

Zur Arbeitsweise eines kontinuierlich arbeitenden Stammrüttlers für die Baumobsternte

Dr.-Ing. W. Görne, Institut für Obstforschung Dresden-Pillnitz

Verwendete Formelzeichen

- a, b, c Funktionen für die Abhängigkeit zwischen der Erntegeschwindigkeit und den Rüttlerzyklusteilstrecken
 d Baumabstand
 s_B Fahrstrecke der Erntemaschine während der Anlage einer bzw. beider Klemmplatten am Baumstamm
 s_Z Fahrstrecke der Erntemaschine während eines Rüttlerzyklus
 s_{ZR} Reservestrecke des Rüttlers nach Zyklusende bis zur Anlage am nächsten Baum
 s_i Fahrstrecken der Erntemaschine während der Abschnitte des Rüttlerzyklus ($i = 1 \dots 34$)
 t_i Zeitdauer der Abschnitte des Rüttlerzyklus ($i = 1 \dots 34$)
 v Erntegeschwindigkeit

1. Einleitung

Grund des sinkenden Arbeitskräftepotentials in der Obstproduktion sind neue, leistungsfähige Erntemaschinen zu entwickeln, die das manuelle Pflücken in bedeutsamem Umfang ersetzen können.

Zur maschinellen Fruchtabtrennung hat sich international das Stammrüttelprinzip durchgesetzt. Dabei werden in der Praxis Maschinen angewendet, die für die Dauer der Aberntung am Baum anhalten müssen. Diese diskontinuierliche Arbeitsweise begrenzt die Ernteleistung auch bei weitgehender Automatisierung auf Werte unter 200 Bäume/h in der Grundzeit [1]. Um die Leistung der Erntemaschinen zu erhöhen, wurden in einigen Ländern Forschungsarbeiten zum kontinuierlichen Stammrütteln aufgenommen. Als maximale Leistungswerte der besten Versuchseinrichtungen werden 300 Bäume/h [2] bzw. 450 Bäume/h [3] angegeben. Auch im Institut für Obstforschung Dresden-Pillnitz wurde diese Thematik bearbeitet. Zielstellung war, einen kontinuierlich arbeitenden Rüttler für die Ernte von Sauerkirschen und Äpfeln zur Verfügung zu stellen sowie für eine Apfelerntemaschine mit Fruchtschonung bereitzustellen.

2. Funktionsbeschreibung

Zur Erläuterung wird die Rüttleinrichtung der Erntemaschine rabo 3500 für Sauerkirschen und Äpfel zur Verarbeitung vorgestellt. Diese traktorgezogene Maschine wurde in Zusammenarbeit zwischen dem Institut für Obstforschung Dresden-Pillnitz und dem ehemaligen VEG Obstproduktion Borthen entwickelt (Bilder 1 und 2). Die erntespezifischen Hauptbaugruppen sind der Rüttler, der Längsförderer, der übergreifende Auffangschirm, die Stammabdichtung sowie das Querfördersystem. Die schirmseitig abgerüttelten Früchte werden unter der Baumkrone durch den Stammbereich auf den Längsförderer geleitet. Von diesem gelangt das Erntegut über das Querfördersystem auf ein Transportfahrzeug, das in der benachbarten Arbeitsgasse fährt.

Aus pflanzenbaulicher Sicht wird eine möglichst kurze Stammlänge gefordert. Konstruktive Untersuchungen ergaben, daß dafür die Rüttleranordnung über den Auffangeinrichtungen vorteilhaft ist. Außerdem ergaben Schwingungsmessungen, daß ein hoher Rüttleransatz am Stamm die Schwingungs-

übertragung auf die Baumkrone verbessert und die Wurzelbelastung reduziert. Ferner vermeidet die Anordnung über der Stammabdichtung eine Funktionsbeeinträchtigung der Auffangelemente im Stammbereich durch herunterhängende Äste.

Der kontinuierlich arbeitende Stammrüttler hat entsprechend Bild 1 einen Ausleger, der in Fahrtrichtung schwenkbar und mit Hilfe eines Doppelschwinggetriebes quer dazu bewegbar aufgenommen wird [4]. Am Ausleger befinden sich kippbare und in Auslegerrichtung verschiebbare Klemmplatten sowie ein Unwuchterreger. In Ausgangsstellung steht der Rüttlerausleger in Fahrtrichtung geschwenkt. Der Bewegungsablauf ist folgender:

- Bei fahrender Erntemaschine drückt der anliegende Baumstamm den Rüttleraus-

leger nach hinten und schaltet die automatische Steuerung ein.

- Es folgen das Schließen der Klemmeinrichtung und das Rütteln nach einem einstellbaren Regime. Letzteres gestattet ein Zwei-Stufen-Rütteln mit variablen Zeiten und Frequenzen.
- Während des Rüttelns schwenkt der Ausleger um rd. 45° nach hinten. Der hydraulische Arbeitszylinder für die Querbewegung des Doppelschwinggetriebes befindet sich dabei in hydraulischer Schwimmstellung, so daß der eingespannte Baum den Rüttler nachführt.
- Danach öffnet die Klemmeinrichtung, und der Ausleger wird in Querrichtung um den gerüttelten Baum und nach vorn in Bereitschaftsstellung geschwenkt.
- Die Querpositionierung wird vom Längs-

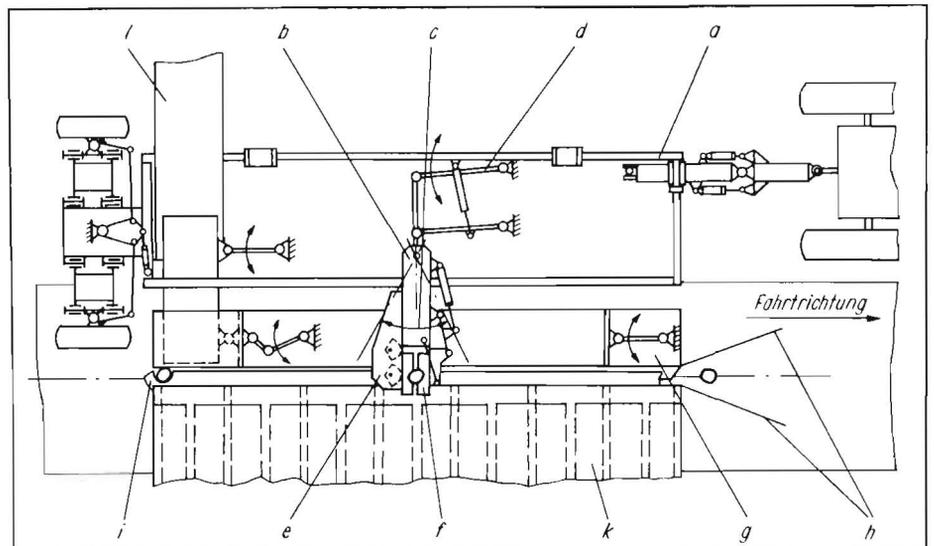
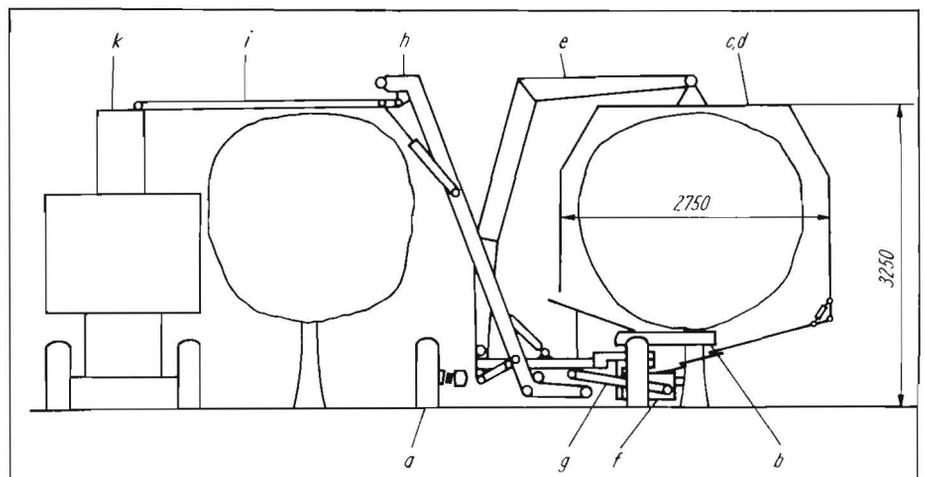


Bild 1. Draufsicht der Obsterntemaschine rabo 3500;

- a Fahrwerk, b Rüttlerausleger, c Auslegerschwenkbereich, d Doppelschwinggetriebe, e Unwuchterreger, f Klemmeinrichtung, g Längsförderer, h Leitschienen, i Stammabdichtung, k Auffangschirm, l Querfördersystem

Bild 2. Seitenansicht der Obsterntemaschine rabo 3500;

- a Fahrwerk, b Stammrüttler, c Auffangschirm, d Schwenkbügel, e Schwenkrahmen, f Längsförderer, g Querförderer, h Höhenförderer, i Endförderer, k Fallschacht



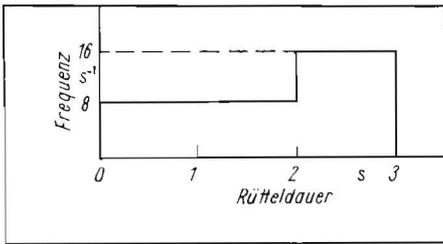


Bild 3. Rüttelregime mit Energiestaffelung

förderer, der mit der Leitschiene an den Baumstämmen anliegt, gesteuert.

Das Zweistufenrütteln dient dazu, bei der fruchtschonenden Apfelernte eine minimale Abtrennenergie einzuleiten und während der Einwirkzeit des Rüttlers eine relativ gleichmäßige Fruchtabtrennung zu erzielen. Damit soll erreicht werden, daß durch wenige Pendelbewegungen der Frucht in der Abtrennphase, geringe Bewegung von Baumteilen während des Fruchtfalls und gleichmäßige Belegung der Auffang-Fördereinrichtungen das Anstoßen der Äpfel untereinander bzw. an Äste minimiert wird. Eine Vorzugsvariante des Rüttlerregimes ist im Bild 3 dargestellt. Alle Zyklusfunktionen laufen automatisch mit Hilfe elektrohydraulischer Steuerelemente ab. Bild 4 beinhaltet die prinzipielle Schaltungskonzeption. Die Signale der mechanisch betätigten Quersteuerschalter, der drehwinkelabhängigen Längssteuerschalter sowie der Zeitglieder werden logisch verknüpft und schalten die elektromagnetischen Stelleinheiten der hydraulischen Funktionselemente [5].

3. Untersuchungen zum Rüttlerzyklus und zur Ernteleistung

Die Rüttlerfunktion beeinflusst neben der Förderkapazität in direkter Weise die Erntege-

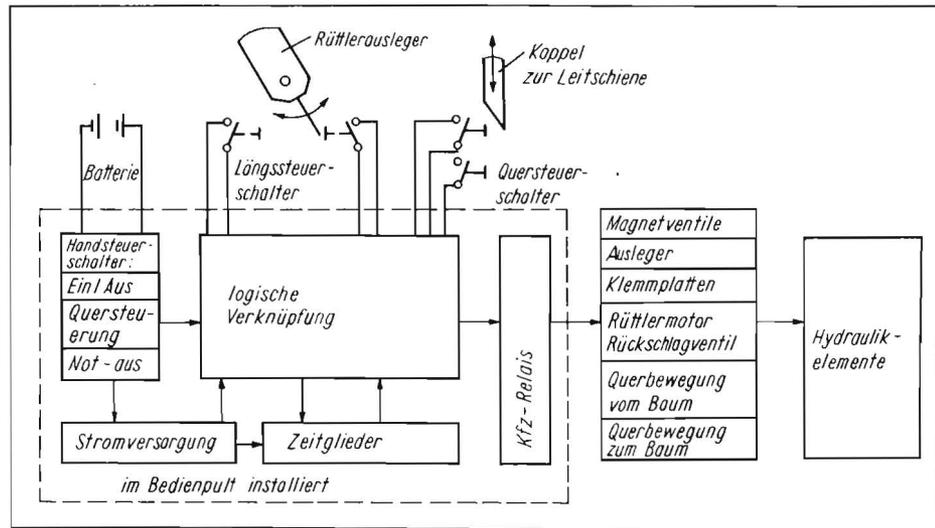


Bild 4. Blockschaltbild für Rüttlersteuerung

windigkeit und damit die ökonomische Effektivität einer Obsterntemaschine. Um eine maximale Leistung zu erzielen, müssen alle Zykluszeitanteile zugunsten der Rüttelzeit möglichst klein gehalten werden.

3.1. Abschnitte des Rüttlerzyklus

Für die Optimierung der Rüttlerfunktion ist eine gedankliche Zerlegung des Rüttlerzyklus notwendig (Tafel 1). Im Bild 5 ist der Zeitablauf der Teilfunktionen des Rüttlerzyklus dargestellt.

3.2. Funktioneller Zusammenhang zwischen Erntegeschwindigkeit und Baumabstand

Durch Multiplikation der Teilzeiten mit der Erntegeschwindigkeit ergeben sich die dazugehörigen Fahrstrecken der Erntemaschine:

$$s_i = v \cdot t_i \quad (1)$$

Bei der Erprobung der Forschungsmaschinen zur Apfel- und Sauerkirschernte wurden folgende Einschalt- und Zustellzeiten ermittelt:

$$t_1 = 1 \dots 1,5 \text{ s}$$

$$t_3 = 2 \dots 2,5 \text{ s}$$

Die erforderliche Rütteldauer liegt zwischen 2 s und 4 s, wobei Vorzugswerte sind:

$$t_{21} = 2,5 \text{ s} \quad \text{für Äpfel außer der Sorte Gelber Köstlicher}$$

$$t_{211} = 3 \text{ s} \quad \text{für Sauerkirschen bei Flordimexbehandlung und für die Apfelsorte Gelber Köstlicher.}$$

Für verschiedene Erntegeschwindigkeiten wurden die Zyklusteilstrecken errechnet und der funktionelle Zusammenhang im Bild 6 dargestellt. Dabei dienen die Geraden zur Ermittlung der möglichen Erntegeschwindigkeit.

Bild 5. Ablauf des Rüttlerzyklus

