

sachten „reinen“ Transportkosten lediglich etwa $\frac{1}{3}$ der TUL-Gesamtkosten beträgt. Der Kostenanteil des Umschlags bei Zwischenlagerung wird im angeführten Beispiel mit rd. 25% ausgewiesen. Diese höhere Präzision der Aufwandskennzahl TUL-Kosten gegenüber Transportarbeit rechtfertigt in vielen Fällen den höheren Vorbereitungs- und Rechenaufwand. Die Verwendung einheitlicher Entfernungsmatrizen sowohl für KOST- als auch für TROZ-Optimierungen ermöglicht die variable Auswahl des erforderlichen Zielkriteriums.

Zur weiteren Verdeutlichung der Wirkungen der Ausgangsparameter für die Optimierungsrechnungen sind im Bild 2 die Einflüsse der Geschwindigkeit in der 1. Transportstufe, der Beladeleistung, der Erntemaschine und des Besatzes auf die TUL-Kosten sowie die Anzahl der Lagerstandorte dargestellt. Beachtenswert ist vor allem die Tatsache, daß mit größerer Differenz der Geschwindigkeiten zwischen 1. und 2. Transportstufe (GM1 und GM2) die Anzahl der optimalen Zwischenlagerstandorte ansteigt.

Einen positiven Einfluß auf geringe TUL-Kosten und damit auf einen geringeren DK-Verbrauch haben folgende Faktoren:

- volle Auslastung der Fahrzeugnutzmasse und Anwendung des Traktor-Doppelzugs oder LKW-Zugs
- Erhöhung der mittleren Transportgeschwindigkeit durch geringe Feldfahrt-

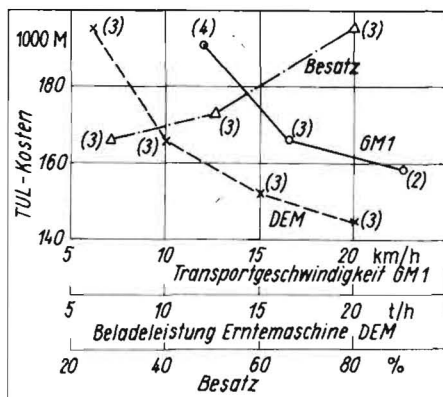


Bild 2. Abhängigkeit der TUL-Kosten und der Anzahl der Zwischenlagerstandorte (Angabe in den Klammern) von verschiedenen Eingangsdaten der Transportoptimierung bei der Kartoffelernte 1982 in der LPG (P) Vehlowlow

- strecken und gut ausgebaute Wirtschaftswege
- Verminderung des Erntegutbesatzes durch ackerbauliche und technologische Maßnahmen sowie durch sorgfältige Maschineneinstellung
- Erhöhung des Anteils der produktiven Leistung in T_{02} an der Schichtleistung in T_{08} durch straffe Organisation und vorbeugende Instandhaltung.

Vorschläge für die Lagerung in Feldnähe

Dr. agr. W. Hey/Dipl.-Ing. B. Sickert, KDT, Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR
Dr. sc. techn. H.-G. Lehmann, KDT, Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Problemstellung

Im Beschluß des XII. Bauernkongresses der DDR wird im Hinblick auf die Verminderung des Transportaufwands folgendes festgestellt [1]: „Günstigste Bedingungen schaffen wir durch eine energieökonomisch gut durchdachte Produktions- und Arbeitsorganisation, insbesondere durch die effektivste Organisation des Transports im Territorium.“ Bisher wurden fast 50% des Dieselkraftstoffs (DK) der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft für Transporte verbraucht. Aufgrund der steigenden Betriebsgröße und Zentralisierung stieg die mittlere Transportentfernung in der Landwirtschaft in den 70er Jahren auf mehr als das Doppelte [2]. Eine Möglichkeit zur Senkung des Transportaufwands und zum Glätten von Transportspitzen in der Landwirtschaft bietet die Nutzung feldnaher Lager mit geringeren Entfernungen vom Feld zum Lager und vom Lager zum Verbraucher oder zu sonstigen Empfängern.

