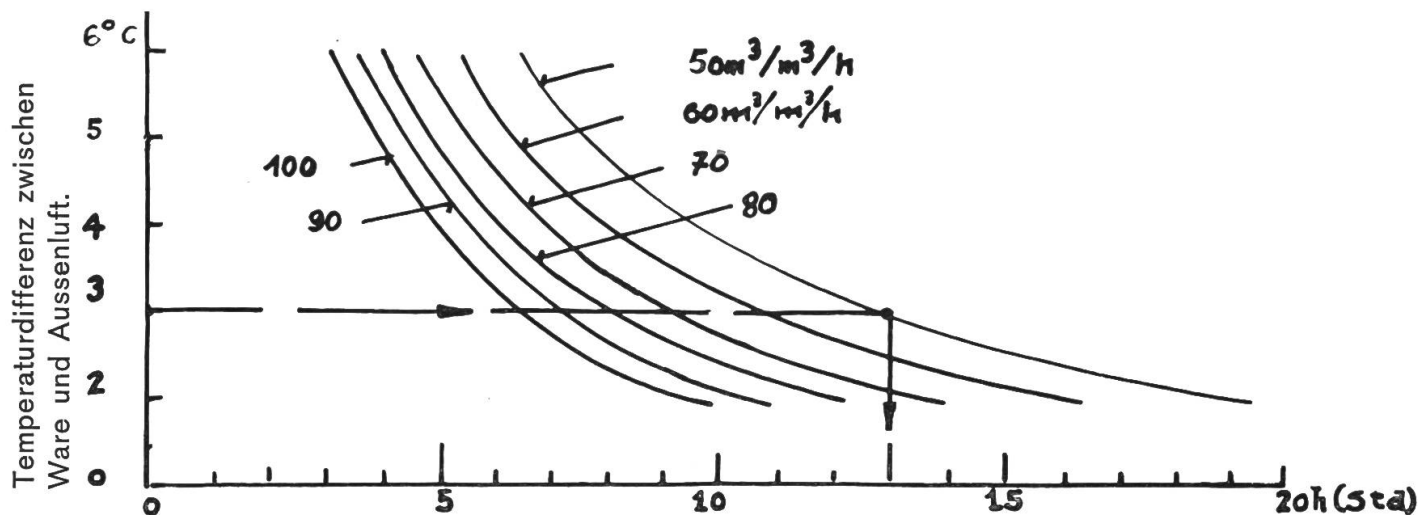


Abb. 1: **Ventilationskurven.** Diese Kurven geben die theoretische Dauer der Ventilation in Funktion der Differenz zwischen der Innen- und Aussenluft und der Luftmenge in m^3 Luft für 10 Tonnen Kartoffeln. Wegen den thermischen Gesetzen der Wärmeübertragung und Abfuhr, ist die wirkliche Zeit etwas länger.

(650 kg) Kartoffeln von 16°C auf 3°C abzukühlen. Da aber die Wärme nicht sofort aus dem Kartoffelhaufen austritt bzw. die Sättigung der Luft mit Wärme nicht plötzlich eintritt, muss praktisch und aus Sicherheitsgründen für einen m^3 Kartoffeln mit einem Luftbedarf von $75\text{--}100 \text{ m}^3/\text{Std.}$ gerechnet werden. Die Wärmeübertragung an die Luft findet umso schneller statt, je feuchter die Luft, je grösser die Temperaturdifferenz zwischen Kühlluft und Ware, und je grösser die Luftgeschwindigkeit ist. Bei zu wenig feuchter Luft und zu hoher Geschwindigkeit liegt jedoch Austrocknungsgefahr vor. Für besondere Fälle wäre es deshalb vorteilhaft, Ventilatoren mit 2 Drehzahlen vorzusehen.

