

## UNTERSUCHUNGEN AN HACKGERÄTEN

Wenn ein Mensch eine schwere Last zu tragen hat, fühlt er an seinem Körper die Stelle, die ihn am meisten drückt. Ein Balken wird vielleicht stark in die Schulter einschneiden und schmerzen, es kann aber auch sein, dass er so schwer ist, dass die Knie zu zittern anfangen. Beim Tragen mit den Armen können gewisse Armmuskeln, Sehnen oder auch Rückenmuskeln zu stark in Anspruch genommen werden.

Eine Maschine kann sich dagegen nicht ohne weiteres äussern, ob ihr eine Last zu schwer wird. Sie kann nur im Grenzfall darauf reagieren, dass sie entweder in dem betreffenden Teile bricht, sich verbiegt oder auch zu stark abnutzt.

Wie die Maschine reagieren wird, möchte der Ingenieur jedoch bereits im voraus wissen, damit er Überlastungen vermeiden und eine lange Lebensdauer garantieren kann. Es gibt heute Möglichkeiten, in die Gefühlsregungen einer Maschine hineinzuhorchen und daraus Schlüsse zu ziehen. Dabei handelt es sich nicht immer darum, die schwächsten Stellen herauszufinden. Ebenso interessant sind auch diejenigen Stellen, welche zu stark sind. Es ist unerwünscht,

zu viel Material mit der Maschine herumzuschleppen, denn unnötiges Gewicht und Verteuerung sind die Folge. Das Ideal ist, eine Maschine in allen Teilen gleichmässig hoch zu beanspruchen, so hoch, wie die einzelnen Teile es vertragen können, aber doch nicht zu hoch, dass sie nicht brechen, biegen oder sonst zu früh altern oder unbrauchbar werden.

Der Ingenieur stellt noch weitere Forderungen. Man kann z.B. ein Maschinenteil so gestalten, dass es durch seine besondere Form mit dem gleichen Werkstoffaufwand, also dem gleichen Gewicht, mehr oder weniger grosse Lasten aufnehmen kann. Es ist weiten Kreisen z.B. bekannt, dass ein rechteckiger Balken, der über die hohe Kante belastet wird, erheblich mehr tragen kann, als wenn er flach liegt, oder ein Rohr bedeutend grössere Drehkräfte aufnehmen kann als eine Rundstange vom gleichen Gewicht. Auch in dieser Richtung kann man also im voraus die Maschine schon so konstruieren, dass sie den zu erwartenden Beanspruchungen bestens gewachsen ist.

Wir haben solche Untersuchungen z.B. an Hackgeräten\*) durchgeführt. Hier bestanden Unklarheiten über

die Kräfte, welche beim Häufeln auftreten, und über die Masse, die man z.B. den Stielen der Hackgeräte oder auch den Schienen, an welchen sie befestigt sind, geben soll.

Die Untersuchung begann damit, dass wir beim Arbeiten in der Praxis, also z.B. beim Häufeln von Kartoffeln, die Kräfte gemessen haben, welche unter schwierigen Verhältnissen auftraten. Das geschieht heute am besten mit elektrischen Messgeräten, indem man einen Messstreifen, der äusserlich wie ein Heftpflaster aussieht, an dem betreffenden Maschinenteil anklebt und ihn durch Drähte mit dem elektrischen Anzeigegerät verbin-

\*) Bearbeiter Dr.-Ing. Bergmann.



Abb. 1: Feldversuch mit einem Hackgerät zur Ermittlung der im praktischen Betrieb auftretenden Kräfte.



Abb. 2: Versuchsordnung und Belastungsvorrichtung bei den Festigkeitsuntersuchungen an Werkzeugschienen im Labor.

det. Diese Anzeigergeräte werden in der Regel in ein Kraftfahrzeug eingebaut, das neben der zu untersuchenden Maschine herfährt. Eine solche elektrische Messeinrichtung ist für den Laien ein Wunder, denn es werden die kleinen Dehnungen, die bei der Arbeit in den Maschinenteilen auftreten, in einer vieltausendfachen Vergrößerung durch einen Lichtpunkt auf ein lichtempfindliches Papier aufgezeichnet. Man bekommt auf diese Weise Kurven über die Kräfte, welche – in unserem Falle beim Häufeln – auftreten, Kurven, die erklärlicherweise je nach dem Boden und der Feuchtigkeit, dem Tiefgang, den Pflanzenresten usw. stark schwanken. Aus diesen Kurven wird sich der Ingenieur nun diejenigen Stellen heraussuchen, die besonders hohe Kräfte ergeben haben, denn solchen Kräften muss die Maschine in der Praxis standhalten. Er muss dabei bedenken, dass er nicht über das Ziel hinausschiesst, denn es wäre unwirtschaftlich, wenn man eine Maschine bauen wollte, die nun jeder, auch der grössten Kraft, standhalten würde. Ein sehr grosser Stein oder eine sonstige ganz unglückliche Situation gehört auch in der Landwirtschaft nicht zu den Alltäglichkeiten.