Im folgenden werden Ergebnisse aus der stochastischen Transportsimulation, den technologisch-ökonomischen Variantenberechnungen und den mehrjährigen Experimenten in den LPG (P) Vehlowlow und Grumbach-Kaufbach vorgestellt.

2. Charakterisierung der Lagerung in Feldnähe

Durch die Lagerung sollen die zeitlichen Widersprüche zwischen Aufkommen und Bedarf ausgeglichen werden. Das feldnahe Lager hat folgende Funktionen [3]:

- Aufbewahrung landwirtschaftlicher Erntegüter und Düngestoffe als Saison-, Verteilungs- oder Zwischenlagerung
- Qualitätserhaltung bzw. Konservierung landwirtschaftlicher Güter
- Trennung bzw. Verbindung von Feld- und Straßentransport
- Verminderung des Kapazitätsanspruchs für Sammel- oder Verteiltransporte durch geringere Entfernungen
- Ausgleichen unterschiedlicher Kapazitäten in den Maschinenketten durch deren Teilung.

Nach [3] sind feldnahe Lager durch Errichtung neuer oder durch Rekonstruktion bzw. Erweiterung bestehender Lagerstätten unter Berücksichtigung der territorialen Einordnung, d. h. vor allem der Lage der landwirtschaftlichen Nutzflächen und der Anbauplanung, zu gestalten.

Der Begriff „feldnahe Lager“ kennzeichnet die territoriale Einordnung dieses Lagers. Feldnahe Lager können sich sowohl in Orts-

4. Zusammenfassung

Zur Bestimmung optimaler Standorte und Kapazitäten von Lagerstätten in Landwirtschaftsbetrieben wurde eine Methode zur Optimierung mit dem Zielkriterium „minimale TUL-Kosten“ vorgestellt. Die ausführliche Programmbeschreibung steht im Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim zur Verfügung.

Anwendungsbeispiele zeigten die verbesserten Ergebnisse gegenüber der Optimierung mit dem Zielkriterium „minimale Transportarbeit“ und ermöglichten Schlußfolgerungen zur Verringerung der TUL-Kosten.

Literatur

- [1] Lehmann, H.-G.; Dumack, L.: Bestimmung zweckmäßiger Lagerstandorte und -kapazitäten in landwirtschaftlichen Betrieben mit Hilfe von Materialflußanalyse und Transportoptimierung. agrartechnik, Berlin 30 (1980) 8, S. 358-360.
- [2] Baganz, K.; Dumack, L.: Anwendung der zweistufigen Transportoptimierung zur Analyse und Reduzierung des Transportaufwands landwirtschaftlicher Betriebe. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 7, S. 309-311.
- [3] Kraut, D.: Programmbeschreibung zum Programm KOST. FZM Schlieben/Bornim, 1982.
- [4] Schmid, H.: Zeitgliederung für Transport und Umschlag in der Landwirtschaft. agrartechnik, Berlin 27 (1977) 7, S. 297-300. A 4166

nähe befinden, an vorhandene Lager anschließen, aber auch in größerer Entfernung von Ortschaften gelegen sein.

3. Empfehlungen zur Lagerung ausgewählter landwirtschaftlicher Gutarten in Feldnähe

3.1. Körnerfrüchte

Für die schnelle und verlustlose Bergung der Körnerfrüchte ist es notwendig, die Kapazitäten der Mähdrescherkomplexe voll auszunutzen. Das bedeutet, daß während der Getreideernte ein hoher, aber relativ kurzzeitiger Transportbedarf auftritt, der in vielen Fällen nicht mit den vorhandenen Transportmitteln realisiert werden kann.

Bei der Anwendung der kurzfristigen Zwischenlagerung, möglichst in Schlagnähe, verkürzt sich die Fahrstrecke für die Transportmittel. Damit verringert sich der Transportbedarf während der Arbeit des Mähdrescherkomplexes. So sinkt z. B. der Bedarf an LKW W 50 bei einer von 20 auf 3 km verringerten Transportentfernung von 12 auf 6 Stück, wenn ein Komplex von 6 Mähdreschern E 516 im Einsatz ist [4]. In den Zeiten, wo der Mähdrescherkomplex nicht oder mit

verminderter Leistung arbeitet, erfolgt der Abtransport des Getreides zum Zielort. Damit wird der Transportbedarf geglättet.