2. Die Abführung des Feuchtigkeitsüberschusses:

Wenn Kartoffeln verregnet oder mit feuchtem Erdbesatz eingelagert werden, gelingt es mit einer Ventilationsanlage ohne weiteres sie zu trocknen. Je trockener die Luft, umso rascher vollzieht sich dieser Vorgang. Für die Trocknung ist aber immerhin eine gewisse Zeit nötig, weil die Luft je m^3 nicht viel Wasser aufnehmen kann und weil für die Wasseraufnahme eine gewisse Zeit erforderlich ist. Um 10 kg überschüssiges Oberflächenwasser pro Tonne Kartoffeln mit einer Luft, die 1 g Wasser aufnehmen kann, abzuführen, wären beispielsweise $10\,000 \text{ m}^3$ Luft nötig. Liefert der Ventilator 115 m^3 Luft pro Stunde, so sind 87 Std. notwendig um das Oberflächenwasser zu evakuieren. Bei nasser Erde ist die Trocknungsdauer noch länger. Wegen der Verdunstungserscheinung u. a. ist denn auch die aufnehmbare Wassermenge immer kleiner als diejenige, die sich aus der Feuchtigkeitstabelle ergibt.

Belüftungen wie man sie für Kartoffeln verwendet, können im Notfall zur Körnertrocknung (Getreide und Mais) benützt werden. Zu diesem Zweck sind die Luftkanäle mit einem Rost und perforiertem Blech oder feinem Drahtgeflecht zu belegen. Da das Getreide infolge seiner anders gearteten Struktur dem Luftstrom einen wesentlich grösseren Widerstand entgegensetzt, ist für eine gute Durchlüftung eine entsprechend ge-

ringe Schichthöhe zu wählen. Für ca. 0,81 m Höhe ist ein Druck von 30 mm WS, für ca. 1 m und mehr ein solcher von ca. 40 mm WS erforderlich. (Oft wird bis 2 m hoch aufgeschichtet.) Die Luft sollte zudem vorgewärmt werden können.

3. Technische Erfordernisse

Belüftungsarten: Die Belüftung kann auf natürlichem Wege sowie durch Gebläse erfolgen.

Für die natürliche Belüftung, die durch sog. «Kaminzug» d.h. die Temperaturdifferenz von Innen- und Aussenluft entsteht, müssen die Kanalquerschnitte reichlich bemessen werden, weil hier die Luftgeschwindigkeit klein ist. Hohe weite Kamine begünstigen den Luftzug.

Zur Belüftung mit Gebläsen verwendet man in kleineren Kellern in der Regel transportable Gebläse, in grösseren Kellern dagegen ein oder mehrere fest eingerichtete Ventilatoren. Keller für Grosslagerung können zudem mit einem Kühlsystem kombiniert werden.

Die Ventilatorart: Zur Belüftung von Kartoffeln evtl. auch von Getreide, sind Ventilatorarten geeignet, die einen Luftdruck von 20–30 mm WS zu erzeugen vermögen. Man verwendet hier Axialventilatoren. Es ist stets darauf zu achten, dass das Gebläse den statischen Gegendruck (Luftreibung im Kanalsystem und je nach Schütthöhe sowie Art der Lagerware progressiv ansteigend) zu überwinden vermag.

Strombedarf: Bei einer maximalen Schichthöhe von 3 m beträgt der Luftbedarf für 10 m² Grundfläche ca. 3000 m³, bei 50 m² 15 000 m³ und bei 100 m² 30 000 m³ / Std. Dies entspricht einem Fassungsvermögen von rund 20 bzw. 100, bzw. 200 Tonnen Kartoffeln. Um diese Menge zu belüften, bzw. den oben erwähnten Luftbedarf zu erzeugen, braucht es Ventilatoren mit einer Motorleistung von ca. 0,9, 2,4 oder 4 kW oder je m² Grundfläche 0,09, 0,24 und 0,4 kW. Bei einem Keller mit 200 Tonnen Kartoffeln würde demnach die Ventilation in 100 Betriebsstunden ca. 400 kWh benötigen. Selbstverständlich haben die erwähnten Zahlen nur approximativen Charakter. Je nach Ventilator typ, Schichthöhe etc., sind Abweichungen möglich. Je grösser der Keller, umso kleiner ist der Einheits-Leistungsbedarf. Die Abnahme ist aber nicht proportional, mit zunehmender Kellergrösse nimmt sie weniger ab.

