

Die Technik in der Pflanzkartoffellagerung

Die gestiegenen Anforderungen, vor allem zur Lösung des Arbeitskräfteproblems, erfordern den Bau von Kartoffellagerhäusern in größerem Umfang. Hierzu ist die Kenntnis der bisherigen Entwicklung und des erreichten Standes auf diesem Gebiet eine Voraussetzung. Die nachstehenden Ausführungen verfolgen den Zweck, den in der Praxis tätigen Landwirten, Landtechnikern und Bauschaffenden einen allgemeinen Überblick zu geben.

1. Die bisherige Entwicklung

Gegenüber der Kartoffellagerung in Mieten und primitiven Kellern setzt sich die Verwendung spezieller Lagerhäuser immer mehr durch. Das hat seine Ursache vor allem in einer bedeutenden Arbeitseinsparung. Außerdem sind die Verluste geringer, die Qualität der im gut belüfteten Gebäude überwinterten Ware ist besser und die gesamte Rentabilität der Lagerung ist zumindest beim Pflanzgut gegeben. Von allen anderen Arten der Lagerung hat sich nur die Kartoffelauflagerung in festen und belüfteten Großmieten, den sogenannten Wulfs- oder Grabenmieten als wirtschaftlich vertretbar neben dem Lagerhaus erwiesen.

Auch das Kartoffellagerhaus hat im Laufe einer jahrelangen Entwicklung Wandlungen erfahren, deren verschiedene Stufen noch heute oftmals infolge Unkenntnis des weiteren Weges als gültig angesehen werden. Die ersten, nur für das Überwintern von Kartoffeln bestimmten Gebäude waren Erdkeller in mehr oder weniger dauerhafter Ausführung. Danach wurden halb in der Erde liegende und schließlich ebenerdige Bauten mit seitlicher Anschüttung gebräuchlich. Das Erdreich wirkte hauptsächlich als wärmedämmende Schicht, bildete aber dabei stets die Gefahr einer Durchfeuchtung und damit langsamen Zerstörung der Konstruktion. Heute steht der Bauindustrie eine große Anzahl geeigneter Dämmstoffe zur Verfügung, bei deren Verwendung außerdem die Baukosten gegenüber den arbeitsaufwendigeren Erdarbeiten niedriger sind. Deshalb werden gegenwärtig nur noch frei stehende Lagerhäuser mit gut gedämmten Wänden und Decken errichtet.

In der Entwicklung spielt die ständige Verbesserung der Klimatisierung im Lagerhaus eine wesentliche Rolle. Da eine unabhängige Kühlhauslagerung bei Kartoffeln wirtschaftlich nicht vertretbar ist, kommt nur Außenluft für die Kühlung in Betracht. Diese erfolgte anfangs in Form einfacher Oberflächenbelüftung oder durch eine infolge des hohen Zuluft-eintritts wenig wirksame Schwerkraftlüftung. Mit dem frei stehenden Lagerhaus konnten die Prinzipien des thermischen Auftriebs im Kartoffellagerhaus voll verwirklicht werden, wodurch die früher übliche Lagerhöhe von etwa 1,50 m mehr als verdoppelt werden konnte. Allerdings befriedigt auch die Schwerkraftlüftung nicht völlig, da besonders bei warmem Witterungsverlauf im Herbst kein ausreichender Kühleffekt erreicht wird. Deshalb hat sich heute allgemein die Verwendung von Gebläsen durchgesetzt. Hierbei kann außerdem das Kartoffellager evtl. als Trocknungsanlage für Mähdruschgetreide genutzt werden.