Theoretische Untersuchungen und praktische Experimente in der LPG (P) Grumbach-Kaufbach, Bezirk Dresden, ergaben, daß die Bedeutung der Zwischenlagerung mit steigender Transportentfernung zunimmt. In dieser LPG (P) erreichte die zwischengelagerte Getreidemenge unter Berücksichtigung aller Gebrauchswerte rd. 20% der Bruttoproduktion (Bild 1).

Für das Bewirtschaften des Zwischenlagers und das Beladen der Transportmittel für die 2. Stufe ist ein geeignetes Umschlagmittel erforderlich, wie z. B. die Mobillader TIH-445 und T 174. Der Durchsatz dieser Umschlagmittel beim Beladen beträgt rd. 1 bis 1,7 t/min (T_{02}) und der DK-Verbrauch etwa 7 l/100 t. Durch die effektive Gestaltung dieses Verfahrens und die Nutzung der Vorteile kann dieser Aufwand kompensiert werden. Für eine Zwischenlagerung von Körnerfrüchten sind folgende Anforderungen abzuleiten:

- Die Zwischenlager müssen vor allem eine kurzzeitige Aufbewahrung der Körner und eine Trennung von Feld- und Straßentransport zum Ausgleich unterschiedlicher Mähdrusch- und Transportkapazität ermöglichen. Dabei sind die gültigen Standards zur Qualitätserhaltung bei der Lagerung von Körnerfrüchten verbindlich.
- Zwischenlager für Körnerfrüchte sind vorzugsweise durch Nutzung geeigneter vorhandener Lagerobjekte anzulegen, wobei die Auswahl mit Hilfe der Transportoptimierung erfolgen sollte und eine Mehrfachnutzung mit anderen Gutarten anzustreben ist.
- Für die spezifischen Bedingungen der Transportstufen sind jeweils geeignete Transportfahrzeuge einzusetzen. Das betrifft besonders die 2. Stufe mit der Nutzung von leistungsfähigen Straßenfahrzeugen mit hohen Fahrgeschwindigkeiten und Nutzmassen von rd. 20 t.

Unter folgenden Bedingungen ist die Anwendung der Zwischenlager sinnvoll:

- bei Stadtdurchfahrten mit erheblichem Einfluß auf die Umlaufzeit der Transportmittel
- bei Entfernungen zum Zielort über 20 km und ungenügender Bereitstellung von Transportkapazität
- bei geringen Annahmekapazitäten am Zielort und Auftreten von Wartezeiten für die Transportmittel
- bei der Kombination der Zwischenlagerung mit Maßnahmen zur Qualitätserhaltung bzw. Aufbereitung.

Insgesamt ist festzustellen, daß für die Mehr-

zahl der Betriebe der ungebrochene Transport von Körnerfrüchten die Vorzugsvariante ist und bleibt. Volkswirtschaftliche und betriebliche Belange erfordern jedoch, der kurzzeitigen Zwischenlagerung in Feldnähe und damit dem gebrochenen Transport größeres Augenmerk als bisher zu widmen. Dazu sind durch die LPG/VEG (P) und Kooperationen in der Kampagnenplanung die effektivsten Lösungsmöglichkeiten für ihre spezifischen Bedingungen zu suchen.

3.2. Kartoffeln

Infolge der Beschädigungsempfindlichkeit von Kartoffeln und der effektiven Nutzung der leistungsfähigen Aufbereitungsanlagen lassen sich lang- und kurzfristige Lagerung der Kartoffeln in Feldnähe nur in begrenztem Umfang realisieren.

Köppen [5] empfiehlt zur Reduzierung des Transportaufwands „Satellitenlager“ für Pflanz- und Speisekartoffeln als belüftete Großmieten mit der Möglichkeit der Ernteguteinlagerung: Diese Lagerform dient aber lediglich als Ergänzung zur Lagerung in Aufbereitungs-, Lager- und Vermarktungsanlagen. Dezentrale Großmietenlagerung läßt sich gleichfalls bei spezialisierter Futter- oder Stärkekartoffelproduktion anwenden. Die Anforderungen zur Qualitätserhaltung sind zu beachten [6].

