

Ermittlung verfahrenskostengleicher Transportentfernungen für Speisekartoffelaufbereitungs- und -lageranlagen unterschiedlicher Kapazität

Dipl.-Landw. O. GRAMER*

In den Beschlüssen des X. Deutschen Bauernkongresses und der 4. Tagung des Rates für landwirtschaftliche Produktion und Nahrungsgüterwirtschaft der DDR wurde die Errichtung von Aufbereitungs-, Lager- und Vermarktungsanlagen für Pflanz- und Speisekartoffeln als ein Hauptschwerpunkt der Investitionstätigkeit in der Land- und Nahrungsgüterwirtschaft festgelegt.

Der hohe Investitionsbedarf für die Errichtung von Kartoffellageranlagen erfordert sorgfältige und gewissenhafte Überlegungen darüber, wie die verfügbaren Mittel rationell einzusetzen sind, um einen hohen volkswirtschaftlichen Nutzen zu erzielen. Neben der Eignung des Produktionsgebietes für den Kartoffelanbau entsprechend dem Verwendungszweck (Speisekartoffeln, Veredelungskartoffeln, Futterkartoffeln, Pflanzkartoffeln) sowie den Anforderungen des Versorgungsbereiches sind Größe und Standort der zu errichtenden Anlage ausschlaggebend für die Wirtschaftlichkeit der Kartoffelproduktion im jeweiligen Territorium.

Die in einer früheren Veröffentlichung /1/ verwendeten Unterstellungen dienen auch im vorliegenden Beitrag weitgehend als Grundlage für die Beispielsrechnungen. Aufgrund der Kostendegression für Aufbereitung und Lagerung können Rohware bzw. Speisekartoffeln bei Anlagen größerer Kapazität zur Erzielung von Kostengleichheit entsprechend weiter transportiert werden, als dies bei kleineren Lagerhallen möglich ist.

Für die Festlegung des Standorts und der Größe von Speisekartoffelaufbereitungs- und -lagerhallen kann es deshalb von großem Interesse sein, bei welcher Transportentfernung Kostengleichheit je Erzeugniseinheit zwischen Anlagen unterschiedlicher Kapazität eintritt. Grundsätzlich hängt es vom Anteil der Kartoffelanbaufläche an der Gesamtfläche des jeweiligen Territoriums sowie von Besiedlungsdichte und Bedarf des zu beliefernden Versorgungsgebietes ab, bei welcher Transportentfernung die sich aus der Vergrößerung der Lagerkapazität ergebende Kostendegression durch die steigenden Transportkosten kompensiert wird. Durch die Kenntnis solcher „verfahrenskostengleicher Transportentfernungen“ wird es aber möglich, weitere sehr bedeutsame volks- und betriebswirtschaftliche Gesichtspunkte bei der Festlegung von Standort und Größe einer Lageranlage zu berücksichtigen. So kann z. B. eine entsprechend größere Transportentfernung in Kauf genommen werden, wenn sich gleichzeitig die Erzeugung von Kartoffelrohware durch höhere Ertragsfähigkeit und die Aufbereitung durch bessere Siebfähigkeit oder geringeren Steinbesatz des Bodens ökonomisch günstiger gestaltet.

Mit vorliegendem Beitrag soll ein Weg zur Ermittlung verfahrenskostengleicher Transportentfernungen für Speisekartoffelaufbereitungs- und -lageranlagen unterschiedlicher Kapazität dargelegt werden, er basiert auf entsprechenden Untersuchungen /2/.

Ermittlung verfahrenskostengleicher Transportentfernungen für Rohware

Die Berechnung der Fahrstrecke (doppelte Transportentfernung) für den Transport von Rohware, bei der Kostengleichheit je Erzeugniseinheit zwischen Speisekartoffelauf-

bereitungs- und -lageranlagen unterschiedlicher Kapazität eintritt, kann nach folgender Formel erfolgen:

$$F_s = \frac{\left[\frac{K_{Tr} \cdot T_B \cdot P_{NR} \cdot M_{ha}}{K_{FA} + K_A + K_L} - (T_B + T_E + T_K + T_W) \right] \cdot \varrho}{60} \quad [\text{km}] \quad (1)$$

Darin bedeuten:

- F_s Fahrstrecke (hin und zurück) in km
- K_{Tr} Transportkosten je t Rohware in M/t
- T_B Beladezeit in min
- P_{NR} Normleistung eines Sammelroders in ha/h
- M_{ha} Erntemasse (Rohware) in t/ha
- K_{FA} LKW-Kosten entsprechend dem Fahranteil bzw. Traktorkosten in M/h
- K_A Kosten der Anhänger je Zugmittel in M/h
- K_L Kosten der lebendigen Arbeit je Fahrzeug in M/h
- T_E Entladezeit in min
- T_K Zeit für Umhängen und Koppeln der Anhänger in min
- T_W Wartezeit in min
- ϱ Fahrgeschwindigkeit in km/h

