

Zusammenführung des Rodegutes bei Kartoffelerntemaschinen mit großer Arbeitsbreite

Dr.-Ing. R. Eifler, KDT/Dipl.-Ing. E. Hinz, KDT/Dipl.-Ing. K.-H. Krüger, KDT
Forschungszentrum für Mechanisierung der Landwirtschaft Schlieben/Bornim der AdL der DDR

1. Problemstellung

Die Weiterentwicklung der Kartoffelerntemaschinen konzentriert sich im wesentlichen darauf, die Flächenleistung zu steigern, die Arbeitsqualität zu erhöhen und die Verluste zu senken sowie den effektiveren Material- und Energieeinsatz zu ermöglichen.

Diese Zielstellung erfordert u. a. Untersuchungen an mehrreihigen Dammaufnahmewerkzeugen für Erntemaschinen mit einer Siebkanaalbreite von rd. 1500 mm. Diese Siebkanaalbreite ermöglicht bei dreireihigen Erntemaschinen eine ausreichende Absiebung. Für Erntemaschinen mit noch höherer Reihenanzahl ist daher maximal die gleiche Siebkettenebeaufschlagung durch die Dammaufnahmebaugruppe zu gewährleisten. Eine Lösung des Problems wurde darin gesehen, daß zur Realisierung einer symmetrischen Zusammenführung auf diese Siebkanaalbreite während der Dammaufnahme und Zusammenführung eine Absiebung von mindestens 50 % der absiebbaaren Bestandteile der Außenreihen durch seitlich an den Mittelkanal angeordnete Zusammenführelemente erfolgt. Dabei sollte das Rodegut bei geringsten Knollenbeschädigungen so auf die Siebkette aufgegeben werden,

daß eine optimale Siebkettenebeaufschlagung über die Siebkettenebreite erzielt wird. Auf der Grundlage theoretischer und experimenteller Untersuchungen waren eine Prinzipüberprüfung vorzunehmen und Betriebs- und Konstruktionsparameter zu erarbeiten.

2. Theoretische Vorbetrachtungen

Anhand einer Analyse [1] ausgewählter Kombinationen zur Realisierung der Arbeitsoperationen Dammaufnahme, Vorabsiebung und Zusammenführung (Bild 1) wurde die Variante Bogenschwingsieb als vorteilhaft herausgearbeitet. Das Prinzip des Bogenschwingsiebes beruht darauf, daß eine Siebfläche nach einer räumlichen Kurve zur Seite abgelenkt ist und eine schwingende Bewegung ausführt [2]. Über die Siebfläche werden in das Haufwerk — aufgenommener Kartoffeldamm — Schwingungen eingeleitet, die eine Förderung bei teilweiser Entmischung und Absiebung der Haufwerkskomponenten bewirken. Untersuchungsergebnisse über Wirkungsweise und erreichbare Arbeitsqualität eines Bogenschwingsiebes liegen bisher in der Literatur nicht vor. Die theoretischen Betrachtungen wurden an einem Modell (Bild 2, Tafel 1) durchgeführt.

Für die Ableitung von Betriebs- und Konstruktionsparametern war neben der zu realisierenden räumlichen Anordnung vorrangig von der erforderlichen Fördergeschwindigkeit des Gutes auszugehen. Des weiteren waren zur Minderung der Beanspruchungen der Rahmenbaugruppen durch die Massenkräfte des Schwingsiebes der Siebboden zu teilen und die Siebteile durch ein entsprechendes Größenverhältnis so zu gestalten, daß sich bei der Arbeit die Massenkräfte der gegenläufig schwingenden Teile weitgehend ausgleichen. Im Ergebnis theoretischer Untersuchungen [3, 4, 5] wurden unter Berücksichtigung der günstigen Absiebung bei Einfachwürfen die in Tafel 2 dargestellten Bereiche der wichtigsten Betriebs- und Konstruktionsparameter für eine experimentelle Überprüfung ausgewählt.

3. Experimentelle Untersuchungen

Ziel der experimentellen Untersuchungen war die Überprüfung

- des Förderverhaltens eines Bogenschwingsiebes unter Feldbedingungen in einem einreihigen Prinzipmuster unter Berücksichtigung des geforderten Absiebgrades und ausgewählter Arbeitsqualitätskennwerte; weiterhin galt es, aus diesem Experiment Erkenntnisse für die Bestätigung der theoretischen Betrachtungen zur weiteren Eingrenzung der Betriebs- und Konstruktionsparameter und für die Gestaltung eines derartigen Schwingsiebes zu gewinnen
- der gewählten räumlichen Anordnung der Bogenschwingsiebbaugruppen zur Siebkette in einem Laborprüfstand unter Verwendung der Originalbaugruppen; Bewertungskriterium war eine gleichmäßige Siebkettenebeaufschlagung über die Siebkettenebreite bei schonender Behandlung der Kartoffelknollen
- des Zusammenwirkens (Funktion und Arbeitsqualität) der Einzelbaugruppen in einem Versuchsmuster unter Feldbedingungen.