In den letzten Jahren ist ein weiterer Entwicklungsfaktor in Form der gesteigerten Anforderungen an die Mechanisierung hinzugekommen. Während bei der Flachlagerung fast ausschließlich von Hand gearbeitet wurde, machte das Stapeln bei größeren Lagerhöhen den Einsatz von Fördermitteln er-

forderlich. Da sich schräge Förderbänder nur in ganz geringem Maße bewährten, wurden von der Industrie Boxenbeschickungsgeräte verschiedener Systeme entwickelt, die vor allen Dingen ein beschädigungsfreies Einlagern ermöglichen. Die Leistungsfähigkeit dieser Geräte ist darauf abgestimmt, die während der herbstlichen Arbeitsspitze einzulagernden Kartoffeln unter geringstmöglichem Aufwand menschlicher Arbeitskraft schnell in die Boxen zu fördern. In jüngster Zeit entstand zusätzlich die Forderung, auch das Auslagern zu mechanisieren. Zweckmäßigerweise erfolgt dies unter Flur im vorhandenen Kanalsystem bei Verwendung der gleichen Geräte wie beim Einlagern.

2. Anforderungen und Entwurfsgrundlagen

Im Kartoffellagerhaus müssen Bedingungen geschaffen werden, die alle Lebensvorgänge des Lagergutes weitgehend einschränken. Die hierfür erforderliche Temperatur ist von den eingelagerten Sorten und der beabsichtigten Lagerungsdauer abhängig und liegt zwischen $+2^{\circ}$ und $+4^{\circ}$ C, bei Speisekartoffeln auch bis zu 6° C. Die relative Luftfeuchtigkeit soll 90 bis 95% betragen. Die Lagerhöhe wird in der Praxis bis zu 5,00 m, teilweise noch höher bemessen, ohne daß an den Knollen Schäden auftreten.

Diese Lagerungsbedingungen, arbeitswirtschaftliche Grundsätze und die Voraussetzungen der Bautechnik haben zu bestimmten Grundrißformen geführt. Dabei wurden anfangs verschiedene Lösungen gesucht, jedoch hat sich einzig die beiderseitige Aufreihung von Boxen an einer mittleren Längsdurchfahrt durchsetzen können. Tiefe und Lagerhöhe in den Boxen sowie die Breite der Durchfahrt hängen von der Größe des Lagerhauses und den vorgesehenen Mechanisierungsgeräten ab. Die Auswertung einer größeren Anzahl von Lagerhäusern ergab die in Tabelle 1 wiedergegebenen Richtmaße.

Die einzelnen Größenordnungen sind durch unterschiedliche Betriebsformen bedingt und stellen auch in der Entwurfsbearbeitung verschiedene Anforderungen. Bei der Typenprojektierung von Kartoffellagerhäusern müssen diese weitgehend erfaßt werden, damit Lagerhäuser verschiedener Kapazität aus den gleichen Grundrißsektionen errichtet werden können.

Die baulichen Einzelheiten werden im wesentlichen von drei Faktoren bestimmt, von der Wärmedämmung, der Lüftung und dem Mechanisierungsgrad. Diese drei Faktoren müssen miteinander in Einklang gebracht und in wirtschaftlicher Weise baulich gelöst werden, wenn die Kartoffellagerung in Gebäuden sich auch bei uns in größerem Maße durchsetzen soll.

In den Bildern 1, 2 und 3 sind als Beispiel Standardtyp und Variationsmöglichkeit des vom Verfasser in der Deutschen Bauakademie entwickelten und zur Typung vorgeschlagenen Projektes dargestellt. Die funktionelle Ausbildung basiert hauptsächlich auf niederländischen Vorbildern (Bild 4),

jedoch wurden die Besonderheiten unserer Landwirtschaft berücksichtigt. Dagegen weicht die bautechnische Lösung und auch die vorgesehene Mechanisierung sehr stark von den niederländischen Lagerhäusern ab und ist als folgerichtige Weiterentwicklung entsprechend

Tabelle 1

Größenordnung	Abmessungen in Pflanzkartoffel-Lagerhäusern				
	Gesamtkapazität [t]	Lagerhöhe [m]	Boxentiefe [m]	Durchfahrtsbreite [m]	
				mit Stützen	stützenfrei
Einbauten	bis 150	bis 3,00	bis 4,00	unterschiedlich	—
Kleine Lager	200 ... 400	3,00 ... 3,25	4,00 ... 5,00	5,00	5,00
Mittlere Lager	500 ... 1000	3,00 ... 4,50	5,00 ... 7,00	6,00 ... 7,00	5,00
Große Lager	über 1000	3,50 ... 5,00	6,00 ... 9,00	7,00 ... 8,00	—

