

- Einhalten der erforderlichen Luftfeuchtigkeit durch Belüftung mit geeigneten Luftzuständen der geeigneten Tageszeiten bzw. Zuschaltung von Mischluft oder Befuchtung; Einschränkung von überhöhten und vermeidbaren Masseverlusten
- Einsparung von Energie und Betriebskosten durch die rationelle Fahrweise bei geeigneten Luftzuständen
- Vermeiden von Belüftungsfehlern (Unter- bzw. Überbelüften) als eine der Voraussetzungen zum Einhalten und Unterschreiten der Normativverluste
- Entlastung der mit der Belüftung und Bewirtschaftung der ALV-Anlage Beauftragten, die sich uneingeschränkt den übrigen Problemen der Lagerhaltung und Vermarktung widmen können.

### Zusammenfassung

Es wird eine Meß-, Steuer- und Regelanlage beschrieben, die in 10-kt-Sektionslagern für Kartoffeln zu einer rationelleren Wirksamkeit der Lüftungstechnischen Einrichtungen dient.

Bei der Bewirtschaftung der Aufbereitungs-, Lagerungs- und Vermarktungsanlagen führt dies zu einer Erleichterung und in den einzelnen Lagerperioden zur verbesserten, exakten Fahrweise der Belüftung.

Die Meß-, Steuer- und Regelanlage kann nach dem Baukastenprinzip in mehreren Varianten für Temperaturrege-

lung, Feuchterege- lung sowie Temperatur- und Feuchtemes- sung genutzt werden.

Die einfachste Stufe sieht die „Temperaturregelung ohne Heizung“ vor. Die vollkommene Variante ist als „Temperaturregelung mit Heizung und Befuchtung sowie Temperatur- und Feuchtemeßstellenabfrage nebst Anzeige“ auslegbar.

### Literatur

- 1/ Pötke, E. / J. Witt: Die Lagerkapazität für Speisekartoffeln in der DDR — Stand und Erweiterung bis 1971 (unveröffentlicht) Ingenieurbüro Lagerwirtschaft OGS Gr. Lüsewitz 1971
- 2/ —: Angebotsprojekt Aufbereitungs-, Lagerungs- und Vermarktungsanlagen für Speisekartoffeln: 10-kt-Sektionslager — Teilprojekt Bewirtschaftung Ing.-Büro für Kartoffelwirtschaft Gr.-Lüsewitz 1971
- 3/ Redens, G.: Entwicklung einer Steuer- und Regelanlage zur Belüftung von Kartoffelboxen mit Registrierung der Temperaturen, Feuchten und Lüfterlaufzeiten für die Beispielanlage 10-kt-Lagerkapazität. Zwischenbericht 02/1971 Ing.-Büro für Energetik in der Landwirtschaft Sievershagen
- 4/ Redens, G.: Entwicklung einer Steuer- und Regelanlage zur Belüftung von Kartoffellagerboxen. Feuchte und Lüfterlaufzeiten für die Beispielanlage 10 000 t Lagerkapazität. Abschlußbericht 9/71 (F) Ing.-Büro für Energetik in der Landwirtschaft Sievershagen 1971
- 5/ Redens, G.: Temperaturregelanlage zur Belüftung von Kartoffellagersektionen im 10 000-t-Lagerhaus. Regelanlage zur Befuchtung der Zuluft bei der automatischen Belüftung von Kartoffellagersektionen im 10 000-t-Lagerhaus: Meßanlagen für die Anzeige der Temperaturmeßwerte im 10 000-t-Lagerhaus; Meßanlage für die Anzeige der Feuchtigkeitsmeßwerte im 10 000-t-Lagerhaus (Projekt) 1972. Auftraggeber: IB f. Lagerwirtschaft OGS Gr. Lüsewitz

A 8776

## Ergebnisse von Verschleißversuchen mit Auftragswerkstoffen

Dr.-Ing. F. Stegmann, KDT\*

### 1. Ziel und Lösungsweg der Untersuchungen

Das Ziel der Untersuchung bestand im Vergleich des Verschleißverhaltens verschiedener aufgetragener Werkstoffe, um ein wirtschaftliches Anwenden dieser Auftragswerkstoffe und damit ein Verbessern der Qualität der Instandsetzungsleistungen zu erreichen.

Mit der vollständigen Kenntnis des Verschleißwiderstands der verschiedenen Paarungsmöglichkeiten von Werkstoffen unter verschiedenen Schmierungsbedingungen steht für die Aufarbeitung von Einzelteilen eine Fülle von Primärdaten zur Verfügung, die eine wesentliche Verbesserung der Materialökonomie zur Folge haben, wenn sie von der Praxis richtig genutzt werden. Auch für die Neufertigung landtechnischer Arbeitsmittel können aus solchen Versuchen wertvolle Schlußfolgerungen für das Gestalten eines optimalen Maschinenverhaltens gezogen werden.

Ferner geben solche Versuche Hinweise für die mit den untersuchten Werkstoffen zu erwartende Grenznutzungsdauer, insbesondere bei Schmierbedingungen, die denen der Praxis besonders nahe kommen.