Belüftungsanlagen im Bauernbetrieb, in Lagerhäusern und in Notlagern

1. Der Keller im Bauernhof: Der Landwirt kann, sofern er nicht bereits über einen guten Keller verfügt, für den Eigenbedarf und für Notfälle seinen Keller oder andere passende Räume so gestalten, dass eine gute, natürliche Belüftung der Kartoffeln möglich ist, so z. B. durch Errichtung eines Bodenkanals mit Seitenkanälen aus Harrassen oder Lattengestellen. Der Eintritt der Kühlluft soll, wenn immer möglich, auf der Nordseite des

Lagerraumes, der Abfluss auf der Südseite erfolgen. Wenn man nicht genügend ist, die Kartoffeln hoch aufzuschichten, kann auch ein Lattenrost auf den Boden gelegt werden, so dass die Luft von unten her in den Kartoffelhaufen eindringen kann.

Bei Anwendung der natürlichen Belüftung ist auch darauf zu achten, dass die Kartoffeln bei zu grosser Kälte nicht Schaden leiden oder Kondenswasserbildung möglich ist. Zu diesem Zweck müssen die Lucken des Lagerraumes verschlossen werden können. Ferner ist es zweckmässig, Wände, die grosser Kälte ausgesetzt sind, durch Bretter mit etwas Luftzwischenraum zu isolieren.

2. Lagerhäuser und grosse Keller: Früher hat man grössere Keller – insbesondere Gemüsekeller – mit natürlichen Belüftungssystemen (grosse Kanäle und Kamine mit zweckmässiger Formgebung) versehen. Der Kühlvorgang ist bei solchen Lösungen langsam. Er kann aber nachträglich durch den Einbau von Ventilatoren verbessert werden.

Heute werden in grösseren Lagerkellern Boxen erstellt und diese mit künstlichen Belüftungssystemen versehen. Die einzelnen Boxen werden durch Erstellen von Bretterwänden zwischen Betonsäulen (Einschieben von Brettern in Nuten) gebildet. Die Brettstärke ist so zu wählen, dass sie den Seitendruck gut aushält. Es ist auch zu vermeiden, dass die Kartoffeln die Mauerwände berühren. Ferner sollen zwischen 2 oder mehreren Boxenreihen ca. 5 m breite Gänge vorhanden sein, so dass dort gute Zirkulation für Transportwagen sowie das Aufstellen von Maschinen (Transportbänder, Sortiermaschinen etc.) möglich ist. Der Einbau von Ventilatoren und Be-