3.1. Einreihiges Muster

Das für die Untersuchungen verwendete Muster war als Anbaugerät ausgelegt (Bild 3). Der Siebboden besteht aus zwei Siebteilen, die jeweils muldenförmig ausgebildet sind und deren mittlere Siebstäbe schraubenförmig in Förderrichtung ansteigen. Beide Siebteile führen eine gegenläufig schwingende Bewegung um eine gemeinsame Achse aus und sind weiterhin jeweils über zwei Lenker mit dem Baugruppenrahmen verbunden. Die Eignung des Prinzips „Bogenschwingsieb“ zur Gutstromlenkung konnte mit dem untersuchten Muster unter den vorliegenden Einsatzbedingungen (lehmyger Sand, eben, mittlerer Bewuchs) bis zu einer Arbeitsgeschwindigkeit von 1,6 m/s nachgewiesen werden. Vom Bogenschwingsieb wurde das Gut ohne Stauungen gefördert und intensiv absiebt.

Im Vergleich zu einem unter gleichen Einsatzbedingungen eingesetzten Siebkettengerät

Tafel 1. Angaben zum Modell des Schwingsiebes

Vereinfachungen	Berechnungsgleichungen
Fördergeschwindigkeit (Berechnungsmodell s. Bild 2a)	
— Reduzierung des Bogenschwingsiebes auf ein ebenes, gerades Schwingsieb mit gleichlangen parallelen Lenkern und zentrischem Schubkurbelgetriebe	Fördergeschwindigkeit $\bar{v} = f(\bar{v}_{x1}; \bar{v}_{x2})$ $x_1 = \bar{v}_{x1} t_1$ $x_2 = \bar{v}_{x2} t_2$ $\bar{v} t_{ges} = \frac{1}{\cos \beta} (\bar{v}_{x1} t_1 + \bar{v}_{x2} t_2)$
— Schubkurbelverhältnis A/l und Schwingenverhältnis A/b sind vernachlässigbar klein	$\bar{v} = \frac{g \cos \alpha (\varphi_A - \varphi_L)^2}{8 \pi^2 n \sin(\alpha - \beta)}$
— Haufwerk (Masseverband) wird durch eine Punktmasse ersetzt	$\varphi_A = f_1(n; A; \alpha; \beta)$ $\varphi_L = f_2(n; A; \alpha; \beta)$ $n = \frac{\varphi}{2\pi t}$
— keine Gleit- oder Rollbewegungen der Punktmasse auf der Siebfläche	x_1 Weg der Punktmasse während der Flugphase x_2 Weg der Punktmasse während des Haftens auf der Siebfläche
— Siebfläche ist vollkommen unelastisch	φ_L Drehwinkel der Kurbel beim Ablösen der Punktmasse
— Luftwiderstand der Punktmasse wird vernachlässigt	φ_A Drehwinkel der Kurbel beim Auftreffen der Punktmasse (φ_L) Stellung des Siebes bei φ_L (φ_A) Stellung des Siebes bei φ_A
Massenausgleich (Berechnungsmodell s. Bild 2b)	
— gleichmäßige Massebelegung auf dem Schwingsieb	Massenausgleich, wenn $I_1 \dot{\varphi}_1 = I_2 \dot{\varphi}_2$
— Reduzierung der Siebteile auf Hohlzylindersegmente	mit $\frac{r_1 + r_m}{2} \varphi_1 = \frac{r_m r_2}{2} \varphi_2$ $I_{Hohlzyl.} = \frac{m}{2} \rho \pi h (R^2 - r^2)$
Festlegung: $A_i = A_a$, d. h. mittlere Amplituden der beiden Siebteile sind gleich	$\frac{\gamma_1 (r_m^2 - r_1^2)^2}{\gamma_2 (r_2^2 - r_m^2)^2} = \frac{r_m + r_1}{r_m + r_2}$ γ_1 Segmentwinkel des inneren Siebteiles γ_2 Segmentwinkel des äußeren Siebteiles