Kurze Konstruktionsnutzungsdauern und Forderungen nach schnellem Vorliegen der benötigten Daten über den Verschleißwiderstand erfordern Kurzzeituntersuchungen. Bei den Untersuchungen werden Werkstoffe und Auftragsverfahren berücksichtigt, die in der Aufarbeitung von Verschleißteilen landtechnischer Arbeitsmittel Bedeutung erlangt haben.

Die Einflußnahme des Nutzers landtechnischer Arbeitsmittel auf die Nutzungsdauer von Verschleißpaarungen wird durch die Gegenüberstellung von reinem und verunreinigtem Schmierstoff und der daraus resultierenden Verschleißbeträge ersichtlich.

Die Lösung dieser Aufgaben umfaßt folgende Schritte: Entwurf, Bau und Erprobung eines geeigneten Verschleißprüfstands für den Metall/Metall-Schmiergleitverschleiß und Durchführung von serienmäßigen Verschleißversuchen.

Die erzielten Ergebnisse sind im Zusammenhang mit anderen Arbeiten des Autors [1/ [2/ [3/ [4/ zu betrachten.

### 2. Benötigter Prüfstand

Der Prüfstand für diese Verschleißversuche mußte Prüfbedingungen ermöglichen, die den Schmierbedingungen der Praxis entsprechen. Das gilt hinsichtlich Belastung, Gleitgeschwindigkeit, Verunreinigung des Schmierstoffs und Vielzahl der gleichzeitig in einer Maschine betriebenen Lager. Diese Untersuchungen wurden auf fettgeschmierte Gleitlager beschränkt. Die Analyse der in Forschungs- und Versuchseinrichtungen der DDR betriebenen Verschleißprüfeinrichtungen [5/ [6/ [7/ ergab, daß für diese Aufgaben ein neuer Entwurf nötig wurde. Der Entwurf des Verschleißprüfstands für fettgeschmierte Gleitlager landtechnischer Arbeitsmittel gemäß o. g. Forderungen setzte die Analyse der Betriebsbedingungen [8/ [9/ solcher Gleitlager voraus.

Die Bilder 1 und 2 zeigen den Prüfstand als Ganzes und eines der Hauptelemente und die Bilder 3 und 4 die schematische Darstellung der wichtigsten Hauptelemente des Prüfstands. Weitere Einzelheiten zu seinem Aufbau sind [1/ zu entnehmen.

Dieser Prüfstand wird dem stochastischen Charakter des Verschleißes gerecht, indem die gleichzeitige Durchführung von 12 Versuchen unter gleichen, den praktischen Anforder-

\* Universität Rostock, Sektion Landtechnik  
(Direktor: Prof. Dr.-Ing. habil. Chr. Eicher)

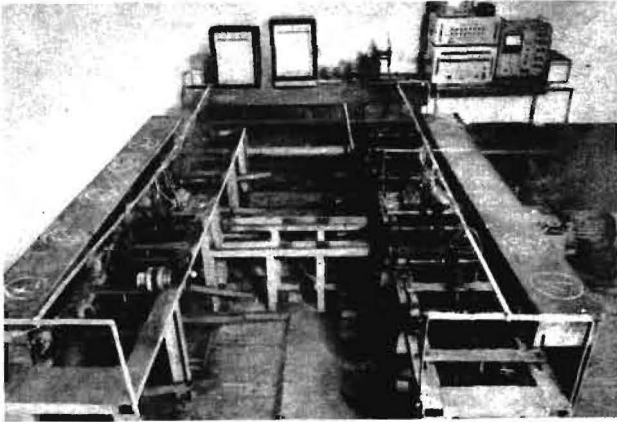


Bild 1. Versuchsstand für die Prüfung fettgeschmierter Gleitlager

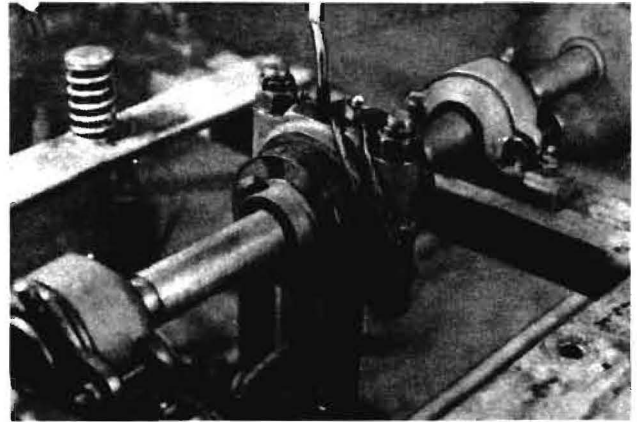


Bild 2. Teilansicht des Gleitlagerprüfstands – praktische Ausführung der Gleitpaarung –

