

Zahnräder bereits längere Zeit im falschen Eingriff gelaufen, ehe der Fehler erkannt und beseitigt wurde, müssen sie unbedingt erneuert werden. Bei Wiederverwendung der alten Räder würden sehr hohe Zahndrücke entstehen, die ein Ausbrechen der Zähne zur Folge hätten.

Bei sehr großem Lagerspiel der Zahnräder (auch der Wellen) tragen die Zähne der Zahnräder nicht mehr in ihrer ganzen Tiefe (Bild 2, übertrieben dargestellt). Ebenso verändert sich die Form der Zähne so ungünstig, daß es vorteilhaft ist, nach Behebung des Schadens ebenfalls neue Zahnräder zu verwenden. Die Weiterverwendung von Zahnrädern mit stark eingelaufenen Zahnflanken ist nur bei niedrigtourigen Getrieben untergeordneter Bedeutung möglich.

Der ungenügende Eingriff (Bild 3) kommt hauptsächlich bei Schaltgetrieben vor. Aber auch bei einfachen Untersetzungsgetrieben findet man oft diesen Fehler, weil die Zahnräder bei Instandsetzung der Getriebe nicht richtig ausgefluchtet werden. Bei Schaltgetrieben liegt sehr oft ein Arretierungsfehler vor. Wird ein Schaltgetriebe montiert, so ist auf alle Fälle eine Kontrolle der Zahnräder, also die Stellung der Schieberäder zu den Schalträdern, vorzunehmen. Bei Getrieben, die einen Seitendeckel haben, ist diese Kontrolle sehr einfach, weil man jeden Schaltvorgang und jede Schaltstellung sehen kann. Ist kein Seitendeckel vorhanden, wird bei festgeschraubtem Schaltdeckel eine Schaltstellung vorgenommen. Hiernach wird sehr vorsichtig der Schaltdeckel gelöst und abgehoben, wobei sich das Schieberad in seiner Stellung zum Schaltrad nicht verändern darf. Fluchten die Räder nicht zueinander, so ist unbedingt eine Korrektur vorzunehmen. Bei Verwendung von Originalersatzteilen, wie sie von den Bezirkskontoren für Landmaschinen- und Traktorenersatzteile bezogen werden können, ist die Gewähr gegeben, daß nach fachlich richtiger Montage und Einstellung die Schieberäder zu den Schalträdern fluchten.

Sind Schalträder entsprechend Bild 1 oder 3 längere Zeit gelaufen, so kann es vorkommen, daß bei Schaltgetrieben der „Gang herauspringt“. Dies kann auch eintreten, wenn durch unvorsichtiges Schalten eine Zahnbeschädigung eingetreten ist, indem die Zähne einseitig weggekratzt sind. Bei allen derartigen Fällen muß man die Ursache für den Fehler – nicht nur den Fehler selbst – zu beseitigen suchen. Die gleichen Schwierigkeiten können ebenfalls auftreten, wenn dauernd im Eingriff befindliche Zahnräder durch Klauen miteinander gekoppelt werden. Durch das auftretende Drehmoment drücken sich die Klauen gegenseitig weg, da sie in ihren Führungen ein gewisses Spiel haben und dadurch herauspringen. Hier kann man schnell Abhilfe schaffen, indem man die Klauen leicht hinter-

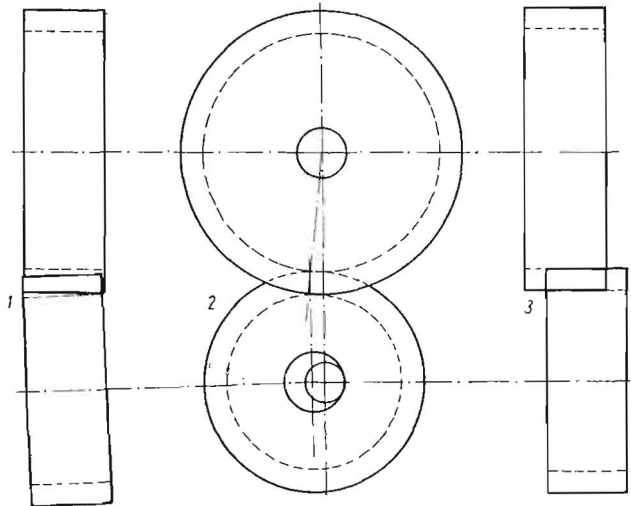


Bild 1 bis 3. Erläuterung im Text

schleift. Dadurch tritt eine gegenteilige Wirkung ein, die Klauen ziehen sich fester zusammen.

Der Schmierung der Getriebe ist allergrößte Aufmerksamkeit zu schenken. Keinesfalls darf mehr Öl aufgefüllt werden, als die Vorschrift verlangt.

Die meisten Schaltgetriebe haben heute als besondere Zusatzbezeichnung Aphon oder Synchron. Beide Wörter haben ihren Ursprung im Griechischen und bedeuten:

Aphon = tonlos. Also ein geräuscharmes Getriebe, das meistens schrägverzahnte Räder hat.

Synchron = zeitgleich. Das bedeutet, daß zwei Räder, die zueinander geschaltet werden sollen, zunächst auf gleiche Geschwindigkeit gebracht werden müssen. Dies wird dadurch erreicht, daß eine kleine Konus- oder Lamellenkupplung in den Schaltvorgang eingebaut wird, die die Räder auf gleiche Geschwindigkeit bringt. Der nun nachfolgende Schaltvorgang ist völlig geräuschlos.

A 4683

## Neuerer und Erfinder

### Ein neuer Meßverstärker

Dipl.-Ing.  
W. BOHRISCH, KDT\*

Im Zuge der fortschreitenden Mechanisierung unserer Landwirtschaft werden in steigendem Maße neue und moderne Maschinen eingesetzt. Eine Untersuchung oder Prüfung dieser Maschinen mit den traditionellen mechanischen oder hydraulischen Meßgeräten ist oftmals wegen ihrer zu großen Massenträgheit dann nicht mehr möglich, wenn es sich um die Untersuchung rasch veränderlicher Vorgänge handelt. In diesem Falle müssen elektrische Meßgeräte mit genügend großem Frequenzbereich benutzt werden. Die Anwendung der z. Z. vorhandenen Geräte wird aber durch die Tatsache erschwert bzw. sogar unmöglich gemacht, daß die Untersuchungen speziell in der Landtechnik größtenteils während des praktischen Betriebes auf dem Felde, also unter besonders schwierigen Bedingungen, vorgenommen werden müssen. Gerade diese Einsatzbedingungen stellen an ein Meßgerät hohe Anforderungen, nicht nur in bezug auf Klima und Witterung, sondern vor allem hinsichtlich einer weitgehenden Unempfindlichkeit gegen Stoß und Erschütterungen. Die Benutzung von elektrischen Meßgeräten, die mit Röhren bestückt sind, ist aus diesem Grunde außerordentlich problematisch; denn Beschleunigungen über 3 g werden von diesen Geräten normalerweise nicht mehr ausgehalten. Aus dieser Tatsache ergab sich für uns die Notwendigkeit, Geräte zu bauen, die diesen besonderen Anforderungen gerecht werden.

Als Folge dieser Notwendigkeit wurde in der Abteilung Meßtechnik des Instituts für Landtechnik in Potsdam-Bornim deshalb als erste

\* Institut für Landtechnik Potsdam-Bornim der Deutschen Akademie für Landwirtschaftswissenschaften zu Berlin.

Maßnahme ein Meßverstärker entwickelt, der auf der Grundlage der Trägerfrequenz arbeitet und der volltransistorisiert ist (Bild 1).

Der Meßverstärker ist vom Konstrukteur als ein möglichst vielseitig verwendbares Grund- oder Standardgerät ausgebildet worden, das zum elektrischen Messen mechanischer Größen unter schwierigen Einsatzverhältnissen herangezogen werden kann. Es ist als Dreikanalgerät ausgebildet, d. h. drei verschiedene mechanische Größen, z. B. Beschleunigung in drei Richtungen, Zugkraft, Drehmoment oder ähnliche können zur gleichen Zeit in drei voneinander unabhängigen Kanälen aufgenommen werden.

Eine ausreichende Unempfindlichkeit gegen Stöße und Erschütterungen wird durch die Bestückung mit Transistoren erreicht. Gegenüber einer Röhrenbesetzung ergibt sich neben kleinem Volumen und

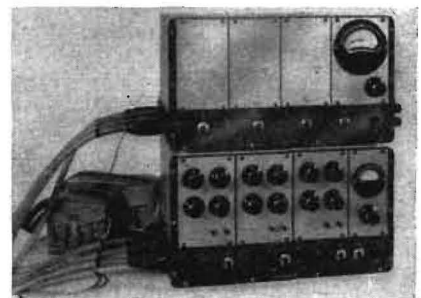


Bild 1. Trägerfrequenzgerät TF III/59 mit Transistorbestückung zur elektrischen Messung mechanischer Größen unter erschwerten Bedingungen

geringer Masse außerdem der Vorteil eines wesentlich niedrigeren Eigenstromverbrauchs, eine Tatsache, die besonders im mobilen Einsatz im Gelände von erheblicher Bedeutung ist.

Das Gerät besteht aus zwei Teilen: der Eingangs- und der Endstufe. Jede Stufe ist in einem gesonderten Gehäuse untergebracht. Die Verbindung zwischen beiden erfolgt erdsymmetrisch mit einem Abschlußwiderstand von 600 Ohm. Dadurch können Verbindungsleitungen bis zu einer Länge von 600 m zugelassen werden, ohne daß Störungen oder Beeinflussungen eintreten. Durch diese Anordnung kann die Eingangsstufe auf der zu untersuchenden Maschine beispielsweise auf einem Schlepper befestigt und die Endstufe mit einem Oszillografen als Schreibgerät auf einem nebenherfahrenden Fahrzeug (Meßwagen) untergebracht werden. Eine derartige Möglichkeit, die bei uns von besonderer Bedeutung wäre, ist bei den derzeitigen handelsüblichen Geräten nicht gegeben.

Die Eingangsstufen der drei Kanäle sind in Form von Einschüben entsprechend einer modernen Bauweise ausgebildet. Um den Verstärker möglichst vielseitig verwenden zu können, sind die Einschübe austauschbar, und zwar sind drei für den Anschluß an Differentialtransformatoren vorgesehen und drei andere für den Anschluß an Dehnungsmeßstreifen. Das Gerät kann also ohne Umbau lediglich durch Austausch der kompletten Einschübe wahlweise sowohl für das eine als auch für das andere Meßverfahren eingesetzt werden. Die Speisung der Geber erfolgt asymmetrisch.

Jeder Einschub einer Eingangsstufe enthält die notwendigen Abgleichelemente für die Wirk- und Blindkomponente des angeschlossenen Gebers, außerdem einen Stufenschalter zum Einstellen der erforderlichen Empfindlichkeit sowie zwei Eichasten „0“ und „+“. Der Eichsprung ist somit an den Eingang gegeben. Seine Amplitude wird mit dem Empfindlichkeits-Wahlschalter entsprechend der jeweiligen Eingangsempfindlichkeit umgeschaltet. Durch diese Anordnung erhält man bei allen Stellungen des Schalters am Ausgang immer die gleiche Stromamplitude.

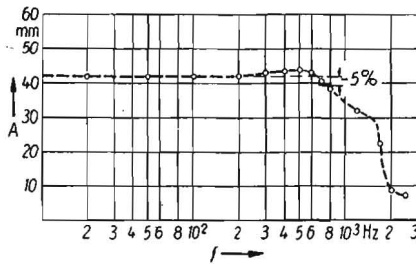


Bild 2. Frequenzcharakteristik des gesamten Meßweges einschließlich Schleife

Jeder Kanal besitzt eine Regelmöglichkeit für die Gesamtverstärkung, die mit einem Schraubenzieher eingestellt werden kann. Im gleichen Gehäuse ist außer den drei Einschüben für die Meßkanäle noch ein vierter untergebracht, der ein Kontrollinstrument enthält. Mit diesem kann der Nullabgleich für jeden Meßweg vorgenommen werden.

Der zweite Teil des Meßverstärkers besteht aus den Endstufen, die ebenfalls wieder in Form von Einschüben in einem Gehäuse mit den gleichen geometrischen Abmessungen wie das erste untergebracht sind. Jeder der drei Einschübe enthält die Endstufen der Verstärker, den Diskriminator und das Tiefpaßfilter. Im vierten Einschub ist der für alle drei Kanäle gemeinsame Generator für die Trägerfrequenz untergebracht (Bild 2).

Der Ausgang liefert 5 mA an 5 Ohm, ist also sowohl für den Anschluß eines Anzeigeapparates als auch einer Meßschleife geeignet, beispielsweise für die Meßschleife MST 5 vom VEB Meßgerätewerk Zwönitz. Die Schleife ist in diesem Falle voll ausgesteuert. Bei  $\approx 12$  mA entsteht eine Strombegrenzung, die einen Schutz vor Überlastung auch bei Beschädigung des Gebers gewährleistet.

Der Stromverbrauch des gesamten Gerätes beträgt nur 200 mA. Davon entfallen auf den Eingangsteil 75 und auf den Ausgangsteil 125 mA. Auf Grund dieses geringen Bedarfs von weniger als 2 W können für den Betrieb kleine Bleisammler mit einer Kapazität von rund 2,5 Ah benutzt werden. Diese Tatsache ist besonders bei einem mobilen Einsatz im Gelände von großer Bedeutung, denn es brauchen weder große und schwere Batterien noch ein Notstromaggregat mitgenommen zu werden. Ein Bleisammler o. a. Kapazität reicht bei 20-prozentiger Sicherheit für eine Betriebszeit von rund 10 h. Ein gleichwertiges aber mit Röhren bestücktes Gerät würde an Stelle der 2 W  $\approx 150$  W benötigen.

Anläßlich der Landwirtschaftsausstellung 1959 in Leipzig-Markkleeberg wurde der Meßverstärker in der Halle der agrarwissenschaftlichen Meßgeräte erstmalig ausgestellt. Er fand bei den Inter-

essenzen große Beachtung und wurde von der Ausstellungsleitung auf Grund seiner guten Eigenschaften mit einer Goldmedaille ausgezeichnet. Im Anschluß an die Ausstellung wurde er verschiedenen Fachkreisen zur Beurteilung vorgestellt. Auch hier wurde er vorbehaltlos anerkannt.

Vom Institut für Landtechnik wird das Gerät seit Herbst 1960 eingesetzt, vornehmlich bei Schwingungsuntersuchungen an Schleppersitzen auf einer Hindernisbahn.

Trotz der laufenden und starken Beanspruchungen traten bis zum heutigen Tage keinerlei Mängel bzw. Störungen auf, so daß das Gerät als funktions sicher angesehen werden kann (Bild 3).



Bild 3. Schwingungsmessungen an Schleppersitzen. Grundplatte mit Beschleunigungsgebern zur Messung der Beschleunigung in drei Richtungen auf dem Rücken des Schlepperfahrers. Auf dem Kotflügel des Schleppers die Eingangsstufe des Gerätes, auf dem nebenherfahrenden Fahrzeug Ausgangsstufe und Oszillografen als Schreiber. Verbindung zwischen Ein- und Ausgang durch Kabel

Der Vollständigkeit halber sollen noch die technischen Daten des Gerätes angegeben werden:

Anzahl der Kanäle:	3
Verwendbare Meßwandler:	Differentialtransformator bzw. Dehnungsmeßstreifen (120 Ohm)
Speisung der Geber:	Differentialtransformator: 1,09 V / 70 Ohm, Dehnungsmeßstreifen: 1,4 V / 120 Ohm
Trägerfrequenz:	3 kHz $\pm 2\%$
Meßgenauigkeit:	$\pm 1\%$
Meßbereiche:	5 einstellbare Stufen
Max. Empfindlichkeit:	Mit Vorstufe für Differentialtransformator: $\frac{\Delta E}{E} = 10^{-3}$ , mit Vorstufe für Widerstandsgeber: $\frac{\Delta R}{R} = 0,5 \cdot 10^{-3}$ bei einem aktiven Dehnungsmeßstreifen
Frequenzbereich:	0 ... 750 Hz bei $-0,5$ db,
mit Meßschleife MST 5	0 ... 850 Hz bei $-1,0$ db, 0 ... 1450 Hz bei $-3,0$ db,
Überschwingen:	$< 1\%$
Stromversorgung für Vorstufen:	Batterie 8 V $\pm 10\%$ , 75 mA
Stromversorgung für Endstufen:	Batterie 9 V $\pm 10\%$ , 125 mA
Gesamte Leistungsaufnahme:	10% Spannungsänderung bewirken eine Anzeigeänderung von 0,9% bei Meßbereitschaft aller drei Kanäle. 0,2 A; 1,6 W
Umgebungstemperatur:	0 ... 50 °C
Verwendete Transistoren:	7 $\times$ OC 812 20 $\times$ OC 816

Auf Grund der guten Erfahrungen mit diesem Gerät befindet sich z. Z. ein 8-Kanal-Meßverstärker im Bau, der gegenüber dem ersten Gerät noch einige Verbesserungen aufweisen wird. Ein mit Transistoren bestückter Trägerfrequenz-Meßverstärker wird nicht nur auf dem Sektor der Landtechnik, sondern auf dem gesamten Gebiet der Meßtechnik benötigt, wenn mechanische Größen elektrisch gemessen werden sollen und schwierige Einsatzverhältnisse an Maschinen und Geräten außerhalb eines Labors vorliegen. Da ein derartiger Verstärker in der DDR noch nicht gefertigt wird, ergibt sich für die in Frage kommende Industrie die lohnende Aufgabe, mit der Entwicklung und dem Bau möglichst bald zu beginnen. Eine weitere Verbesserung, die zudem einer industriellen Fertigung entgegenkommt, würde in der Verwendung von gedruckten Schaltungen zu sehen sein<sup>1)</sup>.

A 4619

<sup>1)</sup> Wie wir erfahren, wird der Meßverstärker z. Z. in kleinen Serien von der PGH Radio und Fernsehen Freiberg/Sachsen, Korgasse 3, angefertigt. Die Red.