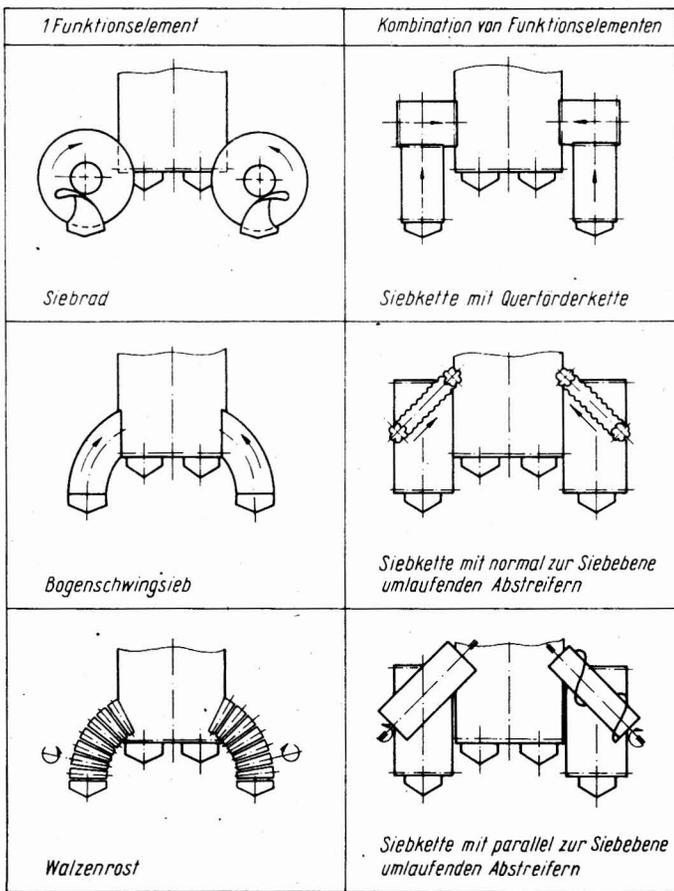


Bild 1. Ausgewählte Kombinationen zur Dammaufnahme, Vorabsiebung und Zusammenführung

Bild 2. Vereinfachtes Modell des Schwingsiebes; s. a. Tafel 1 [2, 3]; a) Fördergeschwindigkeit; b) Massenausgleich

Bild 4. Mittlere Wurfbahnen der Kartoffeln bei verschiedenen Siebsteigungswinkeln in Abhängigkeit von der Schwingungsfrequenz (Siebsteigungswinkel $\beta = 20^\circ \rightarrow$ mittlere Übergabehöhe zur Siebkette 120 mm; $\beta = 25^\circ \rightarrow$ Übergabehöhe 210 mm)

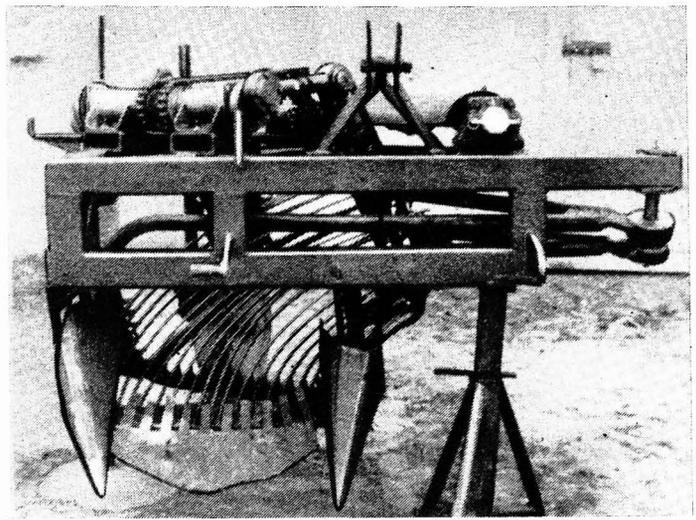
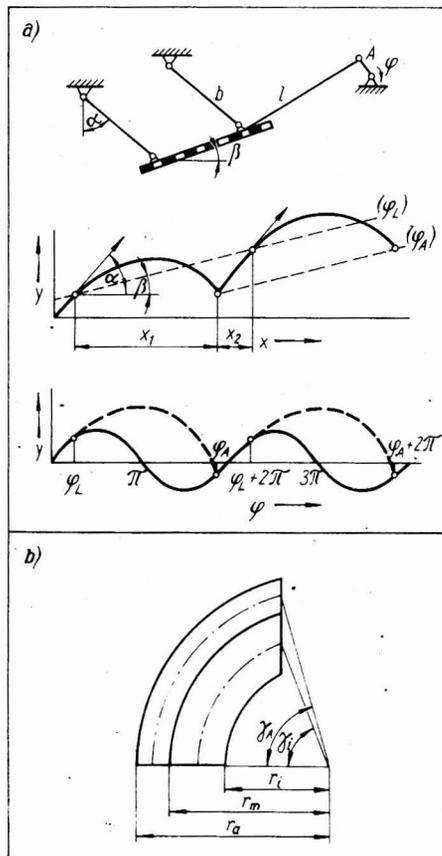
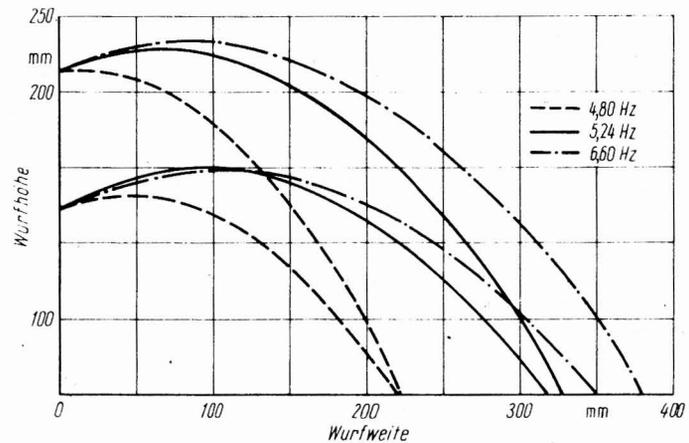