Tafel 1. Versuchsprogramm

Versuchs- serie	Grundkörper- werkstoff	Auftrags- verfahren	Gegenkörper- werkstoff	Spezif. Belastung kp/cm <sup>2</sup>	Verunrein- igung 1,5 % Korngröße 0,070 mm	Gleit- weg km	Anzahl der Einzel- versuche
111 — 50	St 50	—	GCuPb 25	4,45	ja	50	12
121 — 50	St 50	—	GCuPb 25	8,66	ja	50	14
211 — 50	50 MnCrTi 4	Metall- spritzen	GCuPb 25	4,45	ja	50	12
221 — 50	50 MnCrTi 4			8,66	ja	50	12
310 — 50	30 MnCrTi 5	CO <sub>2</sub> - schweißen	GCuPb 25	4,45	nein	50	2
311 — 50	30 MnCrTi 5			4,45	ja	50	10
320 — 50	30 MnCrTi 5			8,66	nein	50	2
321 — 50	30 MnCrTi 5			8,66	ja	50	10
411 — 50	10 MnSi 6	CO <sub>2</sub> - schweißen	GCuPb 25	4,45	ja	50	18
421 — 50	10 MnSi 6			8,66	ja	50	17
410 — 50	10 MnSi 6			4,45	nein	50	1
410 — 150	10 MnSi 6			4,45	nein	150 <sup>1</sup>	6
411 — 150	10 MnSi 6			4,45	ja	150 <sup>1</sup>	6
511 — 50	DUR 600 1G	CO <sub>2</sub> - schweißen	GCuPb 25	4,45	ja	50	11
521 — 50	DUR 600 1G			8,66	ja	50	12
610 — 50	EFP 22	Plastflam- mspritzen	GCuPb 25	4,45	nein	50	12
611 — 50	EFP 22			4,45	ja	50	12
620 — 50	EFP 22			8,66	nein <sup>2</sup>	50	13
621 — 50	EFP 22			8,66	ja	50	11
711 — 50	Galv. Chrom			Galvanisches Abscheiden	GCuPb 25	4,45	ja
721 — 50	Galv. Chrom	8,66	ja			50	22
811 — 50	Galv. Eisen	Galvanisches Abscheiden	GCuPb 25	4,45	ja	50	12
820 — 50	Galv. Eisen			8,66	nein	50	2
821 — 50	Galv. Eisen			8,66	ja	50	10
911 — 50	Galv. Eisen	Galvanisches Abscheiden	GGL — 20	4,45	ja	50	12
921 — 50	Galv. Eisen			8,66	ja	50	10
920 — 50	Galv. Eisen	Galv. Absch.	GGL — 20	8,66	nein	50	2

<sup>1</sup> Sonderversuch

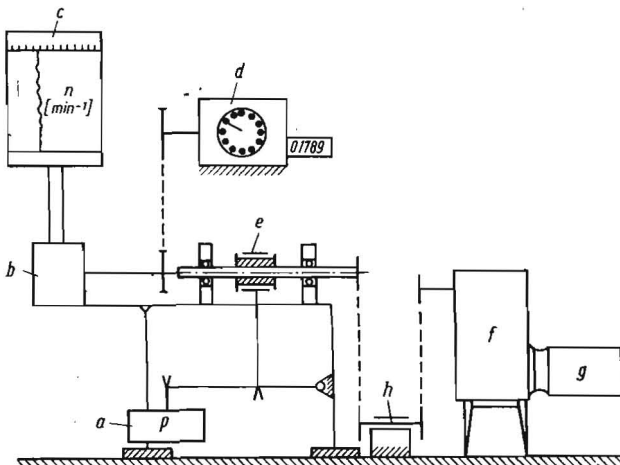
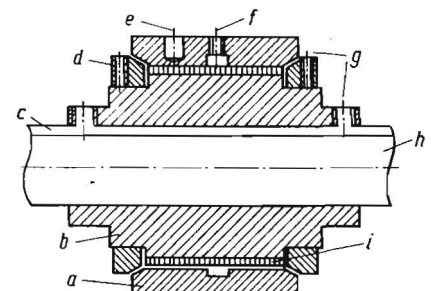


Bild 3  
Prinzipdarstellung  
des Antriebs- und  
Belastungssystems  
des Verschleiß-  
prüfstands:  
a Belastungsmasse,  
b Tachogenerator,  
c Spannungss-  
schreiber, d Zähl-  
getriebe für die  
Gleitwegregis-  
trator, e Verschleiß-  
stelle, f PIV-  
Getriebe, g Motor 7 kW  
Wechselstrom,  
h Vorgelegewelle

Bild 4  
Prinzipdarstellung der Verschleißpaarung:  
a Gegenkörper, b Grundkörper, c Nut, d Schul-  
terring, e Temperaturfühler, f Schmierbohrung,  
g Arretierung, h Antriebswelle, i Auf-  
tragsschicht