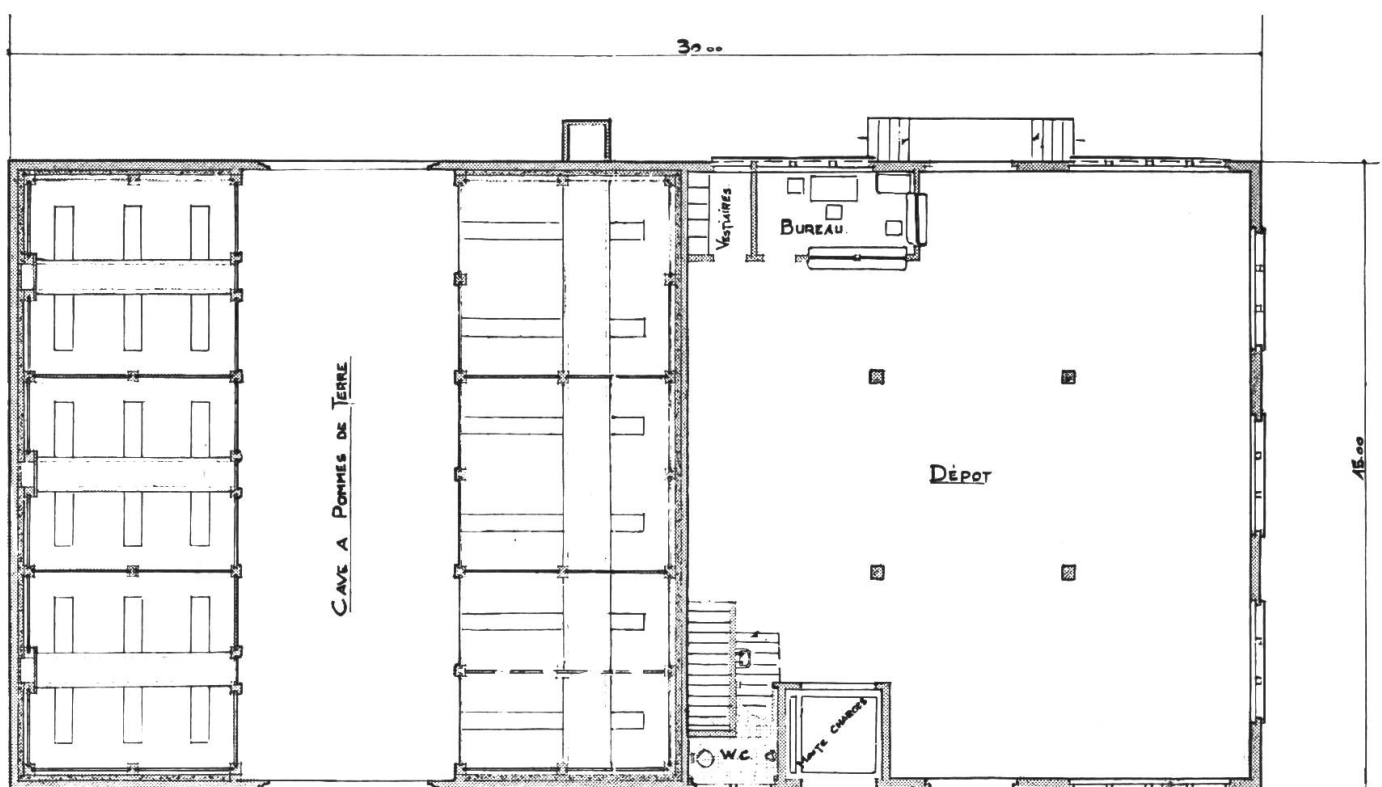


Abb. 2: Grundriss. Moderne Lagerkeller.

lüftungskanälen kann so geschehen, dass von einem Gebläse aus ein oder mehrere Hauptkanäle unter den Boxen durchgeführt werden. Von dort aus führt in jede einzelne Boxe ein Kanal mit Abzweigungen. Die Luftverteilung im Hauptkanal der Boxe geschieht mittels Klappen. Man kann aber auch — wie dies aus dem nebenstehenden Plan ersichtlich ist — jede einzelne Boxe mit einem Hauptkanal und einem kleineren Ventilator versehen.

Die **Bedienung der Luftklappen** kann von Hand oder automatisch mit Hilfe von Thermostaten geschehen. Da zu einer rationellen Belüftung eine Temperaturdifferenz von mindestens 2° C nötig ist, wird die Automatik auf diese Differenz und auf ein Minimum und Maximum der Aussentemperatur eingestellt. Es ist ratsam, gegen Frost zusätzliche Klappen oder einen Sicherheitsthermostat zu verwenden.

Bei grosser Luftgeschwindigkeit (diese wird bei weniger als 12 m/sek mit Hilfe des Anemometers gemessen) muss bei der Herstellung der Kanäle, der Formgebung und Lärmbildung einige Aufmerksamkeit geschenkt werden. Allenfalls ist vorzusehen, den Ventilator auf Gummipuffern zu montieren und die Saugkanäle durch schalldämpfendes Material auszukleiden. Zur Geringhaltung der Druckverluste in den Kanälen empfiehlt es sich, schroffe Querschnitts- und Richtungsänderungen zu vermeiden.

I s o l a t i o n : Zur Wärmeisolation werden Stoffe mit einem schwachen Wärmedurchgangskoeffizient (ca. 0,5) empfohlen, so z. B. Steinwolle, synthetische Stoffe, imprägnierter Wellkarton, Kork, Durisolplatten, Zellenbeton etc.

