

Ergebnisse von Vergleichsuntersuchungen an Windsichtern

Dr.-Ing. G. König, KDT, Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg

Dipl.-Ing. W. Lindemann, Kombinat Fortschritt Landmaschinen, VEB Anlagenbau Petkus Wutha

Verwendete Formelzeichen und Abkürzungen

a	mm	Stababstand
B	kg	Masse des Beschickungsgutes
\dot{B}_v	t/h	Durchsatz der Versuchseinrichtung
d	mm	Durchmesser
H_{abr}	kg	Anteil des nach dem Trennschnitt abzutrennenden Leichtgutes im Austrag des Hauptsichters
H_{A-RS}	kg	Anteil der nach dem Trennschnitt nicht abzutrennenden Reinen Samen im Austrag des Hauptsichters (Fehlaustrag)
KV	%	Kornverlust
l	mm	Senkenlänge
R		Schwingrinne
R_{abr}	kg	Anteil des nach dem Trennschnitt abzutrennenden Leichtgutes in der Reinware (Fehlaustrag)

R_{A-RS}	kg	Anteil der nach dem Trennschnitt nicht abzutrennenden Reinen Samen in der Reinware
S		Sichtkanal
t	min	Durchlaufzeit
v_s	m/s	Windgeschwindigkeit im Sichter
α	°	Senkenwinkel
β	°	Klappenwinkel im Steigsichter mit Gutrost
ϵ_r	%	realisierter Trenneffekt

1. Problemstellung

Im Rahmen der weiteren Intensivierung der Getreideproduktion wurden leistungsstarke Maschinen für die Getreideernte entwickelt. Die komplexe Mechanisierung der Produktionsprozesse erfordert, daß auch das Teilmaschinensystem Bearbeitung, Konservierung und Lagerung in den technisch-technologischen Kenngrößen weiterzugestaltet ist [1]. Einen besonderen Schwerpunkt bildet dabei u. a. die Erhöhung des Nenndurchsatzes bei Siebsichtern. Diese Maschinen werden für die Grob- und Intensivreinigung von Getreide- und Feinsamenkörnern eingesetzt.

Zur Lösung der Trennaufgabe kommen in Siebsichtern die Trennprinzipie des Siebens und des Windsichtens zur Anwendung. Beim Sieben bestehen direkte Beziehungen zwischen der Trennkorngröße und der Gestaltung der Sieböffnung. Es ist daher möglich, die Trenngrenze für einen relativ genauen Bereich festzulegen. Dagegen ist das Windsichten vor allem vom spezifischen Luftwiderstand am Korn abhängig. Die Trenngrenze wird entscheidend von der Luftgeschwindigkeit, von der Verteilung der

Körner und von der geometrischen Gestaltung des Sichters bestimmt und schwankt durch die Vielzahl der Einflußfaktoren in weiten Grenzen.

Mit Hilfe einer optimalen Auslegung der Sichterparameter werden Möglichkeiten für die Erhöhung des Durchsatzes bei Einhaltung der Trennqualität gesehen. Aus diesem Grund wurden Untersuchungen an Windsichtern mit dem Ziel der Erhöhung ihres Durchsatzvermögens vorgenommen [2].

2. Trennprinzip Windsichten

Beim Windsichten wird die unterschiedliche Sinkgeschwindigkeit der Komponenten des zu reinigenden Gutes genutzt. Das Trennprinzip beruht in der Ablenkung der einzelnen Komponenten in einem Luftstrom. Die Komponenten streben dabei einem Gleichgewichtszustand zwischen den angreifenden Schwer-, Trägheits- und Widerstandskräften zu, bei dem sie eine bestimmte Relativgeschwindigkeit, die sogenannte Endfallgeschwindigkeit, erreichen [3]. Die einzelnen Phasen des Sichtens sind nach Wessel [4] im Bild 1 dargestellt.