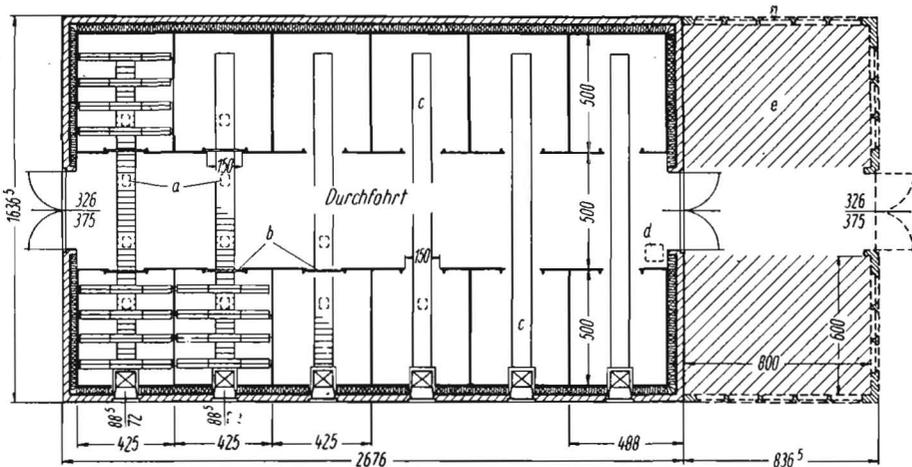


Bild 1. Typenvorschlag für ein Pflanzkartoffellagerhaus: Grundriß. An der rechten Seite ist die Anbaumöglichkeit für einen Arbeits-, Vorkeim- und Sortiererraum gezeigt.

a Abluftklappen in der Decke (40 × 45 cm), b Bohlen (35 bis 44 mm), c Boxen, d Luke zum Dachraum, e Vorkeimfläche

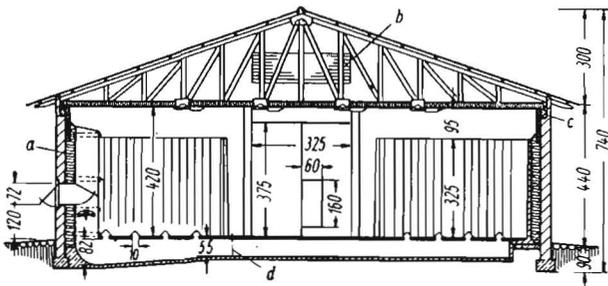


Bild 2. Typenvorschlag für ein Pflanzkartoffellagerhaus: Querschnitt. Für den Einsatz eines Unterflurförderbandes wurde auf die zweite Kanalverjüngung verzichtet.

a Dämmung, b Abluftöffnung, c Ringanker, d Schieber

den ökonomischen Verhältnissen unserer Republik, zu betrachten.

3. Wärmedämmung und Lüftungstechnik

Zum Schutz gegen Wärmeverluste sowie gegen Wärmeeinstrahlung von außen müssen alle raumumschließenden Bauteile des Lagerhauses ein hohes Wärmedämmvermögen aufweisen. Als Durchschnittswert wird eine Wärmedurchgangszahl $k = 0,5 \text{ kcal/m}^2 \text{ h } ^\circ\text{C}$, die vergleichsweise etwa 120 cm Vollziegelmauerwerk entspricht und je nach örtlicher Lage und Raumausnutzungsgrad des Gebäudes mit $\pm 20\%$ Toleranz angewendet werden kann. Zu dämmen sind die Außenwände, die Decke und alle Klappen sowie auch die Durchfahrtstore. Eine Wärmedämmschicht im Fußboden ist nicht erforderlich, jedoch muß Gewähr für trocken bleibenden Untergrund gegeben sein. Gegen Wärmeverluste am Fundament der Außenwand ist deren Dämmschicht möglichst tief herunterzuführen.