Dazu muß zuerst der Wert für K_{Tr} gefunden werden. Das geschieht folgendermaßen: Zu den der jeweiligen Lagerkapazität entsprechenden Kosten für Aufbereitung und Lagerung — auf 1 t Rohware bezogen — werden die entsprechenden Kosten für den Transport der Speisekartoffeln — ebenfalls auf 1 t Rohware bezogen — addiert. Hierzu sind die Kosten des Speisekartoffeltransports für die jeweiligen konkreten Bedingungen zu kalkulieren.

Dann wird die Differenz zwischen den so erhaltenen Werten für die kleinere und die größere Anlage gebildet und dazu die Kosten für den Rohwaretransport (je t Rohware) für die Anlage mit der geringeren Kapazität zugeschlagen. Damit ist der Wert für K_{Tr} gefunden und kann in Formel (1) eingesetzt werden.

Der Rechengang wird an einem Beispiel verdeutlicht. Nehmen wir an, für die Versorgung der Bevölkerung eines bestimmten Territoriums mit Speisekartoffeln sind insgesamt 30 kt Kapazität erforderlich. Die für die Produktion der benötigten Speisekartoffeln verantwortlichen LPG der betreffenden Kooperationsgemeinschaften haben nun in unserem Beispiel die Entscheidung zu fällen, ob zwei 15-kt-Anlagen oder drei 10-kt-Anlagen gebaut werden sollen.

Zunächst wird der Wert für K_{Tr} ermittelt, der sich bei entsprechenden Unterstellungen (Aufbereitungs- und Lagerungskosten sowie Transportkosten für Speisekartoffeln, Rohwaretransportkosten für die 10-kt-Anlage) wie folgt ergibt (alle Kosten in M/t Rohware):

	Lagerkapazität	
	10 kt	15 kt
Aufbereitungs- und Lagerungskosten	79,40	72,60
Transportkosten für Speisekartoffeln (Transportentfernung 13 bzw. 17 km)	7,00	8,50
Summe	86,40	81,10
Differenz zu 10 kt Lagerkapazität	—	5,30
Rohwaretransportkosten für die 10-kt-Anlage (bei 5 km Transportentfernung)	2,80	—
K_{Tr}		8,10

* Institut für landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitsökonomik Gundorf der DAL (Direktor: Dr. G. REICHEL)

Für die weitere Berechnung wird unterstellt:

Fahrzeugkombination	LKW W 50 LAZ mit 2 THK 5/3
Lademasse	13 t
durchschn. Fahrgeschwindigkeit	25 km/h
Leistung eines Sammelroders	1 ha/h Operativzeit (T_{02}) 0,70 ha/h Normzeit (T_{06})
Wiege- und Entladezeit	10 min
Zeit für Anhängerwechsel	1 min
Erntemasse (Rohware)	30 t/ha

Zur Begründung der hier unterstellten hohen Sammelroderleistung ist festzustellen, daß es wegen der „Langlebigkeit“ von Lageranlagen allgemein darauf ankommt, möglichst Werte in die Berechnungen einzubeziehen, die für die nächsten Jahre Bedeutung haben können. Für die Sammelroderleistung ist dies hier relativ leicht möglich, da in diesem Falle keine Aussage zu den Maschineneinsatzkosten erforderlich ist.

Die Kosten der LKW, der Anhänger und der lebendigen Arbeit werden für die Beispielsrechnungen den Richtwerten von ZIMMERMANN und EBERHARDT /3/ bzw. von ZIMMERMANN, EBERHARDT und MÄTZOLD /4/ entnommen. Zukünftig von diesen Richtwerten abweichende Kosten wirken sich selbstverständlich auf das Ergebnis der Berechnung aus, die Tendenz bleibt jedoch erhalten.

Zur Errechnung des Fahranteils sei auf eine früher vorgeschlagene Methode verwiesen /5/.