3. Vorauswahl geeigneter Bauarten

Nach dem Trennprinzip des Windsichtens wurden die verschiedensten Bauarten von Windsichtern entwickelt und produziert (Bild 2). Nach einer Grobbewertung der Bauarten schienen die Gegenstrom-Umlenk-sichter mit Senke, die Steigsichter mit Gutrost, die Steigsichter System „Sorter“ sowie die Steigsichter mit gezahntem Einlauf für eine Weiterentwicklung am besten geeignet. Bei der

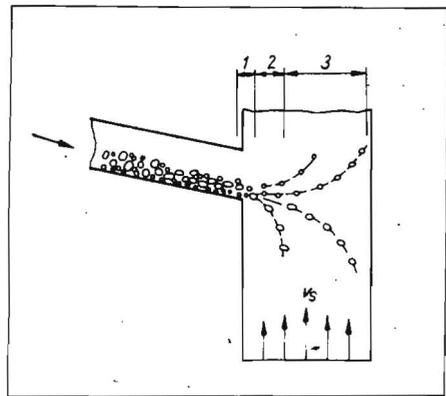
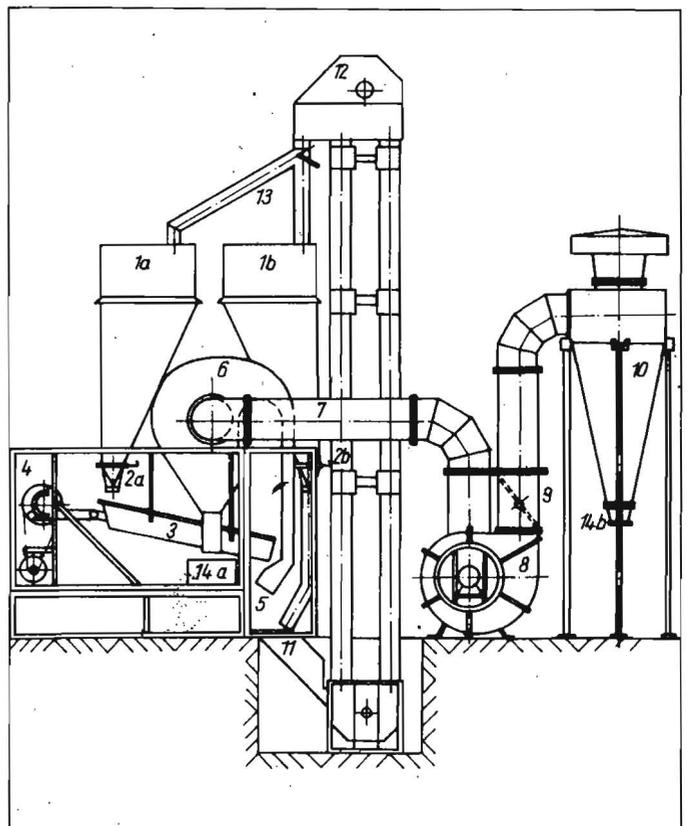
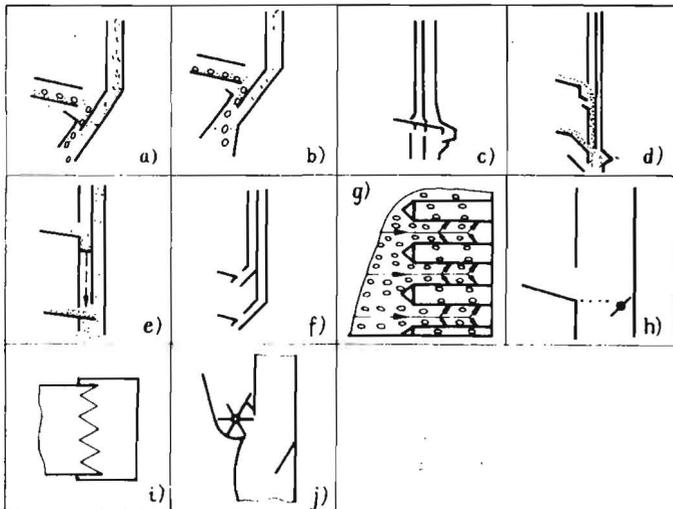