Ausgehend von Berechnungen optimaler Standorte und Aufbereitungskapazitäten für die Zwischenlagerung und Aufbereitung von Futter- und Stärkekartoffeln mit Hilfe der zweistufigen Transportoptimierung [7] konnten in der LPG (P) Vehlou, Bezirk Potsdam, beträchtliche Aufwandsminimierungen für den Transport erreicht werden. Für rd. 55% der gesamten Kartoffelmenge, die mit Rodeladern E684 geerntet wurde, ergab sich im Jahr 1982 eine mittlere Transportentfernung von den Ernteflächen zu zwei dezentralen Zwischenlager- und Aufbereitungsstandorten von nur 2,1 km. In belüftbaren Zwischenlagern läßt sich unaufbereitetes Erntegut bis zu 3 Wochen lagern [5]. Zur Aufbereitung der Futter- und Stärkekartoffeln wurde eine pneumatische Trennanlage vom Typ „Potsdam“ eingesetzt. Zur Ausrüstung gehören weiterhin 1 Annahmeförderer und 4 Gurtbandförderer (Bild 2).

Der Einsatz der pneumatischen Trennanlage ist auch auf unbefestigten Flächen möglich. Die Aufbereitung erfolgt entsprechend der Fruchtfolgegestaltung auf wechselnden Standorten. Das Umsetzen der Aufbereitungsanlage während der Kampagne läßt sich gewährleisten. Die technologische Pufferung zwischen Ernte und Aufbereitung mit kurzer Transportentfernung verbessert die Kontinuität der Erntearbeiten.

3.3. Grünfuttersilage

Mit der Realisierung des Silobauprogramms steht den Landwirtschaftsbetrieben im wesentlichen ausreichender Siloraum zur Verfügung. Beim Ersatz ausgesonderter Silos sollte vor allem eine mögliche Verminderung des Transportaufwands durch kleinere Ein-Kammer-Silos in Nähe der Anbauflächen erfolgen [8]. Bei ungünstigen Transportentfernungen wird vorgeschlagen, eine Erweiterung der Silokapazität langfristig vorzusehen und ungünstig gelegene Siloanlagen zeitweise oder gänzlich anders zu nutzen. Eine zeitweilige Nutzung wäre beispielsweise für die Feuchtstrohkonservierung möglich.

Mit Hilfe von Optimierungsrechnungen wurden für die LPG (P) Vehlou 4 Standorte von Ein-Kammer-Silos SH3600 für die Maissilierung empfohlen (Bild 3).

Im Vergleich dazu würden sich bei 2 Doppelsiloanlagen die Transportentfernungen vom Feld um 30 bis 40% erhöhen. Infolge der komplizierten Fruchtfolgegestaltung zur bestmöglichen Bodennutzung in der LPG (P) Vehlou ergeben sich erheblich schwankende optimale jährliche Lagerkapazitäten, z. B. an den Standorten Kolrep mit 2,0 bis 3,5 kt und Wutike mit 3,1 bis 5,4 kt. Vor allem bei Silomais empfiehlt sich zur Bewältigung der Herbstarbeitsspitze, mit überdimensionierter Lagerkapazität die geringen optimalen Transportentfernungen von 2 bis 3 km zu nutzen und die verbleibende Lagerkapazität mit Welksilage zu füllen.

3.4. Zuckerrüben

Die Einhaltung der agrotechnisch günstigsten Erntetermine, die teilweise erheblichen Entfernungen vom Feld zur Zuckerfabrik, die anzustrebende maximale Nutzung der günstigsten Transportmittel und die Lagerungs- und Verarbeitungskapazität der Zuckerfabrik bedingen die Zwischenlagerung bzw. Langzeitlagerung von Zuckerrüben im Landwirtschaftsbetrieb. Der Anteil der zwischengelagerten Zuckerrüben beträgt gegenwärtig rd. 88% der gesamten geernteten Menge [9].

An die Zwischenlagerplätze (Übergabestelle) für die kurz- und mittelfristige Lagerung im landwirtschaftlichen Betrieb sind zukünftig höhere Anforderungen zu stellen. Die Plätze sollen befestigt und bei allen Witterungsbedingungen befahrbar sein. Durch die volle Nutzung dieser Lagerplätze soll zukünftig das Abkippen der Zuckerrüben auf dem Feld oder am Feldrand (gewachsener Boden) vermieden werden.