Tafel 2. Versuchsbedingungen

Länge des Gleitwegs	50 000 m
Gleitgeschwindigkeit	1,0 ± 0,2 m/s
Bewegungsart	gleichmäßige Rotation
Belastungsstufe 1	4,45 ± 0,05 kp/cm <sup>2</sup>
Belastungsstufe 2	8,66 ± 0,05 kp/cm <sup>2</sup>
Belastungsart	ruhende Belastung
Durchmesser des Grundkörpers	78,50 ± 0,003 mm
Lagerbreite	52,0 ± 0,050 mm
Lagereinbauspiel (kalt)	0,150 ± 0,003 mm
Zwischenstoff	Maschinenfett MR TGL 17 746
Grad der Verunreinigung des Zwischenstoffs	1,5 ± 0,1 %
Größe der Verunreinigung bei Beginn des Verschleißprozesses	0,07 ± 0,055 mm
Art der Verunreinigung des Zwischenstoffs	SiO <sub>2</sub> — fraktioniert
Gegenkörperwerkstoffe	A — Gleitlagerbronze GCuPb 25 B — Grauguß GGL 20
Härten der Gegenkörperwerkstoffe	A — 22,5 ± 2,0 kp/mm <sup>2</sup> HB B — 180,0 ± 2,0 kp/mm <sup>2</sup> HB
Oberflächenrautiefen des Grundkörpers	0,004...0,005 mm (Naßschleifen)
Oberflächenrautiefen des Gegenkörpers	0,005...0,007 mm (Feinstbohren)
Anzahl der Wiederholungen je Einzelmeßwert	12
Art des Grundkörperwerkstoffs	s. Tafel 1

rungen entsprechenden Versuchsbedingungen ermöglicht wird und in kurzer Zeit statistisch auswertbare Ergebnisse erzielt werden können.

### 3. Versuchsprogramm und Prüfparameter

Das Versuchsprogramm zur Durchführung der Einzelversuche für die vergleichende Untersuchung des Verschleißverhaltens aufgetragener Werkstoffe ist in Tafel 1 dargestellt.

Beim Aufstellen dieses Programms wurde davon ausgegangen, daß neben den Hauptversuchen mit etwa 10 bis 12 Wiederholungen je Einzelmeßwert einige Sonderprobleme in ihren Grundtendenzen mit 2 bis 6 Wiederholungen je Einzelmeßwert untersucht werden konnten. Die Versuchsbedingungen sind in Tafel 2 festgehalten. Die Bedingungen beim Auftragen der einzelnen Werkstoffe entsprechen denen der zur Zeit in der Praxis als günstig angesehenen und können in [1] nachgelesen werden.

### 4. Diskussion der Ergebnisse

#### 4.1. Versuche mit verunreinigter Schmierung

Die Einzelversuche wurden mit Ausnahme der Versuchserie 9 (vgl. Tafel 1) mit gleichem Gegenkörperwerkstoff durchgeführt, so daß ein Vergleich der Verschleißverhältnisse und eine Aussage bezüglich des zu erwartenden Verschleißverhaltens oder der zu erwartenden Grenznutzungsdauer der untersuchten Werkstoffe möglich ist. Als Übersicht sind in

Tafel 3. Mittlere Summenverschleißbeträge  $V_{Su}$ 

Grundkörperwerkstoff	Gegenkörperwerkstoff	$V_{Su 1}$ g	$V_{Su 2}$ g	$q = \frac{V_{Su 1}}{V_{Su 2}}$	$Q_{HB}$
Galv. Chrom	GCuPb 25	0,575	1,246	2,16	24,0
DUR 600	GCuPb 25	0,785	3,141	4,00	24,0
Galv. Eisen	GCuPb 25	1,172	2,020	1,72	19,5
Stahl St 50	GCuPb 25	1,473	2,669	1,81	7,4
30 MnCrTi 5	GCuPb 25	2,272	4,190	1,85	10,0
50 MnCrTi 4	GCuPb 25	2,501	3,914	1,58	15,3
10 MnSi 6	GCuPb 25	4,016	8,127	2,02	7,8

$$q_m = 1,85$$

$V_{Su 1}$  Summenverschleiß bei Belastungsstufe 1 = 4,45 kp/cm<sup>2</sup>

$V_{Su 2}$  Summenverschleiß bei Belastungsstufe 2 = 8,66 kp/cm<sup>2</sup>

$q$  Quotient zur Darstellung der Abhängigkeit des Verschleißes von der spezifischen Lagerbelastung

$Q_{HB} = \frac{\text{Härte des Grundwerkstoffs} / HB}{\text{Härte des Gegenwerkstoffs} / HB}$

Tafel 4. Mittlerer Grundkörperverschleiß und Härten der Grundkörperwerkstoffe, bezogen auf St 50

Grundkörperwerkstoff	Gegenkörperwerkstoff	$V_{Gkr}$	$HB_r$
<i>Spezifische Lagerbelastung 1,15 kp/cm<sup>2</sup></i>			
Galv. Eisen	GGL 20	0,50	2,34
Galv. Chrom	GCuPb 25	0,66	3,16
50 MnCrTi 4	GCuPb 25	0,69	2,00
DUR 600 IG	GCuPb 25	0,82	3,22
Stahl St 50	GCuPb 25	1,00	1,00
Galv. Eisen	GCuPb 25	1,18	2,60
30 MnCrTi 5	GCuPb 25	2,80	1,42
10 MnSi 6	GCuPb 25	5,18	1,05
<i>Spezifische Lagerbelastung 8,66 kp/cm<sup>2</sup></i>			
Galv. Chrom	GCuPb 25	0,55	3,16
50 MnCrTi 5	GCuPb 25	0,58	2,00
Stahl St 50	GCuPb 25	1,00	1,00
Galv. Eisen	GCuPb 25	1,50	2,60
Galv. Eisen	GGL 20	2,02	2,54
DUR 600 IG	GCuPb 25	3,03	3,22
30 MnCrTi 5	GCuPb 25	3,48	1,42
10 MnSi 6	GCuPb 25	4,26	1,05
$V_{Gkr}$	relativer Grundkörperverschleiß		
$HB_r$	relative Härte der Grundkörper		

Tafel 3 die mittleren massenmäßigen Verschleißbeträge von Grund- und Gegenkörpern als Summenverschleißbeträge dargestellt. Sie sind wichtige Orientierungspunkte der Auswahl von Grundkörperwerkstoffen für die Aufarbeitung von Einzelteilen landtechnischer Arbeitsmittel. Die angegebenen Masseverluste sind nach einem Gleitweg von 50 km gemessen worden.

Betrachtet man die Ergebnisse im einzelnen, so zeigt sich eine eindeutige Tendenz des Verschleißwiderstands der aufgeführten Werkstoffe bei 4,45 kp/cm<sup>2</sup> spezifischer Lagerbelastung. Im untersuchten Bereich weisen die Ergebnisse auf eine Proportionalität zwischen spezifischer Lagerbelastung und Verschleißbeträgen hin. Bei Erhöhung der spezifischen Lagerbelastung auf etwa das Doppelte unter Beibehalten der anderen Prüfparameter stiegen die massenmäßigen Summenverschleißbeträge auf rund 185 Prozent.

Der Werkstoff St 50 dient bei diesen Versuchen als Vergleichswerkstoff, der die Qualität der in der Neufertigung von Gleitlagerwellen oder Wellenzapfen eingesetzten Werkstoffe repräsentieren soll. Tafel 3 zeigt ferner, daß mit den galvanisch abgeschiedenen Werkstoffen Chrom und Eisen und dem geschweißten Werkstoff DUR 600 IG unter den untersuchten Verschleißbedingungen bessere Verschleißwiderstände und größere Grenznutzungsdauern zu erwarten sind als mit den bei der Neufertigung eingesetzten Werkstoffen.

Es wird deutlich, daß die gegenwärtig häufig bei der Instandsetzung von Einzelteilen landtechnischer Arbeitsmittel verwendeten Werkstoffe für die Auftragsschweißung 10 MnSi 6 und 30 MnCrTi 5 bereits bei einer geringen Belastung von 4,45 kp/cm<sup>2</sup> nur 30 bis 50 Prozent des Verschleißwiderstands des Vergleichswerkstoffes St 50 erwarten lassen. Die daraus resultierenden Schlußfolgerungen bezüglich der Relation zwischen Preis und Nutzungsdauer des instand gesetzten Einzelteils sind so eindeutig, daß jeder daraus Anregungen für die im Sinn hohen volkswirtschaftlichen Nutzens zu gestaltende Instandsetzung von Gleitpaarungsteilen ableiten kann.

Die bisher gezeigte Tendenz wird weiter quantifizierbar, wenn die auf den Vergleichswerkstoff bezogenen Grundkörperverschleißbeträge betrachtet werden, die in Tafel 4 dargestellt sind.

Die Grenznutzungsdauer der Neuteile dividiert durch die in Tafel 4 dargestellten relativen Verschleißbeträge sind in erster Näherung Hinweise für die Verwendung der entsprechenden Auftragswerkstoffe und die mit ihnen zu erwartenden Grenznutzungsdauern (gleiche Betriebsbedingungen vorausgesetzt).

Tafel 5. Verschleißergebnisse bei reiner und verunreinigter Schmierung metallischer Werkstoffe

Werkstoffpaarung	Verunreinigung	V <sub>Gk</sub> g	V <sub>Ge</sub> g	V <sub>Su</sub> g	q(Gk)	q(Ge)	q(Su)	
<i>spezifische Lagerbelastung 8,66 kp/cm<sup>2</sup></i>								
30 MnCrTi 4/	nein	2,355	0,375	2,730	1,00	1,00	1,00	
GCuPb 25	ja	2,873	1,407	4,190	1,18	3,75	1,53	
Galv. Eisen/	nein	0,325	0,196	0,521	1,00	1,00	1,00	
GCuPb 25	ja	1,200	0,820	2,020	3,70	4,17	3,87	
Galv. Eisen/	nein	0,096	0,208	0,304	1,00	1,00	1,00	
GGL 20	ja	1,615	24,200	25,815	16,80	115,00	43,30	
<i>spezifische Lagerbelastung 4,45 kp/cm<sup>2</sup></i>								
30 MnCrTi 5/	nein	0,502	0,120	0,622	1,00	1,00	1,00	
GCuPb 25	ja	1,497	0,775	2,272	2,98	6,45	3,65	
10 MnSi 6/	nein	0,240	0,420	0,660	1,00	1,00	1,00	
GCuPb 25	ja	2,762	1,254	4,016	11,50	2,90	6,10	
V <sub>Gk</sub>	Grundkörperverschleiß	q(Gk), Ge, Su						entsprechende Übertragungsfaktoren zwischen reiner und verunreinigter Schmierung
V <sub>Ge</sub>	Gegenkörperverschleiß							
V <sub>Su</sub>	Summenverschleiß							

Im Ergebnis dieser Untersuchungen und Betrachtungen kann festgestellt werden, daß mit galvanisch abgeschiedenem Chrom und Eisen, metallgespritztem 50 MnCrTi 4 und geschweißtem DUR 600 IG sehr guter Erfolg bei der Instandsetzung von Einzelteilen hoch beanspruchter, stark mineralisch verunreinigter, fettgeschmierter Gleitlager erreichbar ist. Man kann daraus ableiten, daß bei Auftragsschweißungen oder allgemein Auftragungen auf Wellen oder Zapfen fettgeschmierter Gleitlager oder ähnlich beanspruchter Teile eine Härte von 500 bis 600 kp/mm<sup>2</sup> erreicht werden sollte. Da Lagerschalen oder Lagerbuchsen im allgemeinen weicher als die Wellenwerkstoffe sind, betten sich mineralische Verunreinigungen, die sehr häufig bis durchschnittlich 3,5 Prozent im Schmierfett von Gleitlagern landtechnischer Arbeitsmittel auftreten, dort ein. Dadurch sind Wellen oder Gleitlagerzapfen sehr starkem Verschleiß ausgesetzt. Folglich ist einzusehen, daß hohe Härtequotienten von Gleitpaarungen erforderlich sind, wenn für die Praxis brauchbare, ökonomisch sinnvolle Grenznutzungsdauern instand gesetzter Einzelteile erreicht werden sollen.

#### 4.2. Gegenüberstellung reiner und verunreinigter Schmierung

Entsprechend dem Versuchsprogramm wurden einige Versuche ohne Verunreinigung durchgeführt. Dabei wurden Übertragungsfaktoren gebildet, die Hinweise auf die quantitativen Unterschiede zwischen reinem und verunreinigtem Schmiermittel geben. Zu beachten ist dabei, daß diese Versuche nicht mit so häufiger Wiederholung der Verschleißläufe durchgeführt werden konnten, da sie nicht Hauptgegenstand der Untersuchungen waren. Tafel 5 zeigt, daß schon relativ geringe mineralische Verunreinigungen des Schmiermittels von 1,5 Prozent bis zu 100fache Verschleißbeträge gegenüber reinem Schmiermittel verursachen können. In erster Näherung ist festzustellen, daß durch eine einwandfreie Abdichtung der Gleitlager landtechnischer Arbeitsmittel und eine saubere Schmiermittellagerung und -verwendung eine Erhöhung der mittleren Grenznutzungsdauer um mindestens das 3- bis 6fache zu erwarten ist. Konstrukteur und

Tafel 6. Verschleißergebnisse bei reiner und verunreinigter Schmierung von Plastikwerkstoff EFP-22 in Paarung mit der Gleitlagerbronze GCuPb 25

	Spezifische Lagerbelastung in kp/cm <sup>2</sup>			
	4,45		8,66	
	Verunreinigung ja	Verunreinigung nein	Verunreinigung ja	Verunreinigung nein
V <sub>Gk</sub> in g	7,854	0,259	12,492	0,145
V <sub>Ge</sub> in g	19,893	0,369	14,446	0,455
V <sub>Su</sub> in g	27,747	0,628	26,937	0,600
q(Gk)	30,03	1,00	86,00	1,00
q(Ge)	53,70	1,00	32,00	1,00
q(Su)	43,70	1,00	45,00	1,00

Nutzer von Landmaschinen sollten gleichermaßen die dargestellten Möglichkeiten besser als bisher nutzen. Die Aufgabe des Instandsetzers besteht unter anderem darin, darauf zu achten, daß weiche Grundkörperwerkstoffe, wie die zur Zeit häufig eingesetzten Werkstoffe 10 MnSi 6 und 30 MnCrTi 5, sehr stark bezüglich der Intensität des Verschleißes auf Verunreinigungen reagieren und deshalb durch bessere Werkstoffe oder Verfahren ersetzt werden.

Ein weiteres Problem der Verbesserung der Materialökonomie ist die Substitution vorhandener Werkstoffe durch billigere Werkstoffe mit besseren Verschleißigenschaften, z. B. Plastikwerkstoffe.

Im folgenden soll gezeigt werden, daß der Einsatz zum Beispiel des flammgespritzten, modifizierten Epoxidharzes EFP-12 als Gleitlagerwerkstoff auf Wellen nur sinnvoll ist, wenn das oben genannte Problem des Fernhaltens mineralischer Verunreinigungen hinreichend geklärt ist. Die Ergebnisse von Versuchen mit reinen und verunreinigten Schmiermitteln am Plastikwerkstoff EFP-22 zeigt Tafel 6.

Kann reine Schmierung nicht garantiert werden, ist mit Übertragungsfaktoren zwischen reiner und verunreinigter Schmierung von 40 bis 80 zu rechnen. Damit wäre die Materialsubstitution durch polymere Werkstoffe nicht mehr sinnvoll.

#### 4.3. Ökonomischer Nutzen der Untersuchungen

Die Kenntnis des Verschleißwiderstands aufgearbeiteter Einzelteile hat große Bedeutung, weil damit Möglichkeiten erschlossen werden, die mittlere Grenznutzungsdauer von Verschleißpaarungen in bestimmtem Maße „vorausbestimmen“ und evtl. den Instandsetzungsintervallen anpassen zu können. Die Kenntnis des Verschleißwiderstands ist ferner für das reale Bestimmen der Wirtschaftlichkeit von Aufarbeitungsmaßnahmen unerlässlich. Solche Untersuchungen sind als Kurzzeitprüfung innerhalb von 2 bis 4 Monaten erfolgreich durchzuführen.

Ein konkretes Beispiel soll darstellen, mit welchem ökonomischen Nutzen derartiger Forschungsergebnisse über das Verschleißverhalten auftragener Werkstoffe beim Umsetzen in die Praxis zu rechnen ist.

Vergleicht man die Verschleißwiderstände der CO<sub>2</sub>-geschweißten Werkstoffe DUR 600 und 10 MnSi 6 (Tafel 3) bei einer spezifischen Lagerbelastung von 4,45 kp/cm<sup>2</sup>, so ist festzustellen, daß die Gleitpaarungen, in denen zur Zeit in der Praxis im allgemeinen der Werkstoff 10 MnSi 6 eingesetzt ist, eine 4- bis 5mal größere Verschleißintensität besitzen als jene mit DUR 600-IG. Bei einer geringfügigen Kostenerhöhung für den Zusatzwerkstoff mit den besseren Verschleißigenschaften wird eine 4- bis 5fache Erhöhung der mittleren Grenznutzungsdauer zu erwarten sein. Das entspräche einer Senkung der Instandsetzungskosten von rund 60 bis 70 Prozent bei Gleitpaarungsteilen landtechnischer Arbeitsmittel.

Es wird deutlich, wie dringend eine begründete Auswahl und ein zweckmäßiger Einsatz neuester Werkstoffe bei der Aufarbeitung sind. Werden solche Untersuchungen schnell von der Praxis unterstützt, so ist es möglich, die Wirtschaftlichkeit aller Aufarbeitungspositionen real zu bestimmen, wesentlich zu verbessern und neue Werkstoffe mit vorausbestimmter Wirtschaftlichkeit in der Praxis sicher einzusetzen.

#### 5. Zusammenfassung

Schlußfolgernd aus den dargestellten Ergebnissen von Verschleißversuchen wird auf folgende anzustrebende Entwicklungstendenzen für das Aufarbeiten von Einzelteilen orientiert:

— Beim CO<sub>2</sub>-Auftragsschweißen sollten mehr als bisher Werkstoffe mit Eigenschaften ähnlich denen von

50 MnCrTi 4, 70 MnCrTi 8 und DÜR 600-IG angewendet werden, insbesondere für fettgeschmierte Gleitlagerwellen landtechnischer Arbeitsmittel.

- Dem Metallspritzen kommt unter Berücksichtigung der modernen Haftgrundvorbereitungsverfahren wegen des guten Verschleißwiderstands der aufgespritzten Schicht in einigen geeigneten Fällen Bedeutung zu.
- Die galvanischen Auftragsverfahren, das galvanische Auftragen von Chrom und Eisen, sollten wegen des außerordentlich guten Verschleißwiderstands von Grund- und Gegenkörper auch und gerade bei verunreinigtem Schmiermittel und gleichzeitig auftretenden Belastungen im Misch- und Grenzreibungsbereich, also schweren Verschleißbedingungen, eingesetzt werden.
- Der Einsatz von polymeren Werkstoffen in der Instandsetzung zur sinnvollen Materialsubstitution ist systematisch weiter zu erforschen, insbesondere ist der dabei zu erwartende volkswirtschaftliche Nutzen, bezogen auf die Nutzungsdauereinheit, nachzuweisen.
- Eine notwendige Voraussetzung für das Senken der Instandsetzungskosten von Einzelteilen landtechnischer Arbeitsmittel ist das Vermeiden oder wesentliche Vermindern der Verunreinigungen in Gleitlagern von Landmaschinen.
- Von der Landmaschinenkonstruktion wird gefordert, solche Dichtsysteme in Gleitpaarungen zu installieren, daß mineralische Verunreinigungen nicht in Reibzonen gelangen können.
- Der Schaden, der durch Verunreinigungen im Schmierstoff oder durch Eindringen von außen in den Gleitlagern her-

vorgerufen wird, beträgt nach den Ergebnissen der Verschleißversuche 60 bis 80 Prozent der Gesamtverschleißbeträge der Grundkörper.

#### Literatur

- 1/ Stegmann, F.: Über die Verschleißfestigkeit aufgetragener Werkstoffe und ihr Anwenden beim Bestimmen der technologischen Arbeitswerte und der Wirtschaftlichkeit des Instandsetzens von Einzelteilen. Universität Rostock, Sektion Landtechnik Dissertation 1971
- 2/ Stegmann, F.: Aufarbeitung und Verschleißfestigkeit. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 5, S. 227
- 3/ Stegmann, F.: Zwischenbericht über den Abschluß der Experimente. Sektion Landtechnik, Universität Rostock Forschungszwischenbericht 1970
- 4/ Stegmann, F.: Berechnen von Verschleißvorgängen an Gleitlagern. Deutsche Agrartechnik 20 (1970) H. 9, S. 419
- 5/ Trebst/Schubert: Gleit- und Rollverschleißprüfeinrichtungen für Metallpaarungen ohne Zwischenstoff. Wissenschaftliche Zeitschrift der Hochschule für Verkehrswesen „Friedrich List“ Dresden 16 (1968) H. 1
- 6/ Wagner, K. / R. Müller / A. Gaedicke: Einige Grundlagenuntersuchungen zum Gleitverschleiß von Metallen mit Hilfe radioaktiver Markierung. Die Technik 22 (1967) H. 4, S. 237
- 7/ Bauer, C. / H. Jost / H. Wagner: Eine Apparatur für radioaktive Verschleißuntersuchungen. Maschinenbautechnik 16 (1967) H. 8, S. 378-391
- 8/ Mehlich, R. / J. Schröder / H. Siebert: Analyse der Gleitlager der Landmaschinen der DDR hinsichtlich der Lagertypen, Bauformen und Betriebsbedingungen mit dem Ziel der Vereinheitlichung. Universität Rostock, Sektion Landtechnik. Diplomarbeit 1968 (unveröffentlicht)
- 9/ Bohnensteffen, F.: Untersuchungen an Verschleißstellen landtechnischer Arbeitsmittel. Universität Rostock, Sektion Landtechnik. Großer Beleg 1966 (unveröffentlicht) A 8686

## Landtechnische Dissertationen

Am 16. August 1971 verteidigte Dipl.-Landw. Rolf Möncke an der Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig, Fachgruppe Maschinen und Anlagen, erfolgreich die Dissertation

„Spezielle Untersuchungen zur Beeinflussung des Effekts von Flüssigkeitsstrahlen bei der Reinigung landtechnischer Arbeitsmittel unter besonderer Berücksichtigung der Mechanisierung und Teilautomatisierung des Reinigungsprozesses“

Gutachter: Prof. Dr. agr. habil. Ing. Thum (Betreuer)  
Dr.-Ing. Ihle  
Dr. agr. habil. Fritsch

Die Untersuchungen sind auf die zweckmäßige Gestaltung mechanisierter Waschanlagen für die Außenreinigung insbesondere erdverschmutzter mobiler Landmaschinen gerichtet. Es wurden für verschiedene Schmutzarten — natürliche sowie mit Öl und Kraftstoff durchtränkte Bodenarten — und Schmutzunterlagen — Werkstoffe unterschiedlicher Beschichtung — die Haftfestigkeit und der Reinigungswiderstand der Testverschmutzung bestimmt. An ausgewählten Testverschmutzungen konnte der Einfluß verschiedener Faktoren auf den Reinigungseffekt von Flüssigkeitsstrahlen ermittelt werden: Düsenform und -größe, Abstand der Düse zur Reinigungsfläche, Flüssigkeitsdruck, Führungsgeschwindigkeit des Flüssigkeitsstrahls, Spritzwinkel, Temperatur, Anwendung chemischer Mittel u. a. Unter Verwendung der Parameter wurde der methodische Weg zur angenäherten Optimierung der Größen aufgezeigt.

★

Am 13. Dezember 1971 verteidigte Dipl.-Landw. Rudolf Neumann an der Sektion Tierproduktion und Veterinärmedizin der Karl-Marx-Universität Leipzig, Fachgruppe Maschinen und Anlagen, erfolgreich die Dissertation

„Untersuchungen zur Ausbringung von Gülle mit hoher Fließgrenze aus Tankfahrzeugen unter besonderer Berücksichtigung der Gülleverteilung“

Gutachter: Prof. Dr. agr. habil. Ing. Thum (Betreuer)  
Prof. Dr. agr. habil. Koriath  
Dr. agr. sc. Lehmann

In Testuntersuchungen zeigte sich als bestgeeignete technische Lösung für das Ausbringen von zähflüssiger Gülle auf das Feld ein Tankfahrzeug mit Förderschnecke zur Zwangsentleerung und vertikaler Verteilschleuder für die Gülleverteilung. Für die optimale konstruktive Gestaltung wurden die Parameter für das Förderverhalten der eingängigen Vollschncke — Einfluß auf den Volumenstrom von Schneckenendrehzahl, Füllhöhe und Abgabeöffnung zu Gülle mit verschiedener Fließgrenze — sowie für die Verteildichte und Verteilgüte — Einfluß von Förderschnecken- und Verteilschleuderdrehzahl, Schaufelform und -anzahl, Füllhöhe u. a. — ermittelt. In Auswertung der Grundlagenuntersuchungen entstand ein Gülle-Tankfahrzeug für 10 t Nutzlast, zu dem die Ergebnisse der Erprobung unter Praxisbedingungen dargelegt sind.

AK 8797