Bild 3. Einreihiges Versuchsmuster



E 649 lag der Absiebgrad beim Bogenschwingsieb in Abhängigkeit von Arbeitsgeschwindigkeit und Bodenfeuchte um 10 bis 20 % höher, während für den Beschädigungswert um etwa 20 bis 50 % niedrigere Werte erzielt wurden (Tafel 3).

3.2. Zuordnung zur Siebkette

Zur Überprüfung der Zuordnung des Bogenschwingsiebes zur Siebkette erfolgte eine Nachbildung der Übergabe vom Bogenschwingsieb auf die Siebkette. Für die Beurteilung wurde davon ausgegangen, daß die Wurfbahn des Gutes die entscheidende Größe zur Kennzeichnung der Übergabeverhältnisse und der Gutverteilung auf der Siebkette darstellt. Die Versuche wurden mit einem gut siebfähigen Boden (lehmiger Sand, Bodenfeuchte 5 bis 6 %) und darin eingelagerten Kartoffeln (45 bis 60 mm Quadratmaß) durchgeführt. Die Registrierung der Vorgänge an der Übergabestelle erfolgte mit einer Zeitlupenkamera. Die Wurfbahnen einzelner Kartoffeln wurden grafisch ausgewertet (Bild 4).

Aufgrund der höheren Abwurfgeschwindigkeit ist eine mit der Frequenz zunehmende Wurfweite der Kartoffeln vorhanden. Zwischen den Wurfweiten bei der Siebsteigung von 20° und 25° können keine wesentlichen Unterschiede festgestellt werden. Bei der vorgeschlagenen räumlichen Anordnung der Schwingsiebe (Übergabehöhe 150 mm, Siebsteigung 20° , Überdeckung 120 mm) wurde eine günstige Verteilung des Gutes über die Siebkettenbreite

erreicht. Aus den Filmstudien und visuellen Beobachtungen ging weiterhin hervor, daß die Wurfweiten der Kartoffeln größer als die der Erde waren und somit gewährleistet ist, daß die übergebenen Knollen auf ein Erdpolster fallen.

3.3. Versuchsmuster

Für die Untersuchungen der Dammaufnahme wurden in einen Versuchsträger eine erste Siebkette mit zweireihiger Dammaufnahme (Blattschare in V-Form) eingebaut und die Bogenschwingsiebbaugruppen zur Siebkette angeordnet (Bild 5). Die Anordnung erfolgte über Viergelenkgetriebe in Auswertung der Laborversuche so, daß eine separate Tiefenführung der Außenbaugruppen gegeben war [6].

Zur Minderung der Schwingungsübertragung auf die Maschine wurden die Schwingsiebe gegenläufig angetrieben. Für die Ermittlung der Arbeitsqualitätskennwerte wurde das Erntegut nach der Siebkette auf Meßplatten abgelegt und entsprechend der gültigen Prüfmethode ausgewertet.