Auch die Türen sollen gut isoliert und abgedichtet sein. Der Schreiber empfiehlt Türen mit Doppelfenster (mit Laden zum Verdunkeln), damit Arbeitsverrichtungen im Keller möglichst bei natürlichem Licht vorgenommen werden können.

M e s s i n s t r u m e n t e : Zur Kontrolle der Temperatur und Luftfeuchtigkeit sollte man unbedingt über 1—2 Thermometer mit gut ablesbarer Skala oder Thermohygrometer von guter Qualität verfügen. Um den Gesamtverlauf der Temperatur und Luftfeuchtigkeit in grössern Kellern und Lagerhäusern zu kontrollieren und das tägliche Aufschreiben zu ersparen, empfiehlt es sich Thermohygrographen zu verwenden.

Hygrometer und Thermohygrographen können kontrolliert werden, indem man sie mit einem nassen Tuch bedeckt. Sodann soll der Feuchtigkeitsanzeiger auf etwa 97 % Feuchtigkeit steigen. Weicht er ab, so kann der Zeiger auf den erwähnten Betrag gebracht werden.

Sehr wichtig ist die Kontrolle der Temperatur in der lagernden Ware. Bei kleinern Kellern kann wie folgt vorgegangen werden: Während des Stapelns lege man Rohre von 1¹/₂—2" in den Haufen. Sodann wird in die Rohre eine Holzlatte mit darin eingebettetem Thermometer eingeschoben. Auf diese Weise kann die Temperatur zu jeder Zeit abwechselnd an verschiedenen Stellen kontrolliert werden. Wichtig ist rasches Ablesen ohne Einfluss durch die Hand oder Atmung der kontrollierenden Person. In grösseren Lagerkellern empfiehlt es sich, Antikorodalröhren auszulegen und die Temperatur mit einem elektrischen Thermometer zu messen. Auf diese Weise kommt man mit einem Minimum an Termosonden aus.