Nach [9] kann durch die Lagerung und den Umschlag auf dem Feld/am Feldrand eine Besatzzunahme bis zu 15% eintreten. Neben der Besatzabscheidung durch Reinigungsarbeiten ist das Anlegen von ökonomisch vertret-

Bild 1. Als Zwischenlager für Körnerfrüchte und andere Gutarten genutzte Freiflächen in der LPG (P) Grumbach-Kaufbach



Bild 2. Aufbereitung von Futter- und Industriekartoffeln mit der pneumatischen Trennanlage Typ „Potsdam“ in der LPG (P) Vehlou



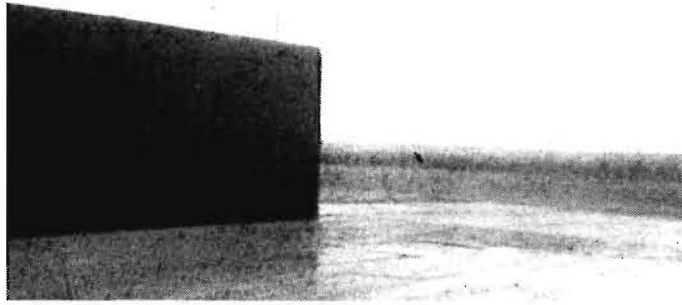


Bild 3. Horizontalsilo SH 3600 an einem Silomaisschlag der LPG(P) Vehlrow



Bild 4. Zuckerrübenabfuhr von einem mit Baustraßenmatten stabilisierten Lagerplatz

baren befestigten feldnahen Lagerplätzen eine weitere Möglichkeit für das Erreichen eines geringen Besatzes. Eine derzeit praktikable Lösung ist die Stabilisierung von Lagerplätzen durch Baustraßenmatten (Bild 4).

Untersuchungen in der LPG(P) Grumbach-Kaufbach haben ergeben, daß nachstehende Effekte wirksam werden (Vergleichsbasis: Lagerplatz auf gewachsenem Boden):

- Schmutzbesatzminderung um 10 %
- Senkung der Transportkosten von 5 %
- Einsparung an Dieselkraftstoff von 0,3 l/t Rüben
- Lagerplatz bei allen Witterungsbedingungen mit Straßenfahrzeugen befahrbar
- Substitution traditioneller Baustoffe durch Sekundärrohstoff (Altreifen)
- Sicherung der Mobilität der Lagerfläche (der Fruchtfolge angepaßt)
- Verringerung von Fahrbahnverschmutzungen auf öffentlichen Straßen
- Verminderung von Strukturschäden am Boden

– Minderung der technischen Beanspruchung von Fahrzeugen.

Die Fertigung der Matten für den Einsatz in der Landwirtschaft wird gegenwärtig vorbereitet.

4. Zusammenfassung

Für ausgewählte landwirtschaftliche Gutarten werden praxisreife Lösungen für die Aufbereitung und Lagerung in Feldnähe vorgestellt, die zur Senkung und zeitlichen Verlagerung von Transportarbeiten beitragen können. Weitere transport- und lagerungsabhängige Effekte werden nachgewiesen.

Literatur

- [1] Protokoll des XII. Bauernkongresses. Berlin: Staatsverlag der DDR 1982, S. 50.
- [2] Mührel, K.: Effektiver Einsatz von Dieselkraftstoff bei Transport und Umschlag in der Landwirtschaft. agrartechnik, Berlin 32 (1982) 5, S. 194–197.
- [3] Lehmann, H.-G.: Agrotechnische Anforderungen an feldnahe Lager und deren technische

Ausrüstung. FZM Schlieben-Bornim, Arbeitsmaterial 1981 (unveröffentlicht).

- [4] Autorenkollektiv: Optimale Mähdruschkomplexe. VVB Saat- und Pflanzgut Quedlinburg, 1970.
- [5] Köppen, D.: Biologische und technologische Untersuchungen zur rationellen Einordnung der belüftbaren Großmieten in das Produktionsverfahren Kartoffeln. Institut für Kartoffelforschung Groß Lüsewitz, Dissertation B 1980.
- [6] Anleitung zur Errichtung und Bewirtschaftung von Anlagen mit zweikanaligen Großmieten. Markkleeberg: agrabuch 1979.
- [7] Baganz, K.; Dumack, L.: Anwendung der zweistufigen Transportoptimierung zur Analyse und Reduzierung des Transportaufwands landwirtschaftlicher Betriebe. agrartechnik, Berlin 31 (1981) 7, S. 309–311.
- [8] Empfehlungen zur Bewirtschaftung von Horizontalsilos und Hinweise zur Standortoptimierung beim Aufbau von Siloanlagen und zur Festlegung des erforderlichen Siloraumes. Institut für Futterproduktion Paulinenaue, 1979.
- [9] Linke, G.; Naumann, S.; Koschitzke, E.: Senkung des Besatzes bei Zuckerrüben auf dem Feld. Feldwirtschaft, Berlin 23 (1982) 8, Berlin, S. 354–356. A 3965

Technische und technologische Möglichkeiten der Aufwandsenkung beim Grobfuttertransport

Dr. agr. W. Marx/Dr. agr. E. Bröhl, KDT, Institut für Energie- und Transportforschung Meißen/Rostock der AdL der DDR

1. Einleitung

In der Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft ist wie in anderen Zweigen der Volkswirtschaft der DDR der Transportaufwand um etwa 26 % zu senken. Die erforderlichen DK-Einsparungen sind zu etwa 70 % über die Senkung des Aufwands für Transport-, Umschlag- und Lagerarbeiten (TUL-Arbeiten) zu erreichen [1]. Im Jahr 1980 waren in der Landwirtschaft der DDR rd. 340 Mill. t Güter zu transportieren. In den landwirtschaftlichen Produktionsverfahren werden 40 % der eingesetzten Arbeitskräfte und entstehenden Kosten sowie 45 % des Aufwands an Dieselkraftstoff für TUL-Arbeiten benötigt [2]. Daraus kann abgeleitet werden, daß in den Produktionsverfahren besonders beim Transport potentielle Möglichkeiten zur Senkung des Gesamtaufwands gegeben sind. Das gilt in hohem Maß für die Grobfutterproduktion,

wo für die einzelnen Verfahren z. Z. folgender Transportaufwand zu bewältigen ist:

- Frischfuttermittelversorgung $120 \cdot 10^6 \text{ t} \cdot \text{km}$
- Technische Trocknung $19 \cdot 10^6 \text{ t} \cdot \text{km}$
- Silageproduktion $209 \cdot 10^6 \text{ t} \cdot \text{km}$
- Heuproduktion $9 \cdot 10^6 \text{ t} \cdot \text{km}$
- Strohbergung und -verwertung $36 \cdot 10^6 \text{ t} \cdot \text{km}$

Das entspricht mehr als einem Viertel des in der Landwirtschaft zu bewältigenden Transportaufwands. Deshalb ergibt sich eine zwingende Notwendigkeit, diese Gutartengruppe rationell zu transportieren, da hierbei meist überdurchschnittliche Anforderungen an das bereitzustellende Ladevolumen bestehen und die transporttechnologischen Erfordernisse sehr differenziert sind. Daraus leitet sich die Aufgabe ab, vor allem beim Transport sowie bei seinen vor- und nachgelagerten Prozessen durch eine bessere Ausnut-

zung vorhandener Reserven die Leistungsfähigkeit zu erhöhen und die Arbeitsproduktivität zu steigern. Gleichzeitig sind die spezifischen Aufwendungen, wie Aufwand an lebendiger Arbeit, Kosten, Material und Energie, zu reduzieren. Aber auch andere Aspekte, wie z. B. die Gestaltung der Arbeits- und Lebensbedingungen, müssen dabei Berücksichtigung finden.

2. Möglichkeiten und Maßnahmen

Die Möglichkeiten zur Senkung des Transportaufwands lassen sich grundsätzlich in technische, technologische und betriebswirtschaftlich-ökonomische Maßnahmen untergliedern.

Besondere Aufmerksamkeit ist dabei im Zeitraum bis zum Jahr 1990 den technologischen und betriebswirtschaftlich-ökonomischen