Als Dämmstoffe können alle Materialien mit entsprechend schlechtem Wärmeleitvermögen angewendet werden, soweit sie feuchtigkeitsbeständig, preisgünstig und beschaffbar sind. Der Einbau hat nach den Grundsätzen der technischen Bauhygiene zu erfolgen, damit eine ständige Wirksamkeit der Dämmschichten gegeben ist. Die Außenwände müssen gegen aufsteigende Grundfeuchtigkeit oder versickertes Niederschlagswasser sorgfältig durch Sperrschichten geschützt werden. Die im Kühlhausbau übliche Dampfdiffusionsdichtigkeit der Wände ist nicht erforderlich, da der Kalkzementmörtelputz als bedingte Dampfsperre ausreicht. Größere Hohlräume im Mauerwerk, speziell Hohlschichten, sind unzweckmäßig, weil ihre wärmedämmenden Eigenschaften umstritten sind und sie im übrigen zum Sammelpunkt für Tauwasser werden können.

Die Leistung der Lüftungsanlagen muß so bemessen werden, daß die eingelagerten Kar-

toffeln in wenigen kühlen Herbstnächten von 15°C auf mindestens 6°C heruntergekühlt werden können. Gleichzeitig muß eine Wechselnutzung zur Trocknung von Mähdroschgetreide mit normaler oder um wenige Grade erwärmter Außenluft möglich sein. Im ersten Falle sollen die Gebläse je m^3 Lagergut etwa $80 \text{ m}^3 \text{ Luft/h}$ liefern, während bei der Getreidetrocknung 250 bis $300 \text{ m}^3 \text{ Luft/h}$ je m^3 Getreide durchzublasen sind. Da jedoch hierbei nur bis 0,80 m hoch geschüttet wird, ist in der Luftleistung leicht eine Übereinstimmung herbeizuführen. Allerdings bezieht sich die Leistungsfähigkeit der Gebläse auf unterschiedliche statische Drücke. Für Kartoffeln beträgt der statische Druck 10 bis 15 mm WS und bei Getreide 20 bis 30 mm WS. Deshalb empfiehlt sich für die Wechselnutzung eine Überdimensionierung der Gebläse bis zu 20%, bezogen auf das Belüftungsgut Kartoffeln.

Bild 4. Größeres niederländisches Kartoffellagerhaus, das aus vier aneinandergebauten Hallen besteht. Eine der Hallen dient als Sortier- und Umschlagplatz



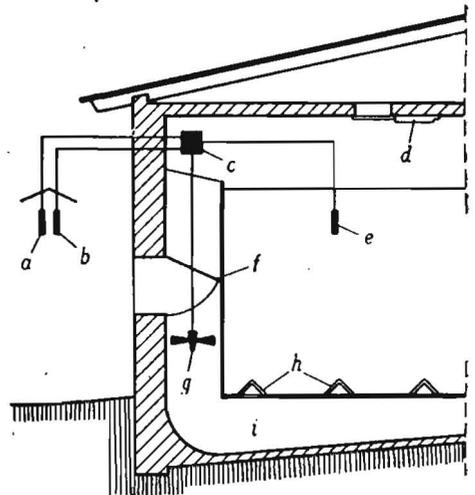
Die Belüftung erfolgt in der Weise, daß in Bodennähe kühle Außenluft (Nachtluft) durch die Zuluftöffnung (Bild 5) eintritt. Die Luft wird vom Gebläse mit 5 m/s in den Zuluftkanal gedrückt, der aus aerodynamischen Gründen verjüngt ist, und gelangt dann durch dachartige Luftverteiler oder einen Rostboden in den Kartoffelstapel. An der Decke sind Klappen vorzusehen, durch die die Abluft mit 4 m/s in den Dachraum entweicht. Von hier tritt die Abluft mit 3 m/s durch Giebelluken oder Dachreiter ins Freie. Die Angabe der optimalen Luftgeschwindigkeiten ist zur richtigen Bemessung der Lüftungsquerschnitte erforderlich. Der Umluftschacht ermöglicht eine interne Luftumwälzung bei geschlossenen Klappen, wenn wegen Frost keine Frischluft zugeführt werden kann.