Der Einsatz des Musters zeigte, daß diese Baugruppen unter den Einsatzbedingungen (Tafel 4) zur Dammaufnahme und Zusammenführung geeignet ist. Die Bogenschwingsiebe führten bei guter Absiebung der absiebbaaren Bestandteile die Kartoffeln der äußeren Reihen beschädigungsarm und ohne Stauungen zusammen. Krautverstopfungen traten bei einer entsprechenden Krautminderung (< 6 t/ha) nicht auf.

Tafel 2. Ausgewählte Betriebs- und Konstruktionsparameter des Prinzipmusters

Parameter		aus theoretischen Untersuchungen abgeleitete Bereiche	am Muster einstellbare Bereiche	in Versuchen gefahrene Bereiche
Lenkerneigungswinkel	°	30...35	30...35	30; 35
Neigung des Siebes (Neigung des mittleren Stabes)	°	20...25	20...25	20; 25
Lenkerlänge	mm	300	300	300
Amplitude (Schwingung des mittleren Stabes jeder Siebhälfte)	mm	25...50	25...50	36,5
Schwingungsfrequenz	Hz	5...10	5...10	4,8...7,2
innerer Siebradius	mm	650...750	700	700
äußerer Siebradius	mm	1250...1350	1275	1275
mittlerer Siebradius (Siebteilung)	mm	—	1100	1100
Siebstdurchmesser	mm	—	12	12
Siebstabteilung	mm	30...35	35	35
Siebfreifläche	m ²	—	0,72	0,72

Tafel 3. Mittlere Arbeitsqualitätskennwerte des einreihigen Musters im Vergleich zum Siebkettengerät E 649

Variante	mittlere Bodenfeuchte %	Arbeitsgeschwindigkeit m/s	Schwingungsfrequenz Hz	Absiebgrad %	Beschädigungswert Kartoffeln Masse-%
Bogenschwingsieb	5	0,83	4,8	92	1,06
		1,22	5,2	86	1,13
		1,55	6,6	82	1,98
E 649	5	0,84	4,8	81	0,16
		1,25	5,2	76	0,43
		1,62	6,6	73	0,60
E 649	16,3	1,26	5,2	75	1,43
		1,52	6,6	71	1,60
		1,22	5,2	65	1,14
		1,54	6,6	56	1,35

Tafel 4. Einsatzbedingungen der Versuchseinrichtung (Werte in Klammern geben jeweilige Variationsbreite der Angaben über den Erprobungszeitraum an)

Bodenart	S bis 1S
Geländegestaltung	eben
Bodenfeuchte	5 (3...11) %
	16,3 (14,9...17,7) %
Legen	6reihig
Kartoffelsorte	Sulev
untere Dammbreite	46 cm
obere Dammbreite	18 cm
Dammhöhe	17 cm
Reihenabstand	75 cm
flachste Knolle	2,2 (1...3) cm
tiefste Knolle	14,3 (13,4...14,5) cm
Bewuchsmenge	11,4 dt/ha

Tafel 5. Kartoffelbeschädigungen der Dammaufnahme- und Zusammenführeinrichtung

Arbeitsgeschwindigkeit m/s	Kartoffelbeschädigungen in Masse-%			
	unbeschädigt	FW > 0...1,7 mm	FW > 1,7...5 mm	FW > 5 mm Schar schn. BW ¹⁾
0,67	94,82 (94,3...95,8)	5,15 (4,0...5,7)	0	0,03 (0...0,2) 0 (0,50...0,60)
0,75	95,71 (93,6...96,9)	4,02 (2,6...5,3)	0,13 (0...0,4)	0,14 (0...0,5) 0 (0,04...0,78)
0,95	93,01 (87,9...95,8)	6,58 (4,2...11,3)	0,35 (0...0,5)	0 0,06 (0...0,3) 0,76 (0,42...1,24)

1) Der Beschädigungswert (BW) beinhaltet die einzelnen Fleischwunden (FW) mit folgender Wertung:
 FW > 0...1,7 mm Tiefe: 0,1fach
 FW > 1,7...5 mm Tiefe: 0,3fach
 FW > 5 mm Tiefe: 1,0fach

Durch die Schwingsiebe wurde das Kartoffel-Erde-Gemisch der äußeren Reihe an das aufgenommene Gut der mittleren Reihen angelegt, wobei die Kartoffeln aufgrund ihrer größeren Wurfweite gegenüber der Erde auf ein Erdpolster übergeben wurden. Die Kartoffelbeschädigungen betragen 0,5 bis 0,8 Masse-% (Tafel 5). Der erzielte Absiebgrad nach der ersten Siebkette lag im Bereich von 73 bis 56%, wobei die Absiebleistung auf dem Schwingsieb bis 300 t/h betrug (Tafel 6). Die Verluste nach dem Bogenschwingsieb wurden mit 0,05 bis 1,55 dt/ha ermittelt.