Bild 1. Phasen des Windsichtens;
1 Auflösung, 2 Aufspaltung, 3 Abscheidung

Bild 3. Aufbau und Installation der Versuchseinrichtung;
1a, 1b Vorratsbehälter, 2a, 2b Auslaßschieber, 3 Schwingrinne, 4 Antrieb der Schwingrinne, 5 Sichtervariante, 6 Fliehkraftabscheider, 7 Meßstrecke, 8 Lüfter, 9 Dröselstück, 10 Zyklon, 11 Trichter, 12 Elevator, 13 Rohrweiche, 14a, 14b Leichtgutentnahme

Bild 2. Stand der Technik beim Bau von Windsichtern für Getreidereinigungsmaschinen mit vorwiegend hohen Durchsätzen;
a Gegenstrom-Umlenk-sichter (Längsschnitt), b Gegenstrom-Umlenk-sichter mit Senke (L), c Doppelsteigsichter mit Sieben (L), d, e zwei Steigsichter (L), f zwei Schrägsichter (L), Steigsichter System „Sorter“ (Querschnitt in der Draufsicht), h Steigsichter mit Gutrost (L), i Steigsichter mit zahnförmiger Gutstromspeisung (Q), j Steigsichter mit Wurfwalze (L)



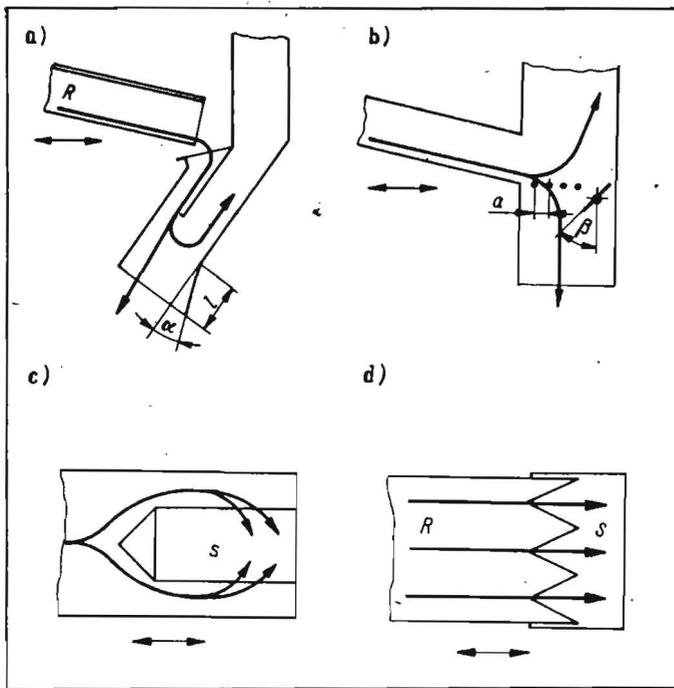


Bild 4
Schnittdarstellung der Sichter:
a) Senkensichter (Seitenansicht)
b) Steigsichter mit Gutrost (Seitenansicht)
c) Steigsichter nach dem System „Sorter“ (Draufsicht)
d) Steigsichter mit zahnförmiger Gutstromeinspeisung (Draufsicht)

Bild 5
Verschiedene Möglichkeiten der Anordnung von Roststäben beim Steigsichter mit Gutrost; 1 bis 4 regelmäßige Abstände der Roststäbe, 5 bis 9 unregelmäßige Abstände der Roststäbe
R Roststäbe
D Distanzstücke

Bewertung im Versuch wurden vor allem die Kriterien des Durchsatzes

$$\dot{B}_t = \frac{B}{t} \quad (1)$$

des Kornverlustes

$$K_V = \frac{H_{4-RS}}{H_{A-RS} + R_{4-RS}} \cdot 100 \quad (2)$$

und des Trenneffekts

$$\epsilon_r = \frac{H_{abtr}}{H_{abtr} + R_{abtr}} \cdot 100 \quad (3)$$

zugrunde gelegt.