Wenn man sich also entschieden hat, welche Kraft die Maschine billigerweise noch aufnehmen muss, so kann man nachher zu Hause im Laboratorium diese Kraft mit einem Flaschenzug oder einer anderen geeigneten Einrichtung an dem Gerät, hier dem Häufelkörper, anbringen und in aller Ruhe weiter untersuchen, wie sich der Häufelkörper und die sonstigen Maschinenteile dabei verhalten. In der Regel kann man nicht ohne weiteres sehen, wie dem Häufelkörper dabei zu Mute ist. Man kann das aber mit besonderen Hilfsmitteln recht gut erkennen. Wenn man die interessierenden Maschinenteile z.B. mit einem bestimmten Lack bestreicht, so bekommt der Lack bei der Belastung feine Risse, aus deren Form und erstem Auftreten der Kundige schon mancherlei entnehmen kann. Man kann weiterhin sehr feine Messgeräte auf die Maschinenteile aufsetzen, welche die Grösse der Beanspruchungen, also die kleinsten Deh-

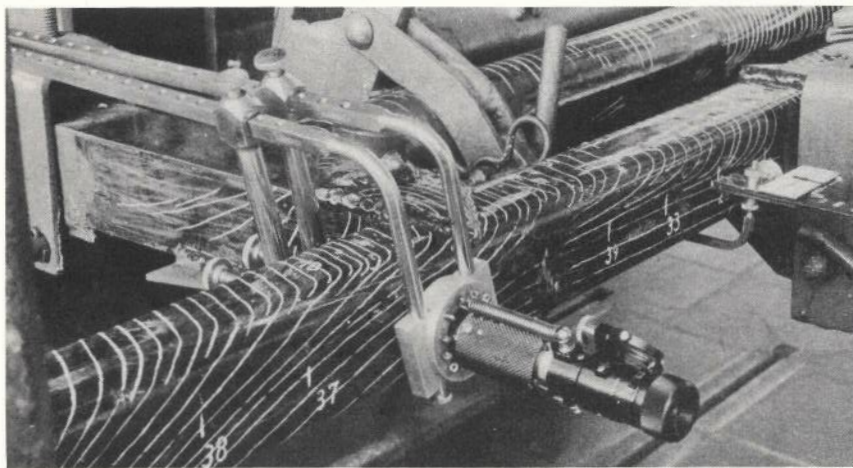


Abb. 3: Dehnungslinien und statische Feindehnmessgerat auf der Werkzeugschiene eines Hackgerates.

nungen im Material zahlenmässig erkennen lassen. Es lassen sich Dehnungen von Bruchteilen eines tausendstel Millimeters ohne weiteres messen.

Man kann auch die Maschinenteile aus bestimmten Kunststoffen nachbilden und sie im polarisierten Licht betrachten. Es zeigen sich dann eigenartige Linien, aus denen der Kundige ebenfalls derartige Feststellungen treffen kann.

Mit diesen Hilfsmitteln kann man also feststellen, an welchem Punkt die Belastung das Maschinenteil am stärksten „drückt“. Man kann es nun an dieser Stelle entwederverstarken, oder man kann ihm eine andere Form geben, so dass es die Beanspruchungen besser aufnehmen kann.

Man kann jedoch nicht nur die Grösse der Querschnitte oder ihre Form ändern, sondern auch den Werkstoff, also etwa einen Stahl von höherer Festigkeit verwenden.

Im ganzen gesehen kann man also mit diesen Verfahren im voraus feststellen, ob eine Maschine den Anforderungen der Praxis gewachsen sein wird oder nicht. Dies bedeutet die Sicherheit für die Landwirtschaft, Maschinen zu bekommen, die kaum noch mit

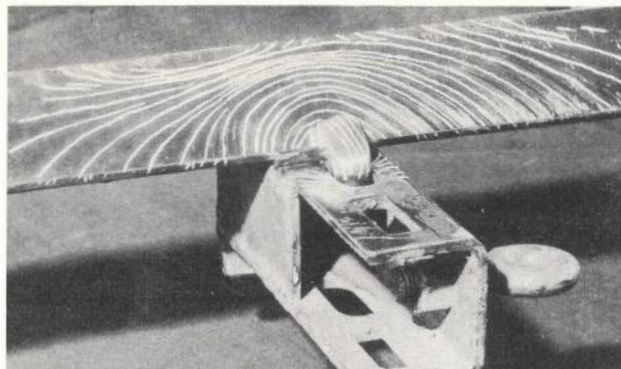


Abb. 4: Spannungsfeld auf einer Werkzeugschiene bei alleiniger Beanspruchung durch das Anklemmen des Klaue.

Kinderkrankheiten behaftet sind, die Sicherheit für die Industrie, Rückschläge in weitem Masse zu vermeiden. Ausserdem ist es möglich, die Maschinen mit dem geringsten Aufwand an Werkstoffen zu bauen, so dass sie leicht werden und trotzdem gut halten.

Prof. Dr.-Ing. W. Kloth  
Institut für Landfechnische Grundlagenforschung