4. Zusammenfassung

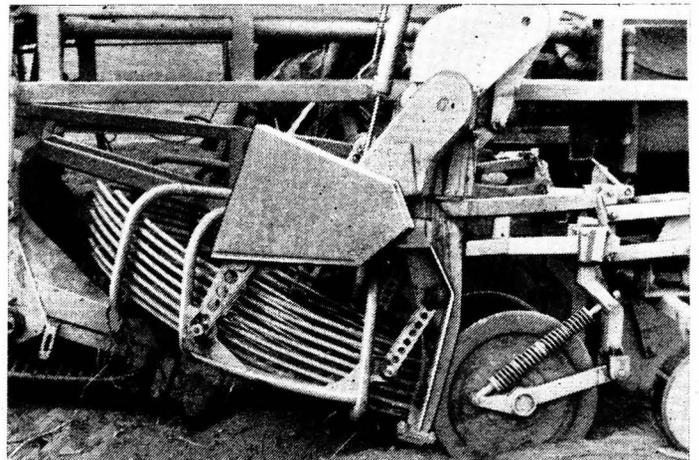
Zur Schaffung maschinentechnischer Grundlagen für die Entwicklung mehrreihiger Kartoffelerntemaschinen auf der Basis einer Siebkanalbreite von rd. 1500 mm wurden Untersuchungen durchgeführt. Als eine Lösungsmöglichkeit wurde die Zusammenführung der äußeren Reihen mit Hilfe von Bogenschwingsiebbaugruppen auf den Mittelkanal vorgeschlagen und unter Labor- und Feldbedingungen experimentell in einem ein- und mehrreihigen Muster untersucht.

Literatur

- [1] Beckmann, H.; Eifler, R.; Hinz, E.: Untersuchungen über Lösungswege zur Weiterentwicklung der Dammaufnahme- und Absiebelelemente für Kartoffelerntemaschinen mit dem Ziel erhöhten Rodegutdurchsatzes. Studie — Teil I — Herkömmliche Elemente. WZ für Landtechnik Schlieben (unveröffentlicht).
- [2] DDR-WP 98196 Vorrichtung zum Roden und Reinigen von Hackfrüchten; angemeldet: 26. Juli 1972.
- [3] Baader, W.: Untersuchungen über das Verhalten

Fortsetzung auf Seite 38

Bild 5. Zuordnung des Bogenschwingsiebes zur Siebkette im Versuchsträger



Tafel 6. Absiebleistung und Absiebgrad des Bogenschwingsiebes (gemessen am rechten Sieb)

Arbeitsgeschwindigkeit m/s	aufgenommene Damm-Masse kg/m	abgesiebte Masse kg/m	Absiebgrad Masse-%	Absiebleistung t/h
0,75	94	71	76	192
0,75	83	70	84	189
0,75	104	67	64	181
1,56	90	55	61	309
1,56	102	55	54	309
1,56	103	54	53	303

Einfluß des Belastungsmodells auf die Betriebsdauer von Radachsen landwirtschaftlicher Fahrzeuge

Dr.-Ing. H. Müller, VEB Kombinat Fortschritt Landmaschinen, Betrieb Traktorenwerk Schönebeck

1. Problemstellung

Der ökonomische Leichtbau ist bei der Herstellung großer Serien landwirtschaftlicher Fahrzeuge von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung. Für den Hersteller bedeutet das einerseits, die Materialökonomie konsequent durchzusetzen, andererseits aber auch, eine ausreichende Zuverlässigkeit zu sichern. Zur Erfüllung dieser Forderungen ist es u. a. notwendig, Radachsen landwirtschaftlicher Fahrzeuge theoretisch auf Betriebsfestigkeit zu dimensionieren.

Ein Beispiel für die Radachse in einer Radeinheit eines landwirtschaftlichen Fahrzeuges zeigt Bild 1. Darin trägt die zu untersuchende Radachse a über die Radlager b das Rad c. Das Rad ist nicht angetrieben und stützt sich auf der Fahrbahn d ab. Auf Betriebsfestigkeit soll der kreisförmige Querschnitt e dimensioniert werden.