Bei den genannten Unterstellungen erhält man in unserem Beispiel für die 15-kt-Anlage folgende verfahrenskostengleiche Fahrstrecke für Rohware gegenüber einer 10-kt-Anlage:

$$F_s = \frac{\left[\frac{8,10 \cdot 26 \cdot 0,70 \cdot 30}{17,10 + 3,60 + 4,00} - (26 + 10 + 1) \right] \cdot 25}{60} \text{ km}$$

$$= \underline{59,20 \text{ km}}$$

Somit sind in diesem Beispiel hinsichtlich des Rohwaretransports bei 5 km Transportentfernung für die 10-kt-Anlage und bei 29,6 km Transportentfernung für die 15-kt-Anlage gleiche Verfahrenskosten je Erzeugniseinheit zu verzeichnen. Unter sonst gleichen Bedingungen (Anbaukonzentration, Ernteertrag, Absatzgebiet u. a.) ergibt sich für die größere Anlage ein notwendiges Einzugsgebiet mit einer Rohwaretransportentfernung von etwa 6 km. Die Entscheidung kann damit eindeutig zugunsten der 15-kt-Anlage gefällt werden, denn die wesentlich größere mögliche Transportentfernung für Rohware gestattet es, einen nach den verschiedensten Gesichtspunkten günstigen Standort auszuwählen. Dabei muß auch die Transportentfernung für Speisekartoffeln berücksichtigt werden, da das Versorgungsgebiet der größeren Lageranlage möglicherweise infolge ganz anderer Besiedlungsdichte unverhältnismäßig größer wird.

Das kann z. B. der Fall sein, wenn das Versorgungsgebiet nicht mehr nur eine Stadt, sondern zwei oder drei mehr oder weniger weit voneinander entfernte Städte umfaßt. Genauso wie für den Transport der Rohware erhebt sich deshalb die Frage, wie weit die Speiseware transportiert werden kann, ohne die Verfahrenskosten je t Speisekartoffeln gegenüber der kleineren Lageranlage zu erhöhen.

Ermittlung verfahrenskostengleicher Transportentfernungen für Speisekartoffeln

Wie groß die Fahrtstrecke (hin und zurück) bei Vergrößerung der Kapazität einer Speisekartoffelaufbereitungs- und -lageranlage sein darf, ohne insgesamt höhere Verfahrenskosten zu verursachen, kann für den Fall, daß die Transportgeschwindigkeit im Produktionsgebiet für Rohware und im zu

versorgenden Ballungsgebiet gleich ist, mit folgender Formel errechnet werden:

$$F_s = \frac{\left[\frac{K_{Ts} \cdot M_F \cdot O_{SF} \cdot 60}{(K_{FA} + K_A + K_L) \cdot N_{SF}} - (T_B + T_E + T_K + T_W) \right] \cdot v}{60} \text{ [km]} \quad (2)$$

Darin bedeuten:

- K_{Ts} Transportkosten für Speisekartoffeln in M/t
- M_F Lademasse je Fahrzeugkombination in t
- O_{SF} Operativzeit der Fahrzeuge je Schicht in min
- N_{SF} Schichtdauer der Fahrzeuge in min

Bei derartigen Berechnungen ist stets die konkrete Verkehrslage möglichst genau zu analysieren und einzuschätzen. Treten im Produktions- bzw. Versorgungsgebiet unterschiedliche Transportgeschwindigkeiten auf, was im allgemeinen der Fall sein wird, muß die Gesamtfahrtstrecke zunächst in die Teilfahrtstrecken

- Fahrtstrecke im Produktionsgebiet (F_{Sp}) und
- Fahrtstrecke im Stadtgebiet (F_{Sst})

unterteilt werden.

Die Teilfahrtstrecke F_{Sst} kann aus dem Bedarf der Verkaufsstellen und den dazugehörigen Fahrtstrecken im Stadtgebiet als gewogenes Mittel errechnet werden, während die für die Entscheidungsfindung bedeutsame Teilfahrtstrecke F_{Sp} mit der Formel

$$F_{Sp} = \frac{\left[\frac{K_{Ts} \cdot M_F \cdot O_{SF} \cdot 60}{(K_{FA} + K_A + K_L) \cdot N_{SF}} \left(T_B + T_E + T_K + T_W + \frac{F_{Sst} \cdot 60}{v_{st}} \right) \right] \cdot v_p}{60} \text{ [km]} \quad (3)$$

ermittelt wird.

Darin sind:

- v_{st} Fahrgeschwindigkeit im Stadtgebiet in km/h
- v_p Fahrgeschwindigkeit im Produktionsgebiet in km/h

Die Summe $F_{Sp} + F_{Sst}$ ergibt dann die verfahrenskostengleiche Fahrstrecke für die größere Anlage im Vergleich zur notwendigen Fahrstrecke bei der kleineren Anlage.