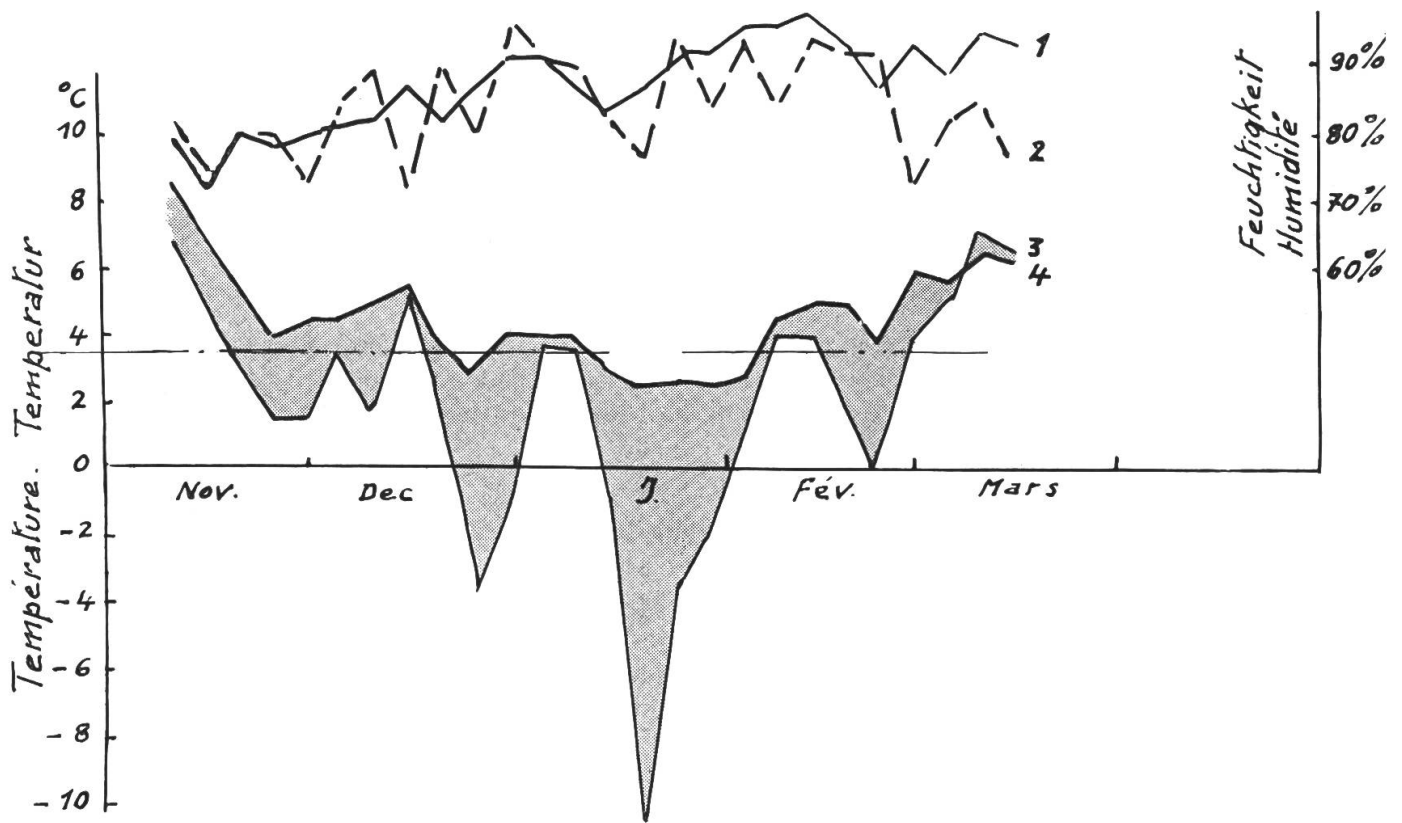


Abb. 3: Moderner Lagerkeller mit Ventilation. Da die Linien 3 und 4 nahe aneinander sind, deutet das auf eine gute Ueberwachung und Ausnützung der kostenlosen Aussenkälte. Bei unrationeller Ventilation sind die Linien 3 und 4 auseinander.

Linie 1 Innenfeuchtigkeit 2 Aussenfeuchtigkeit 3 Aussentemperatur 4 Innentemperatur

Die Kontrolle der Luftverteilung in leeren und gefüllten Kellern wird am besten mit Hilfe von Rauch durchgeführt. Für genaue Messungen ist jedoch ein Anemometer erforderlich.

Betrieb und Wartung: Für rationelles Belüften ist eine laufende Kontrolle der Feuchtigkeits- und Temperaturverhältnisse erforderlich. Es sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Die Stapeltemperatur sollte 2–4° C betragen.
- Es soll nur belüftet werden, wenn die Aussenluft 2° C kühler ist als die Stapeltemperatur.
- Je kühler die Aussentemperatur, umso kleiner muss die Frischluftmenge und Ventilationsdauer sein.
- Ist die Aussentemperatur Null° C oder weniges darunter, dann sollen Aussen- und Innenluft miteinander vermischt werden, so dass die Lüftung gefahrlos erfolgen kann.
- Wird es zu kalt, so wird alles verschlossen oder es wird gar mit Hilfe von Heizöl- oder Sägemehlofen geheizt – eventuell auch Warmluft einblasen. Falls der Keller allzulange geschlossen bleiben muss, empfiehlt es sich, die Luft im Keller und Kartoffelhaufen gleichwohl umzu-

Abb. 4a und b: **Notlager im Freien.**
 Das Studium des Diagrammes ist interessant. Es zeigt, dass trotz einem Temperaturfall auf -16°C die Isolation aus einer Lage Wellkarton und einer Lage Strohballen die Temperatur mit Ausnahme der Nordecke ausreichte. (Bei grösserer und lang andauernder Kälte, musste die Isolation verstärkt werden.)