Zur Dimensionierung müssen durch Rechnung oder Messung die zeitabhängigen transformierten Kräfte F_x , F_y und F_z bekannt sein. Sie rufen im Punkt P des Querschnitts e Nennspannungen hervor. Davon werden im folgenden nur die für landwirtschaftliche Fahrzeuge wesentlichen Biegenormalspannungen σ_b betrachtet. Sie ergeben sich nach Bild 1 mit den axialen Trägheitsmomenten I_x , I_y zu

$$\sigma_b = -(F_y l + F_z r) / I_x - F_x l / I_y. \quad (1)$$

Diese Spannungen sind folglich nicht nur vom untersuchten Systempunkt, sondern auch von der zeitlichen Größe der Kraftkomponenten abhängig. Im Entwurfsstadium genügt es manchmal, nur die statische Festigkeit der Radachsen zu untersuchen. Bei dieser Betrachtungsweise ist es üblich, die zeitgleich wirkenden Kräfte durch Zeitschnitte in den Kraftverläufen zu bestimmen und damit dann Größe und Ort der maximalen Spannung des Untersuchungsquerschnitts zu ermitteln. Über zeitgleich auftretende Radkräfte landwirtschaftlicher Maschinen sind einige Angaben in der Literatur [2, 5, 6] vorhanden.

Radfelgen von Straßenfahrzeugen werden häufig ersatzweise auf Zeit- oder Dauerfestigkeit überprüft [1, 3]. Das Verhältnis der einzelnen Radkraftkomponenten untereinander wird dabei zu jedem Zeitpunkt als konstant angenommen.

Für Betriebsfestigkeitsberechnungen sind in

der Literatur Angaben über die Kombination der Belastungskomponenten nur selten vorhanden, z. B. in [4]. Allgemeine Betrachtungen liegen nicht vor.

Der folgende Beitrag beschäftigt sich deshalb mit dieser Problematik, angewendet auf Radachsen landwirtschaftlicher Fahrzeuge. Zur Spannungsermittlung wird dabei von Gl. (1) ausgegangen. Die zur Berechnung erforderlichen Koordinaten x, y eines beliebigen Systempunktes des Untersuchungsquerschnitts sind durch die Bauteilgeometrie bekannt. Das Hauptproblem besteht folglich darin, die Wirkung der Belastungskomponenten ausreichend genau zu berücksichtigen. Ihre qualitative Wirkung wird durch Belastungsmodelle gekennzeichnet.

2. Belastungsmodelle

Grundlage zur Bildung von Belastungsmodellen sind die zeitabhängigen Kraftverläufe. Im Bild 2 (oben) ist dazu ein Beispiel dargestellt. Häufig werden diese Verläufe z. Z. nach Spitzenwerten klassiert. Man erhält dadurch für jede Kraftkomponente ein eigenes Kollektiv. Ein Beispiel für die Kollektive der Radkräfte F_x , F_y und F_z enthält Bild 3. In diesem Bild sind die jeweiligen Summenhäufigkeitslinien a und die daraus abgeleiteten Stufenkollektive b eingetragen. Zur Kennzeichnung erhält jede Stufe eine Nummer (1 bis 5) zugewiesen.

Bild 3 zeigt, daß durch die Klassierung der zeitliche Zusammenhang sowohl innerhalb eines Kollektivs als auch zwischen den Kollektiven vollständig verlorengegangen ist. Um trotzdem mit diesen Kraftkollektiven dimensionieren zu können, werden im Belastungsmodell 1 folgende Annahmen getroffen:

- Jeder Stufe eines Kollektivs wird je eine Stufe der übrigen Kollektive zugeordnet.
- Die Zuordnungen beginnen mit der größten Belastung einer jeden Komponente und setzen sich zu kleineren fort.

Mit diesen Annahmen werden unter Verwendung von Gl. (1) Nennspannungskollektive berechnet. Für eine Beispielkonstruktion wurden dabei verschiedene Systempunkte in der unteren Halbebene des Untersuchungsquerschnitts e (im Bild 1 doppelt schraffiert) betrachtet. Die Kollektive wurden dann in einem Rechenprogramm [7] zur Bestimmung der Betriebsdauer nach dem Verfahren von Haibach [8] verwendet. Bei jeder Belastungskombination entstehen im Untersuchungsquerschnitt unterschiedliche Spannungsverteilungen. Das Maximum dieser Verteilungen tritt allgemein nicht im gleichen Systempunkt auf. Für das Modell 1/1 wird aber angenommen, daß die maximalen Spannungen in einem Punkt wirken. Unter diesen Voraussetzungen ergibt sich dann für den Untersuchungsquerschnitt nur eine einzige Betriebsdauer. Sie wird als Bezugs-Betriebsdauer betrachtet und erhält die Größe Eins zugeordnet.