Der gesamte Belüftungsvorgang läßt sich mit Thermostaten automatisch steuern, wodurch die Sicherheit erhöht und die Betriebszeit der Gebläse verringert wird. Die automatische Steuerung (Bild 6 und 7) besteht aus einem Außen- und einem Innenthermostaten, die über Differentialrelais und Motorschutz auf das Gebläse wirken. Auf einem Stellwerk kann die jeweils gewünschte Lagertemperatur eingestellt werden. Die Gebläse laufen dann bei entsprechend niedrigen Außentemperaturen



Bild 5. Zuluftöffnung im Kartoffellagerhaus

Bild 6. Schematische Darstellung der automatischen Steuerung der Lüftungsanlage.
a Außenthermostat, b Frostthermostat, c Regler, d Schieber für Abluftöffnungen, e Innenthermostat, f Zuluftklappe, g Gebläse, h Verteilungskanäle, i Hauptkanal



so lange, bis die gewünschte Temperatur erreicht ist. Steigt die Außentemperatur über die Innentemperatur, so werden die Gebläse ebenfalls ausgeschaltet. Ein besonderer Frostthermostat ist zur Sicherung vorgesehen, damit bei Temperaturen unter 0° C die Belüftung unterbrochen wird. Bei nicht laufenden Gebläsen sind alle Klappen stets geschlossen zu halten, damit kein unbeabsichtigtes Ansteigen der Temperaturen erfolgt.



Bild 7. Unterbringung der außerhalb des Gebäudes befindlichen Teile der automatischen Steuerungsanlage

Bild 8. Unterflur-entnahmeband, im Hintergrund Boxenförderer in einem niederländischen Lagerhaus



4. Möglichkeiten und Grenzen der Mechanisierung

Während Großlager für Speisekartoffeln und die Lager des Pflanzgut-Großhandels sehr weitgehend mechanisiert werden müssen, ist das beim Lager des Pflanzguterzeugers nur bis zu einem gewissen Grade möglich. Der Grund hierfür liegt in der äußerst geringen Benutzungszeit der Mechanisierungsanlagen im Laufe des Jahres, ist also wirtschaftlich bedingt. So sind z. B. die in der erstgenannten Kategorie häufig sehr zweckmäßigen stationären Beschickungs- und Entleerungsgeräte im landwirtschaftlichen Betrieb zu aufwendig. Alle Förderanlagen sollen beweglich sein, um auch bei anderen Arbeitsvorgängen verwendet werden zu können. So kann das Boxenbeschickungsgerät gegebenenfalls für die Waggonverladung benutzt werden oder man setzt einzelne Glieder des Beschickungssatzes als Förderbänder für die verschiedensten Zwecke ein. Vor allem sind solche Arbeitsvorgänge im Kartoffellagerhaus zu mechanisieren, die in größerem Maße Arbeitskräfte einsparen lassen. Das trifft grundsätzlich für die Boxenbeschickung zu, gilt für die Entleerung aber nur bedingt. Art und Leistungsfähigkeit der Fördergeräte müssen diesen Grundsätzen entsprechen.

Die Kartoffeln gelangen im Herbst meist auf gummibereiften Wagen ins Lagerhaus und werden, je nach den betrieblichen Bedingungen, sortiert oder unsortiert eingelagert. Um einen fließenden Ablauf der Arbeitskette zu erreichen, müssen alle Aggregate, wie Sortiermaschine und Einzelglieder des Boxenbeschickungssatzes, eine annähernd gleiche Leistungsfähigkeit von etwa 10 bis 15 t/h aufweisen. Hierbei ist es möglich, ein Lagerhaus mit 500 t Kapazität innerhalb von drei Tagen zu füllen, so daß anschließend die Belüftung voll wirksam werden kann.

Ein solches Arbeitstempo ist beim Auslagern zu Ende des Winters meist nicht notwendig, da das Pflanzgut je nach Betrieb sortiert und abgésackt oder in Vorkeimkästen aufgesetzt



Bild 9. Kleineres Unterflur-entnahmeband in einem niederländischen Lagerhaus, das in die Boxe hineingeschoben wird

Acker- und pflanzenbauliche Probleme bei der Mechanisierung des Kartoffel- und Rübenanbaues¹⁾

Die zunehmende Mechanisierung der Feldarbeiten ist aus ökonomischen Erwägungen heraus eine unumgängliche Notwendigkeit. Der mit der erfolgreichen Einführung des Mähdreschers erreichte hohe Stand der Mechanisierung im Getreidebau hat diesem eine so bevorzugte Stellung hinsichtlich der Arbeitsproduktivität verschafft, daß in vielen schwach mit Arbeitskräften besetzten Betrieben eine Tendenz zur Extensivierung des Anbauverhältnisses unverkennbar ist. Eine Einschränkung des Hackfruchtbaues ist jedoch mit den der Landwirtschaft im zweiten Fünfjahrplan gesteckten Zielen unvereinbar. Die Erprobung und Einführung neuer, arbeitsparender Maschinen und Arbeitsverfahren im Kartoffel- und Rübenbau zählt daher zu den vordringlichsten Aufgaben, deren Lösung von Landtechnikern und Arbeitsökonomien mit großer Intensität in Angriff genommen wird.

Wenn es auch seitens der Pflanzenbauer nicht an Impulsen und beachtenswerten Vorschlägen für neue Konstruktionen und Arbeitsverfahren gefehlt hat, so ist doch die Rolle des Pflanzenbauers auf dem Wege zur Vollmechanisierung der Feldarbeiten meist eine andere. Sie besteht in der kritischen Überprüfung der technischen Fortschritte in der rauhen Praxis des Ackers. Nicht selten erhebt man dabei gegen uns den Vorwurf, daß wir dabei noch stark mit konservativen Anschauungen behaftet seien und durch zu hoch geschraubte Forderungen der Mechanisierung nicht die notwendige Unterstützung angedeihen ließen.

Kein einsichtiger Ackerwirt kann sich der ökonomischen Notwendigkeit der zunehmenden Mechanisierung der landwirtschaftlichen Arbeiten verschließen, auch für ihn ist die Vollerntemaschine, als Beispiel gesehen, ein erstrebenswertes Ziel. Unsere Kritik erwacht aber sofort, wenn mit der Einführung eines technischen Fortschritts ein Rückgang der Flächenproduktivität unlösbar verknüpft zu sein scheint, sei es auf dem Wege über den Boden durch die Beeinträchtigung seiner Ertragsfähigkeit, sei es direkt durch Beschädigung der Pflanzen,

¹⁾ Gekürzte Wiedergabe eines am 18. März 1958 vor der Kammer der Technik in Rostock gehaltenen Referates.

Fortsetzung von S. 352)

wird. Außerdem erfordert die notwendige Qualitätskontrolle ein langsames Entleeren. Wenn man also auch beim Auslagern mechanische Hilfsmittel einsetzt, kann deren Leistungsfähigkeit geringer bemessen werden. In vielen Fällen wird ein normales Förderband, auf das die Kartoffeln von Hand gabelt werden, bereits ausreichend sein. Will man auch dieses vermeiden, so sind Unterflurförderbänder mit abgeknicktem oder geradem Förderweg (Bild 8) einzusetzen, die in den Belüftungskanal eingeschoben oder auf dem Rande des Kanals vorgeschoben werden (Bild 9). Anlage und Abmessungen der Luftverteilungskanäle sind darauf von vornherein abzustimmen.

Da in manchen Lagerhäusern während des Winters die eingelagerte Ware sortiert wird, muß die Größe der Durchfahrt hierfür genügend bemessen sein. Zweckmäßig ist auch die Anordnung eines besonderen Raumes, der nicht in den stark wärmegeprägten Lagerteil miteinbezogen wird. Dieser Raum dient auch als Arbeits- und Vorkeimraum und wird durch Fenster belichtet.

A 3135

erhöhte Ernteverluste oder Qualitätsminderung des Erntegutes.

Auch bei der Mechanisierung des Kartoffel- und Rübenanbaues stoßen wir wiederholt auf die Tatsache, daß mit einzelnen Schritten der Mechanisierung Beeinträchtigungen von Ertrag und Qualität verknüpft sein können. Wenn im nachstehenden zu einigen bedeutsamen Fragen aus diesem Komplex Stellung genommen wird, so in dem Bestreben, ohne vorgefaßte Meinung die wahren Ursachen zu erkennen und die Fehler und Mängel nicht allein bei der Technik zu suchen, sondern auch um zu prüfen, inwieweit von den Ackerwirten die notwendigen Voraussetzungen für einen erfolgreichen Einsatz der Technik geschaffen wurden.

Die Umstellung der Landwirtschaft vom Gespann- auf den Schlepperbetrieb stellt einen entscheidenden Entwicklungsschritt dar. Die mit der Konstruktion des Geräteträgers und des Allzweckschleppers mit Hydraulik aufgezeigten Entwicklungsrichtungen deuten auf eine große Zahl von Einsatzmöglichkeiten in der Ackerwirtschaft hin, die bei weitem noch nicht erschöpft sind. Wir wissen aber zum anderen, daß zahlreiche Arbeitsgänge in der heute geübten Form kaum mechanisierbar sind. Es bedarf daher einer engen Zusammenarbeit von Pflanzenbauer und Techniker, um auf neuen Wegen Möglichkeiten einer Verringerung des Arbeitsaufwands zu finden.

Zur Mechanisierung der Bodenbearbeitung und Saatbettvorbereitung

Die durch unsachgemäßen Schleppereinsatz bei der Frühjahrsbestellung hervorgerufenen Pressungsschäden führen zu den schwerwiegendsten Strukturschäden unserer Äcker. Trotz der uns aufgezeigten Möglichkeiten zur Verminderung dieser Schäden durch den Einsatz von Giterrädern, überdimensionierten Reifen mit vermindertem Luftdruck bleiben die Forderungen an unsere Traktorenwerke bestehen: Schaffung von Schleppern mit niedrigerem Leistungsgewicht, vor allem für die Bestellungs- und Pflegearbeiten.

Auf druckempfindlichen Böden ist die Zahl der Tage, an denen der Schlepper ohne Gefahr ernsterer Strukturschäden auf dem Acker eingesetzt werden kann, offensichtlich geringer als die Zahl der Pferdeeinsatztage. Den Ausgleich schafft der Schlepper durch die größere Leistung und durch die Möglichkeit der Ausnutzung eines längeren Arbeitstages. Somit gehören zeitweise Überstunden bzw. Schichtarbeit zur Ausnutzung günstiger Witterungsperioden und Brechung akuter Arbeitsspitzen zum „normalen Einsatz“ des Schleppers. Die damit in den Betrieb hineingetragene Diskontinuität des Arbeitsanfalles erschwert ohne Zweifel die Arbeitsorganisation, sie ist aber das Charakteristikum des schonenden Schleppereinsatzes auf dem Acker.

Zur Mechanisierung der Aussaat- und Pflegemaßnahmen

Im Kartoffelanbau haben sich die Bemühungen wieder auf die mechanisierte Pflanzung in der Dammkultur konzentriert. Die Pflanzmaschine System Brielow hat sich dabei in der Praxis gut eingeführt. Mit ihrer technischen Weiterentwicklung, vor allem unter Berücksichtigung der an anderer Stelle entwickelten Einrichtungen zum Fehlstellenausgleich, wird sie auch in Hanglagen einen verstärkten Einsatz finden können. Aber gerade hier drängt sich ein anderes vordringliches Problem pflanzenbaulicher Natur auf: Die Pflanzung vorgekeimter Knollen. Hielt man noch vor einigen Jahren das Vorkeimen