4. Versuchseinrichtung

Die Versuchseinrichtung (Bild 3) wurde an zwei Vorratsbehälter mit einem Fassungsvermögen von je 600l angeschlossen. Das Beschickungsgut lief aus dem Behälter 1a über den Schieber 2a auf die Schwingrinne 3 und wurde von dort dem Sichter 5 zugeführt. Das ausgetragene Leichtgut setzte sich als Sinkgut im Fliehkraftabscheider 6 ab oder gelangte als Schwebegut in den Zyklon 10. Das Schwergut wurde in einem Trichter 11 aufgefangen, in den Elevator 12 eingespeist und von diesem in den Vorratsbehälter 1b gefördert. Nach Auswertung eines Versuchs wurde das Schwergut aus dem Behälter 1b über den Schieber 2b wieder abgelassen. Im Trichter 11 erfolgte die Beimischung des Austrags. Der Elevator förderte das gemischte Gut über die Rohrweiche 13 in den Behälter 1a für den folgenden Versuch. Die Versuchseinrichtung hatte eine Arbeitsbreite von 300 mm. Alle Ergebnisse wurden auf eine gegenwärtig übliche Maschinenarbeitsbreite von 1500 mm bezogen.

5. Versuchsergebnisse

5.1. Gegenstrom-Umlenksichter mit Senke

Die Untersuchungen wurden bei einer kontinuierlichen Veränderung der Senkenlänge l von 0 bis 160 mm und einer stufenweisen Verstellung des Senkenwinkels alpha bis 60° in Abständen von 5° vorgenommen (Bild 4a). An den ermittelten Ergebnissen konnte fest-

gestellt werden, daß die Veränderung der Senkenlänge und des Senkenwinkels keinen wesentlichen Einfluß auf die Stabilisierung des Trenneffekts bei höheren Durchsätzen hat. Der Trenneffekt sank von 39 % bei einem Durchsatz von 50 t/h auf 32 % bei 75 t/h (l = 0; alpha = 0°). Bei der Variation von Senkenlänge und Senkenwinkel wurden max. 35 % erzielt.

5.2. Steigsichter mit Gutrost

Die Untersuchungen am Steigsichter mit Gutrost (Bild 4b) wurden bei unterschiedlicher Anordnung von Roststäben (Bild 5) und kontinuierlich verstellbarer Luftklappe durchgeführt. Dabei zeigte sich, daß bei Durchsätzen im Bereich von 77 bis 82 t/h Trenneffekte von epsilon_r = 19,0 bis 30,5 % auftraten (Bild 6). Die Arbeitsqualität des Sichters lag bei Stababständen 3 x d am höchsten, wobei aber keine nennenswerten Unterschiede zu den Versuchen ohne Stäbe zu verzeichnen waren. Die Luftklappe des Sichters wirkt bei der geringen Bautiefe störend. Bei Stäben mit kleineren Durchmesser konnten keine entscheidenden Abweichungen zum erzielten Trenneffekt festgestellt werden.

5.3. Steigsichter System „Sorter“

Bedingt durch die Verengung am Einlauf des Gutes in den Sichter ist von vornherein eine beliebige Erhöhung des Nenndurchsatzes nicht gegeben (Bild 4c). Die innere Reibung des Gutstromes bei seiner Teilung hat so niedrige Geschwindigkeiten zur Folge, daß die vorgesehenen Einlauföffnungen nur bei Durchsätzen bis 30 t/h einen gleichmäßigen Schleier aufbauen und ein guter Austrag die Folge ist. Bei Durchsätzen ab 50 t/h tritt eine Verstopfung in der Mitte des Siebkanals auf, wo das Gut zwischen den beiden gegenüberliegenden Einlaufkanten zusammenprallt und reine Samen gewaltsam ausgetragen wurden. Die Kurve im Bild 7 zeigt bei einem mittleren Durchsatz von 79 t/h einen realisierten Trenneffekt von 33,5 %. Sie zeigt eine rückläufige Tendenz und spiegelt damit die beschriebene Verstopfung wider.