In jedem Fall ist erst der Wert K_{Ts} zu ermitteln:

Zu den jeweiligen Kosten für Aufbereitung und Lagerung — auf 1 t Speisekartoffeln bezogen — addiert man die entsprechenden Kosten für den Rohwaretransport — ebenfalls je t Speisekartoffeln. Anschließend wird die Differenz zwischen den so erhaltenen Werten für die kleinere und die größere Anlage gebildet, und dazu werden die Kosten für den Transport von Speisekartoffeln der vorgesehenen Versorgungsform für die kleinere Anlage zugeschlagen. Der so gefundene Wert kann als K_{Ts} in Formel (2) bzw. (3) eingesetzt werden.

In unserem Beispiel ergibt sich der Wert für K_{Ts} bei entsprechenden Unterstellungen wie folgt (alle Kosten in M/t Speisekartoffeln):

	Lagerkapazität	
	10 kt	15 kt
Aufbereitungs- und Lagerungskosten	120,50	110,00
Transportkosten für Rohware	4,20	4,40
Summe	124,70	114,40
Differenz zu 10 kt Lagerkapazität	—	10,30
Speisekartoffeltransportkosten für die 10-kt-Anlage (bei 13 km Transportentfernung)	10,70	—
K_{Ts}		21,00

Außerdem wird für den Speisekartoffeltransport unterstellt:

Versorgungsform	abgepackte Speisekartoffeln
verwendetes Fahrzeug	LKW W 50 mit Ladebordwand
Lademasse	4 t
Beladeleistung	20 t/h T_{02}
Fahrgeschwindigkeit im Produktionsgebiet	35 km/h
im Stadtgebiet	25 km/h
Entladezeit	15 min/Ladung
Operativzeit der Fahrzeuge	420 min
Schichtdauer der Fahrzeuge	525 min
Gewogenes Mittel der Fahrstrecke (hin und zurück) im Stadtgebiet ($F_{s_{st}}$)	
für die 10-kt-Anlage	11 km
für die 15-kt-Anlage	13 km

Unter diesen Bedingungen erhält man nach Formel (3) folgende verfahrenskostengleiche Teilfahrstrecke für den Speisekartoffeltransport im Produktionsgebiet für die 15-kt-Anlage gegenüber einer 10-kt-Anlage:

$$F_{s_p} = \frac{\left[\frac{21,00 \cdot 4 \cdot 420 \cdot 60}{(19,20 + 0 + 6,80) \cdot 525} - \left(12 + 15 + \frac{13 \cdot 60}{25} \right) \right] \cdot 35}{60} = 56,6 \text{ km}$$

Die halbe Summe von $F_{s_{st}}$ und F_{s_p} ergibt schließlich die verfahrenskostengleiche Transportentfernung für den Absatz der Speisekartoffeln. Somit treten im vorliegenden Fall bei 13 km Transportentfernung für die 10-kt-Anlage und bei etwa 35 km Transportentfernung für die 15-kt-Anlage bezüglich des Speisekartoffeltransports gleiche Verfahrenskosten je Erzeugniseinheit auf. Unter sonst gleichen Bedingungen ergibt sich dagegen für die 15-kt-Anlage eine notwendige Speisekartoffel-Transportentfernung von rund 17 km. Aufgrund der erheblich größeren möglichen Transportentfernung für Speisekartoffeln können somit bei der Standortwahl für die 15-kt-Anlage alle volks- und betriebswirtschaftlichen Belange weitestgehend Berücksichtigung finden. Nachdem nun verfahrenskostengleiche Transportentfernungen sowohl für Rohware als auch für Speisekartoffeln bekannt sind, kann wesentlich leichter über die unter den konkreten Bedingungen ökonomisch zweckmäßige Größe und den günstigsten Standort für die zur Belieferung eines

Versorgungsgebietes erforderlichen Speisekartoffelaufbereitungs- und -lageranlagen entschieden werden. Die vorgestellten Formeln ermöglichen es, dabei alle interessierenden Varianten, d. h. Kombinationen von Transportentfernungen für Roh- und Speiseware, in sehr kurzer Zeit durchzurechnen. In unserem Beispiel dürfte die eingangs formulierte Frage, ob zwei 15-kt-Anlagen oder drei 10-kt-Anlagen zur Versorgung des gegebenen Territoriums mit Speisekartoffeln errichtet werden sollen, eindeutig zugunsten der 15-kt-Anlagen zu entscheiden sein, wenn dadurch nicht gerade ganz extrem hohe Transportentfernungen entstehen. Die auszuwählenden konkreten Standorte sind hierbei in Abhängigkeit von den jeweiligen Bedingungen festzulegen.