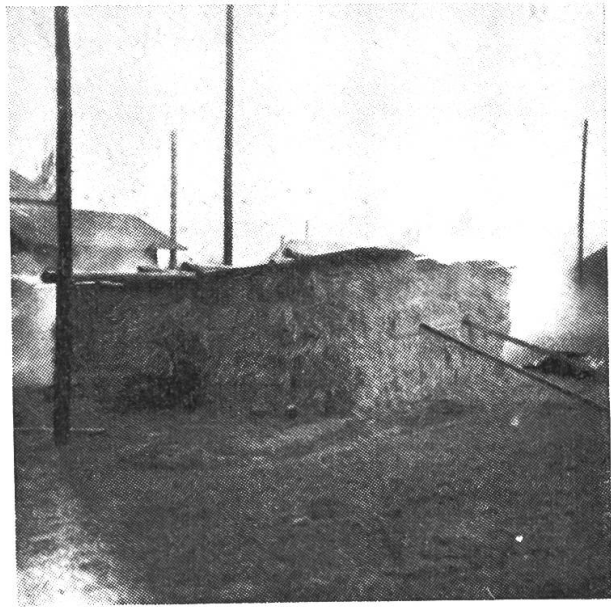
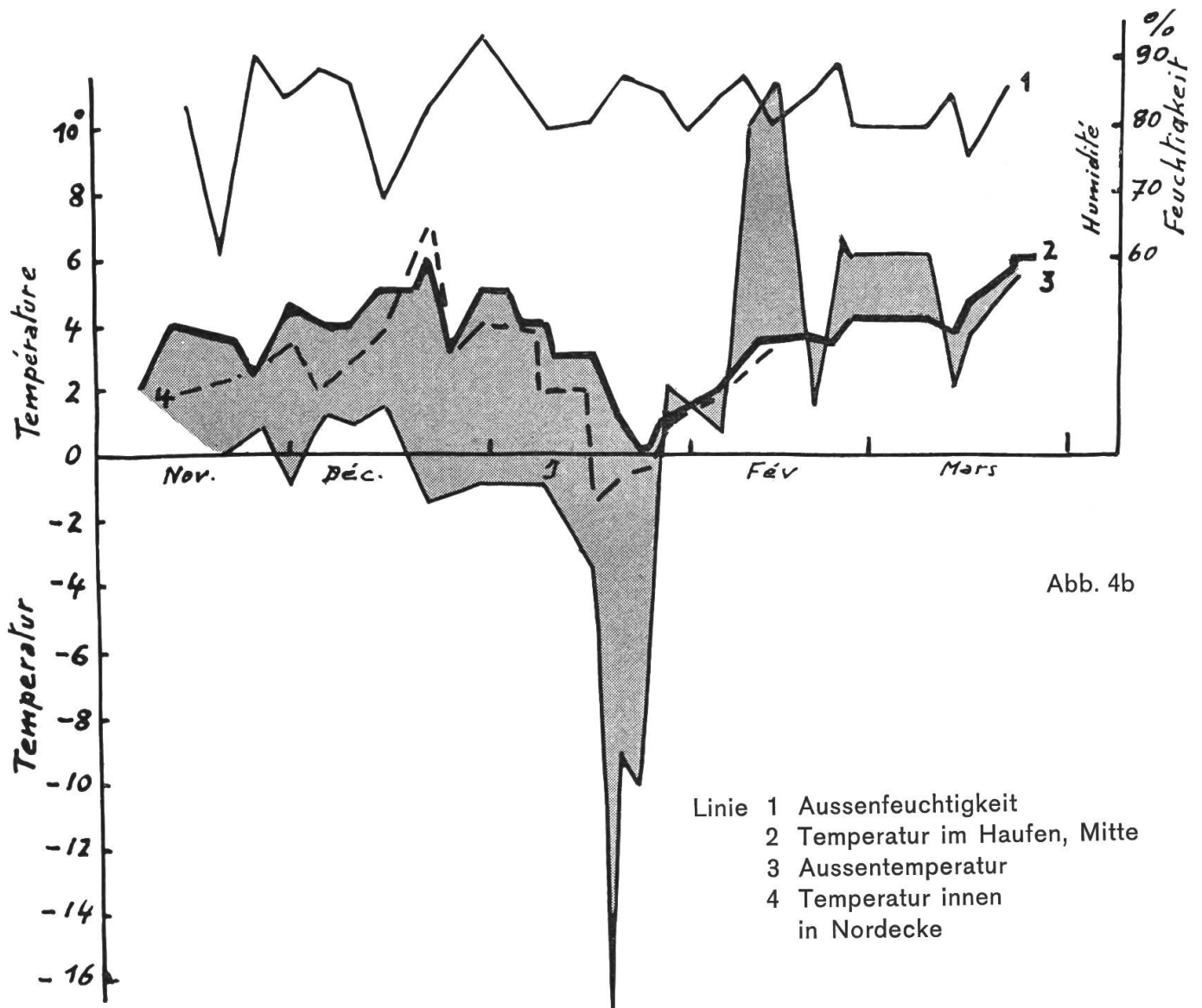


Abb. 4a



wälzen und bei starker Kohlendioxydanreicherung von Zeit zu Zeit auszustossen.

- Die Feuchtigkeit in Lagerräumen sollte möglichst hoch, d. h. 85–95 % sein. Die erwünschte Luftfeuchtigkeit kann durch Spritzen von Wasser, mit Dampf und Befeuchtungsgeräten aller Art hergestellt werden.
- Luft soll nur eingeblasen werden, wenn die Aussenluft genügend kühl und feuchter als Innenluft ist.
- In grossen Kellern ist es ratsam, eine gute Beleuchtung, ein Büro, Garderobe, sowie eine Toilette einzurichten. Ferner sollen warme Kleider zur Verfügung stehen.
- Wenn eine Ware stoss-, fall- und druckempfindlich ist, d. h. hohe Lager-schäden eintreten könnten, empfiehlt es sich, Fachleute bei den Versuchsanstalten, bei der Kartoffelkommission oder beim IMA zu befragen.

3. Notlager: Bei Rekordernten können nötigenfalls ca. 2 m hohe Notlager im Freien erstellt werden. Man gehe dabei beispielsweise wie folgt vor: Zur Bildung von Wänden verwende man gefüllte, der Breite nach übereinander gestapelte Harassen. Diese werden auf halber Höhe mittels Draht gegen das Auseinanderfallen gesichert. Sodann lege man um die Harassenwände Wellkarton, sowie eine Schicht Strohbällen als Isolation. (Die Fugen sind mit Stroh zu füllen.) In die Mitte des so gebildeten Notlagers soll, beispielsweise mittels leeren Harassen, ein Belüftungskanal gelegt werden. Auf halber Höhe lege man wie beim Bauernkeller ein Rohr zur Aufnahme des Thermometers ein. Ferner soll an der Nordseite eine Möglichkeit zur Temperaturkontrolle vorhanden sein.

Ueber die Kartoffeln breite man eine grobe Rupfe und darüber eine Lage loses Stroh aus. Darüber wird ein behelfsmässiges Dach, bestehend aus Brettern, Dachpappe oder Wellblech mit etwas Zwischenraum für die Luftabfuhr, errichtet. Am einfachsten und billigsten werden Notlager der beschriebenen Art an einer Scheunenwand, unter einem Vordach oder in einem Schuppen erstellt. Fachgemäss ausgeführt vertragen solche Notlager grosse Kälte.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass für eine gute Lagerung eine sorgfältige Ueberwachung der Temperatur und Feuchtigkeit unbedingt notwendig ist. Die Temperatur sollte 2–4°C, die Feuchtigkeit 85 bis 95 % betragen. Diese Bedingungen werden am besten durch zweckmässig gebaute und eingerichtete Bauernkeller und Lagerhäuser erreicht. Neuerdings wird versucht, bei der Kartoffellagerung und Konservierung chemische Mittel und radioaktive Bestrahlung anzuwenden. Diese Verfahren machen jedoch die Kühlung nicht überflüssig. Die Zweckmässigkeit der erwähnten Verfahren bedarf jedenfalls gründlicher Abklärung. Schlussendlich sei in Erinnerung gerufen, dass zur Geringhaltung der Lagerverluste auch die Ernte-, Transport- und Sortiermaschinen eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen. Darüber werden wir später berichten.