5.4. Steigsichter mit zahnförmiger Gutstromeinspeisung

Der Sortiervorgang zeigte beim Steigsichter mit zahnförmiger Gutstromeinspeisung (Bild 4d) bei den verschiedenen Durchsätzen folgende Merkmale:

- Bei Durchsätzen von 15 bis 30 t/h entstand ein winddurchlässiger und gleichmäßig über die Einlaufkanten verteilter Gutfluß. Lediglich kurz vor der Zahnschneide konnte eine leichte Ablösung festgestellt werden.
- Bei Durchsätzen bis 50 t/h traten ähnliche und damit noch ausreichende Sortiermerkmale auf.
- Bei Durchsätzen über 50 t/h entstand ein luftundurchlässiger schwerer Gutfluß. Das Gut prallte gegen die Rückwand des Sichters und wurde dort im wesentlichen sortiert. So betrug beispielsweise der Trenneffekt bei

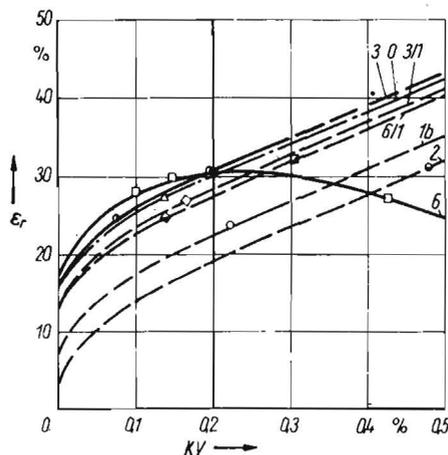
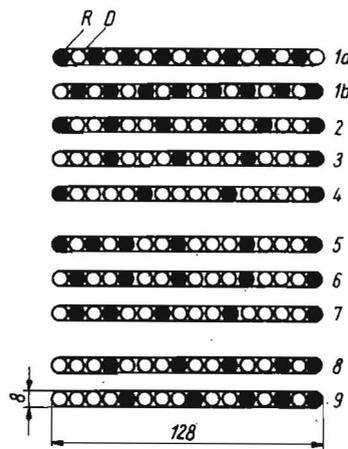


Bild 6. Darstellung des Trenneffekts epsilon_r in Abhängigkeit vom Kornverlust KV beim Steigsichter mit Gutrost; Vorreinigung, Weizen; Kurvenbezeichnung nach Gutrostvarianten im Bild 5 (0 ohne Stäbe, 3/1 Stab d = 4,4 mm, 6/1 ohne 1. Stab d = 4,4 mm, d = 8 mm)

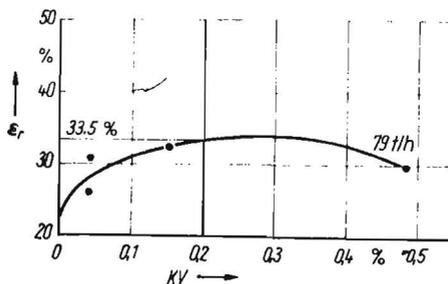


Bild 7. Darstellung des Trenneffekts epsilon_r in Abhängigkeit vom Kornverlust KV beim Steigsichter nach dem System „Sorter“; Vorreinigung, Weizen