Zusammenfassung

Der hohe Investitionsbedarf für die Errichtung von Kartoffelaufbereitungs- und -lageranlagen erfordert sorgfältige Überlegungen, wie die zur Verfügung stehenden Mittel mit höchstem volkswirtschaftlichen Effekt einzusetzen sind.

Die vorgestellten Formeln ermöglichen die Ermittlung von Transportentfernungen für Rohware und Speisekartoffeln, bei denen Kostengleichheit je Erzeugniseinheit zwischen Speisekartoffelaufbereitungs- und -lageranlagen unterschiedlicher Kapazität eintritt. In Verbindung mit den in /1/ gegebenen methodischen Hinweisen zur Bestimmung der optimalen Größe von Speisekartoffelaufbereitungs- und -lageranlagen wird damit die Entscheidung über die unter den gegebenen Bedingungen ökonomisch zweckmäßige Größe und den günstigsten Standort einer solchen Anlage erleichtert.

Literatur

- /1/ GRAMER, O.: Methodische Hinweise zur Bestimmung der optimalen Größe von Speisekartoffelaufbereitungs- und -lageranlagen. Deutsche Agrartechnik 21 (1971) H. 4, S. 180
- /2/ GRAMER, O.: Bestimmung der optimalen Größe technologischer Einheiten bei der Speisekartoffelproduktion unter besonderer Berücksichtigung von Arbeitszeitbedarf und Verfahrenskosten. Forschungsbericht, Institut für landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitsökonomik Gundorf der DAL, 1970, 119 S.
- /3/ ZIMMERMANN, E. / M. EBERHARDT: Ergänzungen zu den „Methodischen Hinweisen und Richtwerten für die Kalkulation von Verfahrenskosten der Pflanzenproduktion“. Arbeiten aus dem Institut für landwirtschaftliche Betriebs- und Arbeitsökonomik Gundorf der DAL, zu Berlin, Heft 28, Böhlitz-Ehrenberg 1969, 34 S.
- /4/ ZIMMERMANN, E. / M. EBERHARDT / G. MÄTZOLD: Methodische Hinweise und Richtwerte für die Kalkulation von Verfahrenskosten der Pflanzenproduktion. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1967, 237 S.
- /5/ GRAMER, O.: Methodische Hinweise zur Errechnung des Fahranteils und der Transportkosten beim Einsatz von LKW. Deutsche Agrartechnik 19 (1969) H. 6, S. 274 bis 276 A 8153

Nutzung vorhandener Bauten für die Speise- und Pflanzkartoffelaufbereitung, -lagerung und -vermarktung

Der rationelle Einsatz von Investitionsmitteln erfordert u. a. auch die Überprüfung der Nutzungsmöglichkeit von vorhandenen Bauten für Kartoffellageranlagen. Mit der Herausbildung und dem Übergang zur spezialisierten, industriemäßig organisierten Produktion in den KOG, LPG und VEG werden in unseren Dörfern viele Produktionsanlagen und Gehöfte für andere Nutzungszwecke frei.

Bedingungen für die Nutzung vorhandener Gebäude

Die Konzentration der Kartoffelproduktion in den Kooperationsgemeinschaften führt im allgemeinen zum spezialisierten Anbau eines bestimmten Gebrauchswertes, z. B. Pflanz- bzw. Speisekartoffeln in den einzelnen Betrieben. Bei dieser Spezialisierung hat sich der Kartoffelanbau größtenteils auf 500 bis 1000 ha in den Kooperationsgemeinschaften

Dr. E. POTKE, KDT*
Dipl.-Ing. G. SCHMIDT, KDT*
Dipl.-Arch. P. GEBURTIG**

ausgedehnt. Damit werden Speise- bzw. Pflanzkartoffeln in einer Menge von 10- bis über 30 000 t produziert.

Die entsprechend dem Produktionsumfang und dem neu entwickelten, komplexen Maschinensystem für die Speise- und Pflanzkartoffelproduktion, Förderung, Aufbereitung und Vermarktung /1/ /2/ notwendigen Lagerkapazitäten für eine ökonomische Kartoffellagerwirtschaft betragen 5 000 bis 10 000 t Lagerkapazität. Für 5 000 t Lagerkapazität werden bei einer Schütthöhe von 5 m (3 t/m² Lagerfläche) damit \approx 2 000 m² Lagerfläche und Verkehrsfläche erforderlich.

Gebäude dieser Größenordnung stehen nur in sehr seltenen Fällen zur Verfügung.

* Ingenieurbüro für Kartoffelwirtschaft Groß Lüsewitz der Zentralen Wirtschaftsvereinigung Obst, Gemüse, Speisekartoffeln, Berlin

** ZBO Ribnitz-Damgarten, Abt. Projektierung