Verwendet man dagegen die in den einzelnen Systempunkten wirkenden Spannungen (Modell 1/2), so ergeben sich auch ortsabhängige Betriebsdauerwerte. Für den Rand des Unter-

suchungsquerschnitts sind die auf das Modell 1/1 bezogenen Ergebnisse im Bild 4 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, daß an verschiedenen Systempunkten eine sehr unterschiedliche Betriebsdauer auftreten kann. Weiterhin ist zu erkennen, daß im vorliegenden Fall ein Systempunkt existiert, der nur etwa die Betriebsdauer des Modells 1/1 hat.

Da das Modell 1 stets extreme Stufen der Belastungsgrößen kombiniert, ist die berechnete Betriebsdauer ein Minimalwert und führt demzufolge allgemein zu Überdimensionierungen. Es ist nicht zu erwarten, daß stets alle Kraftspitzen zeitgleich zusammenfallen und weiterhin der Zusammenfall zu erfolgt, daß stets relativ extreme Spannungen entstehen.

Im Belastungsmodell 2 wird deshalb der entgegengesetzte Extremfall angenommen. Es wird vorausgesetzt, daß zwar die Kraftspitzen zeitgleich zusammenfallen, aber die Einzelkollektive voneinander unabhängig sind.

Dann fällt jede Stufe eines Kollektivs mit jeder Stufe der übrigen Kollektive zusammen. Die Größe der Spannung dieser Kombination ist damit beschrieben. Die dazugehörige Wahrscheinlichkeit ergibt sich aus dem Produkt der Einzelwahrscheinlichkeiten [9].

Mit diesem Modell wurden wiederum für verschiedene Systempunkte Spannungsermittlungen und Betriebsdauerberechnungen vorgenommen. Beim Modell 2/1 wirkten dabei wieder die maximalen Spannungen in der unteren Halbebene (Bild 1) in nur einem einzigen Systempunkt, das Modell 2/2 berücksichtigte dagegen die in den einzelnen Systempunkten mit Gl. (1) berechneten Spannungen.

Die Betriebsdauer des Modells 2/1 und die minimale Betriebsdauer des Modells 2/2 stiegen durch die veränderten Annahmen gegenüber dem Modell 1/1 auf den 1,3fachen Wert. Wegen der Annahme der Unabhängigkeit der Kraftspitzen entstehen folglich wesentlich höhere Betriebsdauerwerte. Zu bemerken ist dabei, daß die minimalen Betriebsdauern der Modelle 1/2 und 2/2 nicht am gleichen Systempunkt auftraten.

Mit den getroffenen Annahmen kann auch Modell 2 den zeitlichen Zusammenhang der Kräfte nicht ausreichend berücksichtigen. Zur Beseitigung dieses Mangels werden deshalb im Belastungsmodell 3 die Kraft-Zeit-Funktionen unmittelbar zur Berechnung der Moment-Zeit-Funktionen und diese wiederum zur Ermittlung der Spannungs-Zeit-Funktionen an verschiedenen Systempunkten verwendet. Durch diese Festlegungen wird der Spannungs-Zeit-Verlauf für den betrachteten Systempunkt exakt wiedergegeben.

Beispiele von Spannungs-Zeit-Verläufen für einige Systempunkte am Rand des Untersuchungsquerschnitts (Bild 1) sind im Bild 2 (unten) eingetragen. Man erkennt, daß die einzelnen Belastungskomponenten den Spannungsverlauf in den einzelnen Systempunkten sehr unterschiedlich beeinflussen und daß diese Beeinflussung auch von der Lage des Systempunkts abhängt.

Fortsetzung von Seite 37

- eines Haufwerkes großer Schichthöhe auf einem schwingenden Siebrost. TH Braunschweig, Dissertation 1959.
- [4] Pudenz, V.: Theoretische Untersuchungen von Krümelungs-, Absieb- und Fördereinrichtungen in Kartoffelerntemaschinen für schwierige Einsatzbedingungen. TU Dresden, Diplomarbeit 1966.
 - [5] Eifler, R.; Hinz, E.; Krüger, K.-H.: Entwicklung und Erprobung von Dammaufnahme- und Absiebelelementen — Blattschar/Bogenschwingsieb. WTZ für Landtechnik Schlieben, Teilabschlußbericht (unveröffentlicht).
 - [6] DDR-WP 98 197 Hackfruchterntemaschine; angemeldet: 26. Juli 1972. A 2199