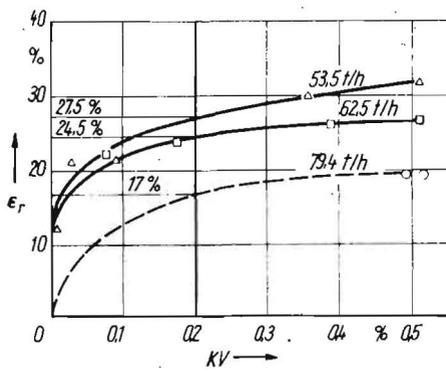


Bild 8. Darstellung des Trenneffekts ϵ_r in Abhängigkeit vom Kornverlust KV beim Steigsichter mit zahnförmiger Gutstromeinspeisung; Vorreinigung, Weizen

einem Kornverlust von 0,2 % und einem Durchsatz von 79,4 t/h nur 17 % (Bild 8). Um das Aufprallen des Gutes bei Durchsätzen über 50 t/h zu verhindern und die Einschubparabel voll wirksam werden zu lassen, wurde eine verstellbare Rückwand angeordnet. Damit konnten bei Durchsätzen von 70 bis 80 t/h wesentlich höhere Trenneffekte durch die Ablösung des Gutstromes vor den Zahnspitzen und dem in die Tiefe gehenden strahlenförmigen Abfallen des Gutes erzielt werden. So wurde z. B. bei einem Durchsatz von 79,4 t/h, einer Schachttiefe von 350 mm und einer zusätzlichen

Falschlufddrosselung mit Hilfe eines Schiebers vor dem Einlauf ein realisierter Trenneffekt von 37,5 % bei einem Kornverlust von 0,2 % erzielt.

6. Zusammenfassung

Vergleichsuntersuchungen mit verschiedenen Ausführungsvarianten eines Gegenstrom-Umlenksichters, eines Steigsichters mit Gutrost, eines Steigsichters System „Sorter“ sowie eines Steigsichters mit gezahntem Einlauf ergaben, daß der Gegenstrom-Umlenksichter aufgrund der erreichten Arbeitsqualitäten wie auch bestätigter früherer theoretischer Erkenntnisse für höhere Durchsätze am besten geeignet ist.

Am Gegenstrom-Umlenksichter konnte festgestellt werden, daß besonders bei aufgelockerten Gutmatratzen im Beschickungsbereich des Sichters ein Effekt der Entmischung der Körner nach ihrer Größe auftrat. Kleinere Teilchen sammelten sich auf dem Boden der Rutsche — eine Erscheinung, die bereits Müller [3] bei ähnlichen Versuchen nachweisen konnte. In Steigsichtern wirkte sich diese leichtgutbetonte Entmischung beim Sichtvorgang ungünstig aus. Die im unteren Bereich der Gutmatratzen befindlichen Leichtgutanteile wurden mit dem Gutstrom im Sichtkanal nach unten gerissen, ohne bedeutend gesichtet zu werden.

Beim Gegenstrom-Umlenksichter wirkte sich die Entmischung des Gutstromes vorteilhaft aus, da sich die zu trennenden Komponenten beim Sichtvorgang weniger als bei Steigsichtern

gegenseitig stören. Neben dem Effekt der leichtgutbetonten Entmischung konnten bei den Versuchen keine weiteren ebenso wirkungsvollen Anhaltspunkte festgestellt werden, bei deren optimaler Nutzung eine wesentliche Erhöhung des Durchsatzes bei Einhaltung der Trennqualität erreicht werden kann.

Da dieser Effekt am günstigsten bei dem Gegenstrom-Umlenksichter genutzt werden kann, ist mit einer entsprechenden Auslegung seiner Parameter am ehesten eine Leistungserhöhung zu erzielen.

