

Werkstoffverschleiß an Pflanzenschutzgeräten durch staubhaltige Luftströmungen

Von Friedrich Baltin, Jena

Die Lebensdauer bestimmter Teile von Stäubegeräten wird in erster Linie begrenzt durch den Verschleiß, den die staubhaltigen Luftströmungen innerhalb der Geräte verursachen. Dieser Verschleißwirkung sind in besonders hohem Maße die Gebläse, Dosiervorrichtungen und Stäubedüsen ausgesetzt, **Bild 1 und 2**. Man hat versucht, die Verschleißempfindlichkeit zu vermindern, indem man Metalle durch „härtere“ Werkstoffe, wie zum Beispiel Hartglas, ersetzte. Befriedigende Ergebnisse wurden jedoch hierdurch nicht immer erzielt, **Bild 3 und 4**. Es bestand somit die Notwendigkeit, die Verschleißempfindlichkeit verschiedener Werkstoffe gegenüber der Einwirkung staubhaltiger Luftströmungen zu untersuchen.

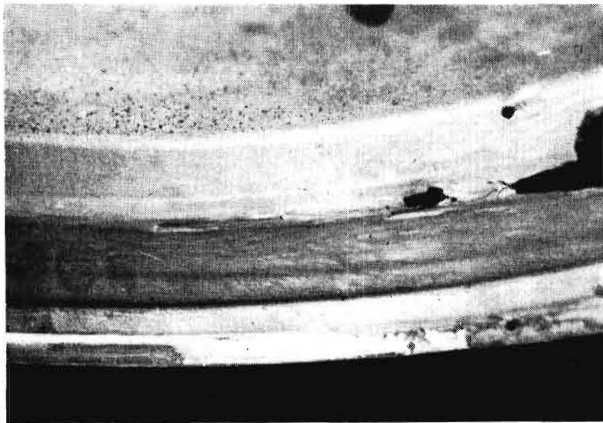


Bild 1. Gebläsegehäuse aus Silumin, durch Staublufstrom zerstört.



Bild 2. Zellenräder aus Stahl St 60, die das Stäubemittel in den Gebläseluftstrom einschleusen.

links: neues Zellenrad

Mitte und rechts: Zellenräder mit starken Verschleißspuren. Lebensdauer durchschnittlich 900 ha bei 20 kg/ha.

Der Verschleiß der staubführenden Geräteteile dürfte abhängen von dem Werkstoff, aus dem diese Teile hergestellt sind, von den physikalischen Eigenschaften und der Teilchengröße der Stäubemittel, von der Geschwindigkeit des staubhaltigen Luftstromes, dem Stäubemittelgehalt des Luftstromes und der Richtung, in der die Werkstoffoberfläche von dem Staublufstrom beaufschlagt wird.

Die Untersuchung hatte das Ziel, aus einer größeren Zahl verschiedener Werkstoffe den bestgeeigneten herauszufinden, d. h. denjenigen, der im Vergleich mit allen anderen die geringste Verschleißempfindlichkeit besitzt.

Die Meßmethode

Das Problem, die unerwünschte Veränderung der Oberfläche von Maschinenteilen bzw. Werkstoffproben durch mechanische Einflüsse (Verschleiß) oder durch chemische Einwirkungen (Korrosion) meßtechnisch zu erfassen, spielt in der Landtechnik seit langem eine nicht unbedeutende Rolle, jedoch gibt es kein in jedem Falle brauchbares Meßverfahren.

Der Verschleiß von Maschinenteilen, die sich durch ihre geometrische Form nicht voneinander unterscheiden, die aber aus verschiedenartigen Werkstoffen hergestellt sind, läßt sich eindeutig durch den Masseverlust (festgestellt durch Wägung) aus-

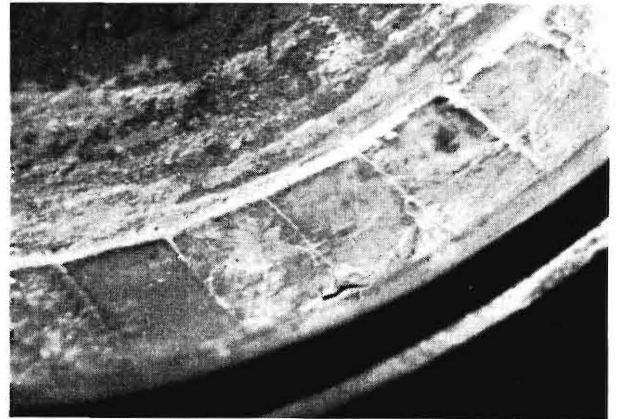


Bild 3. Gebläsegehäuse, am Umfang mit Glasplatten ausgekleidet. Verschleiß nach Verstäuben von 1000 kg Gesarol.

drücken und vergleichen, wenn alle Probestücke ein und derselben Verschleißbeanspruchung ausgesetzt wurden [2]. Die Werkstoffabtragung durch Korrosion wird zahlenmäßig ausgedrückt durch den Masseverlust je Oberflächeneinheit [1; 5].

Zur Untersuchung der Haltbarkeit der Werkstoffe von Bodenbearbeitungswerkzeugen benutzte Kloth ein Schleifwerk, auf dem die Proben, welche gleich große Oberflächen hatten, einer gleichartigen Verschleißbeanspruchung ausgesetzt wurden [3]. „Als Maß für den Verschleiß galt das Verhältnis des Gewichtsverlustes eines jeden Stückes zum mittleren Gewichtsverlust aller gleichzeitig gelaufenen Stücke in Prozenten“. In gleicher Weise wurde auch die Verschleißwirkung von Sisalgarn auf verschiedene Werkstoffe beurteilt [4]. Den Verschleiß von Werkzeugschneiden



Bild 4. Bruchstücke von verschlissenen Glasplatten aus dem in Bild 3 dargestellten Gebläsegehäuse.

kennzeichnete *Stropfel* [6] durch den Schneidenrückgang, gemessen von einer Markierung aus, die auf einer der Keilflächen der Schneide angebracht war.

Bei der Untersuchung des Werkstoffverschleißes durch staubhaltige Luftströmungen ist, ähnlich wie in den vorstehend genannten Beispielen, eine geometrische Gestaltsänderung der Werkstoffprobe zahlenmäßig zu erfassen; denn ein verschleißbeanspruchtes Maschinenteil wird unbrauchbar, wenn seine Formveränderung eine gewisse Grenze überschreitet. Zu beachten ist jedoch, daß im vorliegenden Falle die zu untersuchenden Werkstoffe (Stahl, Glas, Gummi usw.) unterschiedliche Dichte besitzen. Aus diesem Grunde wurde nicht die Masse, sondern das Volumen der abgetragenen Werkstoffmenge zur Kennzeichnung der Verschleißempfindlichkeit gewählt.

Zu den Versuchen wurde eine Apparatur benutzt, mittels welcher gleich große Oberflächen der verschiedenen Werkstoffproben einer in jeder Beziehung gleichartigen Einwirkung eines Staublufstromes ausgesetzt werden konnten. Durch Wägung der Proben vor und nach dem Versuch wurde der Masseverlust bestimmt.

Ist

- m_1 die Masse der Probe in kg vor dem Versuch,
- m_2 die Masse der Probe in kg nach dem Versuch und
- ρ die Dichte des Werkstoffes in kg/dm^3 ,

dann ist das Verschleißvolumen

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho}$$

Nimmt man einen der untersuchten Werkstoffe als Vergleichswerkstoff und bezeichnet sein Verschleißvolumen mit V' , so ist die relative Verschleißempfindlichkeit eines jeden Versuchswerkstoffes derselben Versuchsreihe

$$\epsilon = \frac{V}{V'}$$

Die Luftgeschwindigkeit wurde in einer Größenordnung gewählt, die an der oberen Grenze der in Stäubegeräten tatsächlich vorkommenden Geschwindigkeiten liegt, damit die Dauer der Versuche auf ein erträgliches Maß beschränkt blieb. Anstelle eines Pflanzenschutzstäubemittels wurde ein Gesteinsmehl, „Löb-nitzer Talksteinmehl“, benutzt, das in vielen Stäubemitteln als Trägerstoff enthalten ist.

Die Versuchsapparatur

Die Versuchsapparatur nach **Bild 5** bestand aus einem Rootsgebläse, dessen Drehzahl stufenlos regulierbar war, einem Staubbehälter mit einer Vorrichtung zum Einschleusen des Staubes in den Luftstrom und einer Trommel, auf deren Umfang die Werkstoffproben befestigt waren. Als Proben wurden rechteckige Platten von 17×57 mm Größe und etwa 2 bis 5 mm Dicke benutzt, die unter Verwendung entsprechender Beilagen derart auf der Trommel befestigt wurden, daß die vom Staublufstrom beaufschlagten Oberflächen auf einem Zylindermantel von 270 mm Durchmesser lagen. Die Mündung des Staubluf-Blasrohres befand sich 30 mm vor diesem Zylindermantel, sie hatte einen lichten Durchmesser von 25,4 mm. Jede Werkstoffprobe war mit einer Blende von 15,5 mm Durchmesser abgedeckt, so daß die beaufschlagten Oberflächen sämtlicher Proben gleich groß waren, **Bild 6**. Von jeder Werkstoffsorte befanden sich 3 um 120° gegeneinander versetzte Proben auf der Trommel. Die Dauer des Versuches betrug 15 min; während dieser Zeit wurden 3,0 kg Talksteinmehl durch gleichmäßiges Drehen des Dosierrades mittels Handkurbel in den Luftstrom eingeschleust und von diesem gegen die Probentrommel geblasen. Letztere lief mit 266 U/min, so daß jede Probe etwa 4000mal beaufschlagt wurde.

Es war wünschenswert, jedoch nicht schlechthin Bedingung, die Geschwindigkeit des Staublufstromes während des Versuches annähernd konstant zu halten. Langsame Schwankungen der Geschwindigkeit hätten bei der gewählten Probentrommel-drehzahl von 266 U/min keinen Einfluß auf den relativen Verschleiß der Proben gehabt. Trotzdem wurde mit einem möglichst

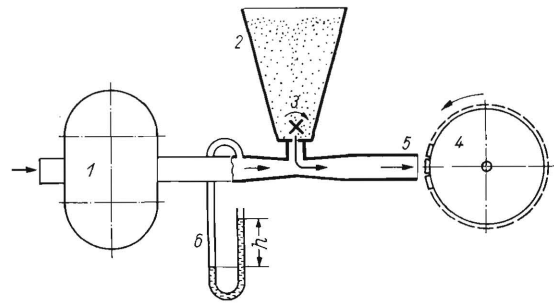


Bild 5. Staubverschleißprüfstand.

- 1 Rootsgebläse
- 2 Staubbehälter
- 3 Dosierrad
- 4 Trommel mit den Werkstoffproben
- 5 Mündung des Staubluf-Blasrohres
- 6 Quecksilbermanometer

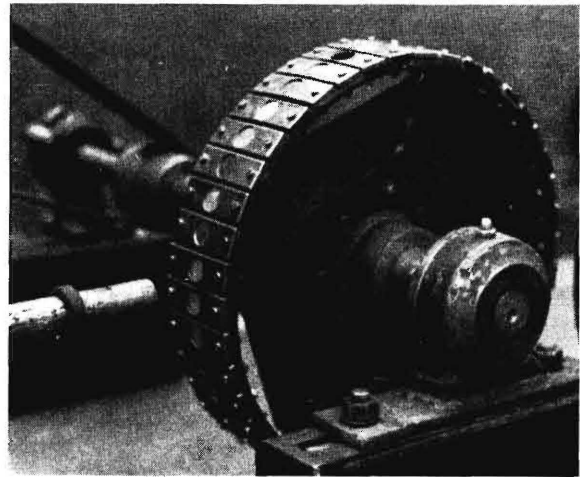


Bild 6. Probentrommel des Staubverschleißprüfstandes.

unveränderlichen Luftstrom gearbeitet. Da eine unmittelbare Messung der Luftgeschwindigkeit während des Versuches schwierig gewesen wäre, wurde in einem Vorversuch anstelle der Probentrommel vor der Blasrohrmündung ein Staurohr nach *Prandtl* angebracht, und die Drehzahl des Rootsgebläses so einreguliert, daß sich eine Luftgeschwindigkeit von etwa 90 m/s ergab. Bei dieser Geschwindigkeit zeigte das Quecksilbermanometer in **Bild 5** einen statischen Druck von $h = 160$ mm an. Während des Versuches konnte durch geringfügige Drehzahländerungen des stufenlosen Getriebes dafür gesorgt werden, daß das Quecksilbermanometer stets die Druckhöhe von 160 mm anzeigte.

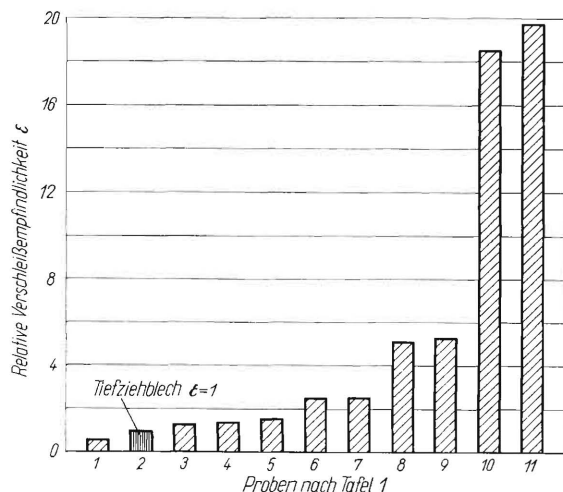


Bild 7. Relative Verschleißempfindlichkeit verschiedener Werkstoffe.

Tafel 1: Werkstoffverschleiß durch staubhaltige Luftströmung

Nr.	Werkstoff	Masseverlust der Proben				Dichte ρ kg/dm ³	Verschleiß- volumen mm ³	Relative Verschleiß- empfind- lichkeit ϵ
		1. Probe mg	2. Probe mg	3. Probe mg	Mittel mg			
1	Chrom (verchromtes Stahlblech)	15,0	19,4	18,9	17,8	6,9	2,6	0,59
2	Tiefziehblech	34,2	34,1	34,3	34,2	7,8	4,4	1,00
3	V2A-Stahl	46,1	44,2	46,1	45,5	7,85	5,8	1,32
4	Schlauchgummi (Autoreifen)	6,9	6,7	7,2	6,9	1,12	6,2	1,41
5	Nitrierstahl FPK 13 (oberflächengehärtet)	58,8	45,0	47,3	50,4	7,8	6,5	1,48
6	Aluminium (eloxiert)	31,1	30,2	31,8	31,0	2,75	11,2	2,55
7	Rohgummi	11,5	9,7	10,3	10,5	0,94	11,2	2,55
8	Pyrolan (Hartporzellan)	63,7	55,7	—	59,7	2,68	22,2	5,08
9	Dichtungsgummi	36,3	35,4	34,6	35,4	1,52	23,3	5,30
10	Preßhartglas	202,0	205,2	—	203,6	2,5	81,4	18,50
11	Fensterglas	211,8	221,6	—	216,7	2,5	86,7	19,70

Versuchsergebnisse

Die Ergebnisse der Untersuchung¹⁾ von 11 verschiedenen Werkstoffen sind in **Tafel 1** und in **Bild 7** zusammengestellt. Praktisch bedeutsam ist zunächst die Feststellung, daß Tiefziehblech und Chrom die relativ günstigsten Verschleißeigenschaften haben. Fensterglas ist etwa 20mal verschleißempfindlicher als Tiefziehblech. Aus einer anderen Versuchsreihe hatte sich für entzunderes Schwarzblech eine Verschleißempfindlichkeit ergeben, die bei 1,03 lag, also etwa der des Tiefziehbleches entsprach. Die eingangs erwähnten Gebläsegehäuse wurden dementsprechend nicht mehr mit Glas ausgekleidet, sondern mit Verschleißbandagen aus Schwarzblech.

¹⁾ Die Versuche wurden von Herrn Dr. agr. *Hortschansky* durchgeführt.

Bemerkenswert ist die Tatsache, daß Werkstoffe, die zwar hart, gleichzeitig jedoch auch spröde sind (Nr. 8, 10 und 11), stärker angegriffen werden als kalt verformbare Metalle (Nr. 2 und 3). Die Verschleißwirkung des staubhaltigen Luftstromes beruht vielleicht auf der Massenwirkung der Staubteilchen, die mit hoher Geschwindigkeit auf die Werkstoffoberfläche aufprallen und, besonders wenn diese spröde ist, einzelne Teilchen herausbrechen. Ein Vergleich von gehärtetem Nitrierstahl mit Tiefziehblech (Nr. 2 und 5) scheint diese Vermutung zu bestätigen.

Die vorstehend beschriebene Untersuchung war auf ein durch die Praxis gegebenes Ziel gerichtet, sie kann daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben hinsichtlich der Erforschung der grundlegenden Vorgänge. Sie gibt indessen einen Einblick in die Problematik eines Verschleißgebietes, dem in Zukunft größere Aufmerksamkeit geschenkt werden sollte.

Schrifttum

- [1] *Gallwitz, K. und von Hülst*: Untersuchungen an Pflanzenschutz-Brühbehältern aus Metall. Landtechn. Forsch. **4** (1954) S. 107/09.
- [2] *Kloth, W.*: Verschleißversuche mit Drillscharen. Techn. i. d. Landw. **10** (1929) S. 253/56.
- [3] *Kloth, W.*: Die Haltbarkeit der Bodenbearbeitungswerkzeuge. Techn. i. d. Landw. **11** (1930) S. 332/36.
- [4] *Kloth, W.*: Verschleiß durch Sisalgarn. Techn. i. d. Landw. **13** (1932) S. 187/89.
- [5] *Kloth, W.*: Korrosionsversuche mit Kunstdüngern. Techn. i. d. Landw. **15** (1934) S. 93/95.
- [6] *Stroppel, Th.*: Zur Systematik der Technologie des Schneidens. In: 11. Konstrukteurheft. Düsseldorf: VDI-Verlag 1953. S. 120/33. (Grundlagen d. Landtechnik Heft 5).