Literatur

- [1] Direktive des IX. Parteitages der SED zum Fünfjahrplan für die Entwicklung der Volkswirtschaft der DDR in den Jahren 1976—1980. Berlin: Dietz Verlag 1976, S. 68—79.
- [2] Lindemann, W.: Untersuchung der Effektivität verschiedener Bauformen von Nachsichtern für Getreidereinigungsmaschinen. Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diplomarbeit 1976 (unveröffentlicht).
- [3] Müller, K.: Die Grundlagen der Gegenstrom-Umlenksichtung. VDI-Forschungsheft 513. Düsseldorf: VDI-Verlag 1966.
- [4] Wessel, J.: Verfahren des Siebens und Windsichtens. Grundlagen der Landtechnik 18 (1968) Nr. 4, S. 151—157. A 2681

Energieeinsparung durch planmäßig vorbeugende Instandhaltung der Maschinen

Dr. F. Boor, Technisches Institut des Ministeriums für Land- und Nahrungsgüterwirtschaft Gödöllö (Ungarische VR)

Das Betriebsergebnis der landwirtschaftlichen Großbetriebe hängt in entscheidendem Maß von den Produktionskosten ab. Hierbei spielen die Betriebskosten (Lohnkosten, Kosten für Betriebsstoffe, Instandhaltungskosten, Abschreibungen) und darunter besonders die Kosten für Kraftstoffe eine immer größere Rolle. Im Interesse der effektiven Verwendung und der Einsparung von Mitteln und Material sollte bekannt sein, durch welche Faktoren der Kraftstoffverbrauch bestimmt wird und wie er reduziert werden kann. Nach traditioneller Auffassung besteht die Aufgabe der Instandhaltung landwirtschaftlicher Maschinen darin, die Abnutzungsgeschwindigkeit durch sorgfältige Pflege und Wartung zu verringern. In neuerer Zeit wird diese Aufgabe durch die Einführung der technischen Diagnostik erweitert. Damit werden die Pflege- und Wartungsarbeiten durch die Maschineneinstellung ergänzt, so daß der notwendige technische Zustand der Maschinen gewährleistet werden kann. Die Instandhaltung wirkt sich somit über den technischen Zustand der Maschinen auf das Betriebsergebnis aus. In der UVR bewirtschaften die meisten landwirtschaftlichen Produktionsbetriebe 5000 bis 10000 ha. Zur technischen Ausrüstung eines jeden dieser Betriebe gehören etwa 60 bis 100 Traktoren und L.K.W., darunter auch Trak-

toren mit einer Motorleistung von 110 bis 184 kW.

Ein Maschinenpark dieser Größe erfordert ein gut organisiertes System der technischen Betreuung. Die planmäßig vorbeugende Instandhaltung der Traktoren wird in der UVR von keiner Verordnung geregelt. Bestimmend sind lediglich die örtlichen Gegebenheiten und die

Einstellung der Leitungskader des Betriebes. In einzelnen Betrieben können somit Maschinen vorgefunden werden, die bis zum Schadenseintritt betrieben werden, und auch solche, die mit vorbeugender Instandhaltung in Abhängigkeit vom Kraftstoffverbrauch laufen. Dies drückt sich auch in den Meßergebnissen der Motorleistung aus (Bild 1). Von 150 ge-

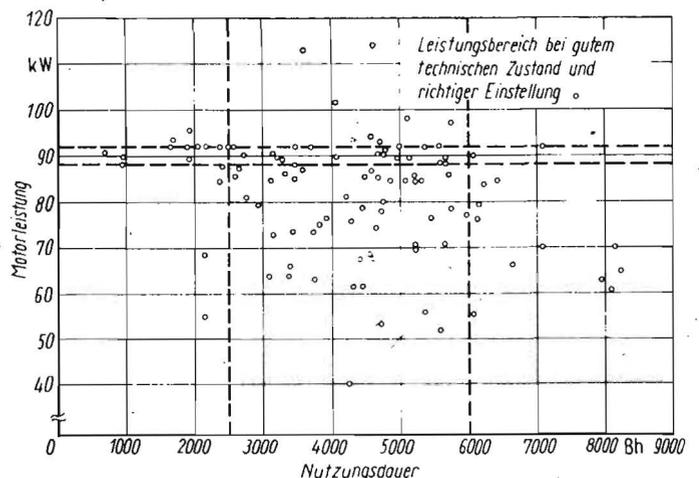


Bild 1 Motorleistung des Traktors IHC-1066 in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer