



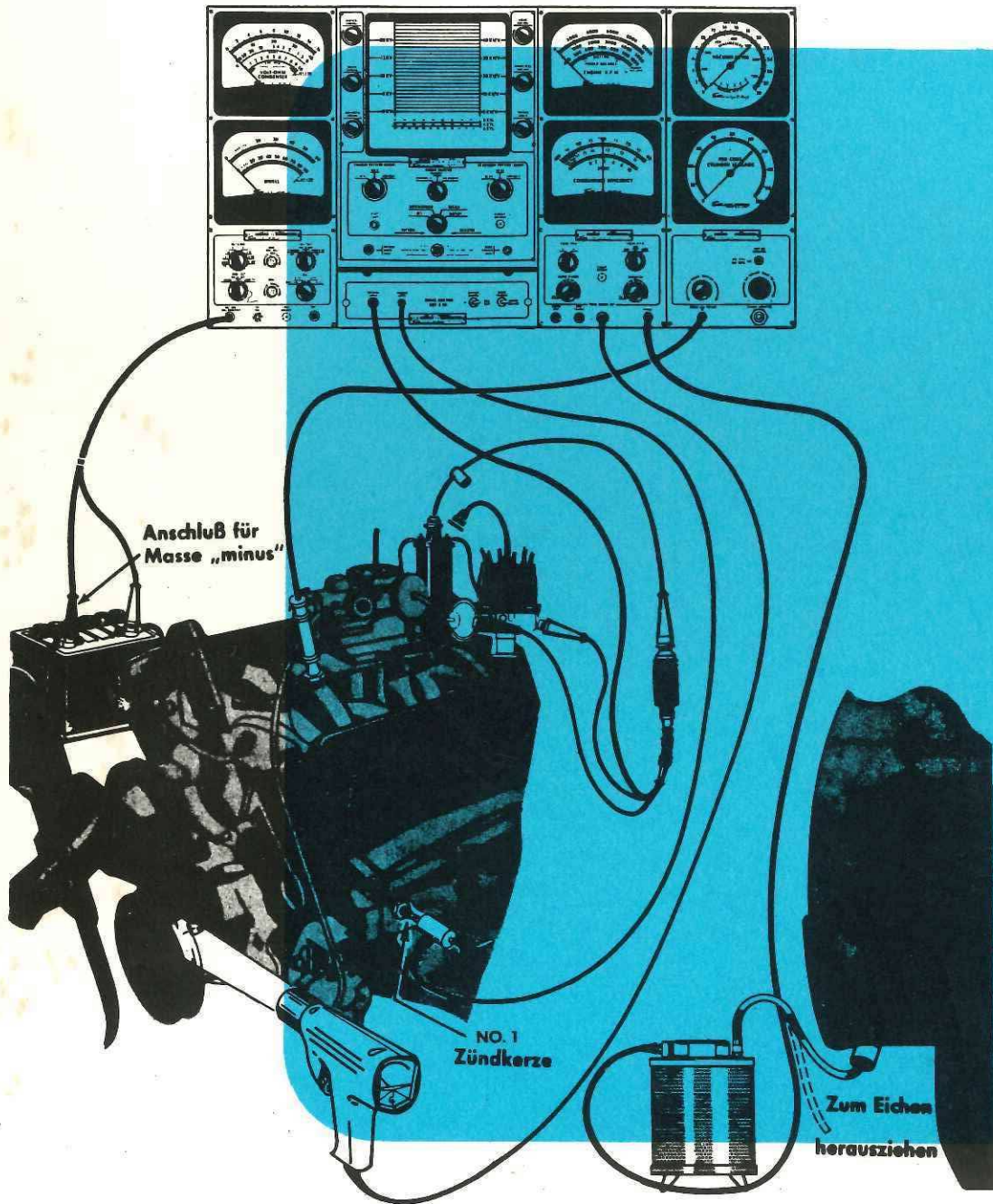
Quer

schnitt

# Auto-Reparaturanleitung

mit Maß- und Einstelltabelle für:

## Moderne Testmethoden



Lehr- und  
Nachschlagwerk

Herausgeber  
Verlag  
A. Bucheli Zug  
Schweiz

# Querschnitt durch die Autotechnik

# 152

---

## Inhaltsübersicht

Seite

1	Allgemeines
7	Autotests und Testgeräte
7 – 14	Beleuchtungseinrichtungen
14 – 15	Sichtkontrollen im Motorraum beim Testen
16 – 19	Batterien und Starteranlagen
29 – 26	Stromerzeuger-Anlagen
26 – 34	Motor-Tests
34 – 47	Zündungs-Tests
47 – 63	Zündungszillographen-Test
63 – 72	Abgas-Tester
72	Leistungs- und Bremsprüfstände
und 3. Umschlag-Seite	

Herausgeber: Verlag A. Bucheli, Zug/Schweiz

2. 70

Nachdruck und Bildwiedergabe, auch auszugsweise,  
verboten

Die in diesem Buch enthaltenen Ratschläge werden nach bestem Wissen  
und Gewissen erteilt, jedoch unter Ausschluß jeglicher Haftung.

**Alleinauslieferung für die Bundesrepublik Deutschland:**  
**Motorbuch-Verlag GmbH, Stuttgart 1**  
Böblinger Straße 18, Postfach 1370

**Alleinauslieferung für Österreich:**  
**Buchhandlung H. Godai, Wien XV**  
Mariahilferstraße 169

**Alleinauslieferung für Dänemark:**  
**Buchhandlung Jul. Gjellerup, Kopenhagen**  
Solvgade 87

**Alleinauslieferung für die Niederlande:**  
**Technische Buchhandlung H. Stam, Heemstede**  
Kanaalweg 1

---

# Moderne Testmethoden

## Vorwort

Die vorliegende Ausgabe der Schriftenreihe «Querschnitt durch die Autotechnik» behandelt Test und Prüfung von: Beleuchtungsanlagen, Stromerzeugungsanlagen, Motoren und Zündanlagen von Automobilen. Es soll die Ausgaben 124 «Moderne Stromerzeugeranlagen» und 140 «Moderne Zündanlagen» ergänzen. Damit entspreche ich zugleich den mir vom Verlag Bucheli weitergegebenen Leserwünschen.

**Der 1. Teil** ist eine allgemeine Einführung, der Sinn und Aufgabe des Testens beschreibt. Dabei wird grundsätzlich auf Testarten, Testwerte und Testprogramme eingegangen.

**Im 2. Teil** wird das Prüfen und Testen von Beleuchtungseinrichtungen beschrieben. Dabei wird auch die Anleitung zur Lokalisierung der Fehlerursachen wie Spannungsabfall, Unterbrechung und Masseschluß gegeben. Die Scheinwerfereinstellung und die Bedienung von Scheinwerfereinstellgeräten ist ein wesentlicher Abschnitt dieses Teiles.

**Im 3. Teil** wird auf Sichtkontrollen im Motorraume eingegangen, die unnötige Messungen, Fehltests und Reklamationen verursachen können.

**Im 4. Teil** wird das Testen von Batterien und Starteranlagen mit den verschiedenen Geräten beschrieben. Auch hier wird auf die Lokalisierung der durch Grundtests festgestellter Fehler, durch besondere Messungen eingegangen.

**Im 5. Teil** wird das Testen von Stromerzeugeranlagen mit einfachen Mitteln und mit speziellen Generator-testern beschrieben. Dabei wird auch der Eigenart von Alternatoren entsprochen.

**Der 6. Teil** umfaßt alle Motor-Tests. So wird der Ansaug-Unterdrucktest, Vergasereinstellung, Auspendeln von Motoren, Kraftstoffpumpentest, Kompressionstest und Druckverlusttest beschrieben.

**Der 7. Teil** enthält die gängigen Zündungstests. Teste von Zündkerzen, Zündanlage, Zündleistung, Schließwinkel, Zündeneinstellung und Zündversteller werden ausführlich beschrieben.

**Beim 8. Teil**, dem Zündoszillographen-Test, wird besonderer Wert auf die Deutung der in diesem Bericht vorkommenden Fachausdrücke gelegt. Außerdem soll eine grundsätzliche Erklärung der Vorgänge, die sich in der Zündanlage und im Oszillographen abspielen, das Verständnis für die Störungsanzeigen erleichtern. Daran anschließend werden alle möglichen Störungsanzeigen in den Oszillographen-Schaubildern erklärt. Zu diesem Zwecke ist dieser Abschnitt reichlich bebildert.

**Im 9. Teil** «Abgastester» werden die verschiedenen Verfahren, also Wärmeleit-, Wärmetönungs- und Infrarot-Verfahren mit Vorteilen und Nachteilen beschrieben. Im Anschluß daran werden die vorschriftsmäßigen Messungen erklärt.

**Im 10. Teil** werden Hinweise auf Leistungs- und Bremsenprüfstände für Automobile gegeben, und hierbei deren Möglichkeiten aufgezeigt.

Ich hoffe, daß es mir gelungen ist in kurzer Form ein größtmögliches Maß von Wissen zu vermitteln. An dieser Stelle möchte ich auch den Firmen, und insbesondere der Firma Bosch danken, daß sie mir für diesen Zweck Abbildungen und Bedienungsanweisungen überlassen haben.

Fachlehrer der Meisterlehrwerkstatt  
für das Kraftfahrzeughandwerk  
Bruno Kierdorf

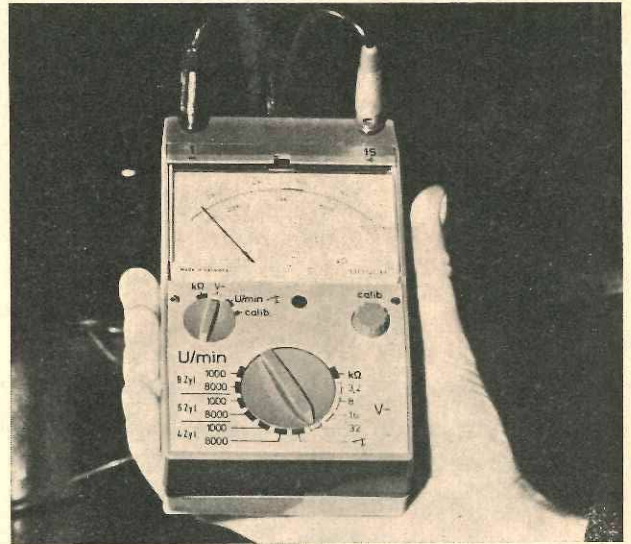
## 1. Autotest und Testgeräte

Die Wirtschaftlichkeit, Leistung und Komfort moderner Automobile bedingt ein Ausschöpfen fast aller zur Zeit gegebenen technischen Möglichkeiten. Um dieses zu erreichen sind nicht nur die Motoren selber, sondern auch Zündanlagen, Vergaser, Generatoren und andere Geräte präziser und aufwendiger geworden. Die Kenntnisse aller chemischen, physikalisch-technischen und elektronischen Vorgänge bei der Funktion aller dieser Bauteile würden den normalen Autofachmann überfordern. Eine sachgemäße Prüfung und Reparatur dieser Anlagen erfordert Spezialisten, die über spezielle Maschinen und Meßgeräte verfügen. Darum ist es allgemein üblich, als defekt erkannte Geräte durch von Spezialwerkstätten instandgesetzte auszutauschen (Bild 1).

Die Vielzahl der komplizierten Apparate erschwert es auch festzustellen, welches Gerät



**Bild 1** Bosch-Kombinations-Prüfstand EFAW 240 für Starter, Generatoren und Zündanlagen



**Bild 2** Der Bosch-Minitester EFAW 226. Vereint Voltmeter, Ohmmeter, Drehzahlmesser und Schließwinkelmesser in einem kleinen handlichen Gerät

durch Defekt oder Fehlfunktion beobachtete Mängel verursacht. Es ist ohne besondere Mittel nicht möglich, die Funktion aller dieser Geräte im Rahmen einer allgemeinen Durchsicht zu prüfen. Die Diagnose der Ursache von Mängeln erfordert meist mehr Fachwissen und Erfahrung, als das Beheben des festgestellten Fehlers. Darum hat die alte Erfahrung, daß das «Gewußt wo» schwieriger ist als die Reparatur selber, insbesondere bei modernen Automobilen Gültigkeit. Derartige Diagnosen erfordern neben der Sachkenntnis Prüfgeräte, die ein Messen und Prüfen von Funktionen im Auto eingebauter Anlagen ermöglichen.

Um die Diagnose der Fehlerursachen und die allgemeine Prüfung von Automobilen schneller und sicherer zu ermöglichen, wurden Testgeräte entwickelt. Diese Testgeräte sollen bei möglichst einfacher Bedienung, ein möglichst schnelles und sicheres Feststellen von Fehlerquellen ermöglichen. Wie bei allen technischen Dingen, so sind bei der Entwicklung von Testern und Testprogrammen jeweils mehrere Lösungen möglich. Der Preis und die Wirtschaftlichkeit ist dabei eine der wesentlichsten Grundlagen. Darum sind Testgeräte immer ein Kompromiß zwischen technischer Vollkommenheit und Wirtschaftlichkeit. Einfachere Testgeräte für Einzeltests erfordern mehr Arbeitsaufwand und Sachkenntnisse wie Kompakttester, die bei einmaligen Anschluß

# BOSCH MOTOR-TEST

Name: A. Kellermann  
 Adr.: Steg, Römarstr. 61a  
 Fahrzeug: Rekord Sprint Baujahr: 67  
 Pol. Kennz.: 5-XP 132 Km: 38 510  
 getestet am: \_\_\_\_\_  
 von: \_\_\_\_\_

ZEICHENERKLÄRUNG  
 gut  schlecht Sollwert Istwert

**1 Spannung an der Zündspule**  
 bei ZS-Ruhestrom 11,0 V  
 beim Anlassen 9,9 V

**2 Schließwinkel** 47-53 Grad  
 Sichtprüfung des Zündverteilers

**3 Zündeneinstellung**  
 Zündzeitpunkt-Einstellung 0 0 \*KW  
 Ende 210-230 mm Hg

**FLIEHKRAFTVERSTELLUNG** **UNTERDRUCKVERSTELLUNG**  
 Motor: Drehzahl 800 U/min Bereich  
 1-11 \*KW 10,5-15,5 \*KW  
 Drehzahl: 1000 Beginn 80-140 mm Hg  
 9-19 \*KW  
 Drehzahl: 2000 Überprüfung  
 19-25 \*KW  
 Drehzahl: 3000  
 27-33 \*KW  
 Drehzahl: 3700  
 33-39 \*KW  
 Drehzahl: \_\_\_\_\_ Ende  
 \*KW 210-230 mm Hg

**4 Abgas-Test**  
 Leerlauf-Gemischeinstellung 8 Vol. % CO  
 Funktion der Beschleunigerpumpe    
 Kontrolle über ges. Drehzahlbereich

# 5 Zündungs-Test mit Oszillograph

Zündspannungen bei 2000 U/min  
 Kondensator-Reihenwiderstand  
 Brennspannung: Funkendauer  
 Entstörwiderstände  
 Kondensator-Isolation  
 Schließabschnitt: Kontakte  
 Zündspule  
 Zündspulenspannung ohne Belastung  
 Hochspannungs-Isolation  
 Zündkerzen-Test max. Zündspannung  
 Nockenverzerrung beim Beschleunigen

**6 Leerlaufdrehzahl**  
 einstellen 950-1000 U/min

**LEISTUNGSTEST**  
 bei ... km/std im. Gang  
 bei ... km/std im. Gang

# TEST: ELEKTRISCHE ANLAGE

**1 Starter und Batterie**  
 bei blockiertem Motor 7 V  
280-320 A  
**2 Generator und Regler**  
 Keilriemenspannung  
 Regulierspannung ohne Belastung  
 mit Belastung 13,9-14,8 V  
 Stromreglereinsatz warm  
 kalt 28-30 A  
 Strom bei Belastung  
 Einschaltspannung  
 Rückstrom

**BELEUCHTUNGSANLAGE**  
 Beanstandungen und Bemerkungen siehe Rückseite  
 Prüfblock VDT-UAF 105/3 (1.68)

# BOSCH MOTOR-TEST

Name: A. Kellermann  
 Adr.: Steg, Römarstr. 61a  
 Fahrzeug: Rekord Sprint Baujahr: 67  
 Pol. Kennz.: 5-XP 132 Km: 38 510  
 getestet am: 21.3.68  
 von: \_\_\_\_\_

ZEICHENERKLÄRUNG  
 gut  schlecht Sollwert Istwert

**1 Spannung an der Zündspule**  
 bei ZS-Ruhestrom 11,0 11,2 V  
 beim Anlassen 9,9 10,0 V

**2 Schließwinkel** 47-53 42 Grad  
 Sichtprüfung des Zündverteilers

**3 Zündeneinstellung**  
 Zündzeitpunkt-Einstellung 0 0 \*KW  
 Ende 210-230 mm Hg

**FLIEHKRAFTVERSTELLUNG** **UNTERDRUCKVERSTELLUNG**  
 Motor: Drehzahl 800 U/min Bereich  
 1-11 9 \*KW 10,5-15,5 8,0 \*KW  
 Drehzahl: 1000 Beginn 80-140 mm Hg  
 9-19 12 \*KW  
 Drehzahl: 2000 Überprüfung  
 19-25 23 \*KW  
 Drehzahl: 3000  
 27-33 29 \*KW  
 Drehzahl: 3700  
 33-39 35 \*KW  
 Drehzahl: \_\_\_\_\_ Ende  
 \*KW 210-230 180 mm Hg

**4 Abgas-Test**  
 Leerlauf-Gemischeinstellung 8 4,5 Vol. % CO  
 Funktion der Beschleunigerpumpe    
 Kontrolle über ges. Drehzahlbereich

# 5 Zündungs-Test mit Oszillograph

Zündspannungen bei 2000 U/min  
 Kondensator-Reihenwiderstand  
 Brennspannung: Funkendauer  
 Entstörwiderstände  
 Kondensator-Isolation  
 Schließabschnitt: Kontakte  
 Zündspule  
 Zündspulenspannung ohne Belastung  
 Hochspannungs-Isolation  
 Zündkerzen-Test max. Zündspannung  
 Nockenverzerrung beim Beschleunigen

**6 Leerlaufdrehzahl**  
 einstellen 950-1000 1000 U/min

**LEISTUNGSTEST**  
 bei ... km/std im. Gang  
 bei ... km/std im. Gang

# TEST: ELEKTRISCHE ANLAGE

**1 Starter und Batterie**  
 bei blockiertem Motor 7 7,5 V  
280-320 350 A  
**2 Generator und Regler**  
 Keilriemenspannung    
 Regulierspannung ohne Belastung  
 mit Belastung 13,9-14,8 14,2 V  
 Stromreglereinsatz warm  
 kalt 28-30 28 A  
 Strom bei Belastung  
 Einschaltspannung  
 Rückstrom

**BELEUCHTUNGSANLAGE**  
 Beanstandungen und Bemerkungen siehe Rückseite  
 Prüfblock VDT-UAF 105/3 (1.68)

## Tafel I

VDT-T- OPE 1,9/5-1 (7.68)

Rekord Sprint  
 Adam Opel AG  
 Rüsselsheim  
 19 H L / 9,5 l l  
 1,877 / 4 / 106  
 9.67

1 mm = 0.0394 in  
 1 g = 0.0354 oz.  
 1 kg/cm<sup>2</sup> = 14.22 psi  
 1 km/h = 0.621 m.p.h.  
 10 l/100 km = 23.5 ml/US gal.  
 28.2 ml/imp. gal.

Bemerkungen:

## BOSCH TESTWERTE

Fahrzeug-Typ  
 Hersteller  
 Motor-Typ | Verdichtung  
 Liter | Zylinder | PS  
 Baujahr ab | Änderungen ab

**1** Spannung an Klemme 15  
 bei ZS-Ruhestrom  
 beim Starten  
 Primärwiderstand bei 20° C  
 Funkenlänge  
 Zündspannung bei Belastung

**2** Schließwinkel  
 Kontaktschließung  
 Kontaktdruck  
 Kondensator-Kapazität  
 Isolationswiderstand  
 Reihenwiderstand

**3** Zündfolge  
 Zylinder l  
 Bewegliche Zündzeitpunkt-Marke  
 befindet sich  
 Feste Zündzeitpunktmarke  
 befindet sich  
 Zündzeitpunkt-Einstellung vor/nach OT  
 Fliehkraftverstellung mit/ohne Grundeinstellung  
 Motor-drehzahl/Verstellung  
 Unterdruckverstellung

**4** Abgas-Test  
 Vol.% CO Leerlauf-Gemischeinstellung

**6** U/min Leerlaufdrehzahl

Zündkerzen  
 Elektrodenabstand

Batterie Typ 12 V 44 Ah  
 Starter Typ 0 001 208 023  
 EP (R) 12 V 0,8 PS  
 Spannung beim Starten mind. V 9  
 bei blockiertem Motor { Spannung mind. V 1 7  
 Strom A 280 - 320

Generator Typ 0 120 400 621  
 K1 (R) 14V 35A 20  
 \*0.190.600.006  
 AD 1/18 V \* Testen des Spannungsreglers!

Regler Typ 2  
 Regulierspannung ohne Belastung V 13,9 - 14,8 Voltmeter an Bt und D-anschießen, Amperemeter in die Ladeleitung, Belastungswiderstand  
 Regulierspannung mit Belastung warm A  
 Stromreglereinsatz kalt A 28 - 30  
 Strom bei Belastung V  
 Einschaltspannung A  
 Rückstrom A

Kraftstoffpumpe Typ Membranpumpe  
 Förderdruck atü 0,20 - 0,22  
 Vergaser Typ 2 x Weber  
 40 DFO

Luffrichter K 32  
 Hauptdüse Gg 150  
 Lufftkorrekturdüse g 190  
 Leerlaufdüse o 50  
 Leerlaufluftdüse u 130  
 Schwimmermodelventil u 150  
 Dichttring für SNV  
 Schwimmer F 11  
 Beschleuniger-Pumpe cm<sup>3</sup>/Hub  
 Einspritzrohr  
 Schwimmerstand mm 5,5 - 6,0  
 Mischrohr F 2

Unterdruck im Ansaugrohr mm Hg  
 bei U/min

Leistungsmerkmale  
 Radleistung bei Prüfgeschwindigkeit PS  
 im Gang km/h

Achswerte (in° und ) bei Belastung Kg  
 Spur vorn | hinten Grad  
 Sturz vorn | hinten Grad  
 Nachlauf Grad  
 Spurdifferenzwinkel Grad

Motor-/Fahrzeugdaten  
 Kompression atü  
 Ventilspiel Einlaß | Auslaß (warm | kalt) mm 0,3 / 0,3  
 Übersetzung Generator/Kurbelwelle l 1,6  
 1.2 | 3.4 | 5. Gang  
 bei U/min KW  
 0 ... 80 km/h | 0 ... 100 km/h sec 8,0 / 12,5  
 Kraftstoffnormverbrauch (DIN 70030) ltr./100 km 10,2

von wenigen Meßleitungen ein Testen aller wichtigen Bauteile des Automobils in kurzer Zeit ermöglichen (Bild 2 und 3). In jedem Falle erfordert ein einwandfreies Testergebnis Sorgfalt und Können des die Tester bedienenden Personals. Darum legen die Hersteller von Testern auf die Auswahl und Schulung entsprechender Fachkräfte großen Wert. Denn das beste Testgerät kann bei falscher Bedienung kein einwandfreies Ergebnis bringen. Ein einwandfreies Test-Ergebnis setzt außerdem voraus, daß neben den Meßergebnissen auch Sichtkontrollen zur Diagnose genutzt werden. Spezielle Tests, so zum Beispiel der elektronisch gesteuerten Einspritzanlagen, erfordern spezielle Testeinrichtungen und entsprechende Kenntnisse (Bild 4).

Testprogramme werden je nach Testeinrichtungen, Fahrzeug und Aufgabestellung in verschiedener Reihenfolge der einzelnen Messungen ausgearbeitet. Darum kann deshalb keine allgemeingültige Richtlinie gegeben werden. Trotzdem setzt oft eine Messung voraus, daß vordem eine andere ausgeführt ist. Weil die meisten Motortests bei betriebswarmem Motor erfolgen sollen, kann man zum Beispiel die Zeit zum Warmlaufen zur Prüfung der Beleuchtungsanlage und zu Sichtkontrollen nutzen. Folgende Reihenfolge der Tests erweist sich dann als zweckmäßig:

1. Beleuchtungs- und Signalanlage
2. Sichtkontrollen im Motorraum
3. Batterie und Starter
4. Generator-Grundtest
5. Zündung
6. Motor
7. Kraftstoffpumpe
8. Abgastest

**Generelle Generator-Tests** wird man nur dann vornehmen, wenn der Generator-Grundtest oder festgestellte Mängel, Schäden vermuten lassen. Hierzu sind besondere Testgeräte erforderlich.

**Zündoszillographen** ermöglichen meist neben der Prüfung von Zündanlagen auch in gewissem Umfange Motor- und Generator-Tests. Dabei ist es oft zweckmäßig die Reihenfolge der Einzeltests zu ändern.

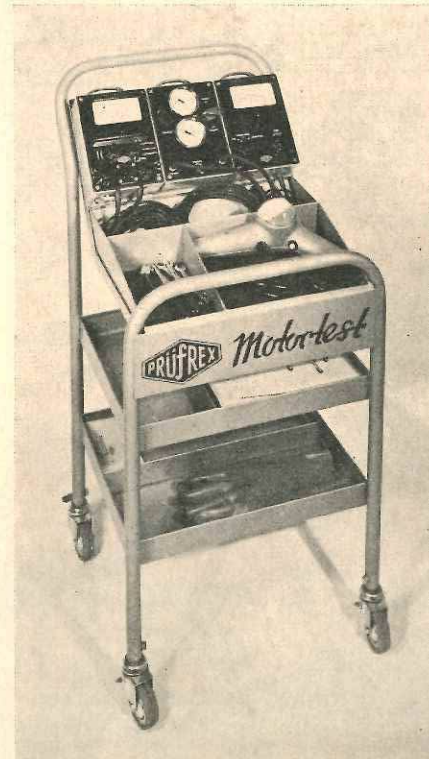


Bild 3 Prüfrex-Bausteincombination für Zündung und Vergaser

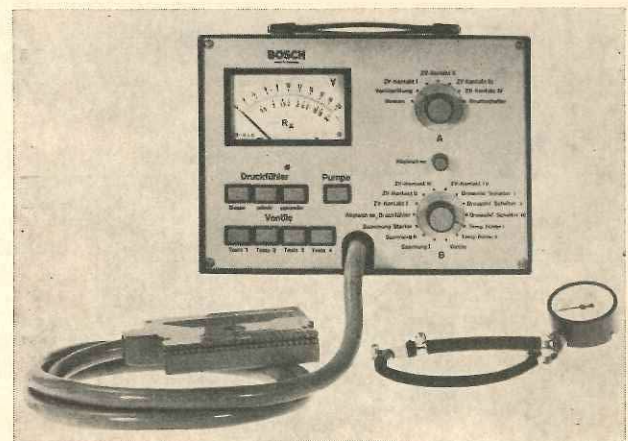


Bild 4 Bosch-Prüfgerät EFAW 228 für elektronisch gesteuerte Einspritzanlagen

**Kompakttestgeräte** ermöglichen es die Tests nach einmaligem Anschluß von Prüfkabeln vorzunehmen. Je nach Gerät wird die Reihenfolge der Tests vom Hersteller in Programmen je nach gestellter Aufgabe festgelegt (Bild 5).

**Leistungsprüfstände** bei denen abbremsbare Rollen durch die Antriebsräder des Automobils angetrieben werden, ermöglichen nicht nur das

Name	Marke	Jahrgang	Datum
Adresse	Modell	km	Testleiter
Ort	A entspricht den Werk- und Fahrnormen		B ungenügend muss repariert, ersetzt oder eingestellt werden
Tel.	A B	A B	Station 3 A B

Station 1		A B		Station 3		A B	
1	Kontrollschild	33	Kondensator	58	Handbremsbetätigung	88	Kurvenstabilisatorgummis
2	Chassis Nr.	34	Zündspulenpolarität	59	Lenkungsspiel	89	Vorderradaufhängung l. r.
3	Kupplung Funktion schleift rupft	35	Zündkerzen	60	Spiel Aufhängung vorn links	90	Vorderfedern l. r.
4	Kupplungsspiel zuwenig, viel	36	Zündkabel	61	Spiel Aufhängung vorn rechts	91	Stossdämpfer l. r.
5	Scheibenwischer richten, Spiel, Gum, l. r.	37	Zündfunkenspannung		Soll	92	Lenkung Ölverlust
6	Scheibendusche l. r. verstopft, leer	38	Dynamische Kompression	62	Sturz links	93	Lenkgestänge
7	Hupe		Zylinder 1 2 3 4 5 6 7 8	63	Sturz rechts	94	Umlenkarm
8	Rückspiegel i. a. blind, lose	39	Abgasanalyse Vollast	64	Spur	95	Lenkungsdämpfer
9	Motor Sauberkeit	40	Abgasanalyse Leerlauf	65	Blinkerrückstellung	96	Motoraufhängung
10	Kühler Zustand, Deckel	41	Leerlauf einstellen	66	Lichtlupe	97	Motorölverlust unten
11	Wasserverlust	42	Maximal Strassen PS	67	Scheinwerfereinstellung links	98	Getriebeaufhängung
12	Kühlerschläuche		bei etwa 90 km/h	68	Scheinwerfereinstellung rechts	99	Getriebeölverlust
13	Heizungsschläuche	43	Vibration in Kraftübertragung	69	Scheinwerfer Lux links	100	Schaltgestänge
14	Schläuche der Gemischvorwärmung	44	Automatisches Getriebe	70	Scheinwerfer Lux rechts	101	Kupplungsbetätigung
15	Benzinleitungen	45	Getriebebeschaltung	71	Birnen l. r.	102	Bremsschläuche / Leitungen
16	Ventilatorriemen	46	Geräusche	72	Nebellampen l. r.	103	Ölverlust Bremse
17	Ventilatorriemenspannung	47	Sammelrohrdichtung	73	Weitstrahler l. r.	104	Ölverlust Kupplungsbetätigung
18	Motorölverlust oben			74	Nebellampen / Weitstrahlerschaltung	105	Handbremsseile
19	Bremsölstand			75	Reflektoren	106	Übertragungsgelenke
20	Kupplungs- / Automatlöstand			76	Stadtlicht l. r.	107	Auspuffanlage Original
21	Motorölstand			77	Blinker vorn l. r.	108	Auspuff vorn hinten
22	Brems- / Kupplungshauptzylinder			78	Blinker hinten l. r.	108	Auspuffrohre / Aufhängung
23	Kupplungsaufnahmezylinder	48	Bei effektiv 60 km/h zeigt Ihr Tacho km/h an	79	Schlusslicht l. r.	110	Benzinleitung
24	Batteriewasser	49	Bremsen vorn normal l. r.	80	Stoplicht l. r.	111	Benzintank
25	Batterieklemmen	50	Bremsen vorn Vollbremsung l. r.	81	Nummerbeleuchtung l. r.	112	Hinterradaufhängung l. r.
26	Anlassspannung	51	Bremsen vorn lösen l. r.	82	Rückfahrlicht l. r.	113	Hinterfedern l. r.
27	Kontaktwiederstand	52	Bremsen hinten normal l. r.	83	Rückfahrlichtschaltung	114	Stossdämpfer l. r.
28	Ladespannung	53	Bremsen hinten Vollbremsung l. r.	84	Zustand der Gläser	115	Hinterachse Ölverlust
29	Zündzeitpunkt	54	Bremsen hinten lösen l. r.	85	Sattlarbeiten	116	Wagenunterseite Zustand
30	stroboskopisch	55	Fussbremse Pedalweg	86	Karosserie	117	Pneus vorn l. r. mm
31	Zündverstellung V. Z.	56	Bremsklötze / Beläge vorn / hinten	87	Türschweller	118	Pneus hinten l. r. mm
32	Verteilerzustand	57	Handbremse			119	Felgen Zustand
						120	Malerarbeiten

DIAGNOSTIC-CENTER

für alle Fabrikate

Fabrikat		Type	Motor-Nummer			
Amtl. Kennz.		Erst-Zulassung	Km. Stand			
G = gut      A = gerade ausreichend      S = schlecht						
Reifen:	Reifendruck, vorn <input type="checkbox"/> stü	G A S	Karosserie - außen	G A S	Motor-Leistungs-Test	G A S
	Reifendruck, hint. <input type="checkbox"/> stü					
Lichtelastellung / Funktion	Fernlicht l. r. Abblendlicht l. r. Standlicht l. r. Schweißlicht l. r. Stopplicht l. r. Kennzeichenleuchte Zusatzscheinwerfer l. r.	G A S	Vorderachse - Lenkung Lenkspiel Spurstangenendstücke Querlenker Radlager-Spiel vorn Radlager-Spiel hin.	G A S	verfügb. Zündspannung } bei Anlasser Schließwinkel } drehzahl Vortzündung - Leerlauf 3000 U/Min. Vortzündung ohne Unterdruck Vortzündung mit Unterdruck Schließwinkelveränderung Zündspulenpolarität Zündspannung Zündspannungswiderstände Unterbrecherfunktion Zündspule und Kondensator Verfügbare Zündspannung Isolatoren Lichtmasch-Regler Ladespannung	G A S
Zusatzbeleuchtung l. Zusatzbeleuchtung r.		G A S	Motorraum-Sichtkontrolle Kühlwasserstand Motor Ölstand u. Dichtheit Batterie-Säurestand Batterie-Säuredichte Bremsflüssigkeitsstand Behälter Scheibenwaschanlage Frostschutzwirkung Kühler, Schläuche - Schellen Kobaltenschlüssel Keilriemen-Zustand-Spannung Sicherungskasten Gestänge - Drosselklappe	G A S	Kupplungsspiel Radstellungs-Test	G A S
Fahrzeug-Sichtkontrolle und Bremsleitungen, Schläuche Bremsanlage, Gestänge, Auspuffanlage						
Bemerkungen:						

Tafel IV

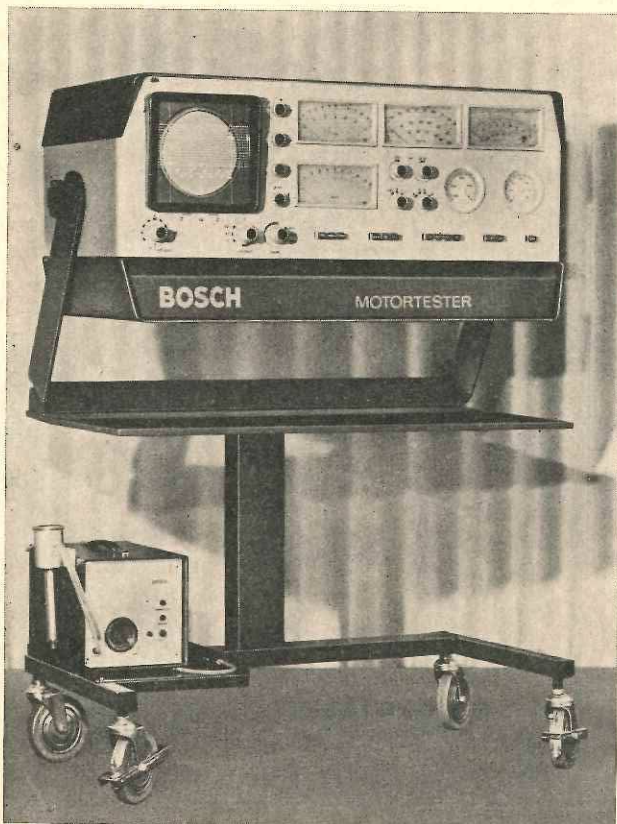


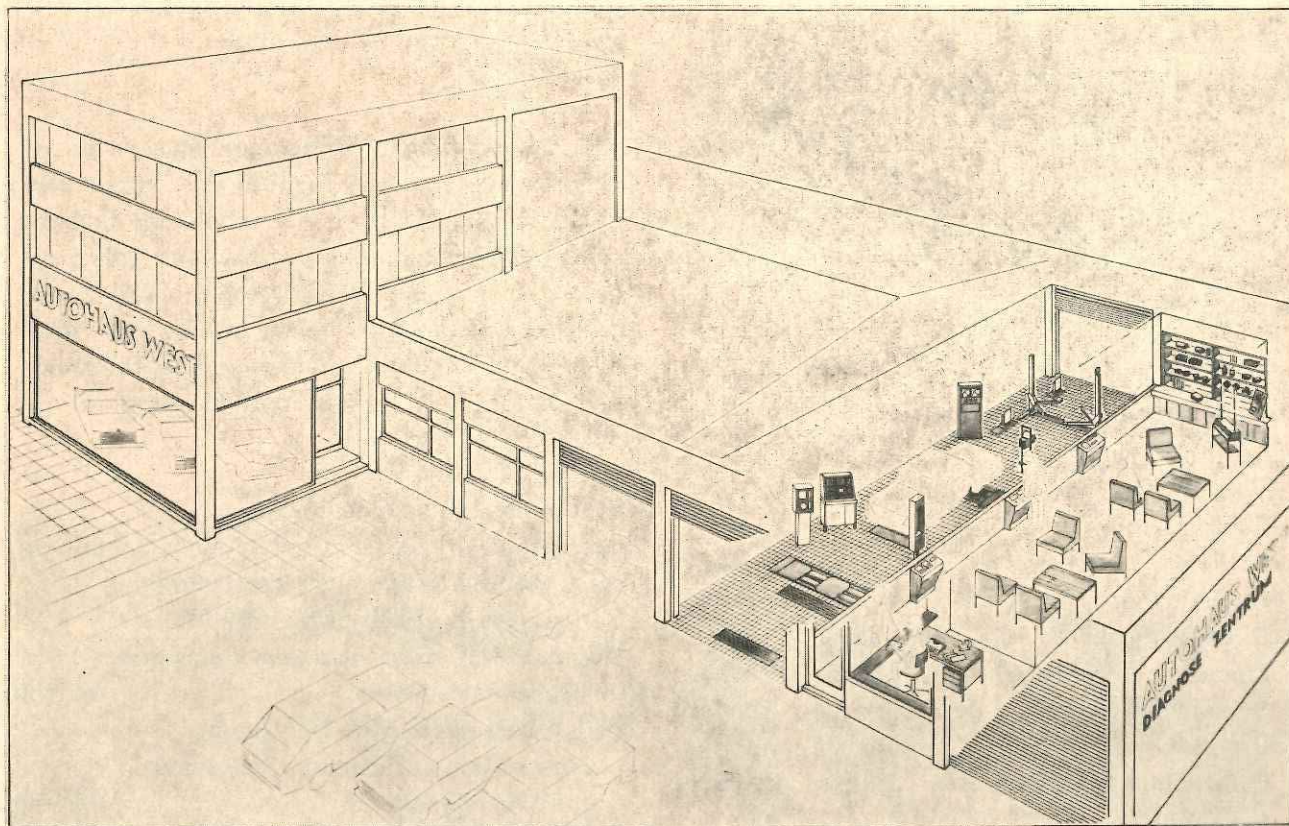
Bild 5 Bosch-Motortester-Kabinett EFAW 214 S 10 mit offenem Fahrgestell, mit Oszillographen (links oben) und Abgastester (links unten)

Messen und Vergleichen der auf die Antriebsräder wirkende Motorleistung, sondern auch Motor-, Abgas- und Zündungstests bei Vollast des Motors. Außerdem ist die Kontrolle von Radlauf, Tachometer und Kraftstoffverbrauch möglich. Die höchste Entwicklungsstufe von derartigen Prüfständen sind Geräte, die jeden Fahrzustand – zum Beispiel Luftwiderstand und Steigung – durch elektronische Steuerung der Bremskraft simulieren und so eine Probefahrt ersparen. Ebenso ist eine Kombination derartigen Geräte mit einem dynamischen Bremsenprüfstand möglich, der die Bremsverzögerung von hoher Geschwindigkeit und die Gleichmäßigkeit der Bremskraft beider Räder einer Achse mißt.

**Diagnosezentren** umfassen neben allen Prüfgeräten für Beleuchtungsanlagen, Zündung, Motor, Leistung und Bremse auch Geräte zur Achsvermessung und Radwuchtmessung. Hier können fast alle wesentlichen Funktionen schnell geprüft werden (Bild 6).

**Computer-Tester** würden nach Anschluß des Testcomputers an einen vom Hersteller des





**Bild 6** Bosch-Vorschlag für ein Diagnose-Zentrum

Diese Form entspricht am meisten der modernen Fließfertigung. Ideale Anlage für reine Diagnose. Hier müssen die Arbeiten am sorgfältigsten abgetastet werden – an jedem Taktstand müssen die Arbeiten so eingeteilt werden, daß die Fahrzeuge gleichzeitig fertig sind und zur nächsten Station vorrücken können.

**Vorteil:** Gradliniger Durchlauf, große Arbeitsgeschwindigkeit, große Kapazität.

**Nachteil:** Reparaturen können hier **nicht** durchgeführt werden, da der Takt nicht gestört werden darf.

Fahrzeugs vorgesehener Stecker und Einfüttern des entsprechenden Testprogrammes, einen automatischen Test ermöglichen und diesen selbsttätig auswerten. Derartige Test-Computer wurden als Probemodelle bereits erprobt. Sie liefern von Bedienungsfehlern nicht beeinflusste zuverlässige Meßergebnisse in kurzer Zeit. Aber auch hier sind zusätzliche Sichtkontrollen durch den Menschen erforderlich, weil der Computer ohne zu hohen Aufwand nur meßbare Daten verarbeiten kann.

Undichtheiten an Kühlsystem, Bremssystem, Auspuff usw. kann er zum Beispiel genau so schlecht feststellen, wie Säurestand der Batterie und Ähnliches. Auch hier muß wie beim normalen Testen ein fachlich geschultes Auge die Messungen ergänzen.

## 2. Testen der Beleuchtungseinrichtungen

Beim Prüfen der Beleuchtungseinrichtungen von Automobilen, genügt nicht die Feststellung, daß diese nach dem Einschalten aufleuchten. Denn ein Teil der Mängel ist nur durch Sichtproben und Wirkungsproben festzustellen.

Sichtproben ermöglichen es defekte Abschlußscheiben, Wasseransammlungen, Verschmutzungen und Rostbildung festzustellen, bevor sie ein Versagen der Lampe bewirken. Blinde und angerostete Scheinwerferreflektoren und durch Schwärzung als verbraucht erkennbare Glühlampen, sollte man erneuern bevor man Wirkungsprüfungen und Einstellungen vornimmt.

Die Testkarte für Beleuchtungseinrichtungen sollte folgende Positionen haben:

## BELEUCHTUNGSEINRICHTUNGEN

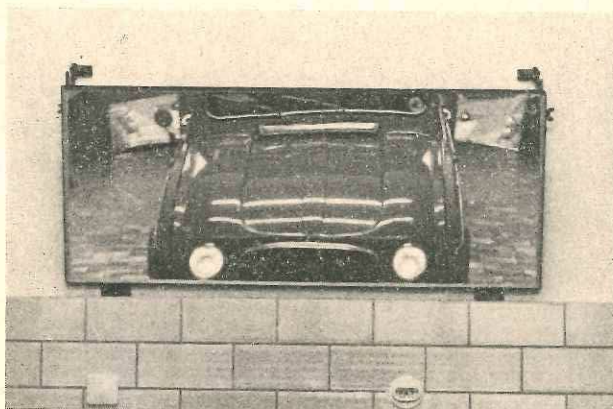


Bild 7 Durch richtig im Testraum angeordnete Spiegel kann die Funktion der vorderen und hinteren Beleuchtungseinrichtungen vom Fahrersitz aus überprüft werden

### 1. Funktion von:

Fernlicht	links	rechts
Abblendlicht	links	rechts
Begrenzungslicht	links	rechts
Zusatzscheinwerfer	links	rechts
Schlußlicht	links	rechts
Bremslicht	links	rechts
Fahrtrichtungsanzeiger	links	rechts
Lichthupe		
Kontroll-Lampen für Generator, Öldruck, Kraftstoff und Temperatur.		
Instrumentenbeleuchtung, Innenbeleuchtung, Türkontakte		
Scheibenwischer und Scheibenwaschanlage, Signalhorn.		

### 2. Prüfen der Einstellung und der Lichtstärke vorn:

Fernlicht	links	rechts
Abblendlicht	links	rechts
Zusatzscheinwerfer	links	rechts
Rückfahrscheinwerfer	links	rechts

### Funktionskontrolle

**Spiegel** erleichtern die Kontrolle der Wirksamkeit von Beleuchtungseinrichtungen. Durch entsprechende Anordnung von verchromten Radkappen im Testraum vor und hinter dem Automobil, ist es möglich die vorderen und hinteren Beleuchtungseinrichtungen vom Fahrersitz aus zu überwachen. Damit wird ein ständiges Hin- und Herlaufen erspart, denn nun kann man vom Fahrersitz aus die Beleuchtungseinrichtungen nacheinander einschalten und zugleich ihre Funktion überwachen (Bild 7).

**Paarweise vorhandene Beleuchtungseinrichtungen** sollen gleich hell und in gleicher Farbe aufleuchten.

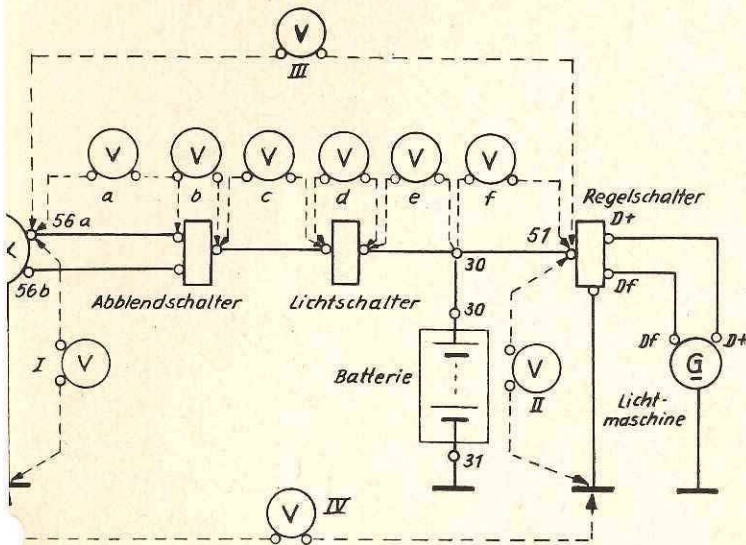
**Alle Beleuchtungseinrichtungen** müssen ausreichend wirken und im Farbton den Vorschriften entsprechen. Bei nicht ausreichender Lichtwirkung der Beleuchtungseinrichtungen sollte man prüfen ob an deren Glühlampen eine ausreichende Spannung herrscht. Denn der Spannungsverlust in den Leitungen von Beleuchtungseinrichtungen ist die häufigste Ursache der verminderten Lichtleistung.

### Prüfen des Spannungsabfalles

Spannungsverluste sind unbedenklich, wenn sie die folgenden Werte nicht übersteigen:

Scheinwerfer, Abblendscheinwerfer, Nebelscheinwerfer, Halogenscheinwerfer	
Im Gesamtstromkreis	0,6 Volt
In den Leitungen, ohne Übergangswiderstände an Schalter, Sicherung und Klemmenstellen	0,2 Volt
Sonstige Lampen (6 Volt)	
Im Gesamtstromkreis	0,8 Volt
In den Leitungen, ohne Übergangswiderstände an Schalter, Sicherung und Klemmenstellen	0,3 Volt
Sonstige Lampen (12 Volt)	
Im Gesamtstromkreis	1,5 Volt
In den Leitungen, ohne Übergangswiderstände an Schalter, Sicherung und Klemmenstellen	0,5 Volt
Sonstige Lampen (24 Volt)	
Im Gesamtstromkreis	2,0 Volt
In den Leitungen, ohne Übergangswiderstände an Schalter, Sicherung und Klemmenstellen	1,0 Volt

Zum Messen des Spannungsabfalles dient das Voltmeter. Zwischen den Anschlußklemmen und der Masse der eingeschalteten Glühlampen, soll die Spannung nicht mehr als zulässig angegeben geringer sein, wie die zwischen der Klemme B+ oder 51 des Reglerschalters bzw. des Alternators und der Masse des Motors gemessene Spannung. Die Spannung am Reglerschalter oder Alternator wird als Bezugsspannung gewählt, weil beim normalen Betrieb der Auto-



**Bild 8** Das Messen des Spannungsabfalles im Stromkreise eines Scheinwerfers. Die einzelnen Messungen sind:

- I. Spannung an der Glühlampe des Scheinwerfers
  - II. Spannung am Reglerschalter
  - III. Spannungsabfall in der Leitung
  - IV. Spannungsabfall in der Masserrückleitung
- Bei zu großem Spannungsverlust in der Leitung kann durch Messungen der Spannungsabfall in folgenden Abschnitten geprüft werden:
- a) In der Scheinwerfer-Einzelleitung
  - b) Im Ablendschalter
  - c) In der Scheinwerfer-Sammelleitung
  - d) Im Lichtschalter
  - e) In der Leitung zum Lichtschalter
  - f) In der Leitung zum Reglerschalter

mobile der Generator die Beleuchtungseinrichtungen mit Strom versorgt.

**Messen des Spannungsabfalles**

Wenn die an den Glühlampen gemessene Betriebsspannung zu gering ist, kann man sowohl die Zuleitung wie auch die Masserrückleitung mit dem Voltmeter durchmessen (Bild 8).

Ist zum Beispiel die Spannung an einer eingeschalteten Scheinwerferlampe weit über 0,6 Volt geringer wie die am Generatoranschluß gemessene Spannung, so kann man den Spannungsabfall der Zuleitung zwischen B+ und dem isolierten Anschluß der Glühlampe messen. Die hier gemessene Spannung sollte 0,4 Volt nur dann wesentlich überschreiten, wenn für den Autotyp andere Werte angegeben werden. Bei größerem Spannungsabfall in der Zuleitung kann man durch das Messen zwischen allen einzelnen

Anschlüssen vom Reglerschalter oder Generator aus – über Lichtschalter, Ablendschalter und Sicherungen – alle Teilabschnitte durchmessen, um auf diese Weise die Ursache des Spannungsabfalles festzustellen. Meist wird der Spannungsverlust durch schlechten Kontakt an Anschlußstellen von Schaltern, Klemmen und Sicherungen verursacht. Da sich diese Stellen beim Stromdurchfluß dann infolge des nun größeren Widerstandes erwärmen, kann man sich die Suche der Ursache des Spannungsabfalles durch Abtasten dieser Anschlüsse mit dem Finger erleichtern. Denn bereits wenige Minuten nach dem Einschalten des Verbrauchers, sind die Kontaktstellen mit höherem Übergangswiderstand wärmer als die anderen.

Der Spannungsverlust in der Masserrückleitung vom Verbraucher zur Motormasse ist bei den meisten neuen Automobilen so gering, daß er allgemein nicht zu berücksichtigen werden braucht. Zwischen der Masse der eingeschalteten Scheinwerferlampe und der Masse des Motors sollte weniger als 0,2 Volt Spannungsabfall gemessen werden. Bei größerem Spannungsabfall kann die Stelle des verursachenden Widerstandes ebenfalls durch Messen der Teilabschnitte ermittelt werden. Ursache des überhöhten Massewiderstandes ist meist mangelhafter elektrischer Kontakt zwischen einzelnen Bauteilen durch Rost, Lack oder Schmutz. Darum ist in diesem Falle zu empfehlen, diese Störursachen durch Masseleitungen oder Massebänder zu überbrücken.

**Defekte Glühlampen**

Beim Versagen einzelner Beleuchtungseinrichtungen sollte man zuerst die Glühlampe prüfen, weil deren Lebensdauer mit 100 bis 200 Brennstunden begrenzt ist. Darum sollte man Glühlampen mit geschwärzten Glaskolben auch dann erneuern, wenn sie noch brennen. Denn diese Verfärbung zeigt das Ende der Lebensdauer an. Bei Scheinwerferglühlampen sollte man prüfen, ob die Glaskolben noch fest mit der Fassung verbunden sind. Hierbei und beim Einbau von Glühlampen sollte man den Glaskolben mit weichem sauberen Papier oder einem sauberen Tuch anfassen.

## BELEUCHTUNGSEINRICHTUNGEN

### Unterbrechung

Wenn die einwandfreie Glühlampe beim Einschalten nicht aufleuchtet, so kann eine Unterbrechung der Leitung die Ursache sein. Als Erstes sollte man dann die Sicherung auf Zustand und Kontakt prüfen. Das Letztere kann einfachst durch Drehen der Sicherung in ihren Anschlußfedern geschehen. Man kann das Voltmeter mit einem Anschluß mit der Masse des Motors verbinden, und alle Klemmstellen der Verbraucherleitung mit dem anderen Voltmeteranschluß von der Glühlampe ausgehend abtasten. Zwischen dem Anschluß bei dem das Voltmeter nicht anzeigt, und dem Anschluß an welchem es anzeigt, wird die Stelle der Unterbrechung sein.

Einfacher ist die Lokalisierung der Unterbrechung mit einer Prüflampe, die mit einem Kabel mit der Masse des Motors verbunden wird. Der zweite Anschluß an der Prüflampe – oder ein Kontakt an der Prüflampe – trägt als Prüfstift eine Verschraubung, die eine darunterliegende Kontaktnadel schützt. Mit dieser Nadel kann man die Isolierung des Kabels durchstechen und die Verbindung an der Kabelseele prüfen, wenn die Anschlußstellen nicht freiliegen (Bild 9).

Unterbrechungen treten meist durch Oxydationen oder Lockerungen an den Anschlußstellen der Kabel auf. Teilweise werden sie aber auch durch Dauerschwingungsbrüche der Kabelseele verursacht. Für diesen Fall eignet sich die beschriebene Prüflampe besonders, weil damit die Stelle der Unterbrechung im Kabel ermittelt werden kann.

### Masseschluß

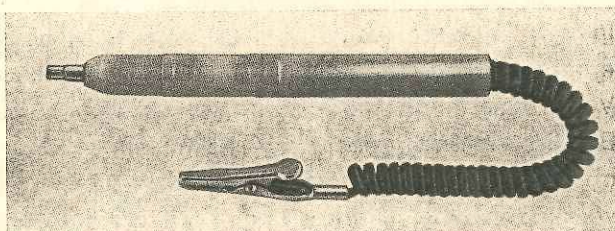
Neben Unterbrechungen, Wackelkontakten und schlechter Verbindung, gehört der «Masseschluß» zu den häufigsten Fehlerursachen in den Bordnetzen unserer Autos. Das kommt daher, weil die metallische «Masse» des Fahrzeuges als elektrischer Leiter verwendet wird. Andererseits werden die Kabel während der Fahrt durch Erschütterungen und Schwingungen zu Bewegungen angeregt, wobei sie an Metallteilen scheuern können. Die Folge sind meist durchgebrannte Sicherungen. Bei nicht abgesicherten Leitungen kann ein Kabelbrand entstehen.

Bei dauerndem Massekontakt ist es meist einfach, die Kurzschlußstelle festzustellen, indem man mit einem direkt mit dem Plus-Pol der Batterie verbundenen Kabel kurz an die kurzgeschlossene Leitung anschlägt. Da die Induktivität der Leitung und in deren Folge der Öffnungsinduktionsfunken mit der Leitungslänge zunimmt, kann man bei einiger Übung ziemlich genau die Stelle des Masseschlusses ermitteln.

Die Stelle der zeitweisen, von Fahrbewegungen, Radstellung oder nur unter bestimmten Umständen auftretenden Masseschlüssen, ist nicht immer leicht zu erkennen. Wenn die Sicherungen häufig durchbrennen, sollte man erst überprüfen, ob bei 8/15 Ampère-Sicherungen auf die Dauer wirklich nicht mehr als 8 Ampère und bei 25/40 Ampère-Sicherungen nicht mehr als 25 Ampère fließen. Denn bei geringfügig größeren Strömen schmilzt der Draht erst nach einiger Zeit ab. So soll eine mit 12 Ampère-Dauerstrom belastete 8 Ampère-Sicherung frühestens nach einer Stunde abschmelzen.

Zum Feststellen der Stelle des zeitweisen Masseschlusses kann man eine Prüflampe oder besser einen Summer bzw. eine Klingel benutzen. Dazu wird die Leitung am Verbraucher abgeklemmt oder dessen Glühlampe ausgebaut. Nun wird das Prüfgerät in die Leitung geschaltet und die Leitung vom Anschluß ausgehend bis zum Verbraucher bewegt und gezerrt. Wenn die Stelle des Masseschlusses gefunden ist, wird dies durch das Kontrollgerät angezeigt (Bild 10).

Dabei hat ein akustisches Signal gegenüber der Prüflampe den Vorteil, daß man das Gerät nicht im Auge behalten muß, was beim Abtasten der Leitung meist nicht möglich ist. Es sind einfache



**Bild 9** Hert & Buß-Prüflampe

Die durch eine teleskopartige Hülse geschützte Nadel, wird durch Druck auf die Hülse frei und kann so, ohne abzurutschen in die Kabelseele eingedrückt werden

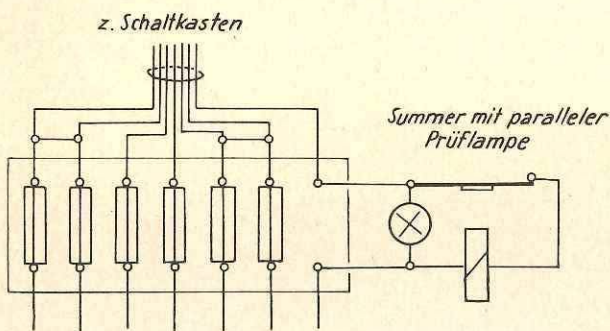
Geräte handelsüblich, die den Schluß sowohl durch eine Glühlampe, als auch durch einen Ton anzeigen. Man kann dazu auch das Bosch-Zündzeitpunkt-Einstellgerät EFAW 86/87 benutzen.

**Test der Scheinwerfereinstellung**

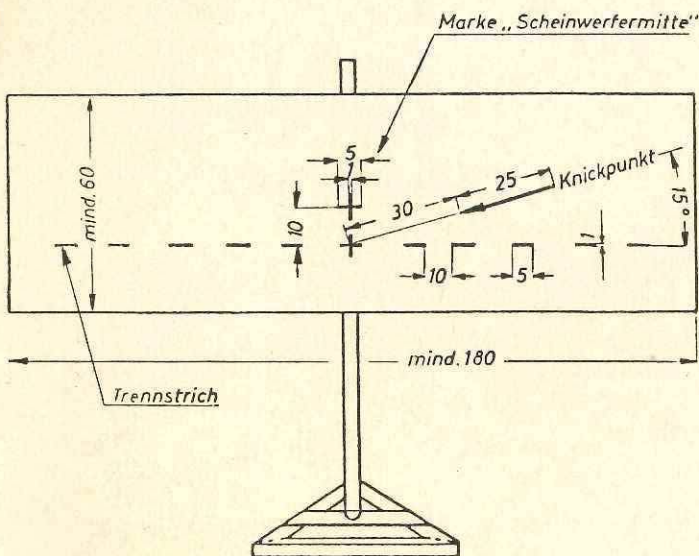
**a) Scheinwerfer**

Die Einstellung der Scheinwerfer muß den Vorschriften entsprechen. Bei abblendbaren Scheinwerfern ist die richtige Einstellung des Abblendlichtes wichtiger als die des Fernlichtes.

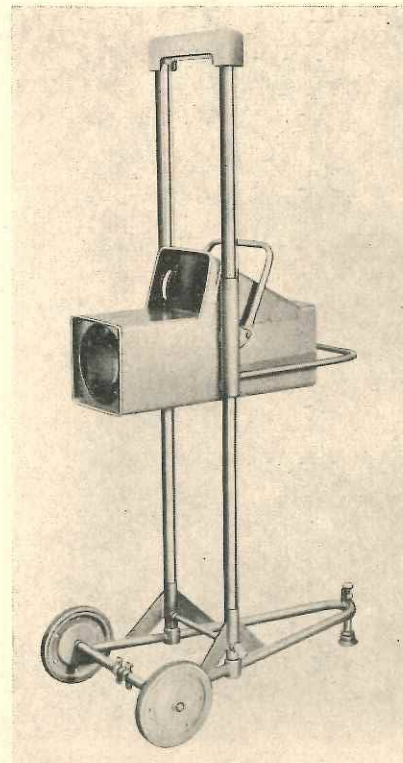
Beim europäischen symmetrischen und asymmetrischen Abblendlicht ist die Grundlage eine auf waagrechter Fahrbahn in 10 Metern Abstand senkrecht vor dem Scheinwerfer aufgestellte Prüftafel, auf der die Höhe der Scheinwerfer-



**Bild 10** Nur gelegentlich auftretende Masseschlüsse lassen sich leichter finden, wenn man anstelle der ständig durchbrennenden Sicherung ein Prüfgerät zuschaltet, das (in diesem Fall) optisch und akustisch Signal gibt, wenn die zugehörige Leitung kurzgeschlossen wird.



**Bild 11** Prüftafel für die Scheinwerfereinstellung in 10 m Abstand senkrecht vor dem Scheinwerfer (Maße in cm)



**Bild 12** Bosch-Scheinwerfereinstellgerät mit Verspiegelung und Luxmeter

mitte durch ein Kreuz markiert ist (Bild 11). Die seitliche Einstellung des Fernlichtes bei symmetrischem Abblendlicht – und möglichst auch bei asymmetrischem Abblendlicht – soll so sein, daß die Mitte der lichthellen Zone des Scheinwerferstrahles auf der Markierung für die Scheinwerfermitte auf der Tafel auftrifft.

**b) Symmetrisches Abblendlicht**

Beim europäischen symmetrischen Abblendlicht soll die höchste Stelle der möglichst waagrecht verlaufenden Hell-Dunkel-Grenze, in 10 m Entfernung 10 cm tiefer liegen als die Höhe der Scheinwerfermitte.

**c) Asymmetrisches Abblendlicht**

Beim europäischen asymmetrischen Abblendlicht soll die Hell-Dunkel-Grenze links von der Markierung für die Scheinwerfermitte waagrecht verlaufen und 10 cm tiefer liegen als die Höhe dieser Markierung. Unter der Markierung der Scheinwerfermitte und bis zu 20 cm nach rechts davon, darf die Hell-Dunkel-Grenze gegenüber der Waagrechten um 15 Grad ansteigen.

## BELEUCHTUNGSEINRICHTUNGEN



Bild 13 Hella-Scheinwerfereinstellgerät mit Visiereinrichtung, Luxmeter und einstellbarem Bildschirm

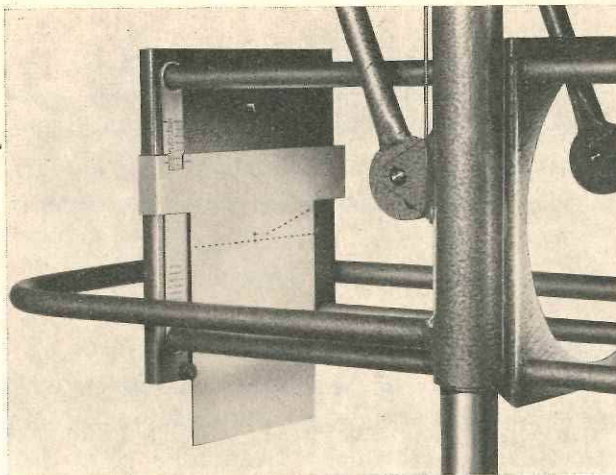


Bild 14 Bildschirm der Bosch-Scheinwerfergeräte EFLE 36 ohne Vorspiegelung und ohne Luxmeter

d) Bei getrennten Scheinwerfern für Fernlicht und Abblendlicht soll die Scheinwerfereinstellung so sein wie der symmetrische Abblendscheinwerfer, und die der Abblendscheinwerfer wie die des symmetrischen oder asymmetrischen Abblendlichtes.

Die beschriebenen Einstellungen sollen bei mit voller Nutzlast beladenem Fahrzeug mit vor-

schriftsmäßigem Luftdruck der Bereifung erfolgen. Bei Personenautomobilen genügt eine Person, oder an deren Stelle die Belastung von 70 kg, auf dem hinteren Sitz. Wenn hinten keine Sitzplätze sind, so sollen beide vordere Sitze besetzt oder gemeinsam mit 140 kg belastet werden.

### Scheinwerfereinstellgeräte

Scheinwerfereinstellgeräte ermöglichen ein Prüfen der Scheinwerfer bei Tageslicht und beengtem Raum. Die mit solchen Geräten gemachten Messungen müssen den gegebenen Richtlinien entsprechen. Im Regelfalle wird bei Scheinwerfereinstellgeräten das Lichtbündel des Scheinwerfers durch eine bikonvexe Sammellinse gebündelt, und entweder direkt oder verspiegelt auf einen in einem Meter entfernten Bildschirm gestrahlt, der in seiner Form der Prüftafel entspricht (Bild 12 und 13). Entsprechend der auf einen Meter verkürzten Entfernung, entspricht

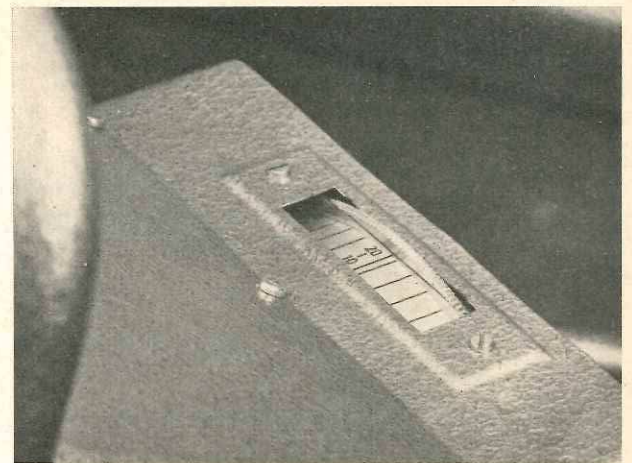


Bild 15 Skalenscheibe für die Höhenverstellung des Bildschirms beim Bosch-Scheinwerfer-Einstellgerät

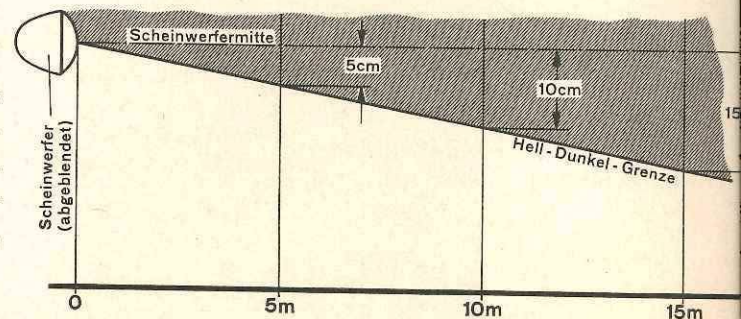


Bild 16 Hell-Dunkel-Grenze in Abhängigkeit vom eingestellten Meßschirm-Skalenwert

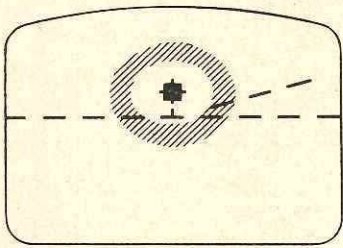
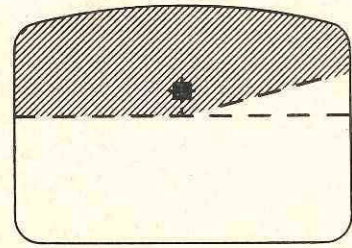
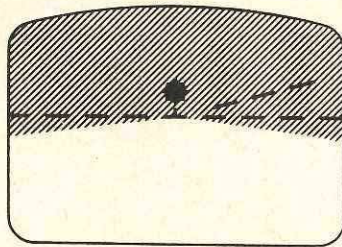


Bild 17 Richtige Einstellung der Scheinwerfer mit Bosch-Scheinwerfereinstellgerät



Links: Scheinwerfer  
Mitte: symmetrisches Abblendlicht  
rechts: asymmetrisches Abblendlicht

ein Millimeter auf diesem Bildschirm, einem Zentimeter auf der Prüftafel (Bild 14).

**Luxmeter**, mit welchem ein Teil der Scheinwerfereinstellgeräte ausgerüstet sind, ermöglichen durch Messen der Lichtstärke auch die Feststellung, ob die Lichtwirkung von Scheinwerfer und Abblendlicht innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen liegt.

#### Prüfen der Scheinwerfereinstellung

Zum Prüfen der Einstellung sollte man das Automobil etwa 25 cm an das Einstellgerät heranzufahren, daß man noch gut mit einem Schraubenzieher Korrekturen der Einstellung vornehmen kann. Die Scheinwerfermitte und die Linsenmitte sollen sich möglichst gegenüber stehen. Das Einstellgerät muß parallel zur Längsachse des Fahrzeuges ausgerichtet werden. Bei Testständen ist es zweckmäßig, das Scheinwerfereinstellgerät auf einer Schiene hängend oder stehend im Winkel von 90 Grad zur Fahrzeug-Längsachse verschiebbar anzuordnen, damit zeitraubende Einstellarbeiten überflüssig werden. Nach dem Einrichten des Gerätes muß der Meßschirm auf die für das Automobil vorgeschriebene Höhe gebracht werden. Die an einer senkrechten Skala direkt, oder einer Rändelscheibe einstellbare Zahlen, geben den Wert in Zentimetern an, daß die Begrenzungslinie für die Hell-Dunkel-Grenze in 10 und 5 m Entfernung tiefer liegen würde, wie die Höhe der Scheinwerfermitte (Bild 15 und 16). Dadurch kann die Meßschirm-Höhe für jede Einstellvorschrift eingestellt werden. Bei vorschriftmäßig belastetem Fahrzeug soll bei Fernlicht die Mitte des Lichtkegels auf der Markierung für die Scheinwerfermitte des Bildschirms auftreten (Bild 17). Beim Abblenden soll die Hell-Dunkel-

Grenze des europäischen Abblendlichtes nicht über den unter der Scheinwerfermitte-Markierung befindlichen waagrechten Strich hinausgehen.

Bei asymmetrischem Abblendlicht soll die Hell-Dunkel-Grenze von der Scheinwerfermitte aus nach links 10 cm unter der Scheinwerfermitte-Markierung waagrecht und nach rechts entlang der um 15 Grad über der Waagrechten ansteigende Linie verlaufen. Der Anstieg der Hell-Dunkel-Grenze darf aber auch bis zu 20 mm rechts vom Mittelpunkt erfolgen. Auch bei vor dem richtiger Einstellung des Scheinwerfers ist in beiden Fällen die Höheneinstellung dem Abblendlicht entsprechend vorzunehmen. In beschriebener Weise müssen beide Fahrscheinwerfer eingestellt sein.

#### Messen der Lichtstärke

Das Messen der Lichtstärke des Scheinwerfers mit den in einigen Scheinwerfer-Einstellgeräten eingebauten Luxmetern, setzt eine vorherige Überprüfung der Scheinwerfereinstellung vor-

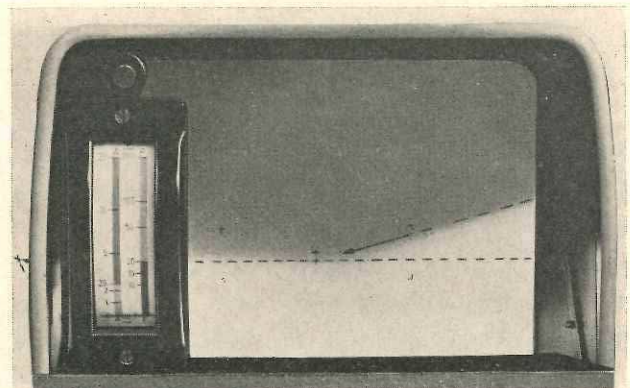


Bild 18 Luxmeter mit Skala für Abblendlicht «A» und Fernlicht «F» und Bildschirm des Bosch-Scheinwerfereinstellgerätes EFLE 25. Eingestellt zur Prüfung des asymmetrischen Abblendlichtes

## SICHTKONTROLLEN

aus. Denn die Fotodiode des Luxmeters liegt in der Markierung der Scheinwerfermitte des Bildschirms. Die Skalenwerte der einzelnen Geräte sind verschieden. Die Lichtwirkung des Fernlicht-Scheinwerfers ist ausreichend, wenn der Zeigerausschlag im grünen Bereich der entsprechenden Skala liegt. Beim Abblendlicht zeigt der Ausschlag des Zeigers ins rote Feld, daß die Beleuchtungsstärke das für das Abblendlicht zulässige Maß überschreiten. Somit zeigt der Anschlag des Zeigers ins grüne Feld, daß das Abblendlicht den Vorschriften entspricht. (Bild 18).

Geringe Differenzen der mit dem Luxmeter gemessenen Werte beider Scheinwerfer sind nicht zu beanstanden. Denn die verschiedenen Längen und damit verschiedenen Widerstände beider Leitungen und die Fertigungstoleranzen der Glühlampen bedingen, daß absolut gleiche Lichtwerte kaum erreicht werden können.

### Prüfen der Einstellung von Nebelscheinwerfen

Nebelscheinwerfer sollen so eingestellt sein, daß die obere Hell-Dunkel-Grenze in 10 m Abstand mindestens 20 cm tiefer liegt als die Höhe der Nebelscheinwerfermitte. Beim Einstellgerät wird darum der Bildschirm so eingestellt, daß die Linie für die Hell-Dunkel-Grenze auf 5 m um 10 cm und auf 10 m um 20 cm tiefer liegt als die Scheinwerfermitte. Dann darf die Hell-Dunkel-Grenze des Nebelscheinwerfers nicht höher auf den Bildschirm auftreffen wie diese Linie.

### Prüfen der Einstellung von Rückfahr-scheinwerfern

Rückfahr-scheinwerfer sollen so eingestellt sein, daß sie die Fahrbahn bis zu 10 m hinter dem Fahrzeug ausleuchten. Dies wird erreicht, wenn die Lichtkegelmitte in 10 m Entfernung auf die Fahrbahn auftrifft. Zum Prüfen mit dem Scheinwerfer-Einstellgerät kann man den Bildschirm so einstellen, daß man auf der 10-Meter-Skala das Maß einstellt, welches die Rückfahr-scheinwerfer-Mitte über die Fahrbahn liegt. Dann muß die Lichtkegelmitte des Rückfahr-scheinwerfers auf der Linie für die Hell-Dunkel-Grenze auftreffen.

## 3. Sichtkontrollen im Motorraum beim Testen

Vor dem Motortest sollte man eine Sichtkontrolle durchführen, um Schäden festzustellen, die durch die Meßwerte von Testern nicht zu erfassen sind. Die allgemeine Sichtkontrolle sollte mindestens umfassen:

Befestigung des Motors und seiner Einzelgeräte, zum Beispiel Vergaser, Generator, Reglerschalter, Starter, Batterie usw.

Motor-Ölstand und Öldichtheit.

Kühlwasserstand und Kühlerdichtheit.

Bremsflüssigkeitsstand und Dichtheit der Bremsleitungen.

Gängigkeit und Spiel der Drosselklappe.

Kontakt der Kabelanschlüsse an den Geräten, Sicherungen und der Massebänder des Motors.

Keilriemenzustand- und Keilriemenspannung.

Batterie-Säurestand und Säuredichte.

Das Prüfen des Ölstandes ist erforderlich, damit beim Lauf des Motors während Zündungs- und Motortest keine Schäden durch Ölmangel auftreten. Das Gleiche gilt für das Kühlwasser. Dagegen gehören Dichtheitsfeststellungen und Brems-Flüssigkeitskontrolle zum notwendigen Service. Die vorherige Dichtheitsprobe von der Kraftstoffanlage verhindert Brände. Prüfen der Gängigkeit der Drosselklappe und richtiger Drosselklappenanschlag ist Voraussetzung für den Motortest. Durch die Kontrolle der Kabelanschlüsse können Fehlerquellen ausgeschaltet werden, die beim Test Fehlmessungen verur-

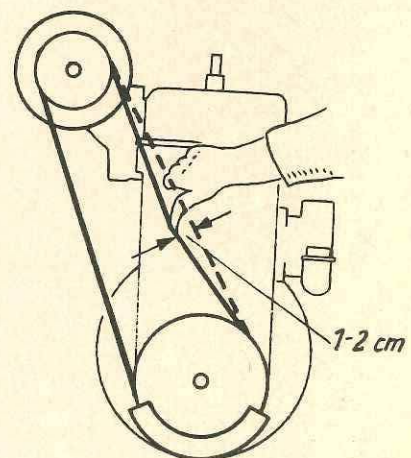


Bild 19 Das Prüfen der Keilriemenspannung



sachen oder zusätzliche Messungen erfordern (Bild 19). Die richtige Einstellung der Spannung des Antriebskeilriemens für den Generator ist die Voraussetzung für dessen Funktion bei hoher Leistung. Denn nur dann – und oft nur nachdem die Keilriemenscheiben durch Reibung erwärmt sind – macht sich ein zu loser Keilriemen bemerkbar. Beim normalen Generatortest wird man die aus dem Keilriemenschlupf bedingte Leistungsbegrenzung des Generators nicht immer mit Sicherheit feststellen können.

### Batterie – Sichtprobe

Säurestand und Säuredichte machen eine gute Aussage über den Generator und dessen Spannungsregler möglich. Säurefeuchte Batterien mit geringem Säurestand und durch Korrosion zerstörte Batterieklemmen, verweisen auf eine zu hohe Einstellung des Spannungsreglers. In diesem Falle ist ein besonderer Regler-Einstellungstest erforderlich. Bei einer Säuredichte zwischen 1,25 bis 1,28 ist die Batterie über 75 % geladen und ein Fehler an Generator und Regler ist unwahrscheinlich. Bei einer Säuredichte zwischen 1,20 bis 1,24 ist die Batterie zu etwa 50 bis 60 % geladen. Dann sollte man dem Generator Aufmerksamkeit schenken, und auch prüfen ob nicht zu viele, oder viel elektrische Leistung verbrauchende Geräte zusätzlich angebaut wurden. Bei einer Säuredichte von etwa 1,14 bis 1,16 ist die Batterie entladen. Dann ist eine Kontrolle von Generator, Regler und elektrischer Anlage erforderlich. (Bild 20 und 21).

Bei durch Säure korrodierten Batterieklemmen kann kein einwandfreier elektrischer Kontakt, und damit die gute Funktion des Starters nicht gewährleistet sein. Darum sind in diesem Falle vor Batterie- und Startertests, die Klemmen und Batteriepole zu säubern. Danach sollte man die Klemmen mit Säureschutzfett einfetten.

An der Seite der Pluspole **hochgedrückte Zelledeckel**, verweisen auf das Ende der Lebensdauer der Batterie. Derartige Batterien sollte man besonders in kalten Jahreszeiten prüfen. Denn mit der Alterung der Batterie sinkt deren Kapazität und Hochstrombelastbarkeit. Die Restkapazität kann so schnell erschöpft sein, daß das Automobil während des Betriebes fahruntaug-

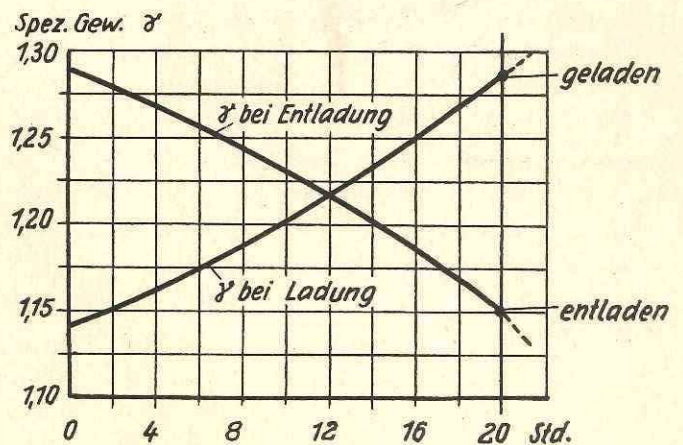


Bild 20 Verhalten der Säuredichte beim Laden und Entladen einer Batterie

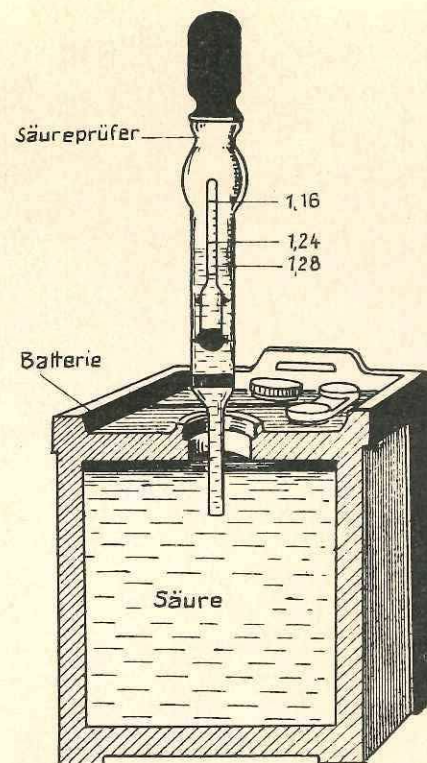


Bild 21 Das Prüfen der Säuredichte mit einem Aräometer

lich wird, und liegenbleibt. Diese zu erwartende Folge kann durch Einfach-Tests nicht festgestellt werden. Der Fehler ist nur erfaßbar, wenn der Schaden auftritt und somit meßbar wird. Darum ist bei gealterter Batterie eine gründliche Prüfung mit speziellen Batterieprüfgeräten zweckmäßig.

## 4. Test der Batterie und der Starteranlagen

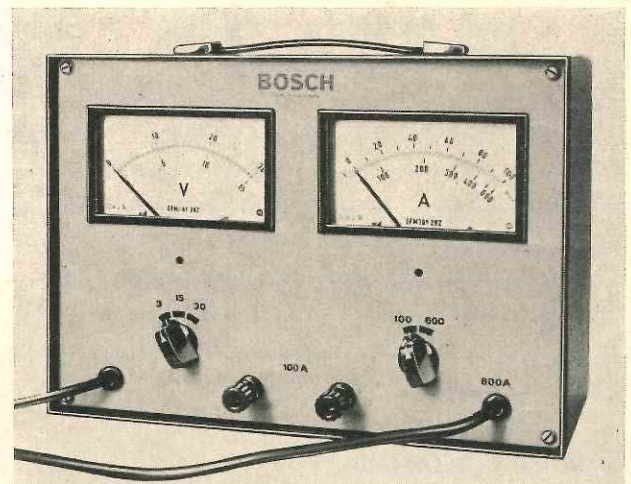
Der Test der im Automobil eingebauten Batterie und der Starteranlage, erfordert keinen betriebswarmen Motor. Bei Raumtemperatur, — also bei etwa 20 Grad Celsius — und ohne daß vordem der Motor gelaufen hatte, ist man den normalen Verhältnissen am nächsten. Denn bei warmem Motor wird vom Starter weniger Strom aufgenommen. Ebenso ist dann die Batterie durch die vorherige Ladung wärmer und hat sich auch auf die höhere «Ladespannung» eingestellt. Batterieschäden und Anlasserschäden machen sich darum oft nur beim Anlassen des kalten Motors und nach längerer Betriebspause bemerkbar.

### Batterie-Test

Der Test der Batterie setzt voraus, daß vordem durch Messen der Säuredichte festgestellt wurde, daß diese noch mindestens zu 50 % geladen ist. Die Batterie wird dadurch getestet, daß man sie mit dem Anlasserstrom belastet und dabei ihre Spannung mißt. Dazu wird ein Voltmeter zwischen Plus und Minus der Batterie geschaltet. Wird dabei zugleich der entnommene Strom gemessen, so sagt der Test nicht nur über die Batterie aus, sondern es kann damit zugleich der Anlasser getestet werden. Darum ist bei einem Teil der Tester auch ein Ampèremeter vorgesehen. Beim Bosch-Ampèremeter EFAW 167, wird der Strom durch eine elektronische Zangenstrommessung gemessen. Die Messung erfolgt durch eine Zange, die über das Starterkabel geklemmt wird (Bild 22 und 23). Dies vereinfacht den Anschluß, ohne daß die Widerstandsverhältnisse durch Schalten eines Ampèremeters in den Starterstromkreis verändert werden.

Zur Prüfung der Batterie wird diese mit dem Kurzschluß-Strom, also dem maximalen Strom des Starters, belastet. Dazu wird bei eingelegtem 3. oder 4. Gang, mit angezogener Handbremse und durchgetretener Fußbremse, der Anlasser 2 bis 3 Sekunden betätigt. Dabei wird zugleich der Kurzschluß-Strom und die Batteriespannung gemessen.

Bei einer guten ausreichend geladenen Batterie, darf die an deren Polen gemessene Spannung



**Bild 22 Bosch-Volt-Ampère-Tester EFAW 167**

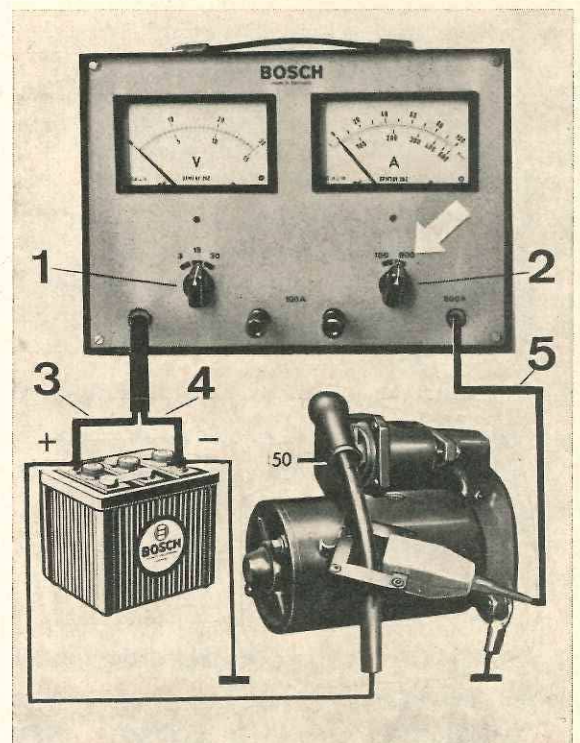
Der Volt-Ampère-Tester dient Messungen von Strom, Spannung und Spannungsabfall an beliebigen Meßpunkten bei der Überprüfung der gesamten elektrischen Fahrzeugausrüstung. Testen von Gleich- und Drehstrom-Generatoren in Verbindung mit Belastungswiderstand EFAW 107 A.

Ein handlicher Stahlblechkoffer mit Volt- und Ampère-Meßgeräten für folgende Meßbereiche:

Voltmeter = 0 ... 3 V, 0 ... 15 V, 0 ... 30 V

Ampèremeter = 10 ... 0 ... 100 A, 100 ... 600 A

Neue elektronische Schaltung zum Messen von Anlaßströmen 100 ... 600 A ohne Abklemmen des Anlasserkabels. Mit automatischem Umschalter auf 6 oder 12 Volt.



**Bild 23 Anschluß des Bosch-Volt-Ampère-Testers zum Testen von Batterie und Anlasser**

- 1 = Voltmeterumschalter für Meßbereich 15 V eingestellt
- 2 = Ampèremeterumschalter auf Meßbereich 600 A eingestellt
- 3 = Plus des Voltmeters (rot)
- 4 = Minus des Voltmeters (schwarz)
- 5 = Kabel zum Anlasserkabel mit Meßzange

bei Belastung nicht weiter absinken als bis auf 3,5 Volt bei 6-Volt-Batterien und bis auf 7 Volt bei 12-Volt-Batterien, wenn auf den Testblättern keine anderen Werte angegeben werden. Testwertangaben für Strom und Spannung ermöglichen eine genauere Diagnose.

Wenn Strom und Spannung nicht den Testlisten-Werten entsprechen, sind folgende Fehler möglich.

Spannung zu niedrig

Strom zu niedrig

Befund: Batterie leer oder Defekt

Spannung in Ordnung oder zu niedrig

Strom zu hoch

Befund: Anlasser oder Kabel haben Schluß

Spannung in Ordnung

Strom zu niedrig

Befund: Schlechter Kontakt an Kabel, Starter oder im Anlasser

Spannung zu hoch

Strom zu hoch

Befund: In diesem Fall ist alles in Ordnung, Batterie gut.

Da die Prüfung mit Kurzschluß-Strom die Batterie in Art der Stoßbelastung stark belastet wird, sollte der Starter maximal nur 5 Sekunden betätigt werden. Wenn eine Wiederholung erforder-

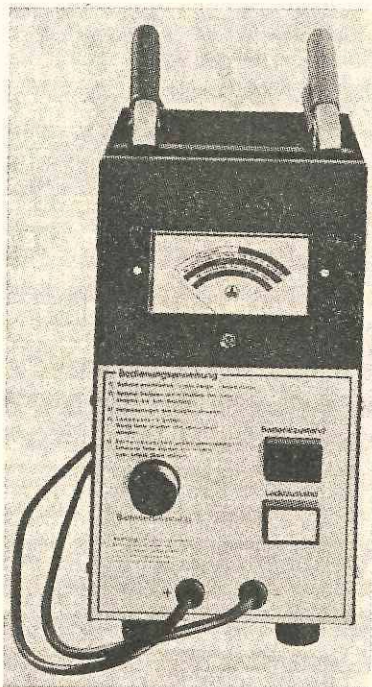
lich wird, so sollte man vordem eine Pause von mindestens 2 bis 3 Minuten einlegen. Wenn der Test kein einwandfreies Ergebnis erbringt, sollte man die Batterie nach stationärer Ladung mit dem Stoßbelastungs-Prüfgerät oder durch eine Kapazitätsprobe genauer prüfen. Ein einwandfreies Testergebnis ist gegeben, wenn einzelne Zellen während der Kurzschluß-Strom-Belastung durch den Anlasser viel mehr Gasentwicklung zeigen wie die anderen Zellen. Denn diese Zellen werden dadurch als defekt erkannt.

### Test der ausgebauten Batterie

**Stoßbelastungs-Prüfgeräte** ermöglichen eine genauere Bestimmung des Batterie-Zustandes als der Anlasser-Kurzschlußtest. Dazu wird die vordem geladene Batterie mit einem je nach Batterie-Kapazität bemessenen hohen Strom eine bestimmte Zeit belastet und während der Belastung die Spannung gemessen. Sofern an den Polverbinder der Batterie die Zellenspannung gemessen werden kann, ist die defekte Zelle sofort durch geringere Spannung feststellbar. Sind die Zellenverbinder eingegossen, so muß man die Batterie nach ihrer Gesamtspannung beurteilen. Dabei kann man durch die Einfüllöffnungen die defekte Zelle an starker Gasentwicklung erkennen.

**Bosch Schnell-Ladegeräte** ermöglichen zum Teil eine Stoßbelastung. Dabei wird die Batterie mit dem fünffachen ihrer Nennkapazität in Ampère 5 Sekunden belastet. Nach dieser Zeit soll die Zellenspannung unter Belastung nicht unter 1,1 Volt abgefallen sein. Dies entspricht einer Gesamtspannung von 3,3 Volt bei 6-Volt-Batterien, bzw. 6,6 Volt bei 12-Volt-Batterien. Hierbei soll um die Batterie zu schonen, die Belastungszeit nicht über 8 Sekunden ausgedehnt werden.

**Spezielle Batterie-Testgeräte** sollen den Meßvorgang bei der Höchststrom- oder Stoßbelastung vereinfachen. Nach dem Anschluß wird nach Betätigen eines Schalters Spannung und Belastungszeit automatisch bemessen und eingeschaltet. Ein Zeigerinstrument zeigt am Ende der Belastungszeit durch seinen Anschlag in ein entsprechend gefärbtes Skalensegment, ob die Batterie gut, noch brauchbar oder defekt ist (Bild 24).



**Bild 24** Durch getrennte Prüfung von Lade- und Batteriezustand (Lebenserwartung) ermöglicht der Akustat-Schnelltester die Beurteilung der Batterien

## BATTERIEN UND STARTERANLAGEN

Mit dem **Akustat-Batterietester** werden nicht die einzelnen Zellen einer Batterie gemessen, sondern man testet die ganze Batterie mit einem Knopfdruck.

**Landezustandstest:** Um eine genaue Aussage über den Ladezustand zu erhalten, muß die «Überspannung» infolge des Ladens durch ein kurzes Belasten der Batterie entfernt werden. Dies geschieht bei dem Batterietester BT 6/12, indem man den roten Belastungsknopf drückt und somit die Batterie für ca. 10 Sekunden über Widerstände belastet. Ist die Belastungszeit abgelaufen – was man an der Rückkehr des roten Knopfes in seine Anfangsstellung und an einem kurzen «Klack» im Tester feststellen kann – wird die weiße Taste «Ladezustand» gedrückt. Auf der oberen Skala «Ladezustand» kann man dann ablesen, ob der Ladezustand in Ordnung ist = grünes Feld, oder ob die Batterie nachzuladen ist = rotes Feld.

**Batteriezustand:** Vor dem Batteriezustandstest soll der Ladezustandstest gemacht werden. Ist der Ladezustand nicht in Ordnung, so muß die Batterie geladen werden bevor der Batteriezustandstest durchgeführt werden kann.

Durch den Batteriezustandstest wird das Startvermögen der Batterie unter einer Belastung geprüft, die der Startbelastung entspricht.

Wenn der Ladezustand in Ordnung ist, schwarze Taste drücken und ablesen:

Bei 6-Volt-Batterien bzw. 12-Volt-Batterien unter 50 Ah mittlere Skala «Batteriezustand».

Bei 12-Volt-Batterien über 50 Ah unter Skala «Batteriezustand».

**Rotes Feld:** Batterie ist erschöpft und sollte ersetzt werden.

**Grünes Feld:** Zustand der Batterie ist einwandfrei.

### Test der Starteranlage

Den Starter-Test sollte man anschließend an den Batterie-Test vornehmen, indem man das Voltmeter am Starter anschließt. Stellt sich heraus, daß die Batterie defekt ist, so muß zur Prüfung der Starteranlage eine einwandfreie Batterie eingebaut werden. Zum Starter-Test wird der Ampèremeteranschluß wie beim Batterie-Test be-

lassen, und lediglich das Voltmeter zwischen den Anlasserkabelanschluß und die Masse des Anlassers geschaltet (Bild 25). Dann wird die primäre Anschlußklemme des Zündunterbrechers mit der Masse des Motors verbunden, damit dieser beim Betätigen des Starters nicht anspringen kann.

Beim Betätigen des Starters bei Raumtemperatur des Motors soll die Spannung bei 6-Volt-Anlagen nicht unter 4,5 Volt und bei 12-Volt-Anlagen nicht unter 9 Volt abfallen, wenn im Testblatt keine anderen Werte gegeben werden. Der Starter muß dabei den Motor gleichmäßig durchdrehen. Ungleichmäßiges Durchdrehen des Starters weist auf nicht gleichmäßige Kompression an allen Zylindern, und so auf einen Motorschaden hin.

Bei Kurzschlußstrom – also bei Starten mit eingelegetem Gang und betätigter Bremse – soll die Spannung am Starter nicht unter 3,3 Volt bzw. 6,6 Volt abfallen. Dabei soll der Kurzschlußstrom innerhalb der im Testblatt gegebenen Grenzen sein. Wenn Testwerte nicht gegeben sind, kann man den Kurzschluß-Strom annähernd

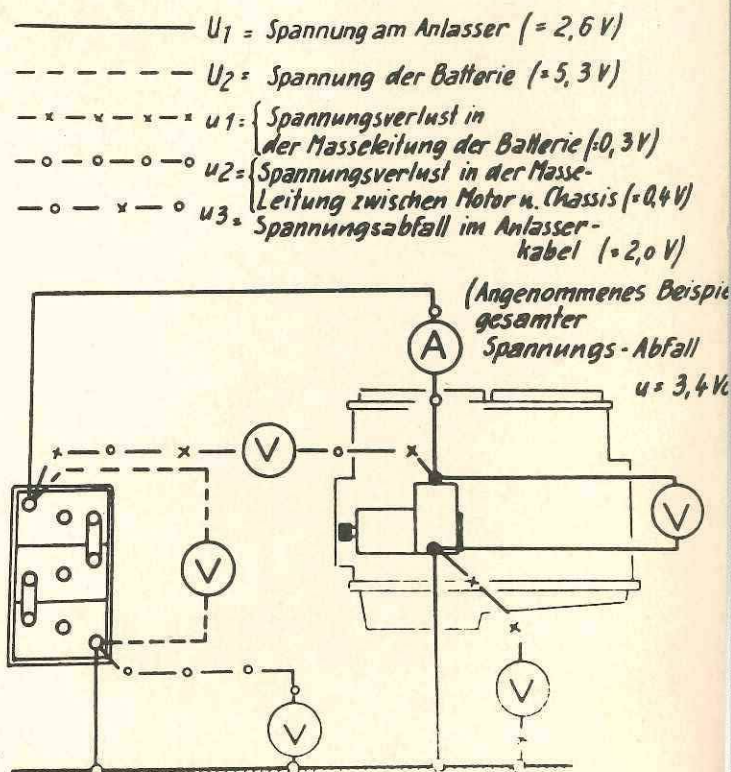


Bild 25 Schaltung von Voltmeter und Ampèremeter beim Durchtesten einer Anlasser-Anlage

errechnen, wenn man pro PS Starterbelastung 4500 Watt elektrische Leistung einsetzt. Dies ergäbe zum Beispiel bei einem 12-Volt-Starter von 1 PS Nennleistung:

$$J = \frac{4500 \times 1}{U} = \frac{4500 \times P}{12} = 375 \text{ A}$$

Wenn Strom und Spannung nicht den Sollwerten der Testblätter entsprechen, sind folgende Fehler möglich:

Spannung in Ordnung oder zu hoch  
Strom zu gering

Befund: Starter defekt

Spannung in Ordnung oder zu gering  
Strom zu hoch

Befund: Starter defekt

Spannung zu gering

Strom in Ordnung oder zu gering

Befund: Fehler liegt außerhalb des Starters, z. B. leere oder defekte Batterie, schlechte Masseverbindung der Batterie, schlechte Masseverbindung des Motors, zu hoher Widerstand im Starterkabel.

Liegt der Fehler außerhalb des Anlassers, so kann man die einzelnen Abschnitte mit dem Voltmeter durchmessen. Bei Kurzschluß-Strom sollte folgender Spannungsabfall nicht überschritten werden:

Meßpunkte:	bei 6 Volt	bei 12 Volt
zwischen Plus und Minus der Batterie	2,5 Volt	5,0 Volt
(Mindestspannung)	3,5 Volt	7,0 Volt
zwischen Minus-Batterie und Masse des Motors	0,25 Volt	0,5 Volt
zwischen Plus-Batterie und Anlasser	0,25 Volt	0,5 Volt

## 5. Test der Stromerzeuger-Anlagen

### Einfache Tests der Stromerzeuger-Anlagen

#### 1. Batteriespannungs-Test

Wenn durch Sichtprobe und Messen der Säuredichte festgestellt wurde, daß der Ladezustand der Batterie innerhalb der zulässigen Grenzen ist, so kann man auch ziemlich sicher annehmen, daß die Stromerzeuger-Anlage in Ordnung ist. Darum begnügt man sich in diesem Falle meist

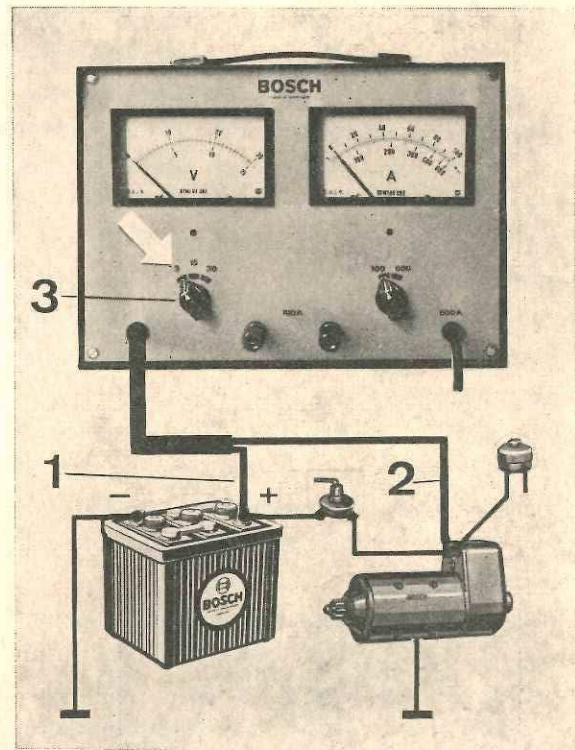


Bild 26 Messen des Spannungsabfalles zwischen Plus der Batterie und Plus des Anlassers

- 1 = Plus des Voltmeters
- 2 = Minus des Voltmeters
- 3 = Voltmeter Meßbereichumschalter auf 3 Volt

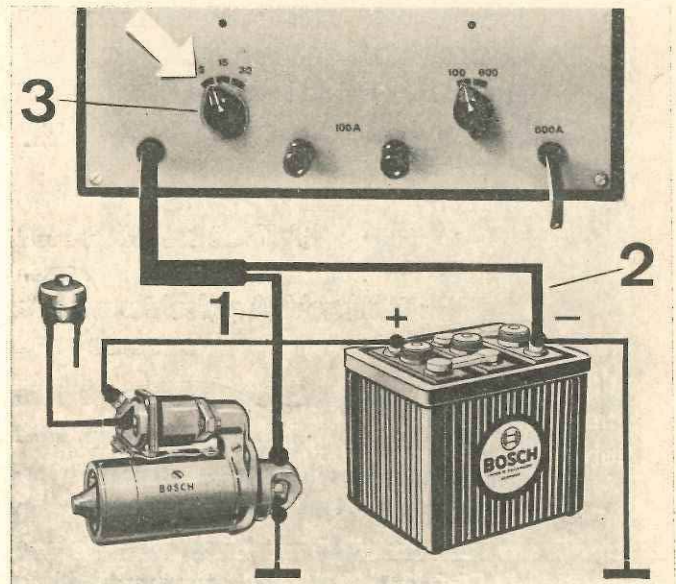


Bild 27 Messen des Spannungsabfalles in der Masseleitung

- 1 = Plus des Voltmeters
- 2 = Minus des Voltmeters
- 3 = Voltmetermeßbereich-Umschalter auf 3 Volt

mit einem Einfachst-Test der auf dem Messen der Batteriespannung beruht. Dazu wird ein Voltmeter zwischen Plus und Minus der Batterie geschaltet. Dann wird der Motor in Betrieb gesetzt

## STROMERZEUGERANLAGEN

und etwa 5 bis 10 Minuten mit mittleren Drehzahlen betrieben. Dabei bleiben anfänglich elektrische Verbraucher, so zum Beispiel die Beleuchtungsanlage, ausgeschaltet. Nach dieser Zeit soll bei 6-Volt-Anlagen vom Voltmeter bei etwa 1500 U/min des Motors 7 bis 7,5 Volt und bei 12-Volt-Anlagen zwischen 14 bis 15 Volt angezeigt werden.

Danach kann man bei gleichen Drehzahlen alle bei nächtlicher Fahrt erforderlichen Dauerverbraucher, — also Scheinwerfer, Wischer und Zusatzscheinwerfer — einschalten. Bei eingeschalteten Dauerverbrauchern sollte die angezeigte Spannung bei 6-Volt-Anlagen nicht unter 6,6 Volt und bei 12-Volt-Anlagen nicht unter 13,2 Volt sein (Bild 28).

Die Wirksamkeit der Spannungsmessung ist auf dem Spannungsverhalten der Starterbatterien beim Laden und Entladen begründet. Unter Einfluß des normalen Ladestromes steigt die Ruhespannung einer Batterie an. Die stärkere Gasentwicklung setzt bei etwa 2,35 bis 2,4 Volt ein. Dann ist die Batterie etwa 80 bis 90 % geladen. Da ein weiteres Laden mit hohem Ladestrom für die Batterie nicht günstig ist, begrenzt man die Regelspannung nach Möglichkeit auf diesen Wert. Darum zeigt ein zwischen Plus und Minus der Batterie geschaltetes Voltmeter ohne Einschalten zusätzlicher Verbraucher mit 7 bis 7,5 bzw. 14 bis 15 Volt an, daß die Batterie zwischen 80 und 100 % geladen ist. Der Generator hat somit in wenigen Minuten, die durch das Starten des Motors entnommene Strommenge wieder aufgeladen.

Bei höherer Spannung wie 7,5 bzw. 15 Volt ist meist die Regelspannung zu hoch. Dies wird durch die säurefeuchten Batterien, stärkere Korrosion der Batterieklemmen und unnormales hohes Verbrauch von destilliertem Wasser erhärtet. In diesem Falle sollte man die Regeleinstellung prüfen.

Die Ruhespannung der geladenen Zelle einer Blei-Starterbatterie liegt kurz unter 2,2 Volt. Wenn beim Einschalten der bei nächtlicher Fahrt erforderlichen Verbraucher die Zellenspannung über 2,2 Volt beträgt, so zeigt dies, daß trotzdem die Batterie noch aufgeladen wird. Wenn

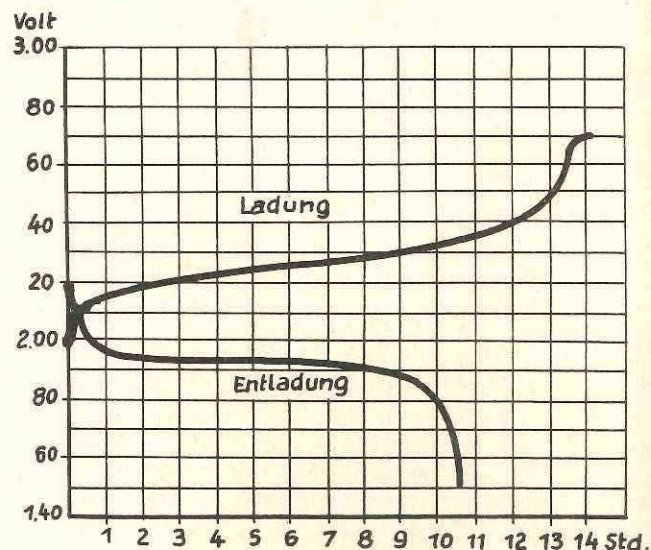


Bild 28 Zellenspannung einer Starterbatterie beim Laden und Entladen

also die Gesamtspannung der 6-Volt-Batterie dabei mehr als 6,6 Volt und die 12-Volt-Batterie mehr als 13,2 Volt anzeigt, so wird die Batterie trotz eingeschalteter Verbraucher noch geladen. Wird bei Belastung durch eingeschaltete Dauerverbraucher eine Spannung unter 6,6 Volt bzw. 13,2 Volt angezeigt, so sollte man zuerst prüfen, ob nicht durch zu große oder zusätzlich angebrachte elektrische Verbraucher, mehr Leistung verbraucht wird wie der intakte Generator erzeugt. Die bei nächtlicher Fahrt eingeschalteten Dauerverbraucher sollen nicht mehr als  $\frac{2}{3}$  der Dauerhöchstleistung des Generators verbrauchen. Dies ist erforderlich, damit der beim Starten oder stehendem Motor aus der Batterie entnommene Strom, auch bei nächtlicher Fahrt wieder durch Ladung ersetzt wird. Denn die Betriebsbereitschaft der Batterie und damit des Automobils, erfordert ein sicheres Laden der Batterie auch bei ausschließlich nächtlicher Fahrt.

Dies bedeutet, daß zum Beispiel bei einem Generator mit einer Dauerhöchstleistung von 180 Watt die Leistung der Dauerverbraucher 120 Watt nicht überschreiten sollte. Bei Höchststrom-Angabe für den Generator, so zum Beispiel beim Bosch-Generator K 1 14 V 35 A, sollte die gemeinschaftliche Stromaufnahme aller dieser Dauerverbraucher 20 Ampère möglichst nicht überschreiten.

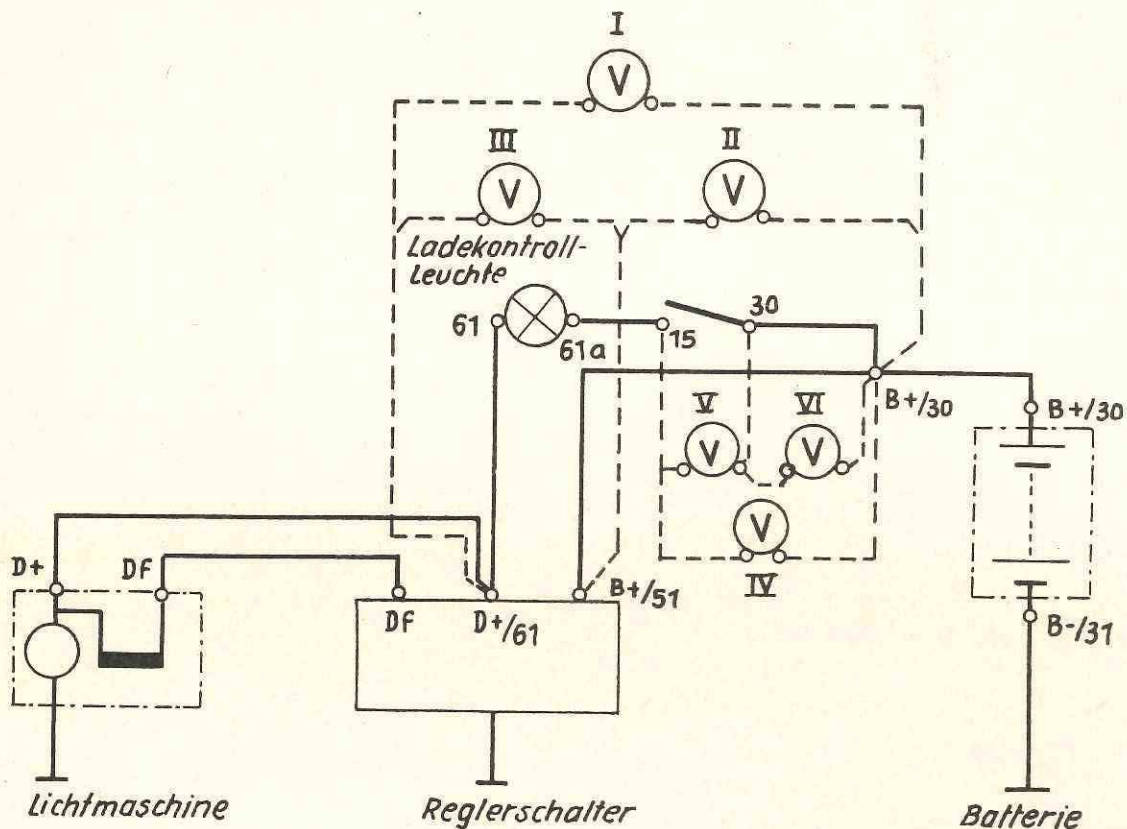


Bild 29 Die prinzipiellen Schaltungen zum genaueren Prüfen des Spannungsabfalles im Ladestromkreis eines Generators und am Zündschalter

- I Messen des Gesamtspannungsabfalles zwischen Plus-Generator und Plus-Batterie (bei 6-Volt-Anlagen max. 0,4 Volt, bei 12-Volt-Anlagen max. 0,8 Volt)
- II Messen des Spannungsabfalles in der Ladeleitung B+/51 (bei 6-Volt-Anlagen max. 0,2 Volt, bei 12-Volt-Anlagen max. 0,4 Volt)
- III Messen des Spannungsabfalles im Reglerschalter (bei 6-Volt-Anlagen max. 0,2 Volt, bei 12-Volt-Anlagen max. 0,2 Volt)
- IV Messen des Spannungsabfalles im Zündschalter-Stromkreis (max. 0,2 Volt)
- V Messen des Spannungsabfalles im Zündschalter (max. 0,1 Volt)
- VI Messen des Spannungsabfalles in der Leitung zum Zündschalter (max. 0,1 Volt)

**Der Spannungsabfall in der Ladeleitung** wird ebenfalls bei eingeschaltetem Dauerverbraucher gemessen. Zwischen den isolierten Ladeklemmen des Generators (D+) und der isolierten Klemme der Batterie (B+) sollten im Regelfalle bei 6-Volt-Anlagen 0,7 Volt und bei 12-Volt-Anlagen 0,8 Volt nicht überschritten werden. Bei größerem Spannungsabfall kann man durch Messen der einzelnen Abschnitte des Stromkreises die Ursache ermitteln (Bild 29).

Zwischen der Masse des Generators und der Masse der Batterie sowie zwischen Masse des Generators und Masse des Reglerschalters ist ein Spannungsabfall bis 0,1 Volt zulässig.

## 2. Ladestrom-Test

Ladestrom-Tests an Batterien sind deshalb kritisch, weil man dazu erst den Motor starten

muß. Da das Anlassen großen Strom erfordert, kann dabei ein entsprechend genaues Ampèremeter mit geringem Meßbereich zum Messen des Ladestromes nicht an den Polköpfen der Batterie angeschlossen bleiben. Andererseits ist es für Alternatoren und auch einen Teil der Regler schädlich, wenn bei laufendem Motor die Verbindung zur Batterie unterbrochen wird. Darum sind bei Messungen dieser Art auch so gute Befestigungen der Anschlußkabel erforderlich, daß auch ein ungewollter Wackelkontakt nicht auftreten kann (Bild 30).

**Poladapter**, die auf einem Batteriepol zwischen Batteriepol und Batterieklemme geschaltet werden, ermöglichen nach Schließen eines entsprechenden Querschnitt ausgeführten Schalter das Starter des Motors. Bei laufendem Motor kann

## STROMERZEUGERANLAGEN

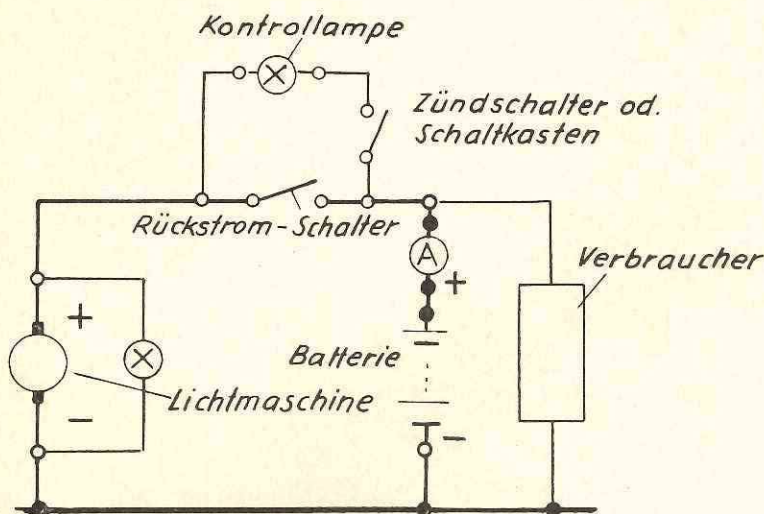


Bild 30 Schaltbild einer Generatoranlage mit Anzeige-Lampe und zusätzlichem Ladeampèremeter

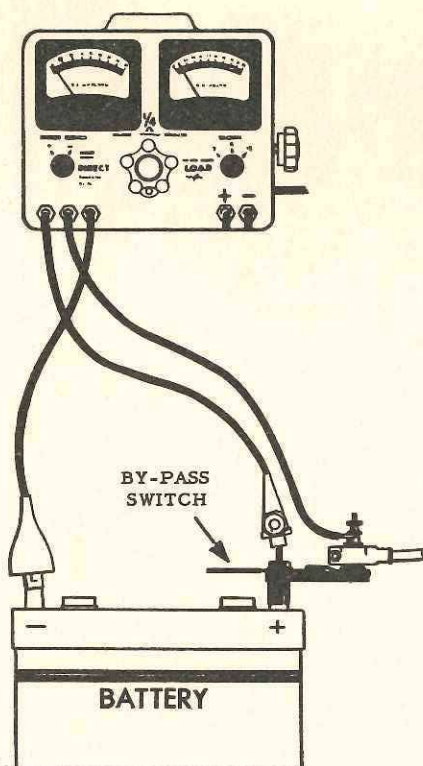


Bild 31 Anschluß des Batteriepoladapters (Siehe Text)

dieser Schalter geöffnet und mit einem dem Schalter parallel geschaltetem Ampèremeter der Ladestrom zur Batterie gemessen werden. (Bild 31).

Normal wird der Ladestrom sehr gering sein. Denn normalerweise ist die Batterie bei intakter Generatoranlage ausreichend geladen, und es

fließt nur ein geringer Restladestrom. Werden aber alle Dauerverbraucher eingeschaltet, so darf bei etwa 1500 U/min des Motors kein Strom aus der Batterie entnommen werden, sondern es muß noch immer ein geringer Ladestrom fließen. Zum Prüfen des Maximalstromes kann man bei kurzgeschlossenem Unterbrecher – damit der Motor nicht anspringt – etwa 1 Minute den Starter betätigen. Damit wird die Spannung der Batterie stark herabgesetzt, weil sie sich nun auf ihre Entladespannung einstellt. Dadurch wird anschließend an diese Belastung kurzzeitig der Höchststrom des Generators erreicht, wenn man den Motor auf etwa 2000 bis 3000 U/min bringt.

### Generator-Tester

**Spezielle Generator-Tests** ermöglichen genauere Fehleranalysen, wenn einfache Messungen nicht ausreichen. Hierbei ist je nach Art des Generators, des Reglers und des Testgerätes ein besonderes Testprogramm erforderlich.

Ein grundsätzliches SUN-Testprogramm für Generatoren, Regler und Ladestromkreis ist im Heft 124 des «Querschnitt durch die Autotechnik» unter «Das Prüfen, Testen und Instandsetzen der Stromerzeugeranlagen moderner Automobile» beschrieben.

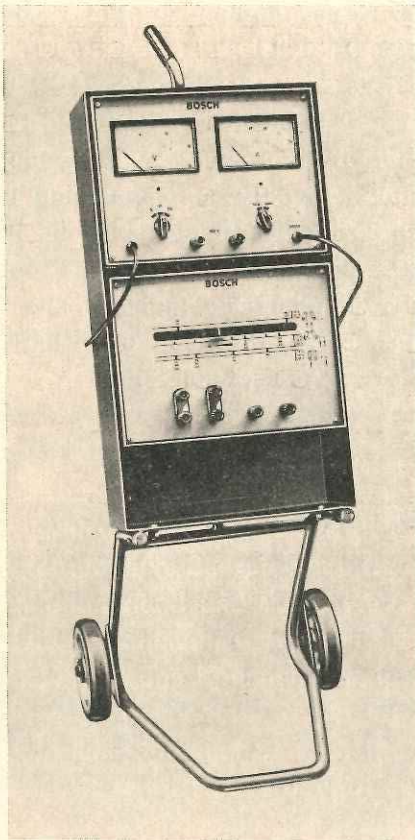
Für den Bosch-Volt-Ampère-Tester EFAW 102 in Verbindung mit dem Belastungswiderstand EFAW 107 wurde folgendes Testprogramm ausgearbeitet:

### Testen von Generatoren mit Bosch-Generator-Tester

Vor dem Anschließen des Testers ist festzustellen, ob der Minus- oder Pluspol der Fahrzeugbatterie an Masse liegt. In dieser Anleitung ist jeweils der Anschluß des Testers an Fahrzeugen mit Minuspol an Masse beschrieben.

In Fahrzeugen, bei denen der Pluspol der Batterie an Masse liegt, müssen beim Anschließen des Testers die Zuleitungskabel vertauscht werden, damit die Zeiger der Meßgeräte richtig anschlagen (Plusbuchse bzw. Klip des Testers an Masse). Eine separate Batterie muß genau so angeschlossen werden wie die im Fahrzeug vorhandene Batterie; Masse nicht vergessen.





**Bild 32 Bosch-Motortester-Bausteingeräte**  
 «Test der Elektrischen Anlage»  
 Testerwagen EFAW 172 B  
 Volt-Ampère-Tester EFAW 167  
 Belastungswiderstand EFAW 107 A

Zum Testen von:  
 Startern und Batterien  
 Gleich- und Drehstrom-Generatoren und Reglern sowie zum  
 Testen der gesamten Anlage

Der Spannungsumschalter ist entsprechend der Spannung der zu testenden elektrischen Fahrzeuganlage wie folgt zu schalten (damit wird gleichzeitig der Voltmeter-Bereich umgeschaltet):

Schalterstellung 15 = Meßbereich 0 bis 15 Volt  
 (6- und 12-Volt-Anlagen)

Schalterstellung 30 = Meßbereich 0 bis 30 Volt  
 (12- und 24-Volt-Anlagen)

Weichen bei den nachstehend beschriebenen Prüfungen die gemessenen Werte von den Richtwerten ab, so ist die genaue Untersuchung des betreffenden Teils erforderlich; eventuell muß das Teil ausgebaut und auf dem Prüfstand untersucht werden.

## 1. Testen von Gleichstrom-Generatoren und Reglern

Vor dem Anschließen des Testers sind alle Leitungen an der Klemme B+ (51) des Reglers (Zuleitungen zu Starter und Batterie) abzuklemmen, damit etwa eingeschaltete Verbraucher die Messungen nicht beeinflussen können.

Zum Belasten des Generators mit dem Belastungswiderstand muß dessen Schieber auf den Belastungsstrom eingestellt werden.

(Bild 33).

Bei älteren Generatoren mit eingepprägter Typformel, zum Beispiel LJ/GG200/12/2200 ist der maximale Belastungsstrom aus dem ersten Zahlenwert (Nennleistung in Watt) rechnerisch zu ermitteln:

Nennleistung 200 W =  $\frac{2}{3}$  der max. Leistung

Max. Leistung also 300 W

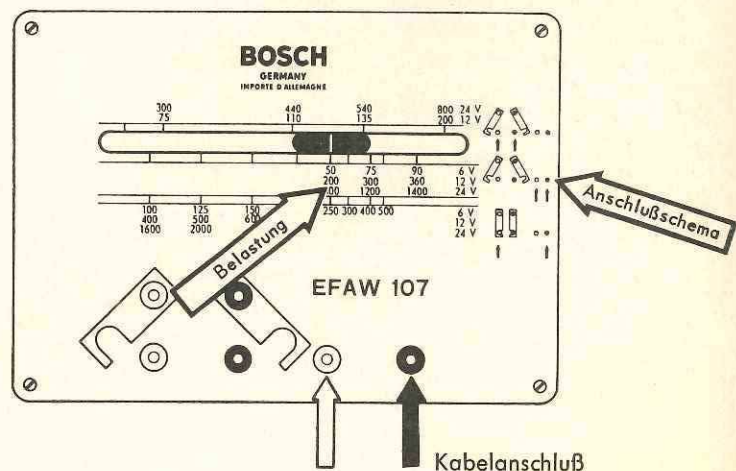
Belastungsstrom =

max. Leistung/Spannung = 300 W/12 V = 25 A

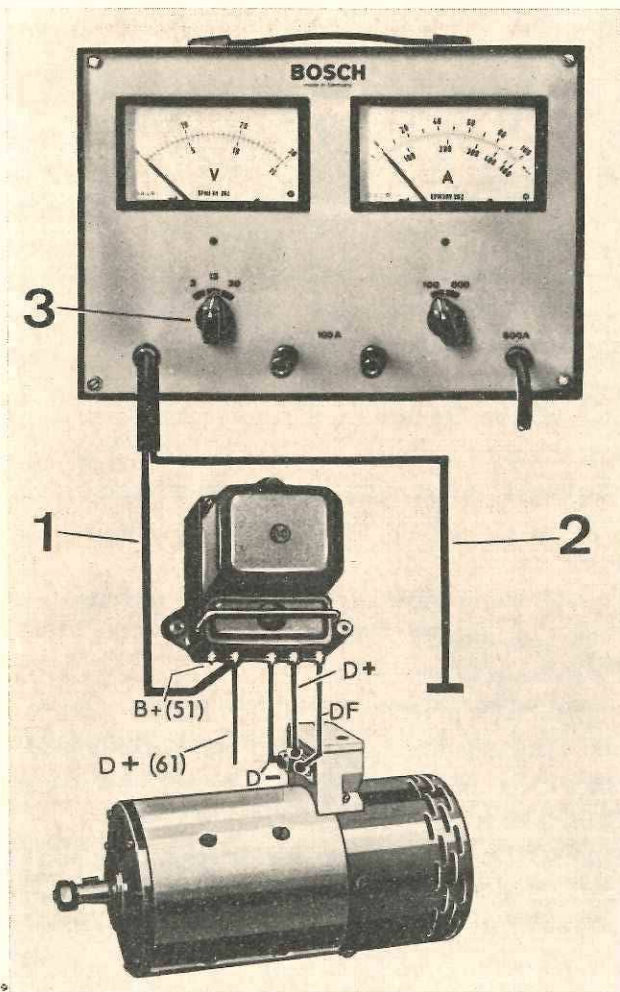
Bei Generatoren mit eingepprägter Bestellnummer sind Generatorspannung mit maximaler Stromstärke angegeben, z. B. 14 V 25 A.

Die auf der Frontplatte des Bosch-Belastungswiderstandes aufgedruckten Schaltsymbole sind beim Anschließen der Kabel zu beachten. Nähere Angaben sind der Bedienungsanleitung für den Belastungswiderstand zu entnehmen.

Belastungswerte, die an der Skala auf dem Belastungswiderstand nicht angegeben sind, können angenähert werden. Die genaue Einstellung des Belastungsstromes kann nach der Anzeige des Ampèremeters vorgenommen werden.



**Bild 33 Bosch-Belastungswiderstand EFAW 107 für eine Belastung von 200 Watt bei 12 Volt eingestellt**



**Bild 34 Prüfen der Reglerspannung ohne Belastung**  
Anschließen  
1 = Meßkabel roter Klip (+Voltmeter) an Klemme B+ (51)  
2 = Meßkabel schwarzer Klip (-Voltmeter) an Masse  
3 = Umschalter für Voltmeter je nach Nennspannung des Generators auf 15 oder 30

**Prüfen der Reglerspannung ohne Belastung**  
Anschließen (Bild 34).

Motor starten und Drehzahl steigern; Voltmeter beobachten:

Die Spannung steigt und geht dann etwas zurück. Der sich danach einstellende Wert ist die Reglerspannung ohne Belastung.

Bei Zweikontakt-Reglern kann sich die Spannung bei hohen Motordrehzahlen nochmals etwas ändern: bei 6 Volt um ca. 0,3 bis 0,4 Volt; bei 12 Volt um ca. 0,4 bis 0,5 Volt. Dies ist die Regulierweite, das heißt der Unterschied zwischen der Regelung im unteren und oberen Bereich.

**Prüfen der Reglerspannung mit Belastung**  
Anschließen (Bild 35).

Anschlusssymbole auf Bosch-Belastungswiderstand beachten (Bedienungsanleitung). Bei mittlerer Motordrehzahl Belastungsstrom einstellen. Danach Reglerspannung mit Belastung am Voltmeter ablesen. Ist die Reglerspannung zu niedrig, so werden die elektrischen Verbraucher ungenügend versorgt, die Batterie wird mangelhaft geladen, die Helligkeit der Scheinwerfer ist ungenügend usw. Ist die Regulierung zu hoch, so kann die Batterie überladen und der Generator überlastet werden.

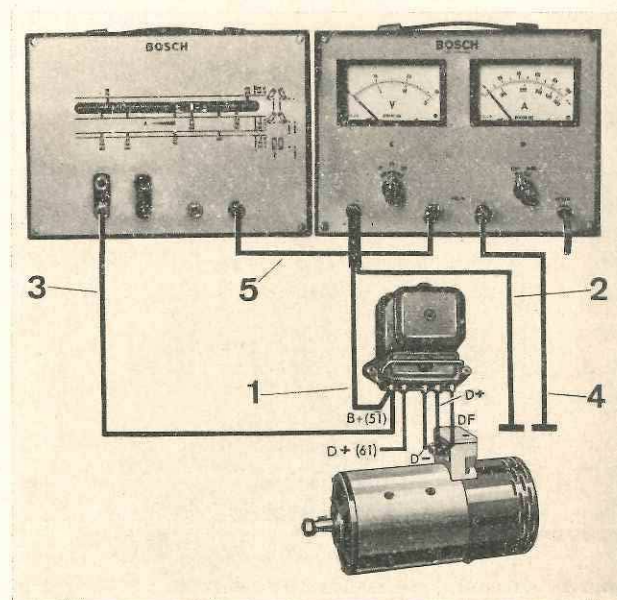
**Für Maschinen mit Variodienregler gilt:**

Die Reglerspannung bei Belastung muß mindestens 0,5 Volt und mehr unter dem Wert liegen, den Sie bei Reglerspannung ohne Belastung gemessen haben.

Die Sollwerte in den Bosch-Testwert-Blättern gelten für kalte Regler. Bei warmen Reglern kann die Reglerspannung bei Belastung noch etwas niedriger liegen.

Die Drehzahl des Generators soll für die Prüfung bei etwa 5500 U/min liegen (ca. mittlere Motordrehzahl).

**Prüfen des Stromreglereinsatz (nur bei Reglern mit Knickkennlinie).** Die Reglerspannung bleibt



**Bild 35 Prüfen der Reglerspannung mit Belastung**  
Anschließen  
1 = Meßkabel roter Klip  
2 = Meßkabel schwarzer Klip  
3 = Prüfkabel roter Klip  
4 = Prüfkabel schwarzer Klip  
5 = Verbindungskabel

hier bis zum max. Belastungsstrom annähernd konstant. Erst nach dessen Überschreitung setzt der Stromregler ein und die Spannung geht wieder zurück.

Anschluß des Testers nach Bild 35. Die Drehzahl des Generators soll für die Prüfung bei etwa 5500 U/min liegen (ca. mittlere Motordrehzahl). Belastung mit Schieber so lange erhöhen, bis Spannung plötzlich zurückgeht. Der dabei am Ampèremeter angezeigte Strom ist der Stromreglereinsatz. Er beträgt im allgemeinen etwa das 1,5fache des Nennstroms.

$I_n$  (Nennstrom) =  $N_n/U$  (Nennleistung/Spannung)  
Bei zu niedrigem Stromreglereinsatz kann der Generator nicht seine volle Leistung an die Verbraucher abgeben (ungenügende Ladung der Batterie).

Bei zu hohem Stromreglereinsatz kein Schutz des Generators vor Überlastung.

## Prüfen des Rückstromschalters

### a) Einschaltspannung

Anschluß des Testers nach Bild 35, jedoch roten Klip des Meßkabels (+ Voltmeter) an Klemme D+ (61) anschließen. Belastungswiderstand auf Belastungsstrom einstellen.

Drehzahl langsam und gleichmäßig steigern, bis Spannung plötzlich zurückgeht. Die vor dem Zurückgehen auf dem Voltmeter angezeigte Spannung ist die Einschaltspannung. Ist die Einschaltspannung zu niedrig, fließt bei niedriger Drehzahl sofort ein Rückstrom – Entladung der Batterie. Ist die Einschaltspannung zu hoch, fließt beim Einschalten sofort ein hoher Strom, wodurch die Kontakte übermäßig beansprucht werden.

Die Einschalt Drehzahl darf nicht mit einer häufig auftretenden Drehzahl zusammenfallen, zum Beispiel mit der Leerlaufdrehzahl, weil dann eine unzulässige Beanspruchung der Schalter-Kontakte im Regler durch ständiges Öffnen und Schließen (Rattern) auftritt.

### b) Rückstrom

Anschluß nach Schaltschema (Bild 36).

Motor anlassen und auf mittlere Drehzahlen bringen; darauf Drehzahl langsam mindern. Das Ampèremeter zeigt den vom Generator abgegebenen

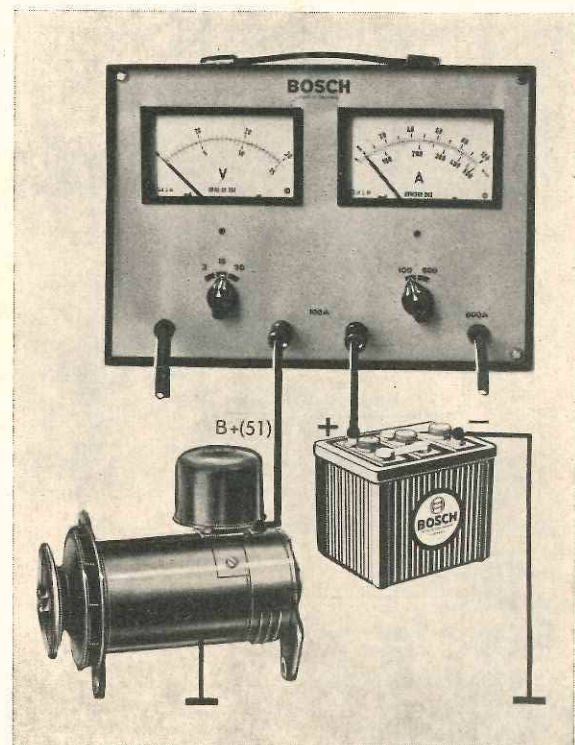


Bild 36 Prüfen des Rückstromes

Strom an, der mit der Drehzahlverminderung auf Null und dann über Null hinausgeht (Batterieentladung). Bei weiterer Drehzahlverminderung geht der Zeiger plötzlich auf Null zurück. Der angezeigte höchste Wert gibt den Rückstrom an; er soll zwischen 2 und 8 Ampère liegen.

Hat der Reglerschalter selbst im Leerlauf nicht abgeschaltet, so muß zur Messung die Leerlaufdrehzahl weiter vermindert oder der Motor abgestellt werden.

Für den Rückstrom kann ein gültiger Wert nicht angegeben werden, weil außer der Regler-Charakteristik auch der Ladezustand der Batterie einen Einfluß ausübt.

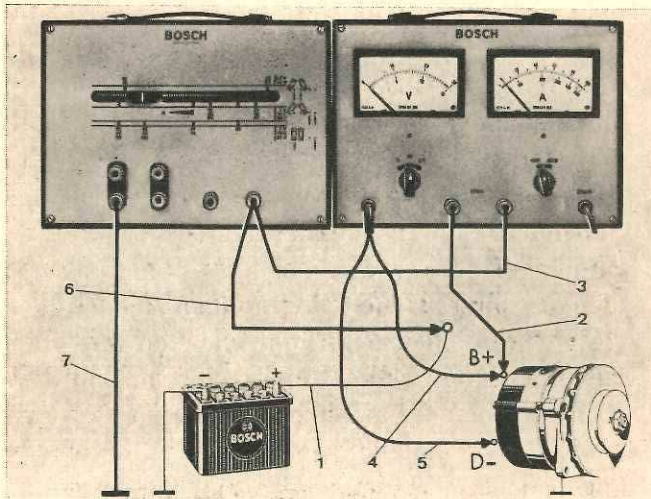
**Wichtig ist, daß der Reglerschalter öffnet und das Ampèremeter auf Null zurückgeht.**

## 2. Testen von Drehstrom-Generatoren und Reglern

Drehstrom-Generatoren dürfen auf keinen Fall ohne angeschlossene Batterie betrieben werden, weil dadurch die eingebauten Dioden zerstört werden könnten.

Deshalb: Die Kabelverbindungen zu den Testgeräten nur bei stehendem Motor vornehmen und die Kabel so anschließen, daß sie sich bei

## MOTOR-TESTS



**Bild 37 Prüfen von Bosch-Alternatoren**

- 1 = Batteriekabel
- 2 = Prüfkabel roter Klip
- 3 = Verbindungskabel  
(Zubehör: Belastungswiderstand)
- 4 = Meßkabel roter Klip
- 5 = Meßkabel schwarzer Klip
- 6 = Prüfkabel
- 7 = Prüfkabel (zusätzlich)

laufendem Motor nicht lösen können (z. B. durch Abspringen der Klips).

Für diesen Test wird zusätzlich der Bosch-Belastungswiderstand benötigt. Außerdem braucht man zusätzlich ein Prüfkabel minus (schwarzer Klip), das gegebenenfalls extra bestellt werden muß.

Bei stehendem Motor Batteriekabel «1» vom Generator (Klemme B+) abklemmen.

Anschließen (Bild 37).

Bedienungsleitung von Bosch-Belastungswiderstand beachten.

**Ampèremeter anschließen:** Prüfkabel roter Klip «2» an Volt-Ampère-Tester und Drehstrom-Generator (Klemme B+) anschließen. Volt-Ampère-Tester mit Belastungswiderstand über Verbindungskabel «3» verbinden.

**Voltmeter anschließen:** Meßkabel roter Klip «4» an Generator (Klemme B+) anschließen. Meßkabel schwarzer Klip «5» an Masse oder an Klemme D- des Generators anschließen.

**Belastungswiderstand anschließen:** Prüfkabel «6» mit dem abgeklemmten Batteriekabel B+ verbinden. Prüfkabel «7» an Masse legen.

### Einstellen und ablesen

Vor Testbeginn den Schieber des Belastungswiderstandes ganz nach links schieben.

Motor starten und auf 2500 U/min bringen. Drehzahl konstant halten.

Belastungsstrom durch Betätigen des Schiebers am Belastungswiderstand einstellen. Der Belastungsstrom wird durch das Ampèremeter angezeigt.

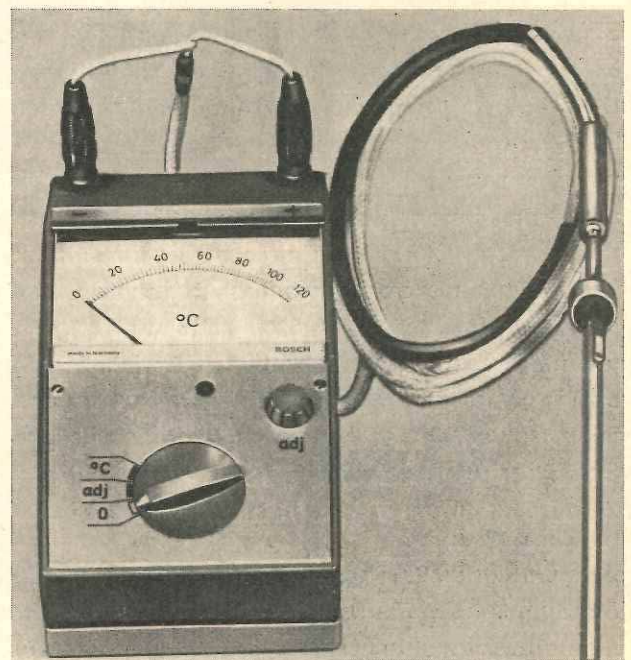
«Regulierspannung mit Belastung» ablesen.

## 6. Motor-Tests

Der größte Teil der Motor-Fehler macht sich nur bei betriebswarmem Motor bemerkbar. Darum muß vor entsprechenden Messungen der Motor warmlaufen. Als betriebswarm gilt der Motor bei einer Temperatur des Motoröls von etwa 80 Grad Celsius. Diese Temperatur wird im Regelfalle nach etwa 5 bis 10 Minuten Betrieb bei mittleren Drehzahlen erreicht. Wenn es auf Genauigkeit der Temperatur ankommt, so verwendet man zur Messung der Öltemperatur ein Thermometer (Bild 38).

### Ansaugunterdruck-Test

Das Messen des Ansaugunterdruckes ist eine der einfachsten Möglichkeiten, eine grundsätzliche Aussage über den Zustand eines Auto-



**Bild 38 Bosch-Öltemperaturmeßgerät EFAW 253**



Bild 39 Ansaug-Unterdruck-Tester

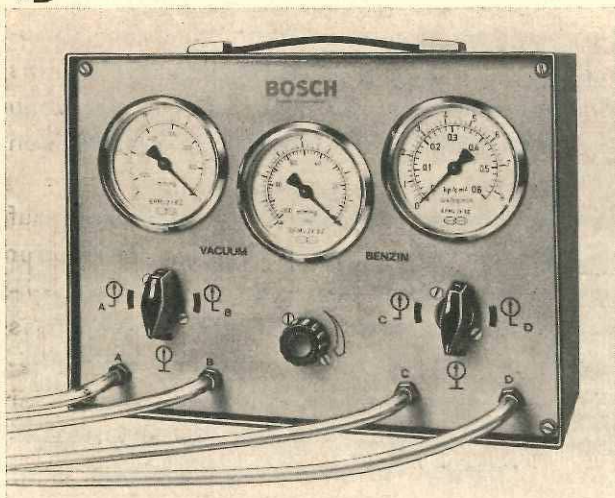


Bild 40 Bosch-Druck-Unterdruck-Tester EFAW 177

Zur Überprüfung von Arbeits- und Förderdruck an Kraftstoffpumpen und für Unterdruck-Messungen im Saugrohr des Motors zwecks Beurteilung des Motorzustandes sowie zum Überprüfen des Vergaserschwimmerventils und zum Messen und Einstellen des Unterdruckes bei der Überprüfung der Unterdruckverstellung von Zündverteiler. Es ist ein tragbarer Stahlblechkoffer mit Umschalthehnhahn und Schlauchleitungen zu den eingebauten Meßgeräten mit folgenden Meßbereichen:

Manometer 0... 0,6 kp/cm<sup>2</sup> bzw. 0... lbs/sq inch Unterdruckmesser

0... 100 mm Hg bzw. 0... 4" Hg und 0... 600 mm Hg bzw. 0... 24" Hg

mobil-Motors zu machen. Dies gilt aber nur bei Viertakt-Motoren mit mindestens 4 Zylindern. Je besser die Funktion des Motors ist, umso weniger Luft-Kraftstoff-Gemisch benötigt er zum Erreichen der gleichen Drehzahl. Da der Unterdruck im Ansaugrohr größer wird, wenn man die Drosselklappe des Vergasers mehr schließt, ist auch der Motor umso gesünder, je größer der

Unterdruck bei gleicher Drehzahl ist. Darum macht die gleichzeitige Messung von Drehzahl und Unterdruck bei einigen festgelegten Drehzahlen eine gute Aussage über den Motorzustand.

Spezielle Ansaug-Unterdruck-Tester für diesen Zweck haben ein bemessen gedämpftes Meßwerk, welches auch Unterdruckschwankungen im Ansaugrohr meßbar macht (Bild 39). Eines der gebräuchlichen Geräte dieser Art ist das «SÜKO-Triotest». Dieses Gerät hat auf der Skala farbige Segmente, in welcher die jeweiligen Fehler und ihre Auswirkung angezeigt werden.

Als Meßgerät für den Ansaug-Unterdruck kann man auch das gleiche Manometer verwenden, welches man zum Testen der Unterdruck-Zündversteller und des Ansaug-Unterdruckes der Kraftstoffpumpe benötigt (Bild 40).

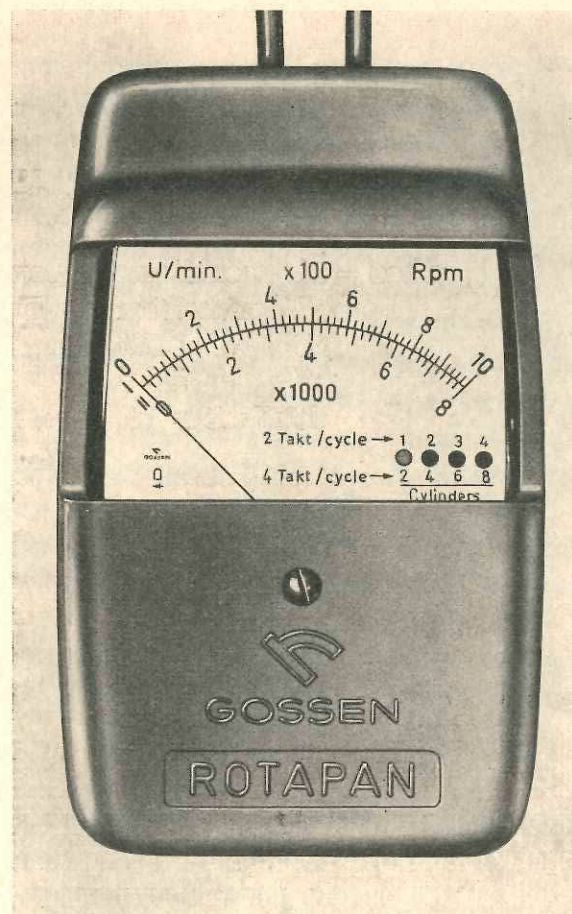
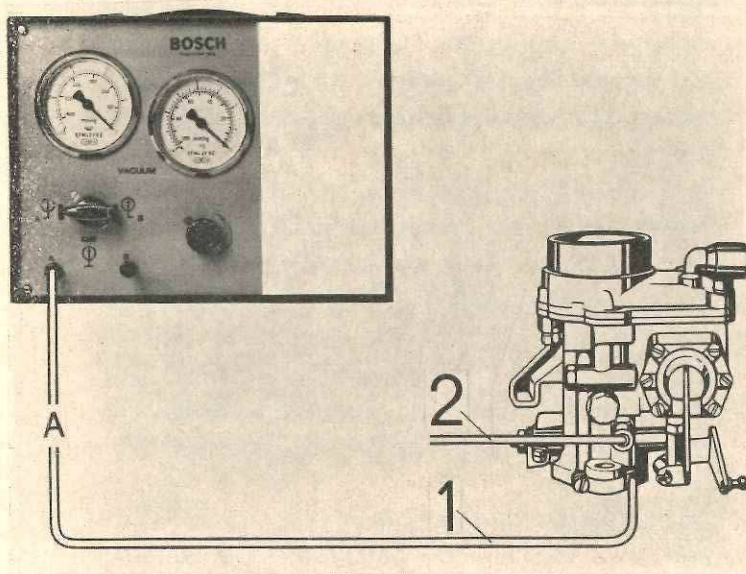


Bild 41 Rotapan. Batterieloser Zündungsdrehzahlmesser für alle Otto-Motoren geeignet

Zwei Meßbereiche: 0... 1000 U/min, 0... 8000 U/min unabhängig von Zylinder- und Taktzahl, geeignet für alle Batterie-Spannungen

## MOTOR-TESTS



**Bild 42 Messungen: Unterdruck im Ansaugrohr**

- 1 = Anschluß für Unterdruck-Messungen am Ansaugrohr
- 2 = Anschluß für die Unterdruckleitung zum Zündverteiler  
Kann für diese Messung **nicht** verwendet werden

Zum Anschluß des Manometers ist bei den meisten amerikanischen und britischen Automobil-Motoren eine Verschraubung im Ansaugrohr vorgesehen. Bei anderen Motoren (so zum Beispiel bei Daimler-Benz) ist eine Schraube am Vergaserflansch vorgesehen, die zum Messen gegen ein Anschlußröhrchen ausgetauscht wird. Bei anderen Motoren kann man dünne Zwischenflanschen mit einem Anschlußstutzen zwischen Vergaser und Ansaugrohr einbauen.

Als Drehzahlmesser verwendet man den auch zu anderen Messungen und Einstellungen erforderlichen elektronischen Drehzahlmesser, der als Analogmeßwerk die mit der Motordrehzahl zunehmenden Zündunterbrechungen auswertet (Bild 41).

Es können der Anlaß-Unterdruck, der Unterdruck bei Leerlaufdrehzahl und der Unterdruck bei einer höheren Drehzahl gemessen werden.

**Anlaß-Unterdruck** mißt man während der Betätigung des Starters. Dabei wird der Unterbrecher-Anschluß mit einem Klemmkabel mit Masse verbunden, oder auf eine andere Art verhindert, daß der Motor anspringt (Bild 42).

Beim Betätigen des Starters mit geschlossener Drosselklappe soll das Manometer einen gleich-

mäßigen, regelmäßig pulsierenden, hohen Unterdruck anzeigen. Damit wird angezeigt, daß der Motor gesund ist, der Ansaugkrümmer dicht ist und die Ventilfehrungen in gutem Zustand sind.

Undichtheiten an Kolbenringen, Zylinderkopf und schadhafte Ventile verursachen einen ungleich pulsierenden Unterdruck. Falsche Ventilsteuerzeiten, schlechte Ventilfehrung, Undichtheiten im Ansaugweg, nicht ganz schließende Drosselklappe und zu geringe Kompression, verursachen gleichmäßig pulsierenden aber zu niedrigen Unterdruck.

**Leerlaufunterdruck** mißt man bei den für den Motor vorgeschriebenen Leerlaufdrehzahlen. Bei intakten normalen Motoren, bei denen Zündung und Vergaser normal arbeiten, wird das Manometer einen stetigen Unterdruck von 0,6 bis 0,7 atü bzw. 580 bis 560 mm Hg anzeigen, wenn laut Testwertblatt nicht andere Werte angegeben werden.

Zu niedriger aber stetiger Unterdruck kann auf zu späte Zündeneinstellung, zu spätem Öffnen der Ventile, zu niedrige Kompression, falsches Ventilspiel oder zu hohen Reibungswiderstand des Motors zurückzuführen sein. Bei auf Höchstleistung frisierten Motoren ist meist wegen der größeren Überschneidung der Ventilsteuerzeiten ebenfalls der Unterdruck niedriger, aber unstetig.

Abnormal schwankender Unterdruck wird verursacht: Durch schlechte Vergasereinstellung oder schlechten Zustand des Vergasers, Zündaussetzer oder defekte Zündkerzen, undichtes Saugrohr oder Nebenluft am Vergaser, schadhafte Ventile oder ungleicher Kompression der einzelnen Zylinder. Die Lokalisierung der einzelnen Ursachen ist durch Unterdruckmessung nicht möglich und erfordert weitere Messungen mit anderen Testern. Wenn aber die Unterdruckmessung keine Fehler anzeigt, so kann man auch annehmen, daß der Motor gesund ist.

**Ansaugunterdruckmessung bei höheren Motordrehzahlen** kann etwas über den Auspuff aussagen. Dazu wird der Motor langsam auf etwa 2000 U/min gebracht und 10 bis 20 Sekunden bei

dieser Drehzahl konstant gehalten. Geht dabei der Unterdruck langsam zurück, so ist der Auspuff verrußt oder verstopft.

**Leerlaufeinstellung der Vergaser** ist ebenfalls mit Unterdruckversteller und Drehzahlmesser möglich. Dazu kann man zuerst am Drosselklappenanschlag die vorgeschriebene Leerlaufdrehzahl einstellen. Dann wird die Gemischregulierschraube so eingestellt, daß die höchstmögliche Drehzahl bei höchstmöglichem Unterdruck erreicht ist. Danach ist am Drosselklappenanschlag wieder die Leerlaufdrehzahl einzustellen und wieder durch Gemischkorrektur auf höchsten Unterdruck und höhere Drehzahlen zu bringen. Dies wird solange fortgesetzt bis bei möglichst geschlossener Drosselklappe die Leerlaufdrehzahl bei größtmöglichem und stetigem Unterdruck erreicht ist.

#### **Grundeinstellung des Vergasers**

Die Grundeinstellung des Vergasers kann man wie folgt vornehmen:

Gemischregulierschraube zunächst vorsichtig bis zum Anschlag eindrehen, dann wieder zwei Umdrehungen herausdrehen.

Leerlaufregulierschraube zunächst so weit herausdrehen, bis die Drosselklappe ganz geschlossen ist, dann wieder eine Umdrehung eindrehen.

Motor starten, durch Gemischregulierschraube höchstmöglichen Unterdruck bei rundem Motorlauf einstellen.

Gewünschte oder vorgeschriebene Leerlaufdrehzahl mit Leerlaufregulierschraube einstellen.

#### **Auspendeln des Motors**

Pendeln oder Auspendeln des Motors, nennt man die Wirkungsprüfung einzelner Zylinder durch ihr Ausschalten bei laufendem Motor. Die übrigen noch eingeschalteten Zylinder werden dann durch die Kompression der abgeschalteten Zylinder gebremst. Die Folge ist, daß die Drehzahl und der Unterdruck im Ansaugrohr abfällt. Je mehr die Drehzahl und der Ansaug-Unterdruck dabei abfällt, umso größer ist der Leistungsanteil des abgeschalteten Zylinders an der Gesamtleistung des Motors. Bei schlecht arbeitenden

Zylindern wird somit Drehzahl und Unterdruck weniger abfallen.

Das Auspendeln des Motors soll nur kurzzeitig erfolgen, damit sich nicht zu viel Kraftstoff an den Zylinderwänden des abgeschalteten Zylinders niederschlägt. Denn dieser könnte den Ölfilm abwaschen und Kolbenfressen verursachen. Aus gleichem Grunde sollte man auch Einspritzmotoren nicht auspendeln.

Das Pendeln geschieht bei betriebswarmem Motor und etwa 1500 U/min. Es wird aber von einzelnen Testerherstellern in anderer Art empfohlen. Die Firma Bosch gibt dazu folgende Richtlinien: Bei laufendem Motor ist periodisch die Zündung bestimmter Zylinder kurzzuschließen. Die Prüfung wird mit jeweils zwei zündenden «antreibenden» Zylindern wiederholt, und zwar werden immer die gleichlaufenden Zylinder verwendet.

Zum Beispiel bei:

#### **4-Zylinder-Reihenmotor**

Zylinder 1—4 kurzschließen;

es zünden Zylinder 2—3

Zylinder 2—3 kurzschließen;

es zünden Zylinder 1—4

#### **6-Zylinder-Reihenmotor**

Zylinder 1—2—5—6 kurzschließen;

es zünden Zylinder 3—4

Zylinder 1—3—4—6 kurzschließen;

es zünden Zylinder 2—4

Zylinder 2—3—4—5 kurzschließen;

es zünden Zylinder 1—6

#### **4-Zylinder-V-Motor (Ford 12 M)**

Zylinder 1—4 kurzschließen;

es zünden Zylinder 2—3

Zylinder 2—3 kurzschließen;

es zünden Zylinder 1—4

#### **8-Zylinder-V-Motor (BMW V 8)**

Eine Zylinderreihe kurzschließen

#### **4-Zylinder-Boxer-Motor (VW)**

Zylinder 1—3 kurzschließen;

es zünden Zylinder 2—4

Zylinder 2—4 kurzschließen;

es zünden Zylinder 1—3

Allgemein empfiehlt es sich, immer die Zylinder zu einem Paar zusammenzufassen, deren Hochspannungsanschlüsse am Zündverteiler diametral gegenüberliegen.

## MOTOR-TESTS

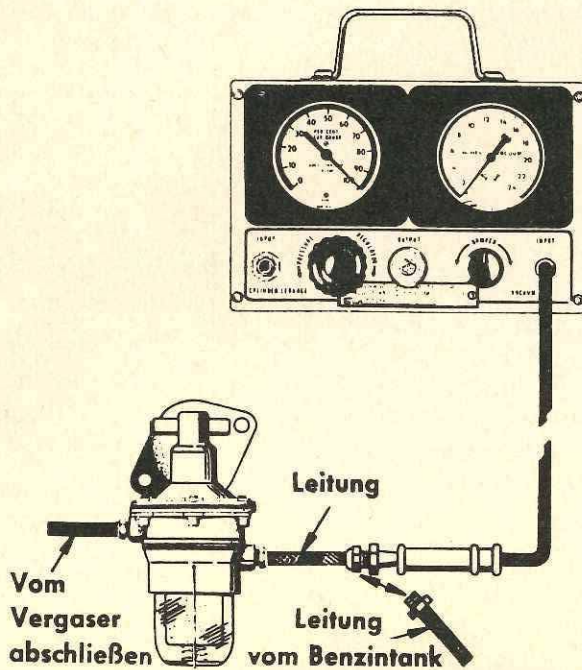


Bild 43 Messen des Ansaug-Unterdruckes der Kraftstoffpumpe mit SUN-Unterdruck-Tester

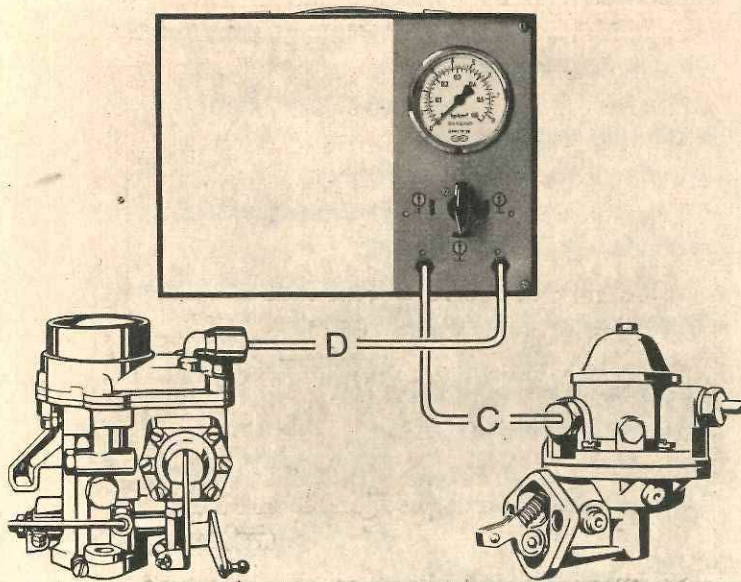


Bild 44 Schaltung des Bosch-Druck-Unterdruck-Testers zum Messen des Druckes einer Kraftstoffpumpe  
Leitung C an Benzinpumpe  
Leitung D an Vergaser

Drehzahl- und Unterdruckabfall bei der Prüfung der einzelnen Zylinderpaare werden mit den angeschlossenen Testgeräten gemessen und die Werte miteinander verglichen. Wichtig ist nicht der absolute Abfall der beiden Größen; der Abfall muß bei allen Zylinderpaaren annähernd gleich groß sein.

Zulässiger Drehzahlunterschied zwischen den Zylinderpaaren 50 U/min, zulässiger Unterdruckunterschied zwischen den Zylinderpaaren 30 mm Hg.

Bei dieser Prüfung ist dasjenige zündende, «antriebende» Zylinderpaar das schlechtere, bei dessen Betrieb der Unterdruck- und Drehzahlabfall am höchsten ist. Die so herausgefundenen Zylinder werden einzeln geprüft, d. h. abwechselnd treibt ein Zylinder die übrigen an.

Hat man auf diese Weise einen Zylinder ermittelt, bei dem Verdacht auf undichte Kolbenringe oder nicht vollständig schließende Auslaßventile besteht, so kann man durch Einfüllen von einigen Kubikzentimetern Motoröl in das Kerzenloch feststellen, ob der Fehler an den Kolbenringen oder am Ventil liegt. Bei undichten Kolbenringen verschwindet nämlich der Fehler durch das eingefüllte Öl kurzzeitig, weil das Öl den Kolben abdichtet. Ist der Drehzahl- und Unterdruckabfall nach wie vor gleich, dann liegt der Fehler am Ventil.

### Kraftstoffpumpen-Test

Zum Prüfen der Saugleistung und der Druckleistung von Kraftstoffpumpen sind Unterdruck- bzw. Überdruckmanometer erforderlich. Oft begnügt man sich aber entweder das eine oder das andere zu messen (Bild 43).

**Kraftstoffpumpen-Unterdruck** kann mit dem Unterdrucktester geprüft werden, der auch zur Ansaugvakuum-Messung und zum Unterdruckzündverstellertest verwendet wird. Dazu wird der Anschlußschlauch des Meßgerätes mit der vom Kraftstofftank gelösten Saugleitung verbunden. Bei Standleerlauf des Motors soll der im Testblatt vorgeschriebene Ansaug-Unterdruck erreicht werden. Wenn kein Testblatt vorhanden ist, kann 250 mm Hg als ausreichend angesehen werden.

Die Dichtheit von Saugleitung, Filter und Pumpen-Ansaugventil kann man prüfen, wenn man bei geschlossenem Manometer den Motor abstellt. Wenn der Unterdruck etwa 10 bis 15 Sekunden erhalten bleibt, so sind die genannten Teile genügend dicht.



**Kraftstoffpumpen-Druck** wird mit einem Druckmanometer gemessen. Zur Dichtheitsprüfung der Druckseite ist ein Umschalhahn erforderlich, der es ermöglicht, einzelne unter Druck stehende Leitungsteile zu trennen, ohne daß dabei das Manometer aus diesem Teil geschaltet wird (Bild 44).

Zum Messen des Kraftstoffpumpendruckes wird erst der Umschalter auf Durchgang geschaltet und der Motor solange laufengelassen, bis keine Luftblasen mehr in den Anschlußleitungen aufsteigen. Danach soll der angezeigte Druck dem listenmäßigen Sollwert entsprechen. Dieser beträgt meist zwischen 0,1 bis 0,3 atü (Bild 45 und 46).

**Zur Dichtheitsprobe** wird der Motor abgestellt, wenn der Druck nach dem Abstellen des Motors innerhalb von 10 bis 15 Sekunden nicht abfällt, so sind Förderpumpen- und Vergaser-Schwimmerventil genügend dicht. Wenn dies nicht der Fall ist, kann man beide Ventile prüfen.

**Zur Dichtheitsprobe der Förderpumpe** wird bei laufendem Motor der Schalthahn so gestellt, daß der Durchgang zum Vergaser gesperrt ist und der Motor abgestellt. Fällt nun der Druck sofort ab, so liegt die Undichtheit in der Förderpumpe.

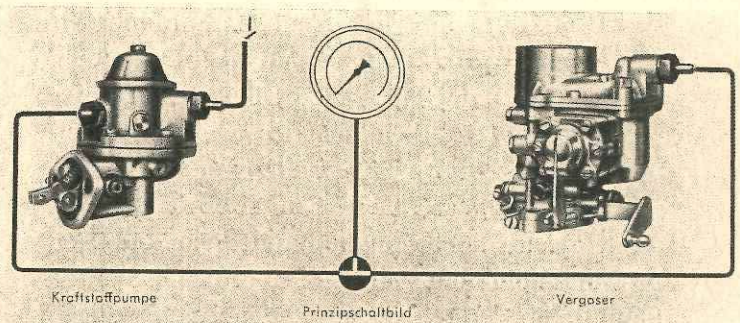
**Zur Dichtheitsprobe des Schwimmernadelventils** wird der Motor erneut gestartet und bei laufendem Motor der Umschalhahn auf Verbindung des Manometers mit dem Vergaser und Trennung von der Kraftstoffpumpe gestellt. Fällt nun der Druck sichtbar ab, so ist das Schwimmernadelventil undicht.

**Dichtheitsprüfung der Verbrennungsräume**

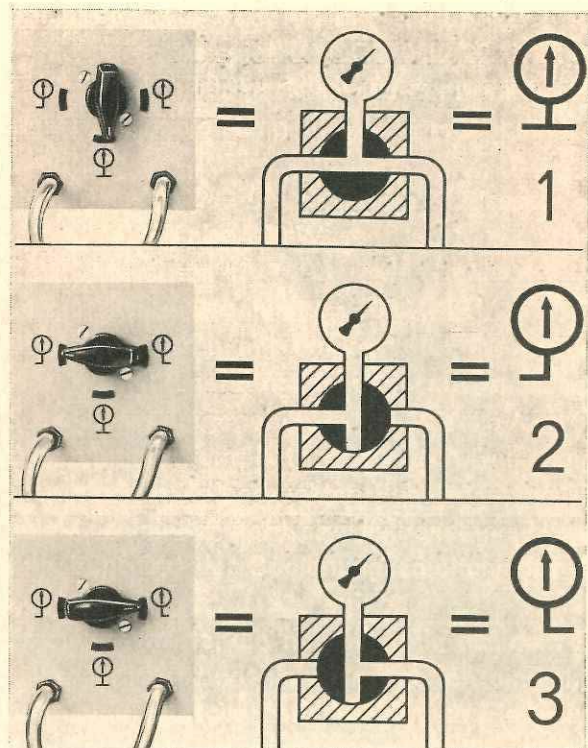
Zur Dichtheitsprüfung der Verbrennungsräume gibt es zwei grundsätzliche Möglichkeiten. Es sind dies:

1. Der einfache, mit einfachen Geräten auszuführende Kompressionsdruck-Test.
2. Der aufwandreichere, aber auch gründlichere Druckverlust-Test.

Beide Tests erfordern einen betriebswarmen Motor, damit das Motoröl seine normale Viskosi-



**Bild 45** Prinzipschaltung der Dichtheitsprüfung von Kraftstoffpumpe und Vergaser



**Bild 46**  
Schaltfunktionen der Umschalhähne am Bosch-Drucktester  
1 = Durchgang von Schlauchanschluß zu Schlauchanschluß bei gleichzeitigem angeschlossenen Manometer  
2 = Kein Durchgang. Das Manometer liegt am linken Schlauchanschluß  
3 = Kein Durchgang. Das Manometer liegt am rechten Schlauchanschluß

tät hat und die größere Abdichtwirkung kalter und damit dickflüssiger Öle entfällt. Außerdem ist dann gewährleistet, daß die Anlasserdrehzahl genügend hoch ist. Eine Öltemperatur von ca. 80 Grad Celsius entspricht den Anforderungen. Bei neuen und noch nicht eingelaufenen Motoren sollte man – sofern nicht besondere Veranlassung dazu vorliegt – beide Dichtheitsprüfungen nicht vornehmen, weil hier größere Abweichungen möglich sind.

## MOTOR-TESTS

Zum Kompressions-Test und zum Druckverlust-Test müssen die Zündkerzen ausgebaut werden. Damit spätere Messungen nicht durch von der Kerze abgeplatzte Ölkohle – die in die Ventil-sitze geraten kann – verfälscht wird, sollte man vor dem Ausbau entsprechende Vorsorge treffen. Dazu kann man alle Kerzen um mindestens  $\frac{1}{2}$  Umdrehung lösen und der Motor kurz mit etwa 1000 U/min laufen lassen. Dabei werden abge-

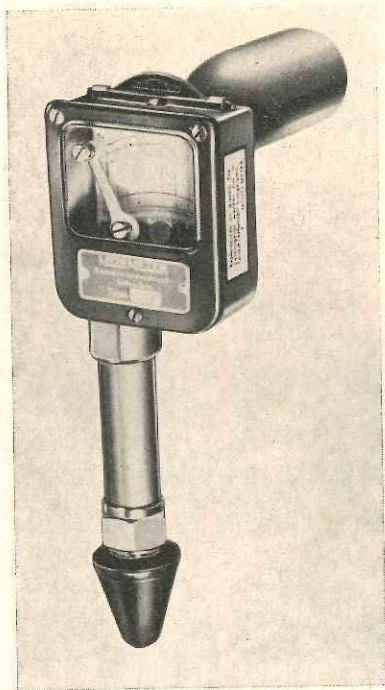


Bild 47 Moto-Meter Kompressionsdruckprüfer

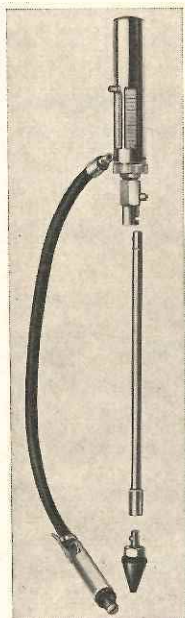


Bild 54 Zündstromkreis im Bosch-Zündkerzenprüfgerät

platzte Rußteilchen in den Auspuff geblasen. Danach sind alle Zündkerzen auszubauen. (Bild 47 und 48).

### Kompressionstest

Zum Kompressionstest wird der Kompressionsdruckmesser oder dessen Verlängerungsleitung mit seinem Abdicht-Gummikonus fest in die Zündkerzenbohrung eines Zylinders gedrückt. Danach wird der Starter bei voll geöffneter Drosselklappe solange betätigt, bis der vom Manometer angezeigte Druck nicht mehr ansteigt. Dies sollte spätestens nach etwa 10 bis 12 Motorumdrehungen der Fall sein. Zum Vergleich mit dem Kompressionsdruck der anderen Zylinder muß man sich den angezeigten Druck merken. Selbstschreibende Kompressionsdruckmesser ersparen dies, weil man auf dem Diagrammblatt durch Umschaltung nacheinander den Druck aller Zylinder aufzeichnet.

Nach dem Messen eines Zylinders erfolgt eine Druckentlastung des Meßwerkes durch Öffnen eines Ventils. Danach können alle Zylinder des Motors in gleicher Weise gemessen werden. Dabei ist wesentlich, daß der Starter bei allen Messungen gleich schnell dreht und möglichst nach gleicher Umdrehungszahl gemessen wird. Wesentliches Merkmal eines guten Zylinders ist, daß der erste Hub bereits einen großen Zeigerausschlag zur Folge hat. Allgemein liegt der Kompressionsdruck gängiger Automodelle zwischen 8 und 14 atü. Vereinzelt geben Testerhersteller Sollwerte für einzelne Automobil-Typen. Wenn die gemessenen Werte den allgemeinen Sollwerten entsprechen und nicht mehr als 1 bis 2 atü voneinander abweichen, kann man annehmen, daß Kolbenringe und Ventile genügend dicht sind. Werden die geforderten Werte nicht eingehalten, oder wird der Kompressions-Test nicht als ausreichend angesehen, so sollte ein Druckverlust-Test durchgeführt werden.

### Druckverlust-Test

Der Druckverlust-Test beruht im Prinzip darauf, daß in einer von zwei durch eine kalibrierte Bohrung verbundenen Kammern, ein konstanter Luftdruck eingestellt wird. In der anderen Kammer wird von einem Manometer dieser Druck angezeigt, solange aus dieser Kammer keine Luft

entweicht. Wenn durch Undichtheit aus der Meßkammer Luft entweicht, dann fällt der angezeigte Druck ab. Da bei größerer Undichtheit mehr Luft entweicht und dadurch der angezeigte Druckverlust größer wird, kann man den Druckverlust in Prozenten angeben (Bild 49 und 50). Der Druckverlust wird meist im Kompressions-OT des Kolbens gemessen. Bei Kurzhub-Motoren empfiehlt es sich häufig den OT geringfügig in Drehrichtung zu überschreiten, damit der kurze Kolben mit meist aus der Mitte versetztem Kolbenbolzen, sich richtig an die Zylinderwandung anlegt. Meist werden zu den Druckverlust-Testern Tot-

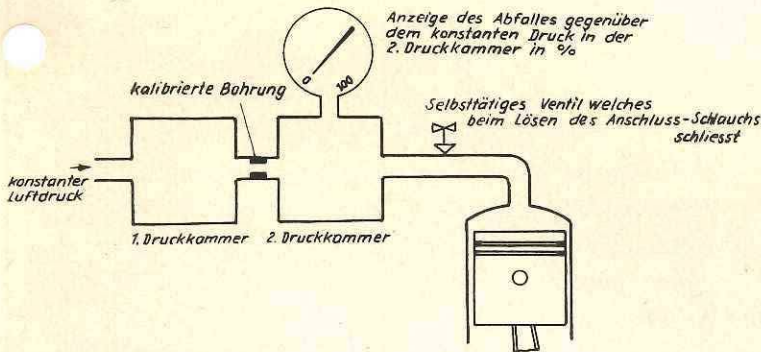


Bild 49 Prinzip eines Druckverlust-Testers

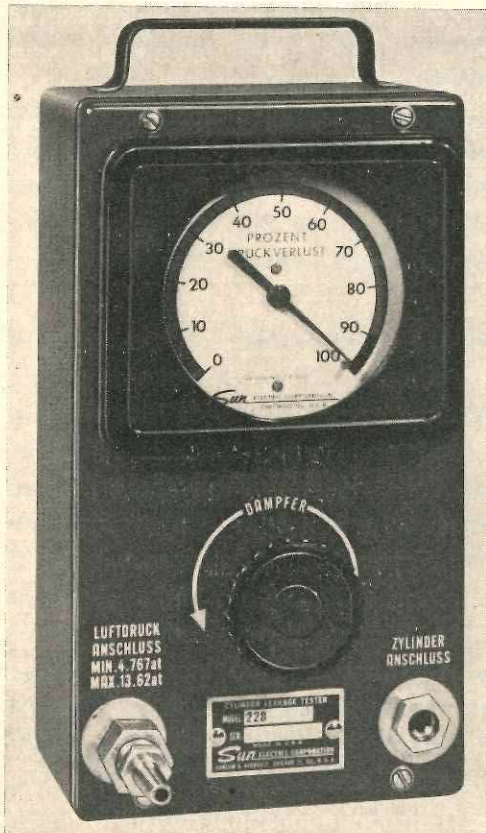


Bild 50 SUN-Druckverlust-Tester

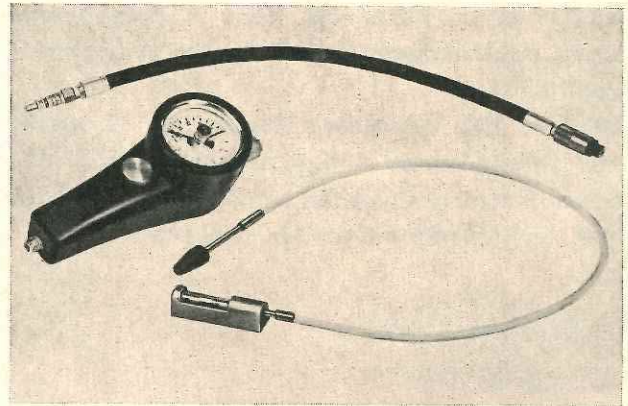


Bild 51 Bosch-Kompressionsdruck-Verlust-Tester EFAW 210  
Oben: Verbindungsschlauch zum Einschrauben in die Zündkerzenbohrung  
Unten: Suchgerät für den OT des Motors

punktsucher mitgeliefert, die mit der Zündkerzenbohrung des zu messenden Zylinders verbunden werden. In der richtigen Stellung des Motors sollte man bei angezogener Handbremse einen Gang einlegen, damit sich der Motor nicht dreht, wenn Luftdruck auf den Kolben wirksam wird. (Bild 51).

Zum Druckverlust-Test wird bei an das vorhandene Druckluftnetz angeschlossenem Gerät, der Druckregler so eingestellt, daß das Meßinstrument auf 0 zeigt. Dabei sollte man in Richtung Druckzunahme, also in Richtung auf 0 stellen und diesen Punkt nicht überschreiten. Wird dabei der Nullpunkt überschritten, so muß man meist vor erneuter Einstellung die Meßkammer leicht entlüften. Nach der Einstellung wird der Druckverlust-Tester mit einem vordem in die Zündkerzenbohrung eingeschraubten Verbindungsschlauch gekuppelt. Dann zeigt das Meßgerät den Druckverlust des Zylinders in Prozenten an.

**Der Druckverlust** soll in der Regel 40 % nicht überschreiten. Unterschiede zwischen den einzelnen Zylindern bis zu 20 % sind ohne Bedeutung, wenn sie nicht durch Ventile oder Kopfdichtungen verursacht werden. Undichtheiten können lokalisiert werden, weil die ausströmende Luft ein Geräusch entwickelt.

Folgende Stellen sind abzuhorchen:

Ansaugkrümmer = Einlaßventil

Auspuffkrümmer = Auslaßventil

Öleinfüllstutzen des Motors =

Kolben, Kolbenringe

## ZÜNDUNGS-TESTS

Kühlwassereinfüllstutzen oder Kerzenbohrung eines danebenliegenden Zylinders = Zylinderkopfdichtung.

Wird an den genannten Stellen das Geräusch des Durchblasens wahrgenommen, so ist eine Instandsetzung des Motors zu empfehlen, bevor sich die bemerkten Schäden ausweiten.

### 7. Zündung-Test

#### Zündkerzen-Test

Sichtproben der Zündkerzen ermöglichen Rückschlüsse auf den Zustand des Motors. Wenn die Zündkerzen anlässlich des Kompressionsdruck- oder Druckverlust-Test ausgebaut sind, sollte man sie in jedem Falle einer Sichtprobe unterziehen. Gegebenenfalls sollte man dabei die Elektroden nachstellen, und die Zündkerzenfunktion unter Druck mittels Zündkerzenprüfgeräten prüfen. Weil das Zündkerzengesicht – also der Blick auf die dem Zylinder zugewandte Seite der Zündkerze – etwas über die Funktion des Motors aussagt, kann durch diese Sichtprobe der Motor-Test ergänzt werden. Da die Zündkerze ein Verschleißartikel mit einer auf 10 000 bis 15 000 Kilometer begrenzten Lebensdauer ist, sollte man die Zündkerzen außerdem bei jeder grundsätzlichen Überprüfung des Motors ausbauen, Einstellen, Prüfen und gegebenenfalls erneuern.

Das Zündkerzengesicht sagt nur dann etwas aus, wenn die Zündkerze aus dem betriebswarmen Motor ausgebaut wurde. Denn sonst ist immer

eine Verrußung vorhanden, weil die Selbstreinigungstemperatur – auch Freibrenntemperatur genannt – des Isolatorfußes nicht erreicht wurde (Bild 52).

Bei normalem Zustand von Motor, Zündung und Vergaser, hat der Isolatorfuß eine hellbraune Grundfärbung und einen mit dem Bleizusatz des verwendeten Kraftstoffes zunehmenden grauen Belag. Weißer und gelblicher Belag auf hellbraunem Isolatorfuß deutet bei richtig gewählter Zündkerze darauf hin, daß das Automobil viel im Teillastbereich – zum Beispiel im Stadtverkehr – betrieben wurde.

Bei zu heiß werdenden Zündkerzen sind am Isolator und den Elektroden glasige Schmelzperlen und auch weißer blasiger Belag auf dem Isolatorfuß. Diese Überhitzung kann durch eine im Wärmewert zu niedrig gewählte Zündkerze verursacht sein. Bei im Wärmewert richtig gewählter Zündkerze kann die Ursache auch eine extrem hohe Belastung des Motors durch sportliche Fahrweise oder Autobahnbetrieb mit hoher Dauergeschwindigkeit verursacht sein. Ist dies der Fall, so sollte man den Einbau der für diesen Fall vom Automobil-Hersteller angegebenen Zündkerzen mit etwas höherem Wärmewert empfehlen.

Bei normaler Fahrweise und richtig gewählter Zündkerze, kann die Überhitzung durch zu kraftstoffarme Einstellung des Vergasers, durch falsche Einstellung der Zündung oder nicht richtig funktionierende Zündversteller verursacht sein.

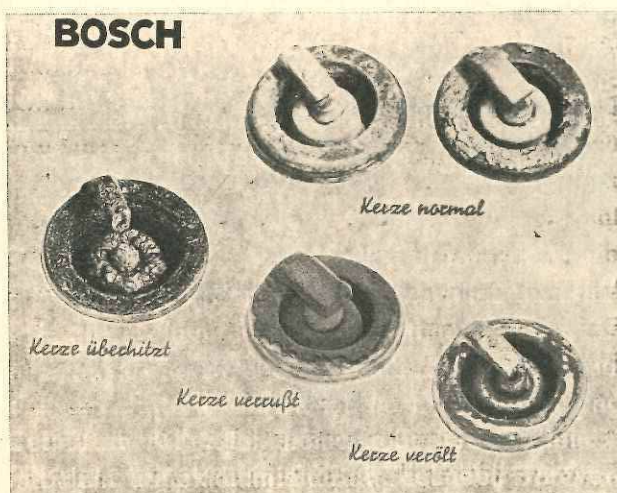


Bild 52 Zündkerzengesichter nach Bosch

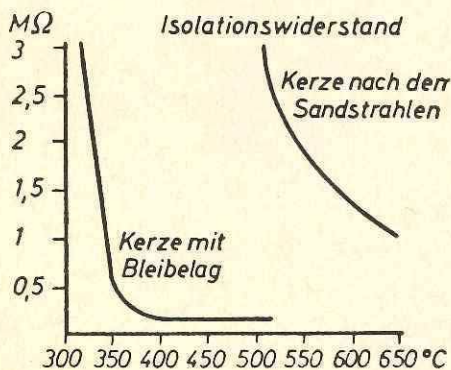
**Rußbelag auf dem Isolatorfuß** tritt bei im Wärmewert zu hoch gewählter Zündkerze ebenso auf, wie bei längerem Betrieb des Motors im unteren Teillastbetrieb (zum Beispiel Standleerlauf, Stadtverkehr, Kurzstreckenverkehr). Bei dem letztgenannten Fall wird dieser Rußbelag bei höheren Fahrgeschwindigkeiten wieder abbrennen. Treten bei richtig gewählter Zündkerze und normalem Betrieb des Automobils die Verrußungserscheinung auf, so kann die Ursache zu kraftstoffhaltiges Luftgemisch – zum Beispiel durch falsche Vergasereinstellung, hängendem Schwimmer, undichtes Schwimbernadelventil oder verstopftes Ansaugluftfilter – verursacht sein.

**Ölansatz auf dem Isolatorfuß** deutet auf übermäßige Ölzufuhr, zum Beispiel durch verschlissene Zylinder, defekte Kolbenringe, klemmende Ölabstreifringe oder ausgeschlagene Ventiltführungen, hin.

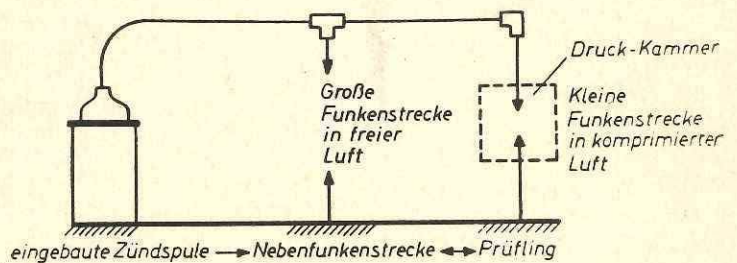
**Prüfen von Zündkerzen**

Der normale Verschleiß und damit Alterung der Zündkerzen beruht in der Hauptsache darauf, daß die den Elektrodenwerkstoffen zulegierten Stoffe, die den Zündspannungsbedarf herabsetzen, verbraucht werden. Dann wird bei sonst gleichen Zuständen eine höhere Zündspannung erforderlich.

Durch die Verwendung von bleihaltigen Kraftstoffzusätzen, die die Klopfestigkeit erhöhen, erfolgen Ablagerungen von bleihaltigen chemischen Verbindungen auf dem Isolatorfuß. Bleiverbindungen, die insbesondere bei kaltem Motor, also in der Warmlaufzeit und bei Teillastbetrieb, auf dem Isolatorfuß niederschlagen, haben die Eigenschaft über etwa 400 Grad Celsius leitend zu werden. Derartige in die Oberflächen der Isolatoren eindringende Beläge (Bild 53), werden nur bei warmem, also stärker belastetem Motor wirksam. Die Zündkerze setzt dann aus, wenn die entsprechende Isolator Temperatur erreicht ist. Da nun der Zylinder aussetzt, kühlt der Isolator ab und der Vorgang wiederholt sich. Da ein derartiger Fehler beim normalen Test, ohne Abbremsung des Motors, nicht wirksam und damit erkennbar wird, sollte man den Zündkerzen besondere Beachtung schenken, wenn eine Verminderung der Motorleistung bei hohen Fahr-



**Bild 53** Bleiverbindungen, die sich am Isolatorfuß der Zündkerzen absetzen, können deren Aussetzen bei hoher Motorleistung verursachen, weil sie bei höheren Temperaturen elektrisch leitend werden



: Zündstromkreis im Bosch-Zündkerzenprüfgerät  
Bild 54

geschwindigkeiten beanstandet wird. Auch bei der normalen Zündkerzenprüfung, die ja bei niedriger Isolator Temperatur erfolgt, ist dieser Fehler nicht erkennbar.

Darum sollte man die Prüfung der Zündkerzen im Zündkerzenprüfgerät, durch anschließende Reinigung des Isolatorfußes im Zündkerzenreinigungsgerät ergänzen. Weitaus besser ist es aber, ältere verbrauchte Zündkerzen zu erneuern. In Heft 140 des «Querschnitt durch die Autotechnik» ist das Prüfen und Reinigen von Zündkerzen genauer beschrieben.

**Das Prüfen von Zündkerzen** kann nur unter Druck erfolgen. Zum Prüfen der Zündwilligkeit wird den Zündkerzen-Elektroden eine Meßfunkenstrecke parallel geschaltet (Bild 54). Je höher der Prüfdruck ist, bei dem der Funke anstelle an der Meßfunkenstrecke an den Zündkerzen-Elektroden überschlägt, desto weniger ist die Zündkerze gealtert. Moderne Zündkerzenprüfgeräte haben darum auf dem Manometer eine zusätzliche Skala, die auf den Elektrodenabstand eingestellt wird. Vom höchsten Prüfdruck ausgehend, wird der Druck vermindert, bis die ersten Funken an den Elektroden der Zündkerze überschlagen. Steht dann der Manometeranzeiger im grünen Felde, so ist die Zündkerze noch gut. Bei Zeigerstand im gelben Felde ist die Zündkerze noch brauchbar und im roten Felde schlecht.

**Zündleistungs-Test**

**Messen der Primärspannung**

Damit die zur Zündung ausreichende Hochspannung von der Batterieanlage erzeugt werden kann, ist es erforderlich, daß an der Primärspule eine genügend hohe Spannung herrscht. Da schlechter Kontakt und damit Spannungsverluste

## ZÜNDUNGS-TESTS

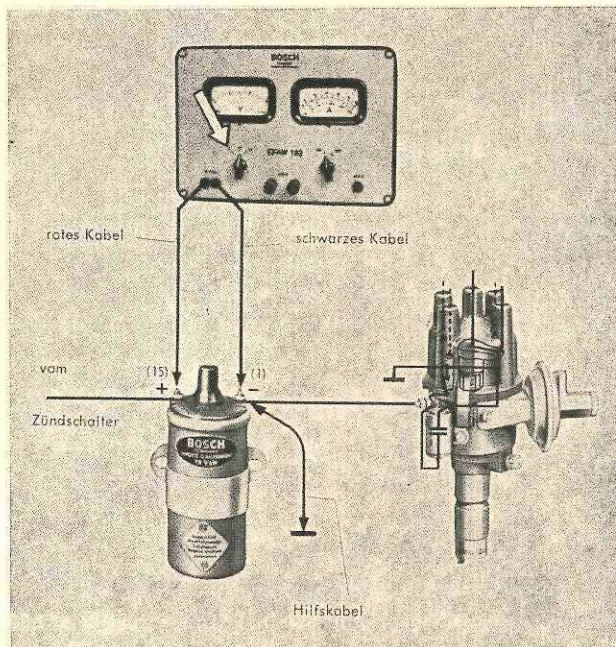


Bild 55 Spannungsprüfung an der Zündspule mit Bosch-Volt-Ampère-Tester

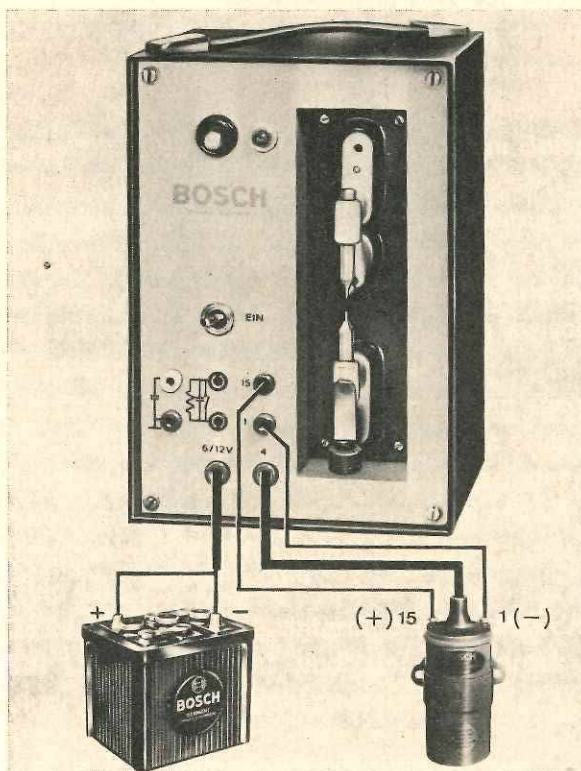


Bild 56 Bosch-Zündprüfgerät EFAW 106 zum Messen der Funkenlänge der Zündspule

an Kabelanschlüssen und Schaltern von Automobilen häufig vorkommen, gehört das Messen der primären Spannung zu den grundsätzlichen Zündleistungs-Tests. Dazu wird ein Voltmeter

zwischen Plus (Klasse 15) und Minus (Klasse 1) der Zündspule geschaltet (siehe Bild 55).

Bei eingeschalteter Zündung und geschlossenen Unterbrecherkontakten soll hier bei 6-Volt-Anlagen mindestens 5,5 Volt und bei 12-Volt-Anlagen mindestens 11 Volt gemessen werden, wenn nicht im Testwertblatt andere Werte für den Auto-Typ angegeben werden. Bei geringerer Spannung muß die den Spannungsabfall verursachende Stelle gesucht und die Ursache beseitigt werden.

Beim Betätigen des Starters soll die Spannung an der Primärspule bei 6-Volt-Anlagen nicht unter 4,5 und bei 12-Volt-Anlagen nicht unter 9 Volt abfallen. Damit bei Betätigen des Starters der Motor nicht anspringt, kann man bei diesem Test den Unterbrecher durch ein Kabel überbrücken.

### Messen der Sekundärspannung

Die sekundäre Spannung kann man durch das Messen der maximalen Funkenlänge an den einzelnen Zündkerzen oder der Zündspule gelösten Zündkabeln mittels Meßfunkenstrecken messen (Bild 56). Dies geht aber sicherer und einfacher durch ein Testgerät, welches Zündspannung und Zündleistung mißt. Beim Bosch-Zündungstester EFAW 105, wird die Zündspannung in Kilovolt gemessen. Diese Messung erfolgt aber mit einem in den Sekundärkreis geschalteten Belastungswiderstand, und es wird nicht die Maximalspannung, sondern eine Spannung bei Belastung der Zündspule gemessen. Diesen Spannungsanga-

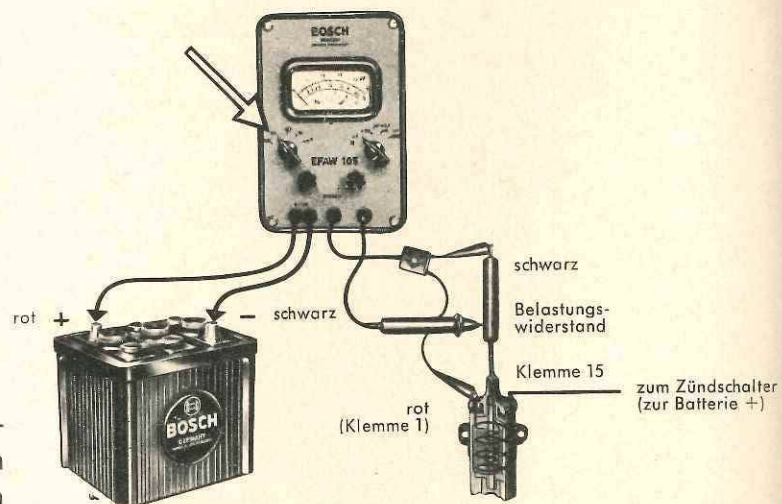
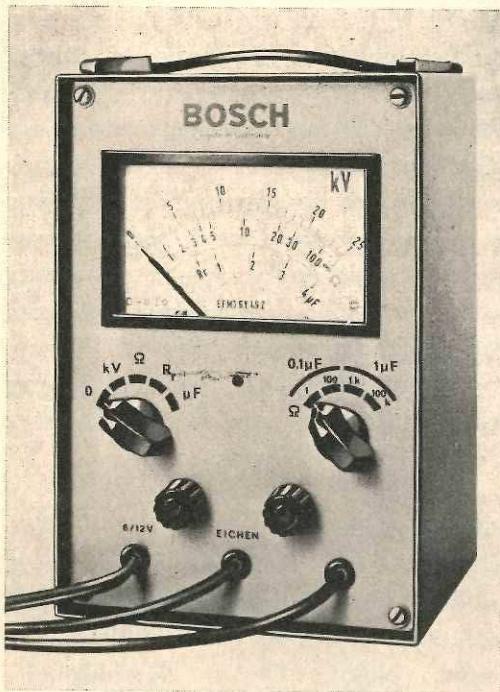


Bild 57 Zündspulenprüfung mit Bosch-Zündungstester EFAW 105



**Bild 58 Bosch-Zündungs-Tester EFAW 105 A**

Zum Überprüfen der gesamten Batterie-Zündanlage, zur Messung der Zündspannung. Ferner werden Zündspulen, Kondensatoren und Widerstände getestet.

Es ist ein handlicher Stahlblechkoffer mit eingebautem elektronischen Vielfach-Meßinstrument für folgende Meßbereiche:  
 0 ... 25 kV für Zündspannungsmessung;  
 0 ... 100 Ohm; 0,1 ... 10 kOhm; 1 ... 100 kOhm;  
 0,1 ... 10 MOhm für Widerstandsmessungen;  
 0 ... 0,4 µF und 0 ... 4 µF für Kapazitätsmessungen von Zünd- und Entstörkondensatoren; und einer Grenzwertmarke für die Reihen-Widerstands-Messungen von Zündkondensatoren.

ben entsprechen auch auf den Testwertblättern angegebenen Werte.

Für die Spannungsmessung mit Oszillographen müssen andere Werte eingesetzt werden, denn dabei wird meist die effektive Zündspannung an den Zündkerzen gemessen.

Das gleiche Testgerät ermöglicht es auch Zündspulen, Kondensatoren und Entstörwiderstände durchzumessen und zu prüfen, wenn die angegebene Zündspannung nicht erreicht wird. (Bild 58).

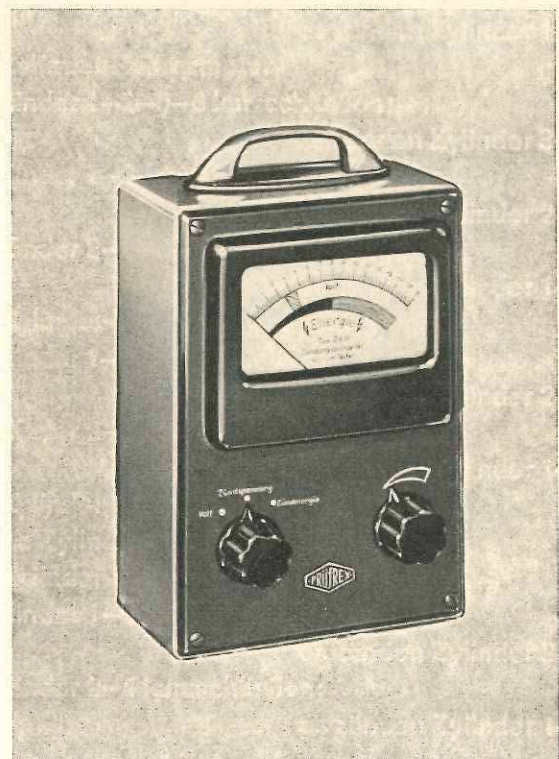
**Messen der Zündfunkenenergie**

Trotz ausreichender Zündspannung kann die Zündleistung nicht ausreichend sein, wenn im Hochspannungs-Stromkreis durch zu große Übergangswiderstände zu viel elektrische Leistung verbraucht wird. Bei modernen Zündanlagen tritt dieser Fehler häufig ein, wenn die

Entstörwiderstände durch Alterung größer werden. Darum sind besondere Prüfungen vorgesehen, die neben der wirksamen Zündspannung und der Zündspannungsreserve, auch noch die Zündenergie an den Zündkerzen messen. Die Schaltung und die Prüfschritte sind je nach Testgerät verschieden. Die Bedienung des «Prüfex»-Zündungsprüfgerätes ist u. a. in Heft 140, Seite 73 des «Querschnitt durch die Auto-technik» genau beschrieben (Bilder 59, 60, 61).

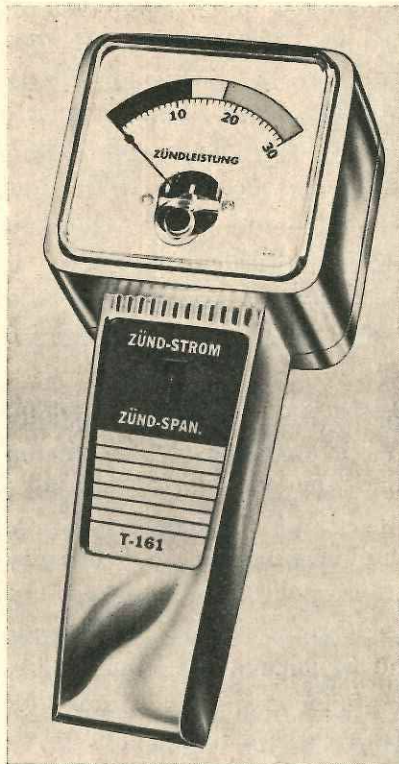
**Feststellen der Zündspannungsrichtung**

Außer der ausreichenden Zündspannung ist es auch erforderlich, daß die Zündspulen so angeschlossen sind, daß die Zündleitungen Minus der Zündspannung führen. Denn bei Minus der Zündspannung an den beim Motorbetrieb wärmer werdenden Mittelelektroden der Zündkerzen, ist weniger Zündspannung bei sonst gleichen Verhältnissen erforderlich. Eine zwischen Zündelektrode und Zündkabel gehaltene Bleistiftspitze ermöglicht es leicht festzustellen, ob die Zünd-

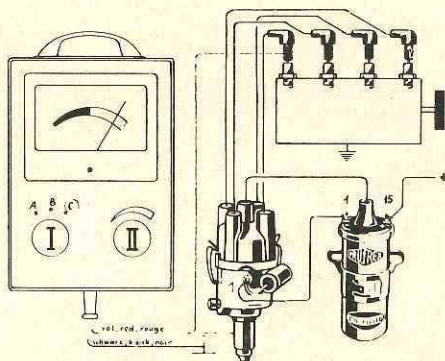


**Bild 59 Das Prüfex-Zündungsprüfgerät mißt je nach Schaltung und Anschluß die primäre Spannung, die Zündspannung, die Zündspannungsreserve, die Zündenergie an den Zündkerzen und damit den Leistungsverlust durch zu große oder defekte Entstörwiderstände**

## ZÜNDUNGS-TESTS



**Bild 60** Mit dem amerikanischen KAL-Zündanlagen-Prüfgerät kann wie mit dem Prüfrex-Zündungs-Prüfgerät, je nach Schaltung und Anschluß, Zündspannung, Zündspannungsreserve, primäre Spannung, Zündenergie und Hochspannungsisolierung geprüft werden



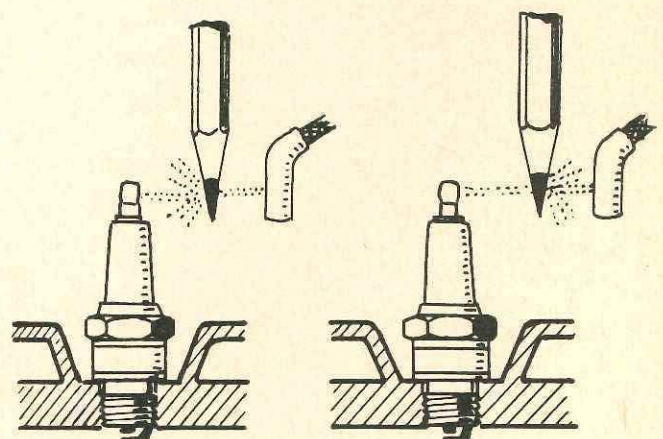
**Bild 61** Schaltung des Prüfrex-Zündungsprüfgerätes ZG 30 zum Prüfen der Zündenergie an der Zündkerze

spule richtig geschaltet ist. Denn dann erscheint der Funken an der der Zündkerze zugewandten Seite der Bleistiftspitze kräftiger. Bei falsch herum angeschlossener Zündspule und damit Plus am Zündkabel ist der Funken an der dem Zündkabel zugewandten Seite der Bleistiftspitze kräftiger (Bild 62). Dann müssen die Primäranschlüsse der Zündspule vertauscht werden. Bei älteren Bosch-Zündleistungstestern ist es zweck-

mäßig, die Stromrichtungsprüfung vor dem Anschluß vorzunehmen. Denn diese können nur arbeiten, wenn Minusspannung am Zündkabel herrscht. Bei falscher Polung schmilzt eine im Gerät befindliche Feinsicherung ab, die nur nach dem Ausbau des Gerätes aus seinem Stahlgehäuse erneuert werden kann. Bei anderen Geräten ist ein falscher Anschluß durch entgegengesetzten Zeigerausschlag erkenntlich, und eine vorherige Polaritätsbestimmung ist nicht erforderlich. Zündoszillographen machen sowohl die Vorprüfung wie auch die beschriebenen Zündungsprüfgeräte überflüssig.

### Schließwinkel-Test

Als Schließwinkel bezeichnet man den Drehwinkel des Unterbrechernockens, bei dem der Unterbrecher zwischen zwei Öffnungen geschlossen bleibt. Dieser Drehwinkel soll möglichst groß sein, damit die Schließzeit, also die Zeit in welcher die Unterbrecherkontakte geschlossen sind, möglichst groß ist. Dies gilt besonders für höhere Drehzahlen, weil dann die Zeit nicht ausreicht, um den vollen Primärstrom zu erreichen und damit das primäre Magnetfeld auf volle Stärke aufzubauen (Bild 63). Bei gegebener Form des Unterbrechernockens ist der Kontaktabstand für den Schließwinkel, und damit für die Schließzeit, bestimmend (Bild 64). Der Schließwinkel ist umso größer, je geringer der



**Bild 62** Die Polung des Zündstromes kann man erproben, wenn man zwischen Zündkabel und Zündkerze eine Bleistiftspitze hält. Bei richtiger Polung also Minus am Zündkabel, ist der Funken an der Zündkerzenseite der Bleistiftmine kräftiger (links), sonst an der anderen Seite (rechts)



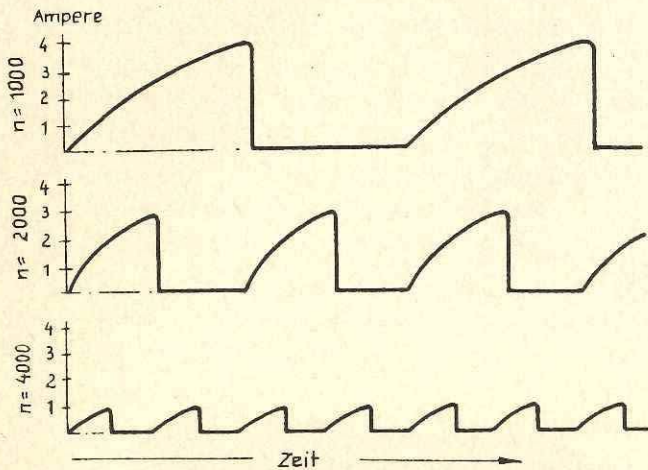


Bild 63 Das Verhalten des Primärstromes einer Zündspule bei der Erhöhung der Verteiler-Drehzahlen

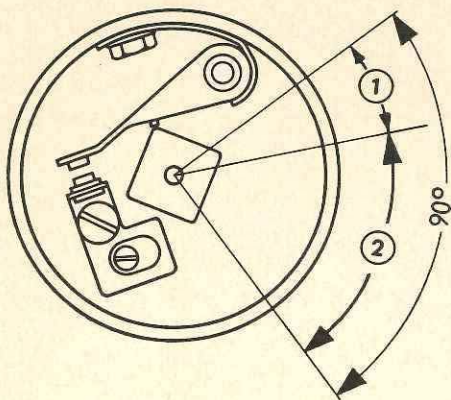


Bild 64 Öffnungswinkel 1 und Schließwinkel 2 bei einem Unterbrecher für vierzylindrige Motoren

Kontaktabstand ist. Die Einstellung des Kontaktabstandes ist ein Kompromiß zwischen größtmöglicher Schließzeit bei hoher Drehzahl und genügend raschem und damit exaktem Öffnen bei niedriger Drehzahl. Dabei macht zusätzlich die Oxydationsneigung der Wolframkontakte einen sicheren Kontakt bei kleinen Abständen und damit langsamerem Schließen der Kontakte problematisch. Weil der Kontaktabstand durch den Verschleiß des Gleitstückes am Unterbrecherhebel eine Verminderung des Kontaktabstandes ergibt, ist eine Abnutzungsreserve erforderlich (Bild 65).

Der Schließwinkel-Tester ist ein Meßgerät, welches es ermöglicht, die Kontaktabstände bei laufendem Motor zu prüfen. Ebenso ist es mit dem Schließwinkeltester möglich, den Kontaktabstand viel genauer und schneller einzustellen, wie es mit einer Fühlerlehre möglich ist.

Der Schließwinkel-Tester mißt an sich nicht den einzelnen Schließwinkel. Sondern er mißt als Analog-Meßwert das Verhältnis aller Schließzeiten zu allen Öffnungszeiten (Bild 66). Darum kann auch durch einen Schließwinkel-Tester nicht die Symmetrie der Öffnungs- und Schließzeiten gemessen werden (Bild 67). Dies ist nur mit einem Verteilerprüfstand oder einem sonstigen Prüfgerät möglich, welches die einzel-

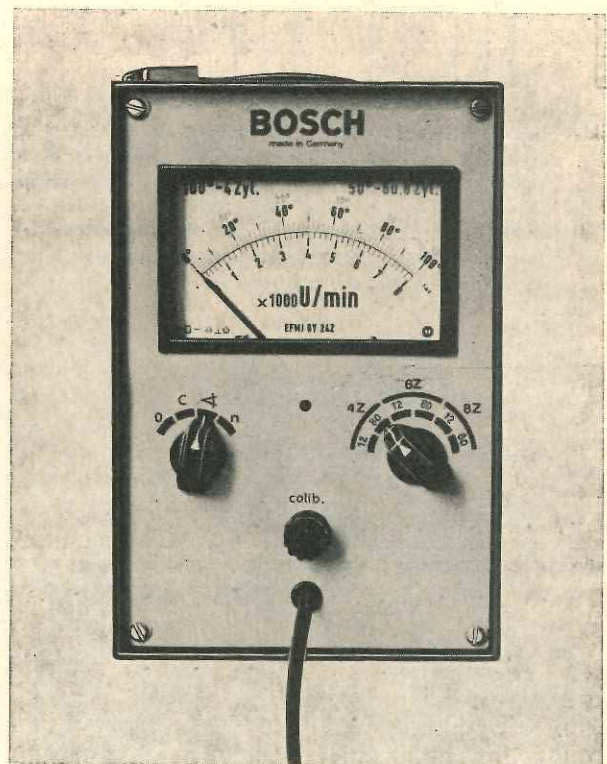


Bild 65 Bosch-Schließwinkel- und Drehzahlmesser

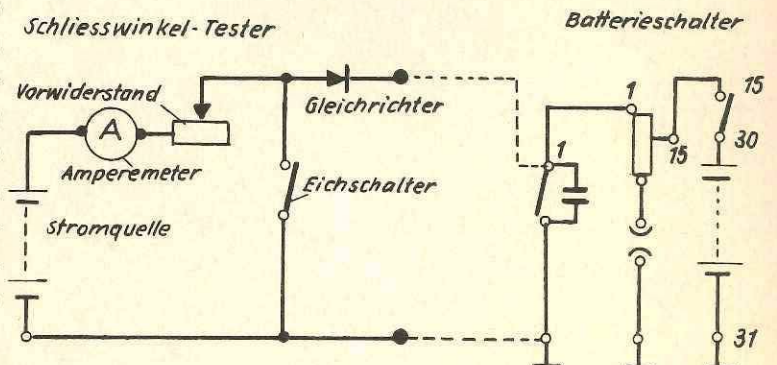
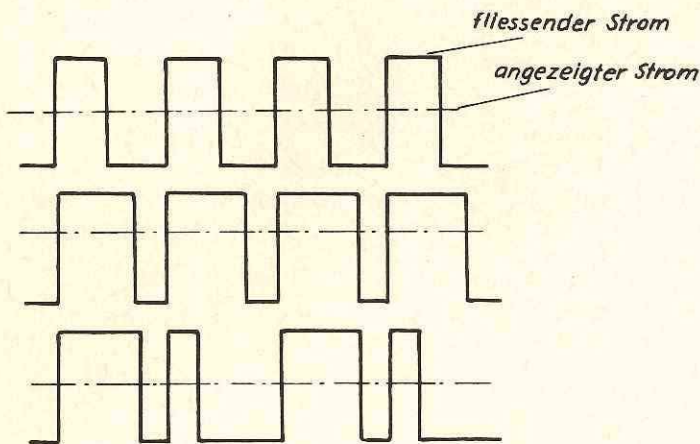


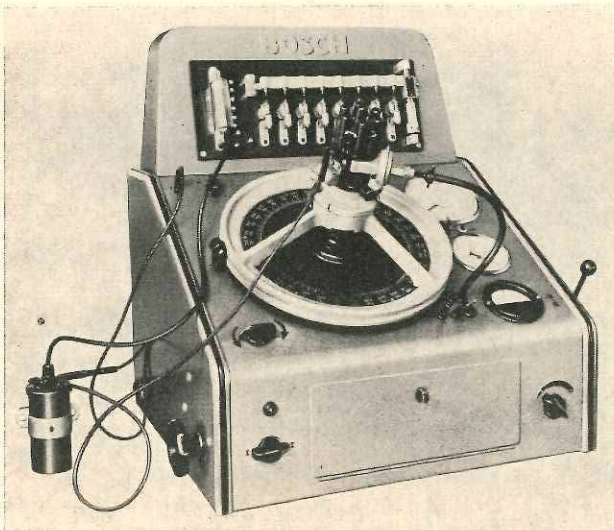
Bild 66 Prinzip-Schaltung eines Schließwinkeltesters

Nach dem Schließen des Eichschalters kann das Amperemeter durch Einstellen des Vorwiderstandes auf 100% Zeigerausschlag geeicht werden. Bei Anschluß an die Batteriezündanlage verhindert ein Gleichrichter, daß Strom von der Zündanlage zum Schließwinkeltester fließt. Bei laufendem Motor fließt Strom von der Stromquelle des Testers über Amperemeter, Gleichrichter und Zündunterbrecher.

## ZÜNDUNGS-TESTS



**Bild 67** Weil das Ampèremeter des Schließwinkel-Testers infolge seiner Trägheit den tatsächlich fließenden Strom nicht anzeigen kann, stellt es sich auf einen Mittelwert ein; der sich in gleicher Weise verändert wie das Verhältnis der Schließzeiten zu den Öffnungszeiten. Bei unsymmetrischen Schließzeiten kann darum die Einzelschließzeit nicht angezeigt werden.



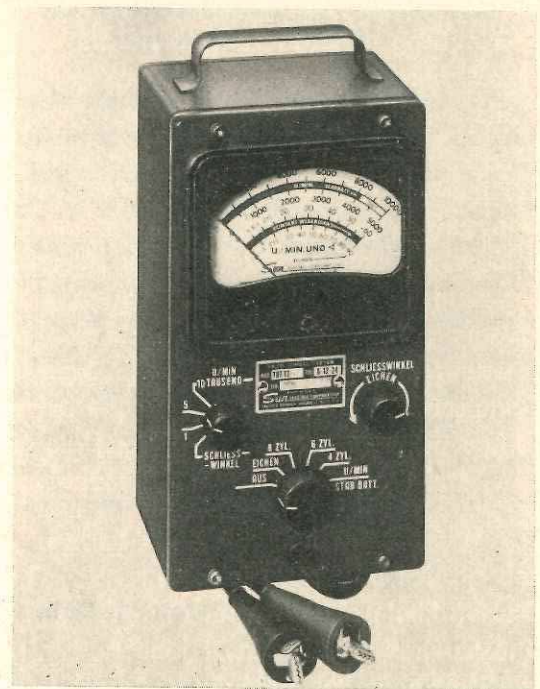
**Bild 68** Der Bosch-Verteilerprüfstand ermöglicht die einwandfreieste Prüfung von Fliehkraft- und Unterdruckversteller, aber ebenso die Prüfung der Nockengeometrie und der Zündleistung der kompletten Batteriezündanlage

nen Öffnungs- und Schließzeiten in Winkelgraden mißt (Bild 68). Somit mißt der Schließwinkel-Tester über das Gesamtverhältnis der Schließzeiten zu den Öffnungszeiten den Kontaktabstand. Die sich daraus ergebenden einzelnen Schließwinkel stimmen nur dann, wenn die Nockengeometrie des Verteilers stimmt.

Vorteilhaft gegenüber der statisch richtigen Einstellung des Kontaktabstandes erweist sich die Tatsache, daß bei der Prüfung während des Laufens, auch die von der Drehzahl abhängigen

Veränderungen meßbar werden. So zeigt sich zum Beispiel bei ausgelaufener Verteilerwellenlagerung, da bei langsamer Drehzahl die Welle dem Federdruck des Unterbrecherhebels nachgibt, der nun geringer werdende Kontaktabstand als größerer Schließwinkel. Bei höherer Drehzahl, also wenn sich die Verteilerwelle infolge der Drehung zentriert, wird der Kontaktabstand größer und der Schließwinkel kleiner. Ähnlich wirken zu lockere Verteilergrundplatten und Kontakte mit starker Höckerbildung. Es können derartige Fehler durch eine Veränderung des Schließwinkels bei Drehzahlveränderung erkannt werden.

Damit die Diagnose der Unterbrecherfunktion nicht fehlerhaft wird, sollte man vorher feststellen, daß die Kontakte einwandfreien Kontakt haben und nicht Verschmutzungen zu hohe Übergangswiderstände zwischen den Kontakten bewirken, die das Meßergebnis verfälschen. Darum hat der größte Teil der Schließwinkelmesser eine Schaltstellung, bei welcher der Kontaktwiderstand gemessen wird (Bild 69). Bei Geräten, die eine derartige Einrichtung nicht besitzen, ist es erforderlich, die Verteilerkappe abzunehmen und eine Sichtprüfung der Kontakte



**Bild 69** SUN-Schließwinkel-Drehzahlmesser mit Skalenteil zum Messen des Kontaktwiderstandes auf der Schließwinkel-Skala

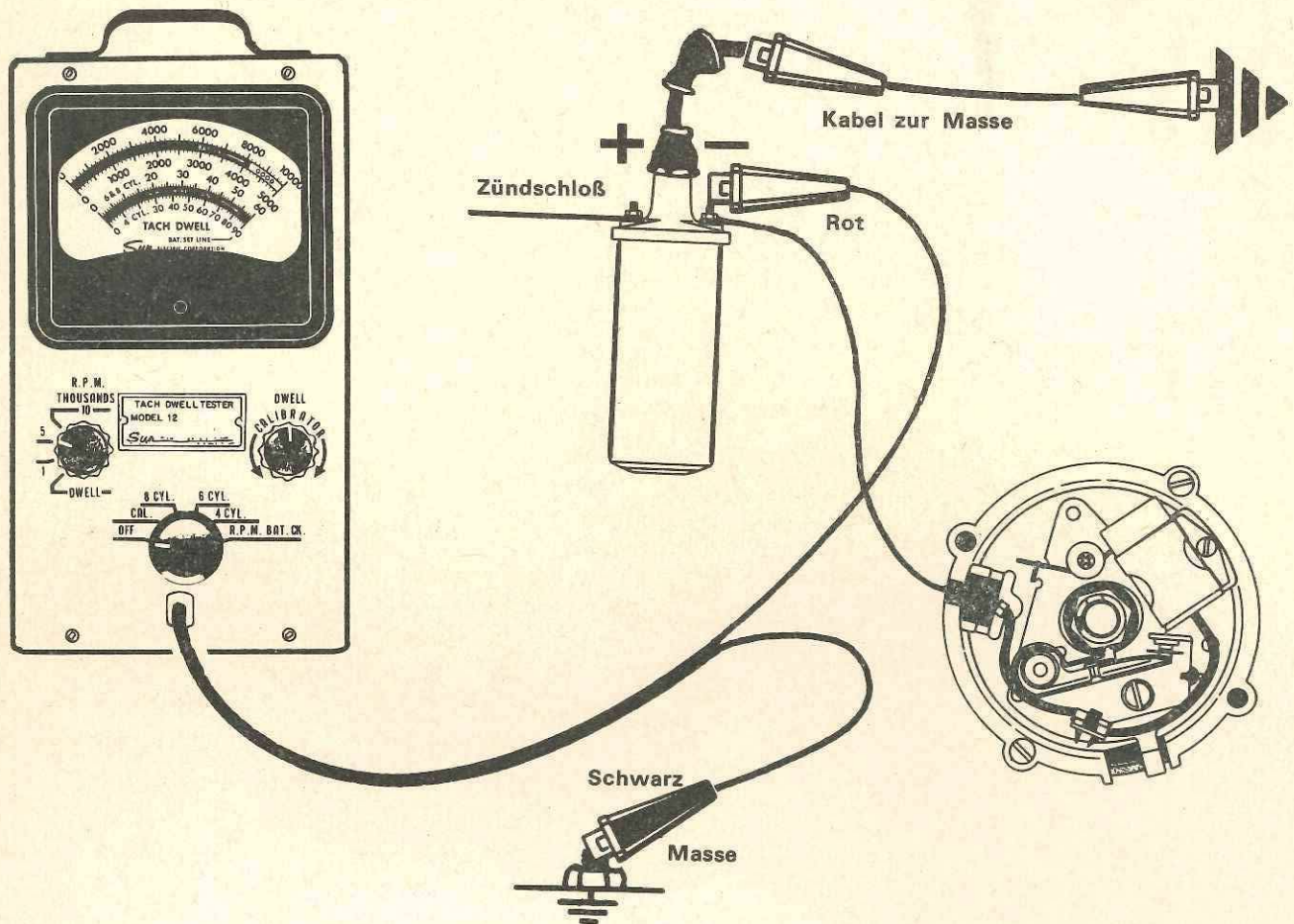


Bild 70 Um Hochspannungs-Schläge zu vermeiden, sollte man bei der Schließwinkelmessung mit Anlasserbetätigung das Hochspannungskabel der Zündspule mit der Masse des Motors verbinden

vorzunehmen, bevor man Schließwinkelmessungen vornimmt.

Da die Schließwinkel-Tester der einzelnen Firmen in Anschluß und Schaltung unterschiedlich sind, muß man sich jeweils genau nach der Bedienungsanleitung richten (siehe Band 140 des «Querschnitt durch die Autotechnik», Seite 73).

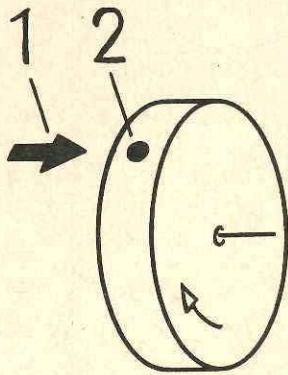
Im Regelfalle wird nach der Kontrolle der Kontakte bzw. des Kontaktwiderstandes, die Drehzahl des Motors von den Leerlaufdrehzahlen aus nur soweit erhöht, daß der Zeiger des Schließwinkel-Testers ruhig steht. Der nun angezeigte Wert muß innerhalb der auf dem Testwertblatt angegebenen Grenzen liegen. Ist der angezeigte Schließwinkel nicht innerhalb der vorgeschriebenen Grenzen, so muß der Kontaktabstand nachgestellt werden. Dazu werden Verteilerkappe und Verteilerläufer abgenommen und unter Betätigung des Starters der Kontaktabstand

so eingestellt, bis die Schließzeit stimmt. Damit die Zündspule nicht beschädigt wird und unerwünschte Funkenüberschläge nicht auftreten, kann man dabei das Hochspannungskabel von der Zündspule mit der Masse des Motors verbinden (Bild 70).

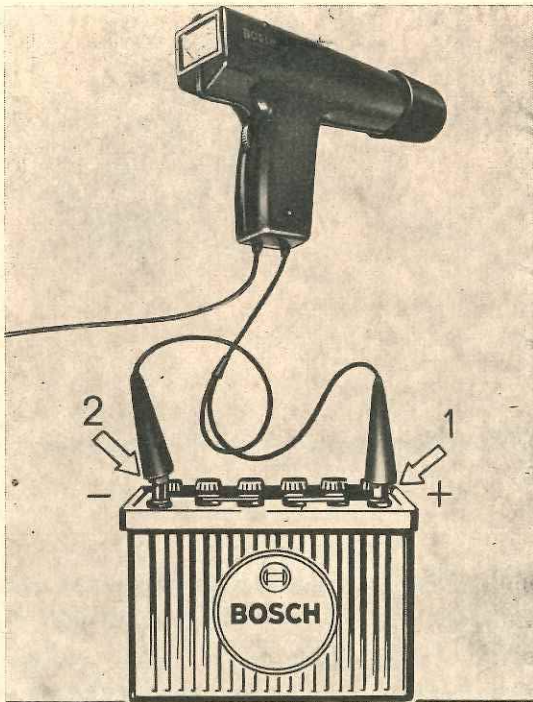
Bei richtigem Schließwinkel im unteren Drehzahlbereich des Motors, kann man dessen Drehzahl auf etwa 2000 U/min erhöhen. Dabei darf sich der angezeigte Schließwinkel um nicht mehr als 3% verändern.

Da bei der Veränderung des Kontaktabstandes der Unterbrecher auch früher oder später öffnet, verändert sich dabei auch die Zündeneinstellung. Darum sollte man nach jeder Schließwinkel-Einstellung die Zündeneinstellung prüfen. Beim Durchtesten eines Motors, muß darum auch die Schließwinkelprüfung der Prüfung der Zündeneinstellung vorangehen.

## ZÜNDUNGS-TESTS



**Bild 71 Zündzeitpunktmarkierungen**  
 1 = Feststehende Zündzeitpunktmarkierung  
 2 = Umlaufende Zündzeitpunktmarkierung

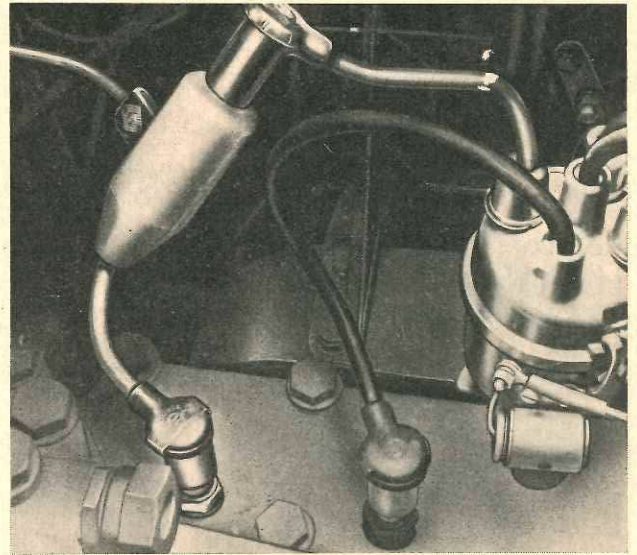


**Bild 72 Bosch-Zündlichtpistole zum Anschluß an die Autobatterie**  
 1 = Roter Klip an Plus  
 2 = schwarzer Klip an Minus

### Zünderstellung

Die Zünderstellung erfolgt bei modernen Automotoren nach Markierungen an der Schwungscheibe oder der Keilriemenscheibe, die im Zündzeitpunkt einer am Motorgehäuse befindlichen Markierung gegenüber stehen soll (Bild 71).

Beim Test wird diese Zünderstellung mit einer Stroboskoplampe (auch Zündlichtpistole genannt) geprüft. Bei der Zündlichtpistole wird ähnlich wie bei einer Fotoblitzlampe, ein Spei-



**Bild 73 Anschluß des Impulsgebers für eine Bosch-Zündlichtpistole an der Zündkerze des ersten Zylinders**

cherkondensator durch ein Spannungswandler-teil aufgeladen. Die Stromversorgung kann sowohl dem stationären Lichtnetz, wie auch durch Anschluß an die Starterbatterie des Automobils erfolgen (Bild 72).

Die Ladespannung des Kondensators liegt unterhalb der Zündspannung der Blitzlampe. Durch die Zündspannung einer Kerze wird die Blitzlampe gezündet. Dann entlädt sich die vom Kondensator gespeicherte Energie schlagartig über die Blitzlampe. Dadurch wird ein kurzzeitiger intensiver Lichtblitz erzeugt, ohne daß die Energie des Zündfunken vermindert wird. Die Steuerung dieses Lichtblitzes erfolgt im Regelfalle von der Zündkerze des ersten Zylinders aus (Bild 73). Darum muß dort ein Impulsgeber angeschlossen werden. Wird beim laufenden Motor die umlaufende Zündzeitpunktmarke angeblitzt, so erscheint sie als stehend.

Zum Prüfen der Grund-Einstellung muß bei Zündverteilern mit Unterdruck-Zündverstellern der Unterdruckanschluß am Verteiler abgenommen werden. Um die aus dem Wechsel von beschleunigendem Verbrennungsdruck und verzögernder Verdichtung hervorgerufene Ungleichförmigkeit einer Motorumdrehung auszuschalten, kann man die umlaufende Zündzeitpunktmarke bei Anlaß-Drehzahl anblitzen. Dazu werden meist die übrigen Zündkerzenstecker abgenommen, damit der Motor nicht anspringt.

Bei laufendem Motor kann die umlaufende Markierung trotz richtig eingestellter Zündung bis zu 3 Grad vor der feststehenden Markierung stehen. Aus diesem Grunde weichen auch die auf den Testwertblättern angegebenen Einstellwerte, häufig von dem für die Prüflampeneinstellung vom Motorhersteller gegebenen Werten ab. Bei falscher Grundeinstellung erscheint der Lichtblitz früher oder später, und die Grundeinstellung muß durch Verdrehen des Verteilerkopfes korrigiert werden (Bild 74).

Bei einigen modernen Motoren erfolgt die Zünd-einstellung auch bei einer bestimmten höheren Drehzahl, auf eine festgelegte Frühzündung. Damit sollen unvermeidbare Unregelmäßigkeiten des Antriebes und des Zündverstellers, für die Zünd-einstellung der wichtigeren höheren Betriebsdrehzahlen ausgeschaltet werden.

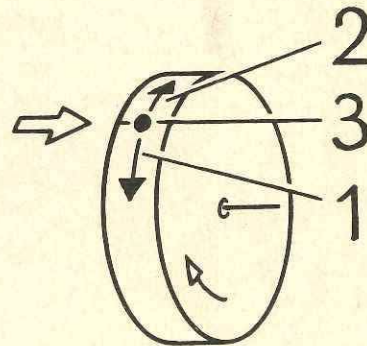
**Zündversteller-Test**

Wenn die Zündung durch Fliehkraft- oder Unterdruckverstellung früher gestellt wird, so kommt der Zündfunken und damit der Lichtblitz früher. Dadurch wandert mit zunehmender Frühzündung die drehende Zündzeitpunktmarkierung entgegen der Drehrichtung (Bild 75).

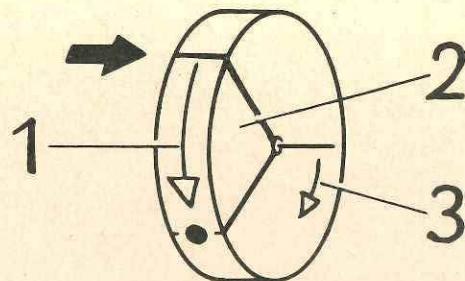
Es gibt Motoren, die neben der feststehenden Markierung für den Zündzeitpunkt anstelle der umlaufenden Markierung eine Gradskala haben. Bei diesen Motoren wandert die Gradskala entgegen der Drehrichtung. Dann gibt der Skalenwert die gegenüber der feststehenden Marke steht, den Verstellwinkel direkt in Winkelgraden an (Bild 76).

Bei anderen Motoren kann man Gradskalen gegenüber der drehenden Zündzeitpunktmarkierung befestigen. Hierbei zeigt die entgegen der Drehrichtung wandernde drehende Zündzeitpunktmarkierung auf der ihr gegenüberstehenden Skala den Verstellwinkel an. Bei umlaufender oder anklammbaren Gradskala benötigt man zum Prüfen des Fliehkraftverstellers nur noch einen Drehzahlmesser und zum Prüfen des Unterdruckverstellers ein entsprechendes Manometer.

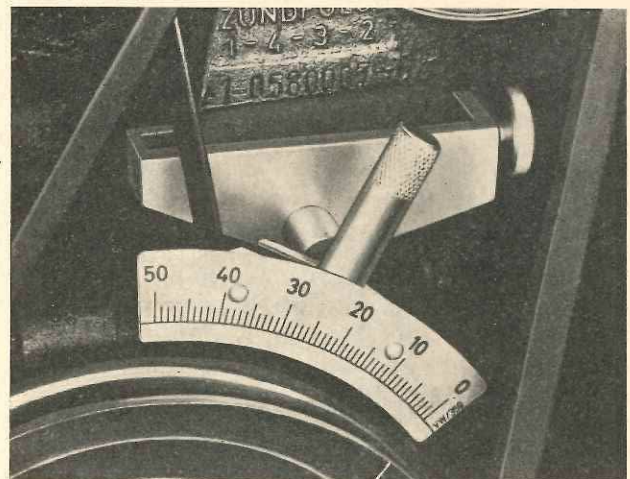
Bei Motoren ohne Skala für die Zündverstellung muß man, — bei anderen Motoren kann man — die Zündverstellung durch eine Zündlichtpistole



**Bild 74** Bei falscher Zünd-einstellung steht beim Lichtblitz die drehende Markierung nicht der feststehenden Markierung gegenüber  
 1 = Zündung zu früh  
 2 = Zündung zu spät  
 3 = Zündung richtig eingestellt



**Bild 75** Die Zündverstellung bewirkt, daß die Zündzeitpunktmarkierung (1) um den Verstellwinkel (2) entgegengesetzt der Drehrichtung (3) wandert



**Bild 76** Anklammbare Skala zum Messen des Verstellwinkels von VW-Motoren

mit Verstellwinkelmessern prüfen (Bild 77, 78). Dieser meist in die Zündlichtpistolen eingebauter Verstellwinkelmesser, besitzt eine elektronische Verzögerungseinrichtung, die den Lichtblitz gegenüber dem Zündfunken zeitlich verzögert. Die Verzögerungszeit kann durch einen Drehknopf so eingestellt werden, daß die Zünd-

## ZÜNDUNGS-TESTS

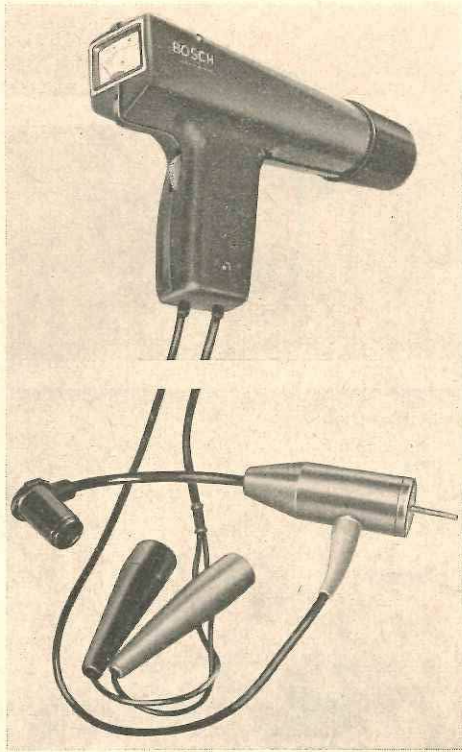


Bild 77 Bosch-Zündlichtpistole mit Verstellwinkelmeßgerät



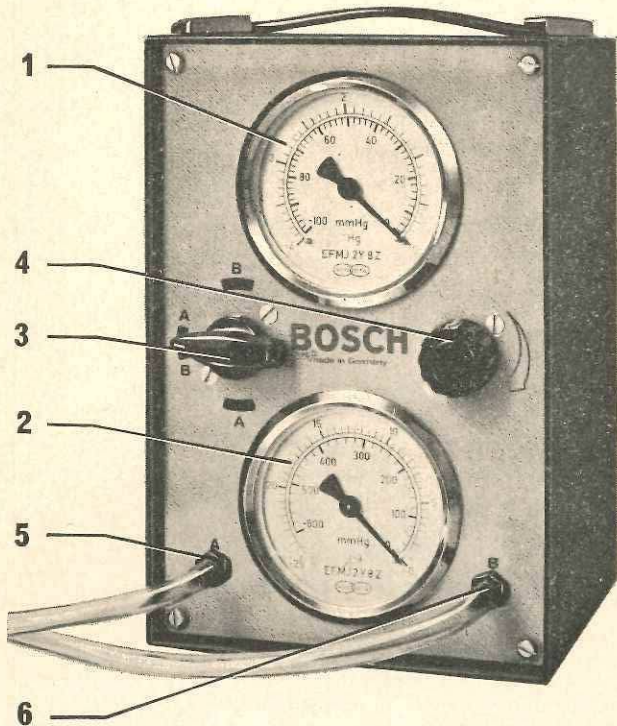
Bild 78 Der Prüfreflex-Tester SD 17/VP 17 «S» ist eine Kombination von Drehzahlmesser, Schließwinkelmesser und Zündlichtpistole mit einer Verstellwinkel-Anzeige bis 60 Grad

zeitpunktmarken wieder nebeneinander stehen. Dann wird der Zündverstellwinkel an dem Meßinstrument in Winkelgraden angezeigt.

**Das Testen der Fliehkraftversteller** erfordert außer der Zündlichtpistole einen Drehzahlmesser. Voraussetzung für ein genaueres Messen der Zündverstellung ist, daß die Grundeinstellung stimmt. Bei zusätzlicher Unterdruckverstellung muß der Unterdruck-Verbindungsschlauch abgenommen werden. Danach ist der Motor auf die jeweilige im Testwertblatt vorgeschriebenen Drehzahlen zu bringen. Dabei wird die stehende Markierung angeblitzt und mit dem Stellrad die abgewanderte bewegliche Markierung durch Drehen des Stellrades wieder auf ihren Ausgangspunkt zurückgeholt. Dann kann dieser Istwert mit dem listenmäßigen Sollwert verglichen werden. Auf diese Weise werden alle in der Testwert-Tabelle gegebenen Drehzahlen eingestellt und die Verstellwinkel verglichen. Wenn die in der Testwert-Tabelle angegebenen Toleranzen nicht eingehalten werden, so ist der Verteiler und sein Antrieb zu prüfen bzw. zu erneuern.

### Der Unterdruckversteller-Test

Der Test des Unterdruckverstellers sollte man im Anschluß an die Kontrolle von Zündeneinstellung und, so vorhanden, des Fliehkraftstellers erfolgen. Das Testen der Unterdruckversteller erfordert außer der Zündlichtpistole einen Unterdruck-Tester. Meist verwendet man zum Bemessen des Unterdruckes ein besonderes Zwischenventil, welches den auf den Versteller wirksamen Unterdruckes durch das Einsteuern von Nebenluft verändert. Zum Teil sind diese Regelventile im Unterdruck-Tester eingebaut. Um zum Prüfen des geringeren Unterdruckes bei reinen Unterdruckverstellern ebenso genügend genau messen zu können, wie auch den größeren Unterdruck zusätzlich zum Fliehkraftversteller wirkender Unterdruckversteller, sind meist zwei Unterdruckmanometer erforderlich. Beide Manometer können parallel geschaltet sein, wenn das Manometer mit dem geringeren Meßbereich beim Höchstwert einen entsprechenden Anschlag hat (Bild 79).



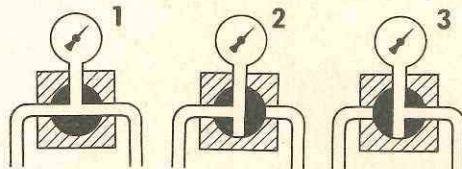
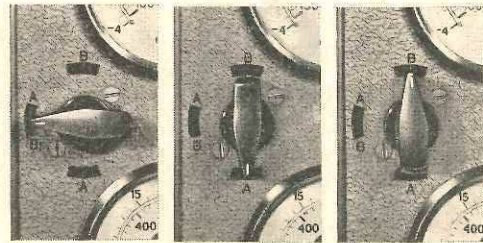
**Bild 79 Der Bosch-Unterdrucktester**  
 1 = Unterdruck-Manometer 0 ... 100 mm Hg  
 2 = Unterdruck-Manometer 0 ... 600 mm Hg  
 3 = Umschalthahn  
 4 = Regelventil  
 5 = Schlauchnippel A  
 6 = Schlauchnippel B

Die beiden Unterdruck-Manometer sind parallelgeschaltet und arbeiten deshalb gleichzeitig. Bei einem Unterdruck von mehr als 100 mm Hg steht der Zeiger des oberen Manometers am Anschlag. Das Manometer ist unterdruckfest, aber nicht überdrucksicher; deshalb ist zu vermeiden, daß Druck in die Schläuche gelangt.

Zur Dichtheitsprüfung der Unterdruckversteller ist oft ein Umschalthahn vorgesehen (Bild 80). Zum Testen der Unterdruckversteller wird der Unterdruckversteller und der Unterdruckversteller-Anschluß mit dem Unterdruck-Tester verbunden (Bild 81).

Zur Dichtheitsprüfung wird bei auf Durchgang geschaltetem Hahn und geschlossenem Regelventil, die Motordrehzahl soweit erhöht bis der höchstmögliche Unterdruck angezeigt wird. Dann wird der Umschalter so verstellt, daß die Verbindung zum Vergaser getrennt wird. Nun darf der vom Manometer angezeigte Unterdruck innerhalb einer Minute höchstens um 10 % abfallen.

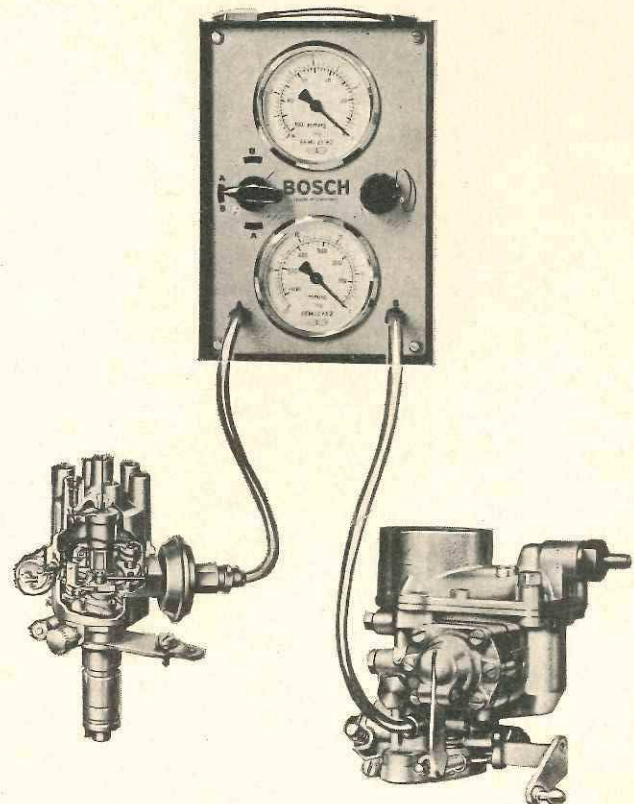
**Beim Prüfen der Unterdruckversteller** die zusätzlich zum Fliehkraftversteller wirken, muß man berücksichtigen, daß bei der Prüfdrehzahl meist



**Bild 80 Schaltfunktionen der Umschalthähne des Bosch-Unterdruck-Tester**

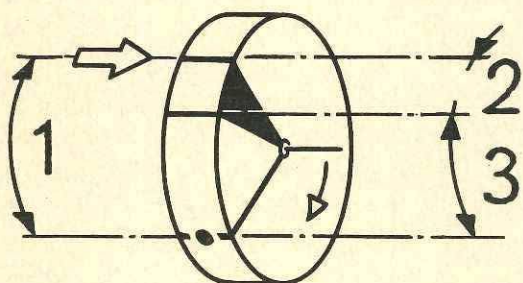
- 1 = Durchgang von Schlauchanschluß zu Schlauchanschluß bei gleichzeitig angeschlossenem Manometer
- 2 = Kein Durchgang. Das Manometer liegt am linken Schlauchanschluß
- 3 = Kein Durchgang. Das Manometer liegt am rechten Schlauchanschluß

Das Regelventil ermöglicht die Zufuhr von Außenluft in die Unterdruckleitung zwischen Vergaser und Unterdruckdose. Drehgriff am rechten Anschlag = Regelventil geschlossen. Drehgriff nach links = Regelventil öffnet.

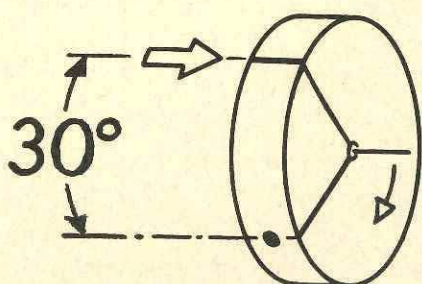


**Bild 81 Anschluß des Bosch-Unterdrucktesters zum Test des Unterdruck-Zündverstellers**

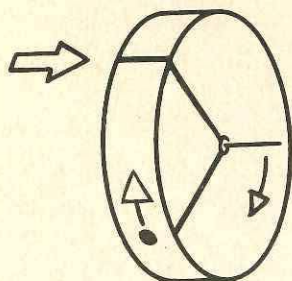
## ZÜNDUNGS-TESTS



**Bild 82** Bei Zündverteilern mit Fliehkraft- und Unterdruckverstellern muß man vom Gesamtverstellwinkel (1) den Fliehkraftverstellwinkel (2) abziehen, um den Unterdruckverstellwinkel (3) zu bekommen



**Bild 83** Der Verstellwinkel des Fliehkraftverstellers und der Verstellwinkel des Unterdruckverstellers ergeben gemeinsam den Gesamt-Verstellwinkel (Im Beispiel = 30 Grad)



**Bild 84** Wird bei Verminderung des Unterdruckes der Wert erreicht, bei welchem die umlaufende Zündpunktmarkierung anfängt in Drehrichtung zu wandern, so ist der Meßwert «Unterdruckverstellende» erreicht

der Fliehkraftversteller schon die Zündung verstellt hat. In diesem Falle muß man, um den Verstellwinkel des Unterdruckverstellers zu erhalten, vom Gesamtverstellwinkel den Verstellwinkel des Fliehkraftverstellers abziehen (Bild 82).

Zum Prüfen des Gesamtverstellwinkels eines zusätzlich wirkenden Unterdruckverstellers wird bei geschlossenem Regelventil und auf Durchgang zum Verteiler geschaltetem Umschalthahn die Motordrehzahl erhöht, bis der dabei gemessene Unterdruck über den Testwert für dessen Ver-

stellendes liegt. Diese Drehzahl sollte man am Drosselklappenanschlag des Vergasers einstellen.

Bei allen weiteren Messungen muß man darauf achten, daß die gleiche Drehzahl eingehalten wird, damit sich durch Veränderung des Fliehkraftverstellwinkels keine falschen Meßwerte für den Unterdruckversteller ergeben. Darum ist die Drehzahl bei Veränderung gegebenenfalls durch Nachstellen des Drosselklappenanschlages zu korrigieren.

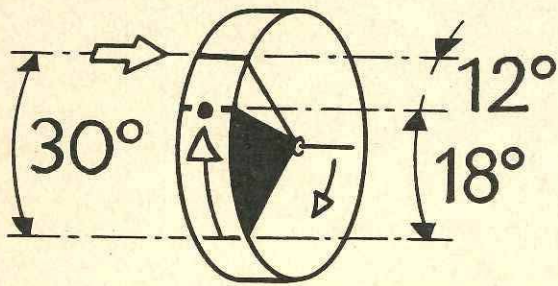
Bei Unterdruck der über dem Wert für das Verstellende des Unterdruckverstellers liegt, wird der Gesamtverstellwinkel mit der Zündlichtpistole gemessen (Beispiel 30 Grad, Bild 83). Dann wird durch Öffnen des Regelventils der auf den Unterdruckversteller wirkende Unterdruck langsam abgesenkt, bis die umlaufende Zündzeitmarke anfängt in Drehrichtung zu wandern. Der nun vom Manometer des Unterdruck-Testers abzulesende Unterdruck ist der als «Unterdruck-Verstellende» bezeichnete Unterdruck-Wert der Testwert-Liste (Bild 84).

**Zum Messen des Gesamtverstellwinkels** des Unterdruckverstellers wird der Unterdruck durch Öffnen des Regelventils auf den Nullwert abgesenkt. Die Motordrehzahl wird kontrolliert und eventuell nachreguliert, und dann mit der Zündlichtpistole der verbleibende Verstellwinkel des Fliehkraftverstellers gemessen (Beispiel 12°, Bild 85). Wird vom Gesamt-Verstellwinkel (Beispiel 30°) der verbleibende Verstellwinkel (Beispiel 12°) des Fliehkraftverstellers abgezogen, so hat man den Verstellbereich des Unterdruckverstellers (beim Beispiel 18°, Bild 86). Bei Zündverteilern ohne Fliehkraftversteller soll beim Nullwert des Unterdruckes, die umlaufende Zündzeitmarkierung der feststehenden Zündmarkierung gegenüber stehen.

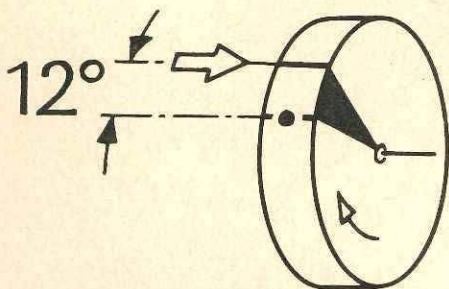
**Zum Prüfen der Unterdruckverstellwerte** wird durch Schließen des Regelventils der wirksame Unterdruck wieder langsam gesteigert.

**Der Beginn der Unterdruckverstellung** laut Testliste, ist der Unterdruck bei der die angeblitzte umlaufende Zündzeitmarke beginnt, entgegen der Drehrichtung zu wandern (Bild 87).

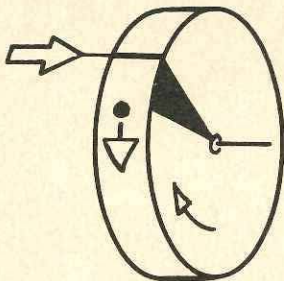




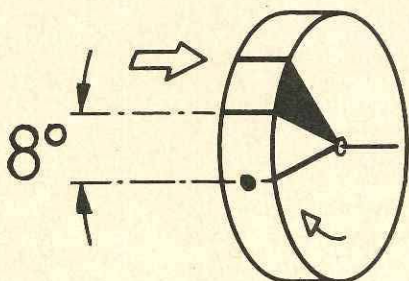
**Bild 85** Wird vom Gesamtverstellwinkel (30 Grad) der verbleibende Verstellwinkel des Fliehkraftverstellers (12 Grad) abgezogen, so hat man den Verstellwinkel des Unterdruckverstellers (18 Grad).



**Bild 86** Wird der Unterdruck des Unterdruckverstellers auf den Nullwert abgesenkt, so wandert die umlaufende Zündpunktmarkierung in Drehrichtung bis zum Fliehkraftversteller entsprechenden Verstellwinkel (Beispiel = 12°)



**Bild 87** Der Beginn der Unterdruckverstellung ist der Unterdruck, bei dem die umlaufende Zündzeitmarkierung beginnt entgegen der Drehrichtung zu wandern



**Bild 88** Auch bei Zwischenwerten müssen vom Gesamtverstellweg der Verstellweg des Fliehkraftverstellers (schwarz) abgezogen werden, um den Unterdruckversteller-Zwischenwert (8 Grad) zu bekommen

**Weitere Unterdruckverstellwerte** werden dadurch gemessen, daß man den Unterdruck auf die auf der Testwertliste angegebenen Werte einstellt und nach Kontrolle bzw. Nachregeln der Drehzahl, die mit der Zündlichtpistole ermittelten Verstellwinkel mit denen des listenmäßigen Sollwertes vergleicht. Dabei muß ebenfalls vom gemessenen Wert (Beispiel 20°), der Verstellwinkel des Fliehkraftverstellers (Beispiel 12°) abgezogen werden, um den jeweiligen Zwischenwert (8°) zu erhalten (Bild 88).

Um eine Kontrolle der Leichtgängigkeit der Unterbrechergrundplatte zu haben, empfiehlt es sich, die Zwischenwerte sowohl bei zunehmenden wie auch bei abnehmendem Druck zu messen. Wenn sowohl bei Druckzunahme wie auch bei Druckabnahme die in der Testwertliste gegebenen Verstellwinkel-Toleranzen eingehalten werden, ist ein Beweis der leichten Verstellbarkeit der Unterbrechergrundplatte gegeben.

## 8. Zündungszillographen-Test

**Kathodenstrahloszillographen** sind Meßgeräte, die im Gegensatz zu Zeigerinstrumenten, die durch ihre Trägheit nur Dauerwerte oder Mittelwerte anzeigen, auch sich rasch veränderte Werte, in jedem Zeitpunkte des zeitlichen Ablaufes ihrer Veränderung anzeigen können (siehe «Querschnitt durch die Autotechnik», Heft 140 Seite 74). Mit für die Zündanalyse speziell konstruierten Zündoszillographen, kann somit die beim Zündvorgang an der primären und sekundären Seite der Zündanlage herrschende Spannung in jedem Zeitpunkt eines Zündablaufes, aber ebenso während aller Zündungen eines Motors zugleich gemessen werden (Bild 89).

**Der Zündungszillograph** kann Ansaugunterdruck-Teste, Vergasereinstellungs-Teste, Kompressions-Teste und Zündkerzen-Teste ergänzen.

**Zündspannungs-Teste, Zündleistungs-Teste, Widerstand oder Durchschlag der Zündkabel, Verschleiß der Verteilersegmente, Kriechwege oder erhöhter Widerstand im Verteiler, das Feststellen der Zündspannungsrichtung, Schließwinkel-Te-**

## ZÜNDOSZILLOGRAPHEN-TEST

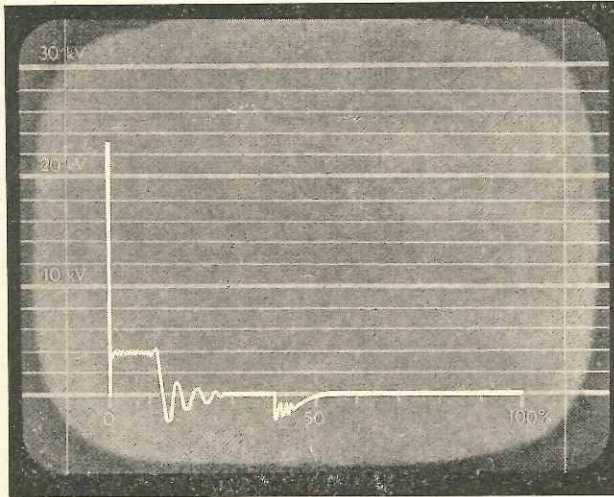


Bild 89 Normales Sekundär-Oszillogramm eines Zündfunken

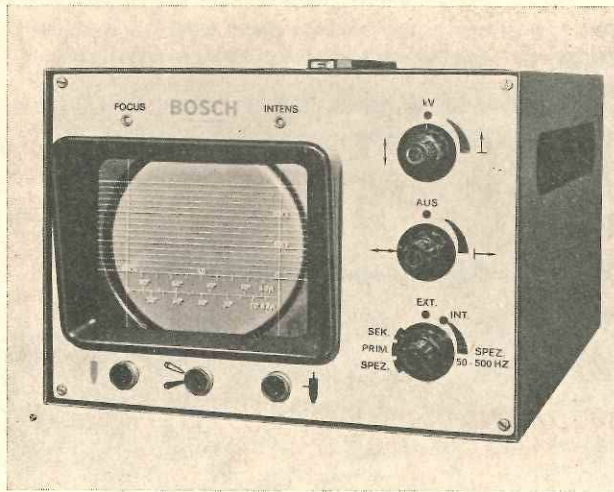


Bild 90 Bosch-Zündungs-Oszillograph EFAW 206

ste, Nockengeometrie-Teste und Unterbrecherfunktions-Teste, sind mit Oszillographen besser möglich wie mit anderen Testgeräten.

Dagegen können Batterien, Starter, Generatorspannung, Generatorleistung, Motordrehzahl, Leerlaufdrehzahl, Zündeneinstellung, Zündversteller und Abgas mit den Zündungsoszillographen nicht gemessen werden.

Einige moderne Zündoszillographen ermöglichen das Messen des Spannungsabfalles an der Zündspule, des Unterbrecherwiderstandes und das Auspendeln des Motors in Verbindung mit einem Drehzahlmesser. Die meisten modernen Zündungsoszillographen besitzen zusätzlich Einrichtungen, die das Prüfen des Kontaktspiels der Reglerkontakte und der Funktion von Gleichrich-

terdioden bei laufendem Generator ermöglichen. Leider wurden bei vielen Zündungsoszillographen Begriffe aus Fremdsprachen und der Elektronik übernommen, die dem Mann der Kraftfahrzeugpraxis den Umgang mit Oszillographen erschweren. Wenn man von den vielen und teilweise überflüssigen Begriffen, Schaltern und Druckknöpfen absieht, ist der Umgang mit Oszillographen nicht so schwierig, wie es anfänglich aussieht.

Ein Lichtblick in dieser Beziehung sind die neuen Bosch-Zündungsoszillographen, die – unter Verzicht von Ausdrücken – mit Richtungspfeilen an den Schaltknöpfen, den Sinn einiger Drehschalter viel klarer ausdrücken (Bild 90).

Der in der Bildröhre erzeugte Elektronenstrahl würde ohne Ablenkung auf dem Schirmbild einen Punkt erzeugen (Bild 91).

Durch Zündfunken an einer Zündkerze wird ein Impuls erzeugt, der den Elektrodenstrahl zeitlich verzögert, von links nach rechts ablenkt. Das menschliche Auge nimmt diesen, sich mit einer Geschwindigkeit von etwa 70 km/Std. nach rechts bewegenden Punkt als Strich auf. Dieser Strich ist somit ein von links nach rechts verlaufender zeitlicher Ablauf. Weil der Oszillographenstrahl nur von links nach rechts einen fortlaufenden zeitlichen Ablauf zeigen soll, unterdrückt man beim viel schnelleren Rücklauf in die Aus-

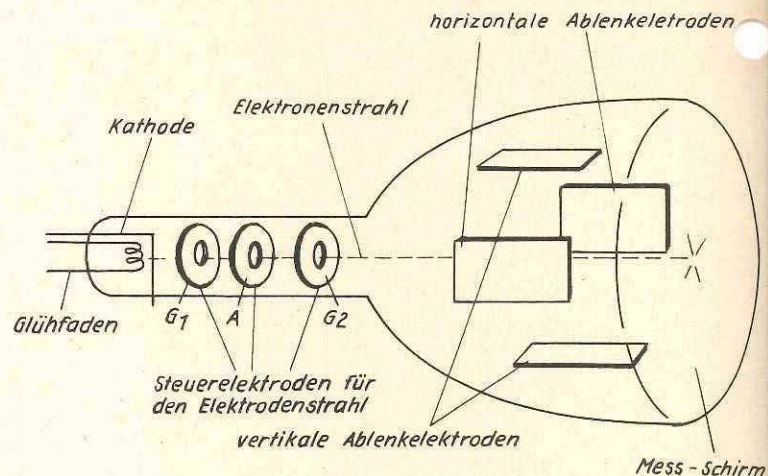


Bild 91 Das Prinzip der Braun'schen Röhre eines Kathodenstrahloszillographen

A = Anode, durch deren Öffnung nur ein dünner Elektrodenstrahl durchgelassen wird.

G<sub>1</sub> und G<sub>2</sub> = Gitter durch welches Helligkeit und Stärke der Elektronenstrahlen gesteuert werden können

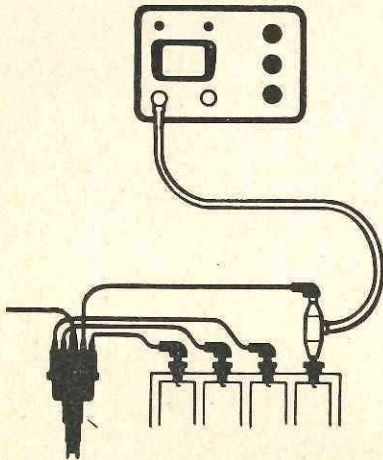


Bild 92 Der Synchronanschluß eines Bosch-Zündoszillographen

gangsstellung von rechts nach links, sein Aufleuchten. Bei laufendem Motor wird durch jeden Zündfunken an der bezogenen Zündkerze ein erneuter Bewegungsimpuls der beschriebenen Art ausgelöst. Damit wird erreicht, daß auch bei zunehmender Motordrehzahl jede Spannungsveränderung im angeschlossenen Zündstromkreis gemessen werden kann.

### Externe Triggerung

**Zum Steuern der waagrechten Impulse** – auch horizontale Ablenkung genannt – wird an einer Zündkerze, meist der des ersten Zylinders, ein Impulsgeber angeschlossen (Bild 92).

Dieser Anschluß wird je nach Hersteller, Synchronanschluß, Impulsgeber oder Triggeranschluß genannt.

**Triggern** nennt man das Anstoßen eines elektronischen Schaltsystems durch einen Impuls. Die angestoßene Schaltung des Triggers erzeugt, wenn der anstoßende Impuls von beliebiger Form die erforderliche Spannung erreicht, einen sägezahnförmigen Spannungsimpuls, der den Elektrodenstrahl in gewünschter Weise ablenkt. Durch die Veränderung der Steilheit der ansteigenden Flanke des Sägezahnes, kann die Bildseite der Oszillogramme größer und kleiner eingestellt werden. Wenn die Triggerung durch einen Impuls außerhalb des Oszillographen geschieht, nennt man sie «Externe-Triggerung».

**Zum Messen der Zündspannung** muß ein Geber für die senkrechte Ablenkung in die Hochspannungsleitung von der Zündspule zum Verteiler geschaltet werden. Meist wird das sekundäre Schaubild des Oszillographen für den Zündungstest genutzt (Bild 93). Aber vereinzelt wird auch das primäre Schaubild zur Ergänzung herangezogen. In diesem Falle wird die Spannung zwischen dem Unterbrecheranschluß der Zündspule und der Masse des Motors gemessen (Bild 94).

### Interne Triggerung

Wenn der den Trigger steuernde Impuls innerhalb des Zündoszillographen vom Meßwert, also vom Geber in der Hochspannungsleitung für die vertikale (= senkrechte) Ablenkung, abgenommen wird, spricht man von «Interner Triggerung». Dabei wird der Trigger jeweils angestoßen, wenn jede einzelne Zündung des Motors

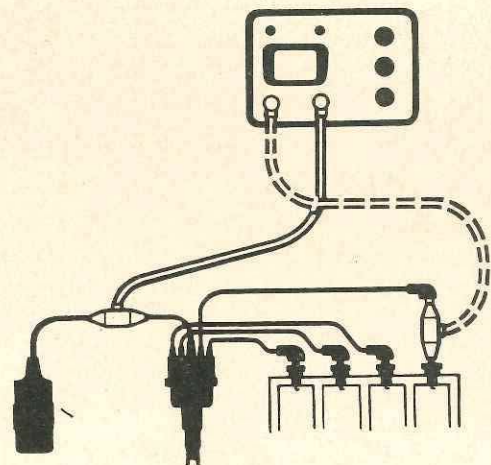


Bild 93 Der Sekundäranschluß zum Bosch-Zündoszillographen

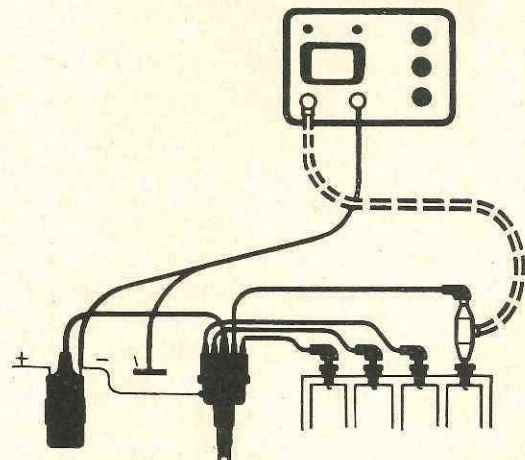
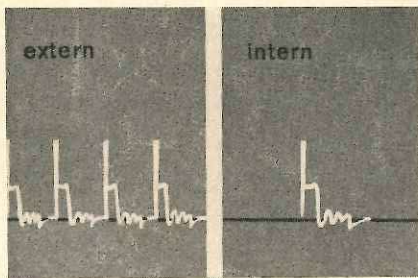
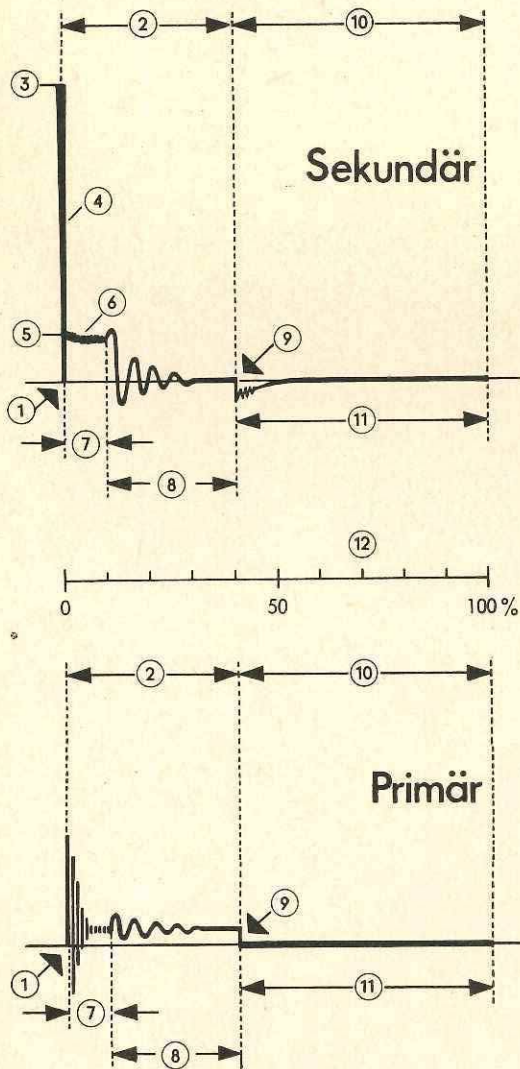


Bild 94 Der Primäranschluß des Bosch-Zündoszillographen

## ZÜNDOSZILLOGRAPHEN-TEST



**Bild 95** Bei externer Synchronisation werden die Zündvorgänge aller Zylinder nebeneinander aufgezeichnet – bei interner Synchronisation ineinander geschrieben



**Bild 96** Schaubilder eines Bosch-Zündoszillographen

- 1 = Öffnen der Unterbrecherkontakte
- 2 = Zeit, in der die Unterbrecherkontakte geöffnet sind
- 3 = Höhe der Zündspannung
- 4 = Zündspannungsnadel
- 5 = Brennspannungshöhe
- 7 = Brennspannungslinie
- 8 = Ausschwingvorgang zwischen Kondensator und Primärspule
- 9 = Schließen des Unterbrechers
- 10 = Zeit, in der die Kontakte geschlossen sind
- 11 = Schließabschnitt
- 12 = Schließwinkelskala in Prozent

einen bestimmten Spannungswert erreicht hat. Dadurch wird erreicht, daß die Zündungen aller Zylinder vom Lichtstrahl ineinander oder übereinander gezeichnet werden (Bild 95).

### Batteriezündanlage und Zündungsoszillographen

Zum Verständnis der Oszillographenbilder ist es zweckmäßig, daß man sich mit den elektro-physikalischen Vorgängen, die sich beim Erzeugen der Zündspannung in der Zündanlage abspielen, etwas mehr befaßt, wie es normalerweise erforderlich ist. Denn dann werden die durch Oszillogramme angezeigten Schwingungen verständlicher und durchschaubarer. Voraussetzung hierzu ist vor allem die Kenntnis der Induktionsgesetze, weil die Funktion der Batteriezündanlage auf Induktionsvorgängen beruht. Die primäre und die sekundäre Spule ist auf einem gemeinschaftlichen Eisenkern angeordnet. Dadurch wird sich jeder induktive Vorgang in einer der beiden Spulen, als Spannungserzeugung in der jeweils anderen Spule äußern. Durch diese «induktive Kopplung» werden primäre Schwingungsvorgänge auch im sekundären Schaubild erkennbar. Dies ermöglicht es im sekundären Schaubild auch die Fehler im primären Stromkreis zu erkennen. Darum beruht die Zünddiagnose hauptsächlich auf der Begutachtung des sekundären Schaubildes. Das primäre Schaubild dient meist nur zur Ergänzung der im sekundären Bild gemachten Wahrnehmungen (Bild 96). Das Schaubild einer einzelnen Zündung kann man grundsätzlich in drei Abschnitte: den Öffnungsabschnitt, den Zwischenabschnitt und den Schließabschnitt des Unterbrechers einteilen.

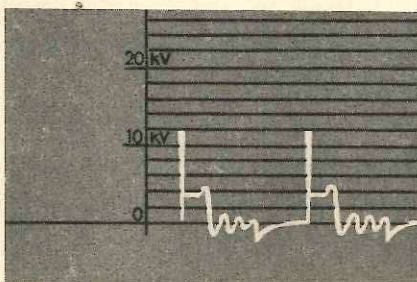
**Der Öffnungsabschnitt** beginnt links auf dem sekundären Schaubild mit einer senkrecht ansteigenden Linie, die man Zündnadel, Zündvoltage- oder Zündlinie nennt.

**Die Zündnadel** zeigt die Höhe der sekundären Spannung der Zündspule die erforderlich ist, um den Zündfunken an den Zündkerzenelektroden zu zünden. Die erforderliche Spannungshöhe kann dabei an der waagrechten Skala des Bildschirmes abgelesen werden. Diese waagrechten Linien bilden eine Meß-Skala, die mit Meßbe-

reichtschalter meist auf die Gesamtmeßbereiche 20 oder 40 kV eingestellt werden kann. Die Zündungsspannung soll bei etwa 1200 bis 1500 U/min und Leerlauf des Motors, normalerweise zwischen 4 bis 7 kV betragen. Dabei sollten die

Spannungshöhen der einzelnen Nadeln möglichst um nicht mehr als 2 kV differieren (Bild 97). Der Spannungsbedarf zur Einleitung des Zündfunkens ist von folgenden Faktoren abhängig:

Für den Zündspannungsbedarf ausschlaggebende Faktoren	Zündspannung hoch	Zündspannung niedrig
Elektrodenabstand	groß	klein
Kompression	hoch	niedrig
Gemischbildung	mager	richtig
Polarität des Zündfunkens	falsch = Zündnadel zeigt nach unten	Zündnadel zeigt nach oben = richtig, negativer Zündimpuls
Elektroden-(Motor)-Temperatur	niedrig	hoch
Elektrodenmaterial	ungünstige Legierung	gute Legierung
Elektrodenform	rund	scharfkantig
Elektrodenzustand	abgebrannte (verbrauchte)	neue (unverbrauchte)
Zündzeitpunkt	Zündkerze spät	Zündkerze früh
Luftspalt zwischen Verteilrotor und Verteilersegment	groß	klein
Zündkabel	Unterbrechung	keine Unterbrechung



**Bild 97 Zündspannung**

Beim Sekundärbild kann die Zündspannung gemessen werden, wobei alle Zylinder nebeneinander dargestellt werden und das Oszillogramm auf die 0-Linie einzuregulieren ist. Die Höhe der Zündspannung in kV kann an der kV-Skala gemessen werden, wenn der Regler für die Bildhöhe in Stellung geeicht steht. (Bildbeispiel 12 kV).

**Die Funkenspannung** nennt man die Spannung, die nach dem Zünden des Zündfunkens erforderlich ist, um den Lichtbogen zwischen den Zündkerzenelektroden eine gewisse Zeit aufrecht zu erhalten. Da die nun ionisierten heißeren Gase einen geringeren elektrischen Widerstand haben, ist zum Aufrechterhalten des

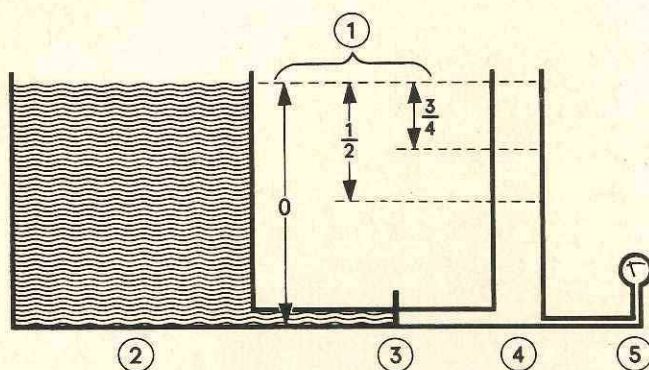
Zündfunkens eine viel geringere Spannung erforderlich wie zum Zünden des Funkens. Der Zündfunke bleibt solange aufrecht erhalten, wie das zusammenbrechende Magnetfeld in der Zündspule ausreichende sekundäre Spannung erzeugt. Diese Spannung wird im Oszillogramm als waagrechte bis leicht geneigte Linie gezeichnet, die man «Funkenlinie» oder «Brennspannungslinie» nennt.

**Die Brennspannungslinie** ist in Wirklichkeit von kurzen Impulsen überlagert, die hauptsächlich darauf zurückzuführen sind, daß sich die Widerstandsverhältnisse zwischen den Zündkerzenelektroden dauernd verändern. Die Länge der Brennspannungslinie gibt die Zeit an, in welcher der Zündfunken aufrecht erhalten wird. Der Abstand der Brennspannungslinie von der Nulllinie der Bildrohrskala ist das Maß für die Spannung des Funkens während des Funkenüber-

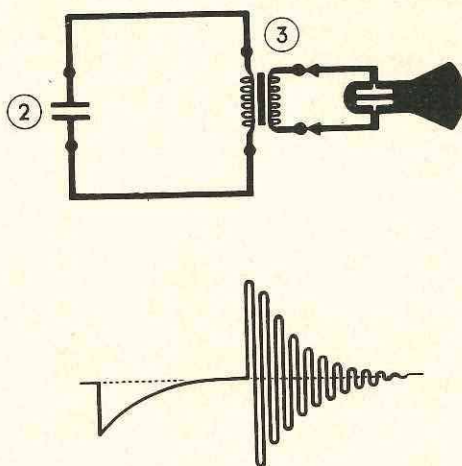
## ZÜNDOSZILLOGRAPHEN-TEST

schlages. Diese Spannung bezeichnet man auch als «Brennspannung».

Wenn die von der Zündspule erzeugte elektrische Energie geringer wird, so wird eine höhere Brennspannung erforderlich. Darum steigt meist die Brennspannungslinie am Ende nochmals geringfügig an, um dann beim Verlöschen des Zündfunken fast senkrecht unter die Null-Linie abzufallen. Den nun folgende Abschnitt nennt man «Zwischenabschnitt» oder «Ausschwingabschnitt».



**Bild 98** An kommunizierend miteinander verbundenen Gefäßen ist die Aufladefunktion des Zündkondensators erklärbar. Bei einem Druckunterschied «1» zwischen Behälter «2» (= Primärwicklung) und Behälter «4» (= Kondensator) fließt bei offenem Schalter «3» ein Strom bis der Behälter «4» den gleichen Druck hat wie Behälter «2».



**Bild 99** Beim Entladen des Zündkondensators «2» über die primäre Wicklung wird Magnetismus erzeugt und Spannung von entgegengesetzter Richtung induziert, die nun den Kondensator entgegengesetzt auflädt, dann entlädt der Kondensator wieder, was wiederum Primärstrom anderer Richtung erzeugt. Die Folge ist ein rasches Hin- und Herschwingen des Stromes und darum spricht man auch von einem elektrischen Schwingkreis. Durch die induktive Kopplung beider Spulen wird dieses Schwingen der Spannung auch auf die sekundäre Wicklung «3» übertragen.

**Der Zwischenabschnitt** beginnt mit anfänglich höheren und dann geringer werdenden Ausschwingungen. Dieser Ausschwingprozeß hat seine Ursache in dem in dieser Zeit von der Induktivität der primären Spule und dem Zündkondensator gebildeten elektrischen Schwingkreis. Beim Öffnen der Schalterkontakte entsteht ein Lichtbogen durch Selbstinduktion, wodurch die Kontakte in kurzer Zeit verbrennen würden. Hinzu kommt, daß dann die induzierte Sekundärspannung für einen Zündfunken nicht ausreicht, weil durch das Kontaktfeuer der Abbau des Magnetfeldes verlangsamt wird. Die Abhilfe schafft hier der Zündkondensator.

Der Kondensator wird wirksam, wenn die Unterbrecherkontakte öffnen.

Die Selbstinduktionsspannung bewirkt jetzt eine Kondensator-Aufladung, von der wir wissen, daß sie mit der Spannung «Null» am Kondensator mit sehr hohem Strom beginnt. Da der Kondensator unmittelbar parallel zu den Kontakten liegt, ist dadurch bei deren Öffnen die Selbstinduktionsspannung zunächst sehr niedrig, so daß sich nahezu kein Lichtbogen bilden kann. Dieser für die Kontakte schädliche Lichtbogen war ja weiterfließender Strom. Wir haben den Lichtbogen vermindert und dadurch eine schlagartige Stromunterbrechung an den Kontakten und damit zugleich ein schnelles Zusammenbrechen des Magnetfeldes erreicht (Bild 98).

Dieses schnelle Zusammenbrechen des Magnetfeldes hat zur Folge, daß in der Sekundärwicklung eine hohe Spannung induziert wird. Aber auch die Selbstinduktionsspannung der Primärspule ist durch das schnelle Zusammenbrechen des Magnetfeldes größer geworden. Sie kann bis zu 500 Volt betragen. Auf diese Spannung wird nun auch der Kondensator aufgeladen.

Wir müssen jetzt noch untersuchen, was mit dieser Kondensatorladung geschieht. Dazu wollen wir aber die Schaltung (Bild 99) vereinfachen, damit sie übersichtlicher wird. Der Unterbrecher kann entfallen, denn er ist in diesem Moment offen und daher unwirksam. Die Batterie kann ebenfalls entfallen; sie beeinflusst den nachfolgenden Vorgang auch nicht. Wir hatten bis jetzt festgehalten, daß nach dem Öffnen der Unterbrecherkontakte der Kondensator durch die

Selbstinduktion auf ca. 500 Volt aufgeladen wird.

Nachdem das Magnetfeld abgebaut ist, entfällt die Selbstinduktion und die Aufladung des Kondensators ist beendet. Dieser behält nun seine Ladung nicht, sondern er entlädt sich wieder über die Primärwicklung. Der dabei fließende Entladestrom hat in der Primärwicklung die umgekehrte Richtung wie der vorhergehende Ladestrom. Durch die Entladung des Kondensators wird nun in der Primärwicklung wieder ein Magnetfeld aufgebaut, allerdings wegen der umgekehrten Stromrichtung, mit umgekehrter Polarität. Nach beendeter Kondensator-Entladung bricht auch dieses Magnetfeld wieder zusammen, und wieder wird eine Selbstinduktions-Spannung induziert, die zur abermaligen Kondensator-Aufladung führt, allerdings auch mit anderer Polarität als bei der ersten Aufladung. Nachdem das Magnetfeld wieder abgebaut ist, ist auch die Kondensator-Aufladung beendet, so daß sich dieser über die Primärwicklung entlädt und erneut Spannung von anderer Richtung induziert. Wir haben also nach dem Öffnen der Unterbrecherkontakte einen Schwingungsvorgang, bei dem sich, kurz zusammengefaßt, folgendes abspielt:

Magnetfeld bricht zusammen, dabei Kondensator-Aufladung durch Selbstinduktion.

Kondensator-Entladung, dabei Aufbau eines Magnetfeldes.

Magnetfeld bricht zusammen, dabei Kondensator-Aufladung durch Selbstinduktion usw.

Man könnte nun meinen, daß diese ständige Umwandlung elektrischer Energie — magnetische Energie, elektrische Energie — usw. immer so weiterginge. Im Oszillogramm entnehmen wir jedoch, daß der Schwingvorgang immer schwächer wird und bald ausklingt. Dies kommt daher, weil bei jeder Umwandlung etwas Energie verlorengeht.

Man vergleicht diesen Schwingvorgang (wenn Spule und Kondensator in dieser Weise zusammenwirken, spricht man von einem elektrischen Schwingkreis), auch mit einem mechanischen Beispiel, und zwar mit einem Pendel (Bild 100). Einmal angestoßen, pendelt es einige Male hin und her. Daß es dann nicht immer weiterpendelt,

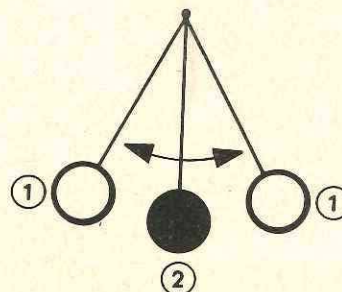


Bild 100 Einen elektrischen Schwingkreis kann man mit einem Pendel vergleichen bei dem Lageenergie «1» und Bewegungsenergie in dauerndem Wechsel wirksam sind.

liegt daran, daß auch hier bei der ständigen Umwandlung Lageenergie—Bewegungsenergie—Lageenergie, usw. Verluste entstehen (Reibungswiderstand, am Drehpunkt, Luftwiderstand usw.). Zwei Ausdrücke, die bei der Erklärung elektrischer Schwingungen gebraucht werden, sollte man sich für das weitere Verständnis der Vorgänge merken:

Frequenz = die Anzahl der Schwingungen pro Sekunde

Amplitude = die Größe der Schwingungen.

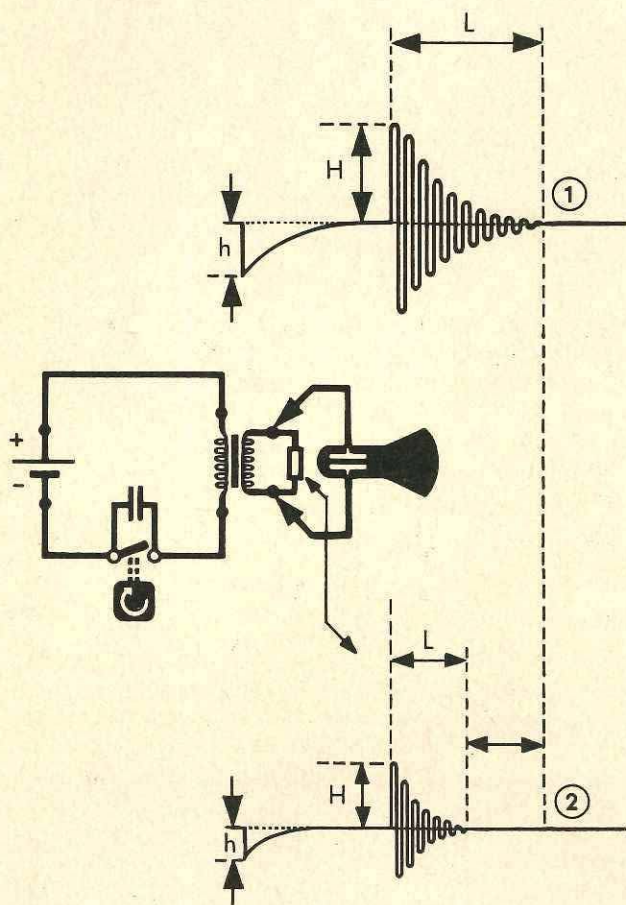
Diese geschilderten Schwingungsvorgänge im Primärstromkreis werden natürlich auch in der Sekundärwicklung hinübertransformiert. Die Tatsache haben wir ja schon vorausgesetzt, denn der Oszillograph ist an die Sekundärwicklung angeschlossen, und wir sehen so an der Sekundärspannung auch den zeitlichen Ablauf der Primärschwingungen.

### Die zusätzliche Dämpfung durch den Sekundärstromkreis

Bis jetzt haben wir in der Sekundärwicklung unseres Transformators nur die Spannung betrachtet. Diese Spannung erzeugt natürlich auch einen entsprechenden Strom, wenn wir an die Sekundärwicklung einen Verbraucher anschließen, so ändert sich einiges, über das man sich noch klar werden sollte (Bild 101).

Das erste Oszillogramm zeigt die Sekundärspannung bei unbelasteter Sekundärspule. Das zweite die Sekundärspannung bei Belastung an. Beim Vergleich beider Oszillogramme stellen wir fest, daß bei Belastung des Sekundärstromkreises die Amplituden ( $h+H$ ) von vornherein kleiner sind

## ZÜNDOSZILLOGRAPHEN-TEST



**Bild 101** Durch die Belastung mit sekundärem Strom werden die unbelasteten Schwingungen «1» bedämpft. Die Höhe «H» der Amplituden und die Länge der Zeit «2» wird geringer. Dagegen ändert sich die Frequenz kaum.

und daß der Schwingvorgang schneller ausklingt. Also tritt durch die Belastung eine zusätzliche Dämpfung ein.

Wenn ein Sekundärstrom fließt, so müssen also auch abweichende Bedingungen vorliegen. In diesem Falle ist hinzugekommen, daß die Sekundärspannung durch den angeschlossenen Verbraucher einen Strom verursacht. Dieser Strom fließt in der Sekundärwicklung und erzeugt auch ein Magnetfeld. Dieses vom Sekundärstrom erzeugte Magnetfeld ist dem Primär-Magnetfeld entgegengerichtet, so daß sich die beiden Magnetfelder gegenseitig schwächen und dadurch der Primärschwingungsvorgang gedämpft wird. Die Frequenz hat sich durch diese Belastung der sekundären Spule kaum geändert, sondern nur die Höhe der Amplituden ist geringer geworden.

**Der Schließabschnitt** ist die Strecke des Oszillogramms, über die die Kontakte geschlossen sind. Wir trennen in folgenden Abschnitten unsere Betrachtungen immer und unterscheiden zwischen Primär- und Sekundär-Oszillogramm, wobei wir das letztere wegen seiner häufigeren Anwendungen voranstellen.

### Sekundärbild

Nach dem Schließen der Kontakte wird während des Magnetfeld-Aufbaues in der Sekundärwicklung eine Spannung induziert.

Der Spannungsverlauf hat zwar im wesentlichen die Form einer Exponentialkurve, ist aber noch zusätzlich mit kleinen Schwingungen überlagert (Bild 102).

Diese Schwingung entsteht durch einen aus der Sekundärkapazität und der sogenannten Streuinduktivität gebildeten Schwingkreis. Sie entsteht sofort nach dem Schließen der Kontakte und klingt rasch ab.

Hätte man «verlustlose» Zündspulen (d. h. keine magnetische Verluste und auch keine Sekundärkapazität), so könnte keine Schwingung entstehen.

### Primärbild

**Im Schließabschnitt** läuft der Elektronenstrahl auf der Null-Linie, weil die Unterbrecherkontakte geschlossen sind und der Oszillograph keine Spannung bekommt.

### Fehlersuche mit Bosch-Zündungoszillographen

Erst wenn man sich mit dem Zündungoszillographen vertraut gemacht hat, die Bedienung keine Schwierigkeiten mehr macht und das Normaloszillogramm eingepreßt ist, sollte man den Oszillographen einsetzen.

Die nachfolgenden Fehlererläuterungen beziehen sich in erster Linie auf das Sekundär-Oszillogramm. Nur bei Fehlern, die im Primär-Oszillogramm gleich gut oder eventuell sogar besser zu sehen sind, sind auch diese gezeigt.

Am günstigsten geht man so vor, daß man sich zunächst einen Gesamtüberblick verschafft, indem man die Zündvorgänge aller Zylinder miteinander betrachtet und sich erst danach jeden Zündvorgang einzeln vornimmt. Diese Reihen-



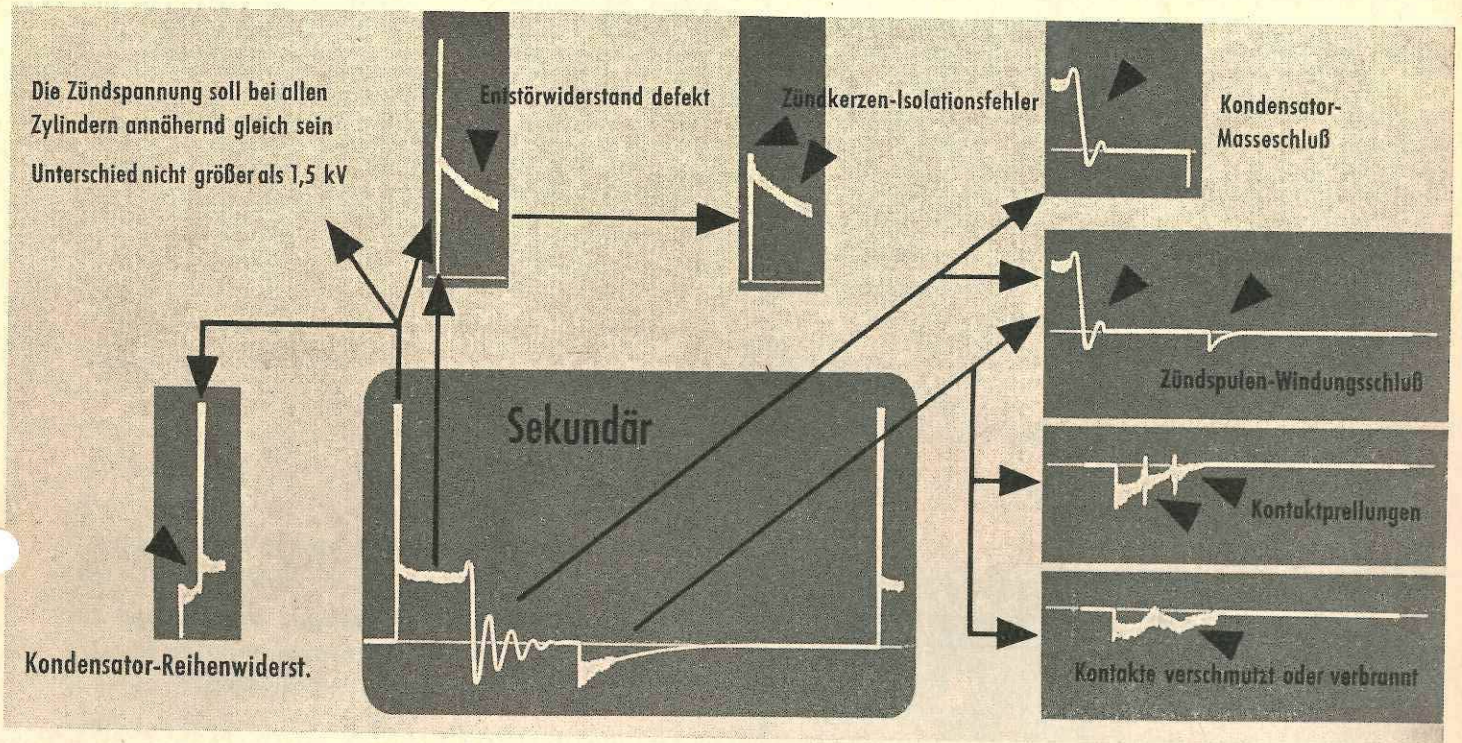


Bild 102 Normales sekundäres Zündoszillogramm und die hauptsächlichsten Ursachen für dessen Veränderung

folge wollen wir auch bei der Besprechung der Fehler einhalten, damit ein besserer Überblick möglich ist (Bild 103). Generell für die Fehlersuche gilt folgende wichtige Regel:

Zeigt sich der Fehler bei allen Zylindern, so liegt der Fehler im Primärstromkreis oder im Sekundärstromkreis bis zum Verteilereingang (einschließlich Verteilerläufer).

Zeigt sich der Fehler nur an einem Zylinder, so liegt der Fehler hinter dem Verteilerläufer.

Bei falschem Anschluß der Zündspule und damit Plus in der Zündleitung, steht das Schaubild auf dem Kopfe. Dann müssen vor weiteren Tests die primären Kabelanschlüsse an der Zündspule vertauscht werden.

### Fehler, die nur die Zündspannungsnadel verändern

#### Unterschiedliche Zündspannungen

Mit dem Zündoszillographen können die Zündspannungen in kV gemessen werden. Man nimmt dazu eine Bildeinstellung, bei der alle Zündungen in der Zündfolge der Zylinder hintereinander erscheinen. Diese Einstellung nennt

man auch «Parade». An der kV-Skala des Meßschirmes kann man jetzt die Zündspannung abgelesen werden (Bild 104).

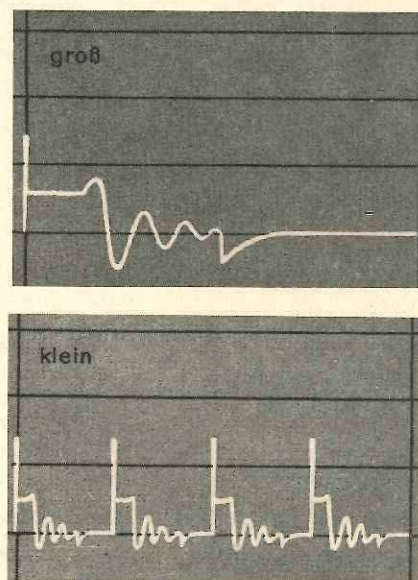
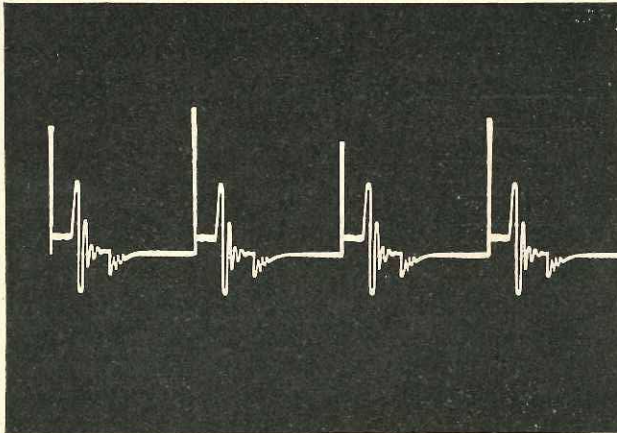
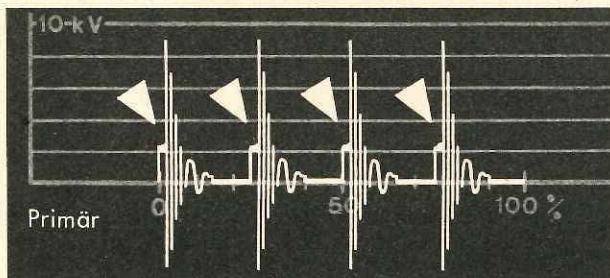
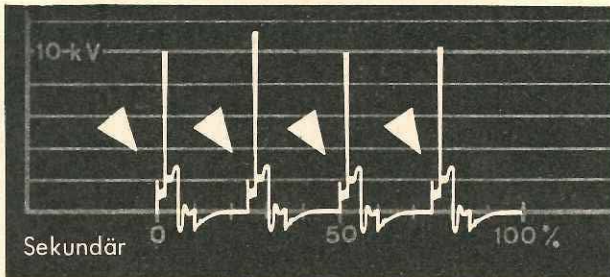


Bild 103 Bei Einstellung «kleine Bildbreite» erscheinen alle Zylinder nebeneinander auf dem Bildschirm. Bei Einstellung «große Breite» ist der Zündvorgang eines Zylinders über die ganze Bildbreite gedehnt.  
Kleine Bildbreite = Vergleich aller Zylinder  
Große Bildbreite = Genaue Analyse des Zündungsablaufs

## ZÜNDOSZILLOGRAPHEN-TEST



**Bild 104 Zündspannungsmessung**  
Gemessene Werte (von links): 8–9–7–8,5 kV



**Bild 105 Kondensator-Reihenwiderstand**

Wichtiger als die Größe der Zündspannung ist die Gleichmäßigkeit aller Zylinder. Unterschiede bis zu 2 kV sind unkritisch. Bei größeren Unterschieden sollte die Ursache ermittelt werden. (Beachten Sie die Tabelle über die Faktoren, die die Zündspannung bestimmen).

Um die Ursache der unterschiedlichen Zündspannungen zu ermitteln, sollten zunächst die Zündkerzen überprüft werden (evtl. neue einbauen), wobei vor allem auf einheitlichen Elektrodenabstand zu achten ist.

Sind danach noch immer größere Unterschiede in der Zündspannung als 2 kV vorhanden, besteht der Verdacht, daß der Fehler am Motor

liegt. Um dies genau festzustellen, vertauscht man die Kerzen untereinander. Wandert der Fehler mit, liegt es an der Kerze, bleibt der Fehler bei gleicher Stelle, so liegt es am Motor bei dem betreffenden Zylinder.

### Kondensator-Reihenwiderstand

Ein Reihenwiderstand im Kondensator ist vorhanden, wenn die Verbindung zwischen dem Anschlußkabel und dem einen Kondensatorbelag, oder die Verbindung zwischen Masse und dem anderen Kondensatorbelag nicht in Ordnung ist. Durch einen Übergangswiderstand an diesen Verbindungsstellen wird der Kondensator «träge», das heißt, Aufladung und Entladung gehen langsamer vonstatten. Beim Öffnen der Unterbrecherkontakte ist aber gerade wichtig, daß die durch die Selbstinduktionsspannung der Primärwicklung bewirkte Kondensatoraufladung schnell erfolgt, weil sonst an den Unterbrecherkontakten ein Lichtbogen entsteht.

Dieser Fehler ist bei den Oszillogrammen zu sehen (unter Umständen im Primär-Oszillogramm etwas deutlicher) und zeigt sich natürlich an allen Zylindern. Einen Kondensator-Reihenwiderstand erkennt man in den Oszillogrammen daran, daß die Zündnadel eine Stufe hat (Bild 105). Je nach Größe des Fehlers und der Zustand der Kontakte ist diese Stufe mehr oder weniger ausgeprägt. In Zweifelsfällen empfiehlt es sich, durch Einstellen einer großen Bildbreite den in Frage kommenden Abschnitt des Oszillogrammes genauer zu betrachten.

### Fehler, die die Zündspannungsnadel und die Bremsspannungslinie verändern

#### Hochspannungsisolationsdefekt

Elektrischer Strom geht immer den Weg des geringsten Widerstandes. Wenn also die Hochspannungsisolation von Zündspule, Kabel, Verteiler oder Kerzen Risse und Kriechwege aufweist, dann kann der Zündfunke an diesen Stellen anstatt an den Elektroden der Kerze überspringen. Die Folge davon sind Zündaussetzer. Defekte Hochspannungsisolation erkennt man manchmal im Oszillogramm daran, daß die Zünd-

spannungsnadel kleiner ist und die Brennspannungslinie niedriger liegt (Bild 106). Eine verschärfte Isolationsprüfung wird erreicht, wenn man bei laufendem Motor nacheinander jeweils einen Kerzenstecker abzieht. Wenn die Isolation in Ordnung ist, sieht man im Oszillogramm an diesem Zylinder anstelle von Zündspannungsnadel, Brennspannungslinie und Ausschwingvorgang, eine große, gedämpfte Schwingung (Bild 107), die über die Null-Linie nach unten hinausgeht.

Ist die Isolation nicht in Ordnung, dann ist entweder keine Schwingung vorhanden oder sie ist kleiner und geht nach unten nicht über die Null-Linie hinaus.

### Zündkerze verbleit

Bleiniederschläge auf dem Kerzenfuß haben die unangenehme Eigenschaft, erst bei höheren Temperaturen elektrisch leitend zu werden. (Motor muß deshalb stets warm sein). Ist die entsprechende Temperatur erreicht, nimmt der Zündstrom den Weg über den elektrisch leitend gewordenen Bleibelag, anstatt an den Elektroden der Kerze überzuspringen. Die Folgen davon sind Zündaussetzer, die nur bei hoher Leistung des Motors auftreten.

Da der Zündstrom hierbei keine bzw. nur die Überschlagfunkenstrecke im Verteiler zu überspringen hat, fällt die Zündspannungsnadel fast ganz weg. Außerdem liegt die Brennspannungslinie schräg (Bild 108).

### Fehler, die nur die Brennspannungslinie verändern

#### Entstörwiderstände defekt

Entstörwiderstände und Widerstandszündkabel können verbrennen bzw. verkoken, wodurch sich ihr Widerstand wesentlich erhöht. Durch diesen unzulässig hohen Widerstandswert wird der Zündfunke stark geschwächt, was sich im Fahrbetrieb durch schlechte Beschleunigung und ungenügende Motorleistung bemerkbar macht.

Dann liegt die Brennspannungslinie schräg (Bild 109). Bei defekten Entstörwiderständen kann es auch vorkommen, daß zusätzlich eine totale Unterbrechung vorhanden ist, die als Vor-

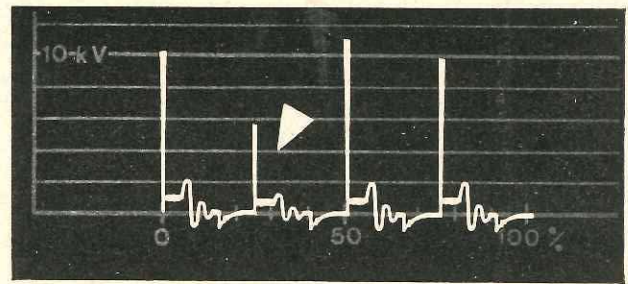


Bild 106 Defekte Hochspannungsisoliation

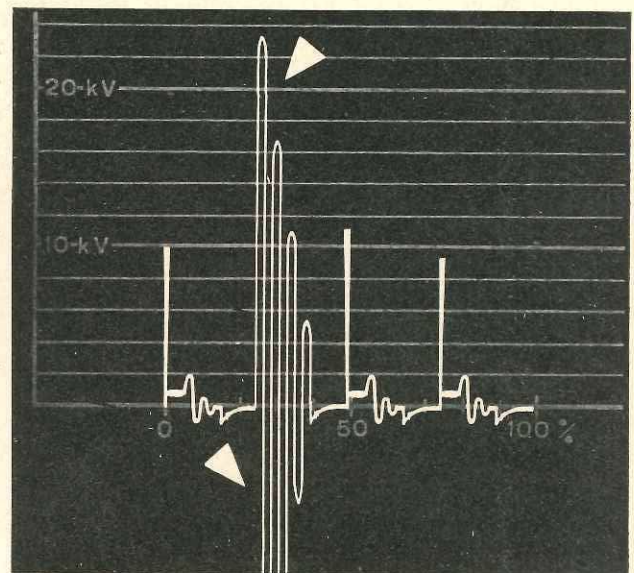


Bild 107 Bei einwandfreier Isolation wird die Leerlaufschwingung weit unter die Null-Linie ausschwingen

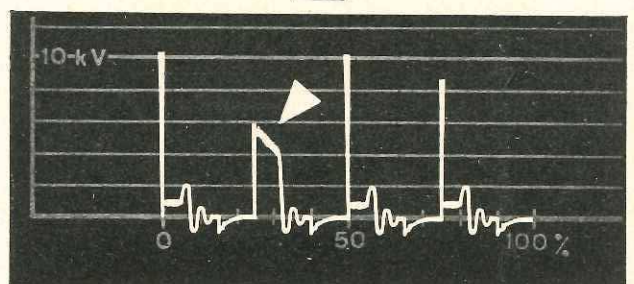
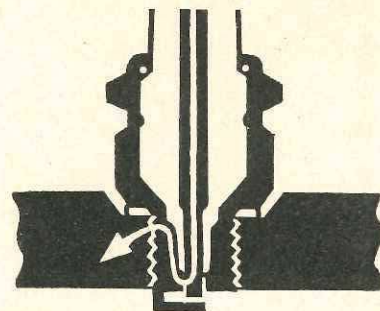
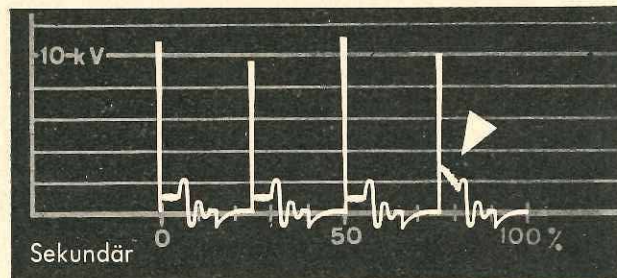
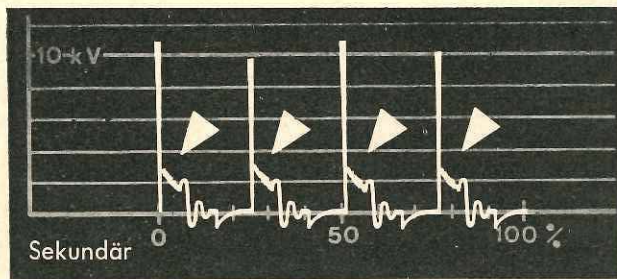


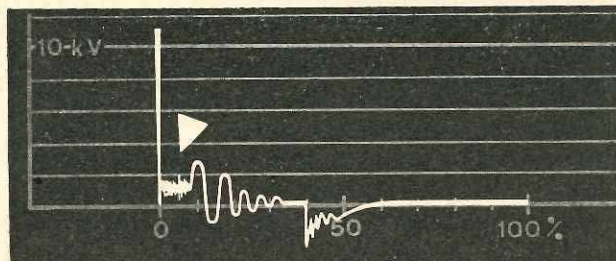
Bild 108 Zündkerzenisolator verbleit

## ZÜNDOSZILLOGRAPHEN-TEST

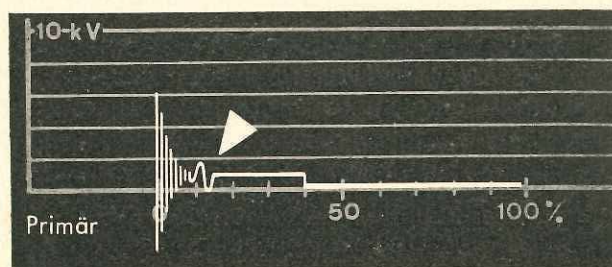
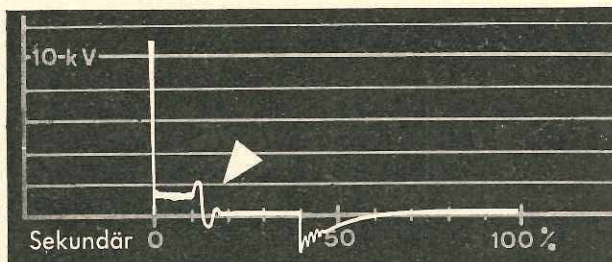


**Bild 109 Fehler an allen Zylindern:**  
Entstörwiderstand im Verteilerfinger oder Widerstandskabel  
zwischen Zündspule und Zündverteiler

**Bild 109a Fehler an einem Zylinder:**  
Entstörwiderstand im Kerzenstecker oder Widerstandskabel  
zwischen Zündverteiler und Kerze



**Bild 110 Verschmutzte Zündkerze**



**Bild 111 Kondensator mit Masseschluß**

funkenstrecke wirkt. In diesen Fällen erhöht sich dann auch die Zündspannung an der Zündspule. Im Oszillogramm sieht man dann außer der schräg liegenden Brennspannungslinie auch eine höhere Zündspannungsnadel.

### **Kerzen verschmutzt**

Bei stark verschmutzten Zündkerzen (verrußt oder verölt) erscheint die Brennspannungslinie dicker und von kleinen Schwingungen überlagert (Bild 110).

### **Fehler, die nur den Ausschwingvorgang verändern**

#### **Zündkondensator hat Masseschluß**

Hat ein Zündkondensator einen totalen Masseschluß, dann läuft der Motor nicht mehr, weil durch den Masseschluß die Unterbrecherkontakte überbrückt und kurzgeschlossen werden. Dann erübrigt sich der Anschluß des Zündungsoszillographen.

Es gibt aber auch Masseschlüsse, die in ihrer Größe so liegen, daß sie zwar die Kontakte nicht vollkommen überbrücken, wohl aber eine gewisse Dämpfung der nach dem Öffnen der Unterbrecherkontakte ablaufenden Schwingungsvorgänge bewirken. Masseschlüsse des Zündkondensators machen sich bemerkbar, wenn der Isolationswiderstand unter 2 Kiloohm liegt.

Bei einem Masseschluß im Zündkondensator ist der Ausschwingvorgang im Sekundär-Oszillogramm stärker gedämpft und die Zahl der sichtbaren Schwingungen geringer (Bild 111). Im Primär-Oszillogramm ist, wie beim Windungsschluß der Primärwicklung, der Ausschwingvorgang stärker gedämpft. Eine Unterscheidung der beiden Fehler «Kondensator-Masseschluß» und «Windungsschluß in der Primärwicklung» ist im Primär-Oszillogramm nicht möglich.

### **Fehler, die den Ausschwingvorgang und den Schließabschnitt verändern**

#### **Windungsschluß der Primärwicklung in der Zündspule**

Ein Windungsschluß in der Primärwicklung der Zündspule ist vorhanden, wenn zwischen den Windungen die Isolation zerstört ist und diese

dadurch zusätzlich miteinander Verbindung haben. Dadurch werden Windungen überbrückt, was sich durch verringerte Zündleistung, erhöhte Stromaufnahme und dadurch erhöhten Kontaktverschleiß bemerkbar macht.

Im Sekundär-Oszillogramm ist ein Windungsschluß in der Primärwicklung daran zu erkennen, daß der Ausschwingvorgang wie beim Kondensator-Masseschluß stärker gedämpft ist und daß auch die Schwingungen im Schließabschnitt stärker gedämpft oder gar nicht vorhanden sind (Bild 112). Im Primär-Oszillogramm ist wie beim Kondensator-Masseschluß der Ausschwingvorgang stärker gedämpft. Eine Unterscheidung der beiden Fehler «Kondensator-Masseschluß» und «Windungsschluß in der Primärwicklung» ist im Primär-Oszillogramm nicht möglich.

### Unterbrechung der Sekundärwicklung

Wenn die Sekundärwicklung der Zündspule Unterbrechung hat, bildet sich in der Zündspule eine Vorfunkstrecke. Auch dieser Fehler kann sich durch verminderte Zündleistung bemerkbar machen.

Unterbrechungen der Sekundärwicklung sieht man nur im Sekundär-Oszillogramm. Ausschwingvorgang und Schließabschnitt sind nur gering oder gar nicht zu sehen (Bild 113).

### Fehler, die den Schließabschnitt verändern

#### Kontaktprellungen

Bei nicht einwandfreien Unterbrecherkontaktfedern können Kontaktprellungen auftreten. Dabei federn die Kontakte nach dem Schließen nach, und es kommt zu einer nochmaligen Unterbrechung.

Diesen Fehler sieht man oft im Primärbild deutlicher. Man erkennt ihn in beiden Oszillogrammen daran, daß kurz nach dem Schließen der Kontakte nochmals Schwingungen auftreten (Bild 114).

#### Verschmutzte bzw. verbrannte Kontakte

Kontakte, die verschmutzt oder verbrannt sind, geben nach dem Schließen nicht sofort einen einwandfreien Kontakt. Dadurch wird der Magnetfeldaufbau verzögert.

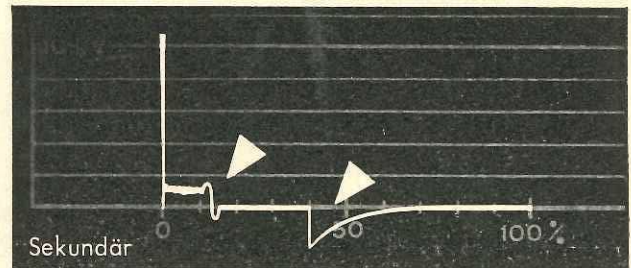


Bild 112 Windungsschluß in der Primärwicklung

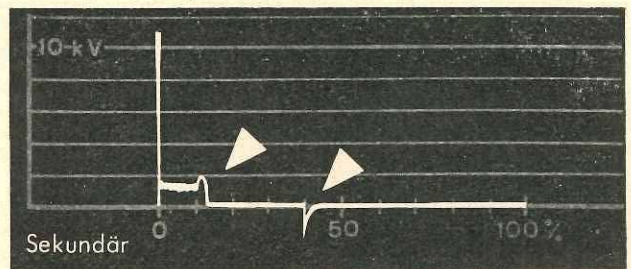


Bild 113 Unterbrechung in der Sekundärwicklung

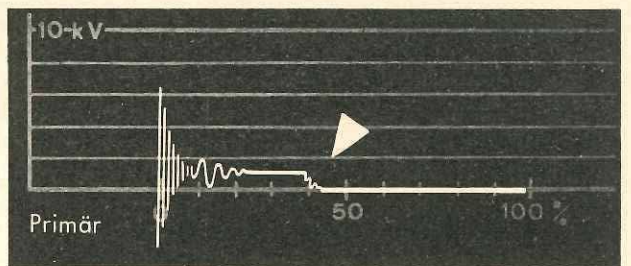
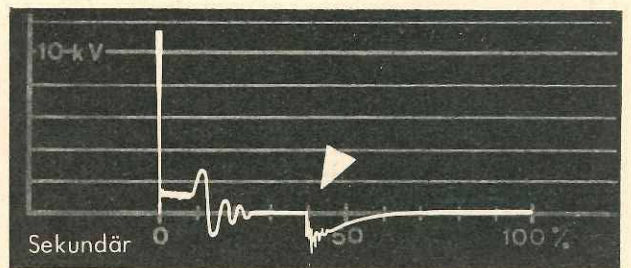


Bild 114 Verschmutzte bzw. verbrannte Kontakte

In beiden Oszillogrammen ist dieser Fehler daran zu erkennen, daß der Schließabschnitt am Anfang verformt ist (Bild 115).

### Schließwinkel-Messung

Mit dem Zündungszillographen kann der Schließwinkel gemessen werden. Wichtig dabei ist, daß je eine Zündspannungsnadel auf 0 und 100 % der Skala steht, so daß also ein Zündvorgang die gesamte Skala einnimmt. Nun kann also das Verhältnis Öffnungszeit zu Schließzeit = Öffnungswinkel zu Schließwinkel in Pro-

## ZÜNDOSZILLOGRAPHEN-TEST

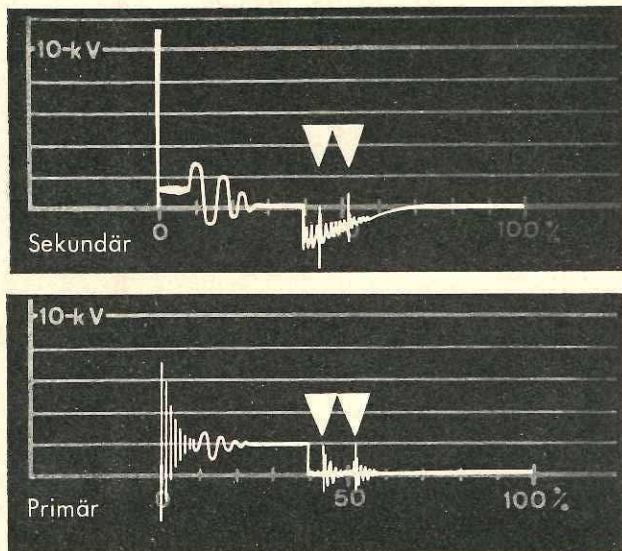


Bild 115 Kontaktprellungen



Bild 116 Schließwinkel

Bei dieser Messung wird das Oszillogramm so auf dem Bildschirm eingestellt, daß der Zündvorgang des Zylinders die Skala 0–100 % ausfüllt. Der Schließwinkel ist dann an der Skala meßbar. (Bildbeispiel 60 %)

zent und bei modernern Oszillographen in Winkelgraden abgelesen werden. Im Bild schließt der Kontakt bei 40 % und öffnet wieder bei 100 %, so daß sich ein Schließwinkel von 60 % ergibt. (Bild 116).

In den Bosch-Testwerten wird zum Teil der Schließwinkel in Prozent angegeben. Eine Tabelle ermöglicht das Ablesen der diesen entsprechenden Winkelgraden.

### Messen der Zündspannung und der Zündspannungsreserve

Das Oszillogramm wird dabei auf die Null-Linie gestellt und der Druckknopf für die Bildhöhe kommt in Stellung «geeicht». Dadurch kann, entsprechend der Größe der Zündspannungsnadeln an der kV-Skala die Zündspannung abgelesen werden.

Die dabei gemessenen Zündspannungen sind relativ niedrig und liegen allgemein zwischen 5 und 8 kV. Wenn der Motor belastet wird, steigt die Zündspannung wesentlich an. Einen belastungsähnlichen Zustand kann man erreichen, indem man – ausgehend von einer Motordrehzahl von ca. 1000 U/min – schlagartig kurz Vollgas gibt. In dem kurzen Moment, bis der Motor die neu eingestellte Drehzahl erreicht hat, wirkt die Masseträgheit der umlaufenden Teile als Belastung und die Zündspannung steigt an. Um nun festzustellen, ob die Leistung der Zündspule auch unter extremen Bedingungen noch ausreicht, kann die sogenannte Zündspannungsreserve festgestellt werden. Dazu wird ein beliebiger Kerzenstecker bei laufendem Motor von der Kerze abgezogen. Da nun, einwandfreie Hochspannungsisolation vorausgesetzt, kein Zündfunke mehr überspringen kann, entsteht eine große, gedämpfte Schwingung. Der Maxi-

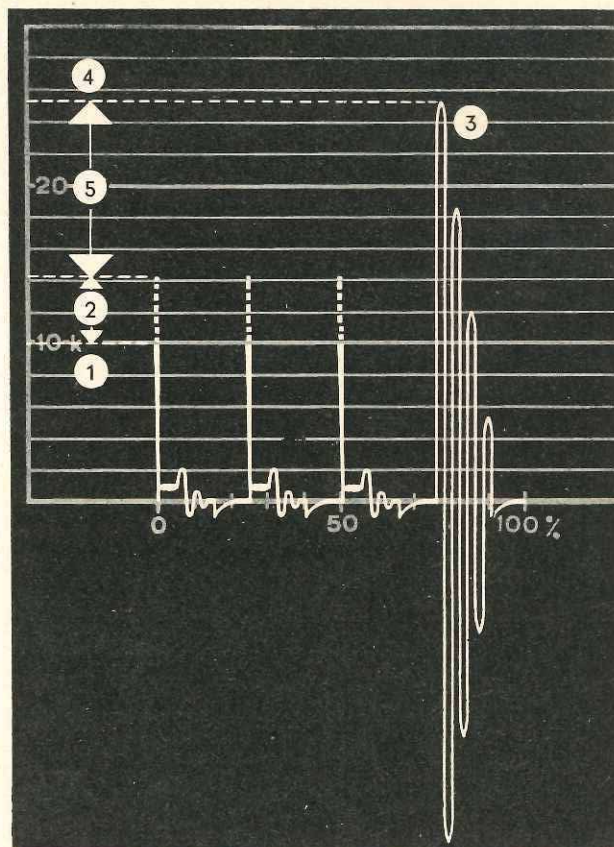


Bild 117 Messen der Zündspannungsreserve

- 1 = Zündspannung im Leerlauf des Motors
- 2 = Zündspannung bei plötzlichem Beschleunigen
- 3 = Kerzenbild bei abgezogenem Kerzenstecker
- 4 = Zündspulen-Leerlaufspannung
- 5 = Zündspannungsreserve

malwert dieser Schwingung, die sogenannte Zündspulen-Leerlaufspannung, im Vergleich zur Zündspannung bei Belastung, ist die Zündspannungsreserve (Bild 117). Die Zündspulen-Leerlaufspannung sollte mindestens 30 % über der Zündspannung bei Belastung liegen.

### Der Zündkerzen-Test

Wie beschrieben, steigt die Zündspannung für einen kurzen Moment an, wenn man den mit ca. 1000 U/min laufenden Motor beschleunigt, indem man schlagartig Gas gibt. Die Zündspannungserhöhung ist u. a. auch vom Abstand der Kerzenelektroden abhängig. Deshalb sollte die beim Beschleunigen zu sehende Zündspannungserhöhung bei allen Kerzen möglichst gleichmäßig sein, das heißt auch hier sollten die Unterschiede nicht größer als 2 kV sein. Kerzen mit größerem Elektrodenabstand haben beim Zündkerzentest einen größeren Zündspannungsanstieg.

### Messen von Nockenversetzungen

Von Sonderkonstruktionen abgesehen, haben Zündverteiler eine symmetrische Verteilung, das heißt:

bei 4-Zylinder-Zündverteilern beträgt der Zündabstand 90 Verteilergrade,

bei 6-Zylinder-Zündverteilern beträgt der Zündabstand 60 Verteilergrade,

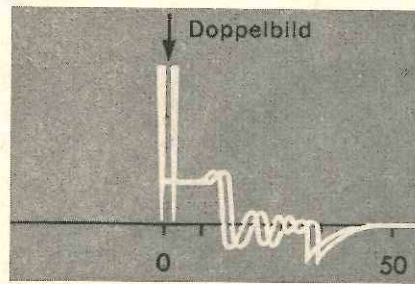
bei 8-Zylinder-Zündverteilern beträgt der Zündabstand 45 Verteilergrade.

Bei abgenutzten Nocken oder auslaufender Verteilerwelle kann es vorkommen, daß dieser Zündabstand nicht mehr stimmt.

Mit dem Zündungszillograph kann der Zündabstand überprüft werden. Man nimmt dazu die Bildeinstellung «intern» vor, wobei die Zündvorgänge aller Zylinder ineinandergeschrieben werden. Wenn der Zündabstand stimmt, decken sich die Zündspannungsnadeln aller Zylinder, während anderenfalls, bei Nockenversetzung, Doppelbilder erscheinen (Bild 118).

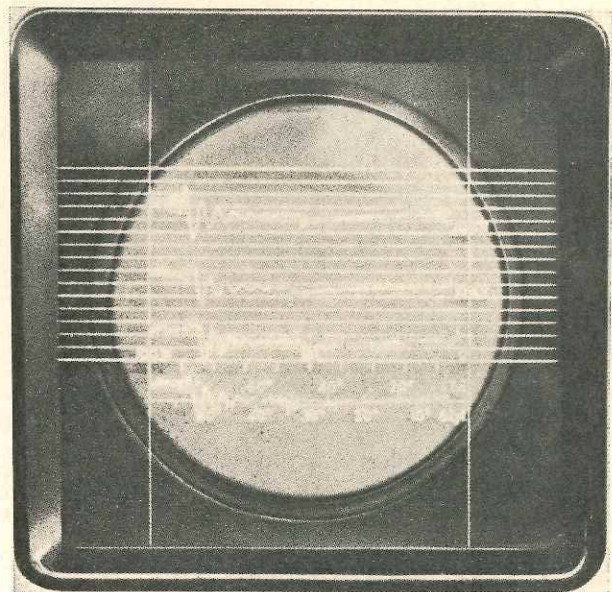
Als Richtwert für noch zulässige Nockenversetzung gelten:

- 2 % bei 4-Zylinder-Motoren
- 3 % bei 6-Zylinder-Motoren
- 4 % bei 8-Zylinder-Motoren.



**Bild 118 Nockenversetzung**

Bei interner Synchronisation (Zündvorgänge ineinander geschrieben) und ausfüllender Bildeinstellung auf der Skala 0–100 % kann eine Nockenversetzung gemessen werden. Sie zeigt sich durch ein Doppelbild. Der dabei entstehende Abstand der Zündspannungslinien voneinander ergibt die in % gemessene Nockenversetzung. (Bildbeispiel ca. 2 %)



**Bild 119 Bosch-Zündoszillograph bei Einstellung auf «Raster»**

Die Größe der Nockenversetzung kann an der %-Skala geschätzt werden. Eine genaue Messung ist nur in ausgebautem Zustand auf dem Zündverteilerprüfstand oder mit dem Zündverteilerprüfer mit einer Gradscheibe möglich. Hingewiesen sei in diesem Zusammenhang auf Zündverteiler, die eine gewollte Nockenversetzung haben. Als Grenzwert für die noch zulässige Nockenversetzung sind jeweils die Werkangaben des Zündverteilerherstellers maßgebend.

### Rastereinstellung

Bei einigen modernen Testern können die Schaubilder für die einzelnen Zylinder auch in ihrer Zündfolge von oben nach unten, untereinander

## ZÜNDOSZILLOGRAPHEN-TEST

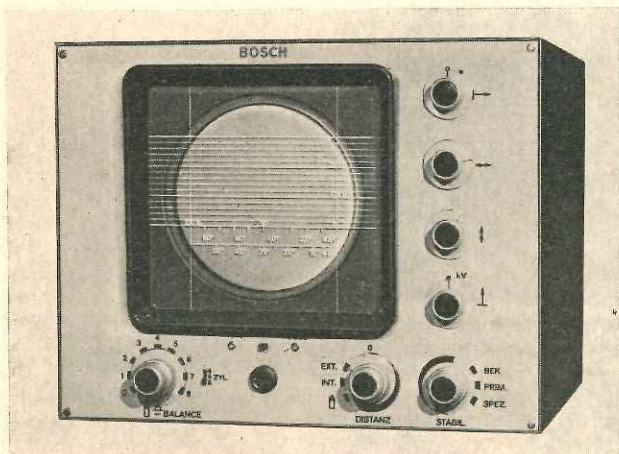


Bild 120 Bosch-Zündungs-Oszillograph EFAW 213

angeordnet werden. Diese ermöglicht es zugleich die Gleichmäßigkeit der Kurven und die der Öffnungs- und Schließzeiten zu erkennen. Diese Einstellung wird am Schalter mit «Raster» bezeichnet (Bild 119).

### Balance-Einstellung

Die Zylinderfunktionskontrolle, die man durch Abschalten einzelner Zylinder macht, also das Pendeln oder Auspendeln von Motoren, ist bei einigen Oszillographen vereinfacht. Beim neuesten Bosch-Tester ist dazu an einem Schalter die Bezeichnung «Balance». Dieser Drehschalter kann auf die Zahlen 1 bis 8 eingestellt werden, die jeweils die in der Zündfolge aufeinander folgenden Zylinder bedeuten (Bild 120).

Drückt man dann auf den kleinen Knopf in der Mitte des Drehknopfes, so wird die Zündung des entsprechenden Zylinders ausgeschaltet. Die Wirkung ist an sich die gleiche, als würde das entsprechende Zündkabel von der Zündkerze abgenommen oder kurzgeschlossen. In Verbindung mit einem Drehzahlmesser ist das Pendeln des Motors durch derartige Oszillographen vereinfacht. Bei betriebswarmem Motor können bei etwa 1200 U/min, die einzelnen Zylinder nacheinander abgeschaltet werden. Dabei sollte die Differenz des Drehzahlabfalles bei den einzelnen Zylindern bei 6-Zylinder-Motoren um nicht größer als 10 U/min, und bei 4-Zylinder-Motoren um nicht größer als 20 U/min sein.

### Separate Zündspulenprüfung

Mit dem Bosch-Zündungsoszillographen EFAW 213 können auch Zündspulen nach den Bosch-Testwertlisten entsprechenden Werten, also unter Belastung geprüft werden. Dazu ist im Lieferumfang des Gerätes ein Spezialwiderstand EFAW 170/58 enthalten.

Die drei Anschlußklips werden wie folgt angeschlossen:

Grün = an die Klemme 1 der Zündspule, nachdem das von dort zur Unterbrecherklemme des Zündverteilers gehende Kabel von der Zündspule abgeklemmt wurde. An der Klemme 1 der Zündspule darf sich nur das grüne Klip befinden.

Schwarz = an Masse des Motors.

Rot = an Klemme 15 der Zündspule. Das vom Zündschloß kommende Stromversorgungskabel bleibt angeschlossen.

**Der Belastungswiderstand**, er wird mit seinem einen Ende in den Hochspannungsanschluß der Zündspule gesteckt, nachdem zuvor das zum Zündverteiler gehende Hochspannungskabel aus der Zündspule herausgezogen wurde. Das andere Ende des Belastungswiderstandes kommt an Masse des Motors.

**Der schwarze Geber** wird mit seinem Gewindebolzen in die Querbohrung des Belastungswiderstandes gesteckt.

**Der große Knopf «Distanz»** des Oszillographen ist mit der Stichmarke auf das Symbol der Zündspule zu stellen, dann ist die Zündung des Motors einzuschalten (nicht starten), und der kleine Knopf in der Mitte des Drehknopfes zu drücken. Das Oszillogramm zeigt jetzt eine keilförmige Nadel, deren Höhe an der kV-Skala die «Zündspannung bei Belastung» darstellt.

Der nun gemessene Wert muß dem im entsprechenden Bosch-Testwertblatt gegebenen Wert entsprechen.



### Dioden-Prüfung

**Zum Prüfen von Drehstrom-Generatoren** wird das Testkabel mit je einem roten und schwarzen Klip verwendet. Es kommt in die Steckbuchse des Oszillographen.

Dazu geht man wie folgt vor:

Testgabel an den Drehstrom-Generator anschließen:

Roten Klip an D+ des Generators, schwarzen Klip an der Masse des Motors.

Drehknopf anstatt auf «Sekundär» oder «Primär» mit der Stichmarke auf «SPEZ» stellen.

Motor starten und hochdrehen lassen, damit sich der Drehstrom-Generator voll erregt. Danach Motor mit ca. 1000 bis 1200 U/min laufen lassen, das entspricht einer Generatordrehzahl von ca. 2000 U/min.

Dann am Drehknopf nach rechts drehen, bis ein Oszillogramm entsteht. Dabei wird das Bild zunächst nicht stillstehen, sondern mehr oder weniger schnell über den Bildschirm wandern. Durch Drehen des kleinen Knopfes im Drehknopf auf «SPEZ», kann das Bild zum Stehen gebracht werden. Läuft das Bild nach rechts, Knopf nach links (dagegen) drehen, läuft das Bild nach links, Knopf nach rechts drehen.

### Bewertung des Zündoszillographen

Der Zündoszillograph hat sich in den Werkstätten einen festen Platz geschaffen. Neben den unbestreitbaren Vorteilen dieses Gerätes, die rasche und eindeutige Beobachtung des gesamten Zündverlaufs, gibt es einige Punkte, die Wünsche offenlassen.

Der Oszillograph läßt es nicht zu, den Zustand der Zündkerze, deren Elektrodenabstand sowie Kompression und Zustand des Motors eindeutig und zweifelsfrei zu beurteilen.

Andererseits stellt der Oszillograph höchste Ansprüche an Wissen und Erfahrung des Bedienungspersonals. Weil es daran gelegentlich mangelt, werden die Geräte oft nicht so eingesetzt, wie es von den Möglichkeiten her oder aus dem Gesichtspunkt des aufgewendeten Kapitals wünschenswert wäre.

Trotzdem ist der Oszillograph durch kein anderes Testgerät zu ersetzen, denn man kann die vielen möglichen Veränderungen des Zünd-

systems auf einem Blick erkennen. Diese Möglichkeit läßt sich durch andere Meßmethoden nur mit sehr viel höherem Aufwand, aber nicht durch ein bisher bekanntes einzelnes Testgerät erreichen.

Man wird meist den Oszillographen in Verbindung mit anderen Einzeltestgeräten einsetzen. Dabei haben Kompakttester den Vorteil, daß man bei einmaligem Anschluß von wenigen Kabeln ein komplettes Testprogramm durchführen kann. (Bild 121).

Damit ist dann auch die größtmögliche Sicherheit gegeben, Fehler, Fehlerfunktionen zu ermitteln.

## 9. Abgas-Test

Der Abgas-Test wird schon seit Jahrzehnten zum Einstellen von Vergasern verwendet. Einfache und damit preisgünstige Geräte sind für diesen Zweck ausreichend.

Die ideale Verbrennung des Kraftstoffes wird bei einem bestimmten Kraftstoff-Luft-Gemisch erreicht. Dieses Mischungsverhältnis bezeichnet man als «Stöchiometrisches Luftverhältnis» (Bild 122).

Aus verschiedenen Gründen kann das Kraftstoff-Luft-Gemisch in den Brennräumen nicht gleichförmig sein. Um gute Verbrennung und maximale Laufeigenschaften eines Motors zu erreichen, ist darum ein leichter Kraftstoffüberschuß erforderlich (Bild 123).

Früher war es die Aufgabe des Abgas-Testers, die beste Gemischregulierung des Vergasers bei allen normalen Betriebsverhältnissen zu überprüfen und auch einzustellen. Dadurch konnte man die bestmögliche Motorleistung bei geringstmöglichem Kraftstoffverbrauch erreichen. Wird zum Beispiel im Stadtverkehr der CO-Gehalt der Auspuffgase durch günstigere Vergasereinstellung um etwa 30 % vermindert, so ergibt dies eine Einsparung von etwa 20 % Kraftstoff. Um die Ursache des hohen Kraftstoffverbrauches festzustellen, verwendete man früher meist Abgas-Tester, die die Wärmeleitfähigkeit der Abgase messen, weil diese einfach und preisgünstig sind.

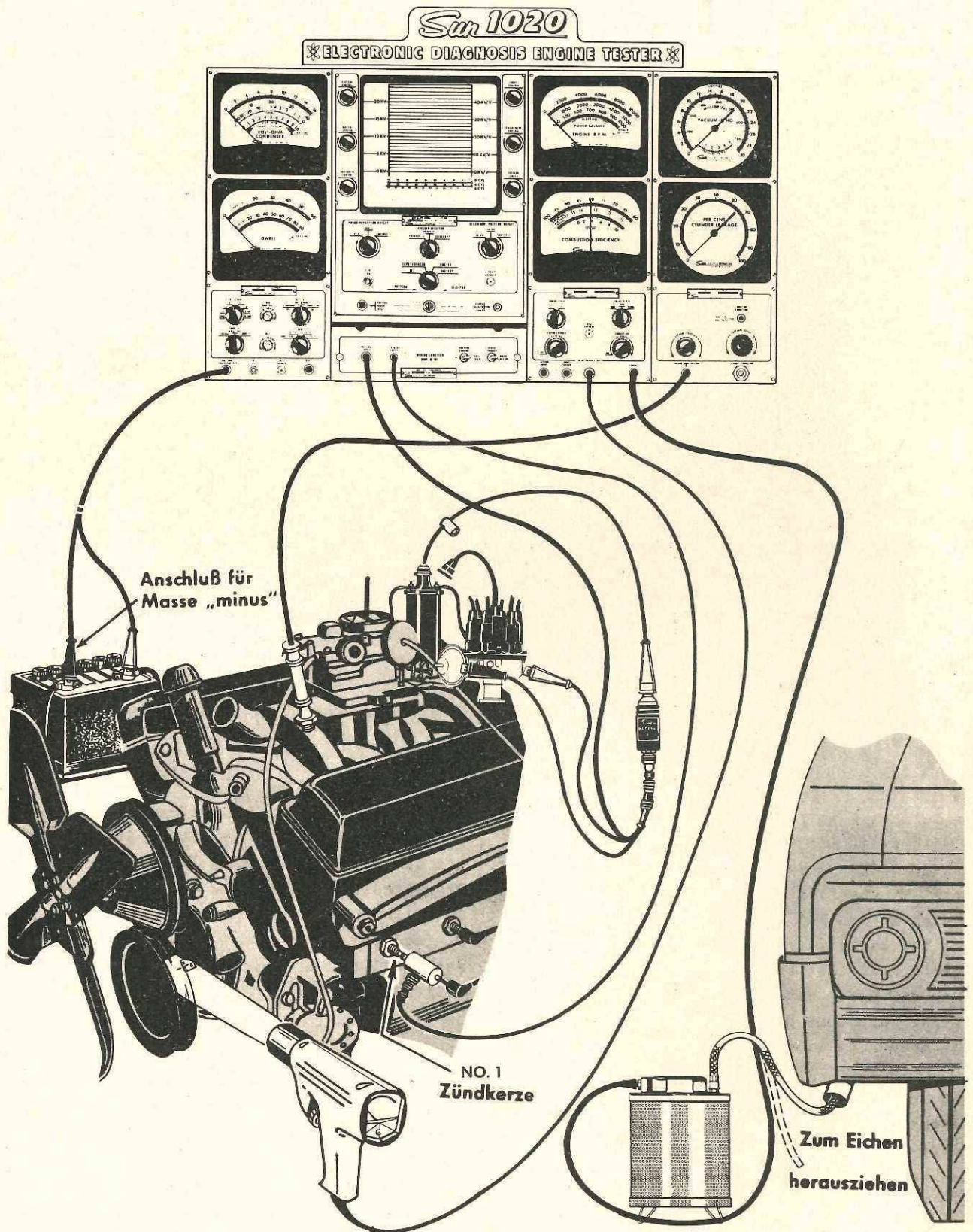


Bild 121 Anschlüsse des SUN-Motortestes 1020, die einen kompletten Motortest ermöglichen

Durch bereits vorhandene oder noch zu erwartende Vorschriften, zur Verhütung von Gesundheitsschäden infolge der Verunreinigung der Luft durch Auspuffgase, hat der Abgastest eine weitere Bedeutung bekommen.

Am 1. Januar 1968 trat das sogenannte «Kalifornien-Gesetz» in allen USA-Bundesstaaten in Kraft. Der Kalifornien-Test sieht folgende Grenzwerte vor:

Klasse	Motor-Hubvolumen cm <sup>3</sup>	Maximal Kohlenmonoxyd CO %	Maximal Kohlenwasserstoff HC %
1	bis 819	Ausgenommen	Ausgenommen
2	819 bis 1639	2,3 Vol % CO	410 10 <sup>-4</sup> Vol %
3	1639 bis 2294	2 Vol % CO	250 10 <sup>-4</sup> Vol %
4	2294 und größer	1,5 Vol % CO	275 10 <sup>-4</sup> Vol %

Die stufenweise Reduzierung der Grenzwerte und eine eventuelle Begrenzung der Stickoxyd-emission (NO) ist vorgesehen, die gerade bei Motoren mit hoher Leistung größer ist.

Der Kalifornien-Test umfaßt 7 Fahrstufen in 137 sec. Dies sind:

- 0 bis 40 km/h
- 40 bis 48 km/h
- 48 bis 24 km/h
- 24 bis 48 km/h
- 48 bis 80 km/h
- 80 bis 32 km/h
- 32 bis 0 km/h

Davon sind:

- 14,6% Leerlauf
- 21,9% konst. Geschwindigkeit
- 31,4% Beschleunigung
- 32,1% Verzögerung

In den USA gilt ferner das «New-Jersey-Fahrprogramm» (ACID-Test).

Die CO-Werte entsprechen dem Kalifornien-Test.

Dabei wird der Fahrzyklus 0 bis 48 km/h, in 45 sec. durchfahren.

In Japan wird der «Japan-Test» gefahren.

Dabei wird der Fahrzyklus 0 bis 70 km/h, in 400 sec. 2mal durchfahren.

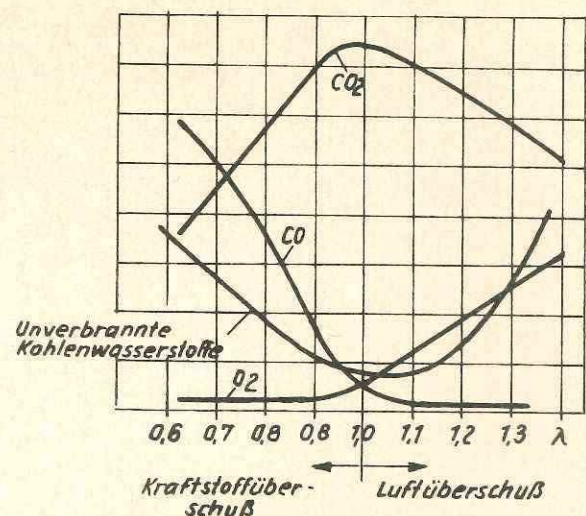
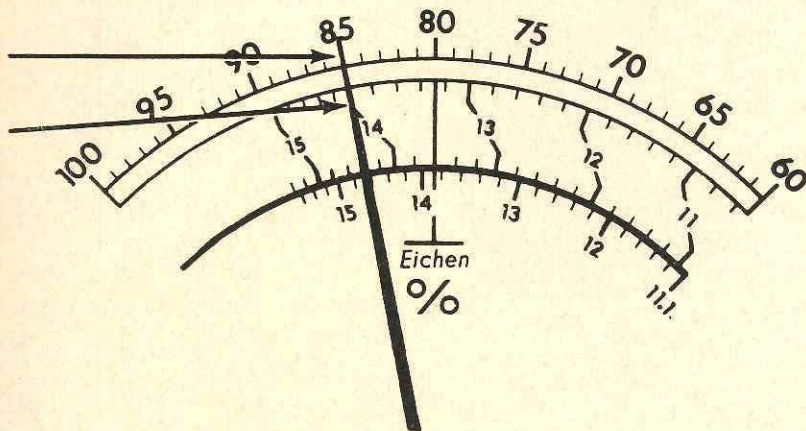


Bild 122 Die chemische Zusammensetzung der Auspuffgase in Abhängigkeit vom Kraftstoff-Luft-Gemisch

Im Leerlauf werden in Japan max. 3 Vol % CO zugelassen.

In der Bundesrepublik Deutschland dürfen bei Neuzulassungen ab 1.7.1969, 4,5 Vol % CO (+ 1 Vol %) im Leerlauf der Fahrzeuge nicht überschritten werden. Personenautomobile unter 250 cm<sup>3</sup> und andere Kraftfahrzeuge unter 800 cm<sup>3</sup> sind ausgenommen. Technische Überwachungsstellen und Werkstätten die Zwischenuntersuchung nach § 29 StVZO vornehmen, müssen CO-Meßgeräte verwenden, die den Richtlinien über Einrichtung für die CO-Messung der Abgase von Otto-Motoren entsprechen. Diese Geräte müssen den Kohlenmonoxydanteil der Auspuffgase mit großer Genauigkeit messen.

## ABGAS-TESTER



**Bild 123**

### Die Skala des älteren Abgastesters

Die obere Teilung der Instrumentenskala – bezeichnet von 60–100 % – entspricht keiner absoluten Meßgröße, sondern ist ein Vergleichsmaßstab, der in Relation zur Zusammensetzung des Luft-Kraftstoff-Gemisches steht.

So entspricht z. B. eine Anzeige von 85 % der vollständigen Verbrennung eines im Verhältnis 14 kg Luft zu 1 kg Kraftstoff zusammengesetzten Luft-Kraftstoff-Gemisches, was Sie aus der mittleren Skala ersehen können.

**Der Europa-Test (ECE)** für Frankreich, England, Schweden und BRD wird im Auftrag des deutschen Bundesverkehrsministerium, von Prof. Luther, Technische Hochschule Clausthal-Zellerfeld erarbeitet. Einigung über den Fahrzyklus ist erfolgt. Die Arbeiten sind weit fortgeschritten, und zur Zeit werden CO-Grenzwerte und die eventuelle Begrenzung der Kohlenwasserstoff-Emission diskutiert.

Der von der Eidgenössischen Materialprüfungsanstalt vorgelegte Entwurf sieht, wie der ECE-Entwurf, eine Prüfung nach der Vollastmethode und der Beschleunigungsmethode vor.

### Arten der Abgas-Tester

Die sicherste Art der Abgasbestimmung wäre die Analyse, weil sie mit größtmöglicher Sicherheit Aufschluß über die Zusammensetzung des Kraftstoff-Luft-Gemisches und damit die Vergasereinstellung gibt.

Die Abgasanalyse ist aber für den praktischen Gebrauch zu aufwendig und teuer. In der Praxis sind folgende Abgasmessungen üblich:

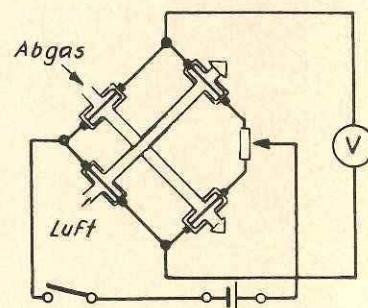
Wärmeleitverfahren, Wärmetönungsverfahren und das Infrarot-Meßverfahren.

In der gegebenen Reihenfolge nimmt der technische Aufwand, der Preis, aber auch die erreich-

bare Meßgenauigkeit zu. Darum soll von Fall zu Fall entschieden werden, welches Gerät für den jeweiligen Zweck ausreichend oder erforderlich ist.

### Abgas-Tester mit Wärmeleitverfahren

Das Wärmeleit-Abgas-Testverfahren beruht darauf, daß die einzelnen Gase des Auspuffgasgemisches verschiedene Wärmeleitfähigkeit haben. So ist zum Beispiel die Wärmeleitfähigkeit des Wasserstoffes (H) etwa 12mal so groß wie die des Kohlendioxydes (CO<sub>2</sub>). Zum Messen wird die Tatsache ausgenutzt, daß metallische elektrische Leiter bei zunehmender Erwärmung ihren elektrischen Widerstand erhöhen. Als Meßwertgeber dienen vier durch einen einstellbaren Strom gleichmäßig beheizte Platindrähte, die sich in geschlossenen Kammern befinden. Die Platinwiderstände sind als «Wheatstonische Widerstandsmeßbrücke» geschaltet. Bei Luftfüllung der Meßkammern wird die Gleichheit aller Widerstände eingestellt. Dann ist an den Meßpunkten das eigentliche Meßwerk auf Nullwert einjustiert. Beim Messen werden je zwei gegenüberliegende Meßkammern mit entwässertem und gekühltem Auspuffgas durchspült. Je mehr Wasserstoff im Abgas ist, umso mehr werden deren Platinglühdrahte abgekühlt. Dadurch vermindert sich der Widerstand, was vom als Meßwerk dienenden Voltmeter der Meßbrücke als zunehmende Spannung angezeigt wird (Bild 124). Somit mißt ein im Wärmeleitverfahren arbeitender Abgas-Tester den Wasserstoffgehalt der Abgase, und der CO-Gehalt wird daraus abgeleitet.



**Bild 124**

Beim Wärmetestverfahren werden in zwei Meßkammern Auspuffgas und in zwei andere Luft geleitet. Durch den Wasserstoff im Auspuffgas wird den vorgeheizten Glühdrähten mehr Wärme entzogen wie durch wasserstoffärmere Gase

Dies ist aber, weil sich CO-Anteile und H-Anteile bei Veränderung des Kraftstoff-Luft-Gemisches nicht gleichmäßig verändern, nicht genau genug um den CO-Anteil auch für die vorgeschriebene Kohlenmonoxydebestimmung zu messen. Trotzdem sind derartige entsprechend billige Geräte zur normalen Vergasereinstellung voll ausreichend.

#### Abgas-Tester mit Wärmetönungsverfahren

Beim Wärmetönungsverfahren wird die Nachverbrennung noch im Auspuffgas befindlicher brennbarer Gase, durch die katalisatorische Wirkung des Platins genutzt. Auch hier dient als Meßwertgeber eine Wheatstonsche Widerstandsmeßbrücke, mit zwei auf 700 bis 800 Grad Celsius vorgeheizten Platindrahtwiderständen in getrennten Kammern. Während beide Kammern mit Luft durchströmt werden, kann das Meßwerk auf seinen Nullwert geeicht werden. Beim Messen wird eine Kammer mit Luft und die andere Kammer von entwässertem Auspuffgas durchströmt, welchem Luft dosiert beigemischt wird. Durch den Katalisator Platin verbrennen die Brenngase an der Oberfläche des Platinsglühdrahtes und heizen diesen auf. Die Folge ist ein Temperaturunterschied beider Platinsglühdrähte. Das wirkt sich am Anzeigergerät als Widerstandsunterschied und damit als Meßwert aus. Je mehr unverbrannte Gase im Abgas sind, umso größer ist die Aufheizung. Damit wird die Widerstandsdifferenz beider Platindrähte größer und in der Folge der Meßwert (Bild 125 und 126).

Bei anderen Wärmetönungs-Meßverfahren wird anstelle der Widerstands-Differenz, die Glutfarbe des aufgeheizten Platindrahtes mit einer Fozelle gemessen (Bild 127).

Das Wärmetönungsverfahren ergibt gegenüber dem Wärmeleitverfahren genauere Meßergebnisse weil CO und H<sub>2</sub> annähernd gleichen Heizwert haben. Darum entspricht die Heizwertkurve annähernd dem Kohlenmonoxyd-Gehalt der Auspuffgase, solange diese nicht durch unverbrannte Kohlenwasserstoffe abgefälscht werden. Da dies insbesondere bei sehr knapper Vergasereinstellung eintritt, wobei der CO-Gehalt geringer ist, kann eine genügende Meßgenauigkeit des CO-Gehaltes nur erreicht werden, wenn



Bild 125 Bosch-Abgastester EFAW 173

es gelingt den Kohlenwasserstoff vor dem Meßvorgang weitgehendst auszuschalten. Aber trotz aller Maßnahmen liegt die Meßgenauigkeit des CO-Gehaltes bei maximal 97 %. Darum sind derartige Geräte gut zur Vergasereinstellung und normaler Abgasmessung brauchbar. Aber zur CO-Messung für den Kalifornien-, Japan- oder Europa-Test, ist die Meßgenauigkeit nicht ausreichend. Aber bei sorgfältiger Einregelung sind die Meßwerte innerhalb der zur Zeit noch zulässigen Toleranzen.

#### Infrarot-Kohlenmonoxyd-Meßgeräte

Der Infrarot-Abgas-Test beruht auf der Tatsache, daß infrarotes Licht vom Kohlenmonoxyd-Gas absorbiert wird. Diese Wirkung ist dem Röntgenverfahren vergleichbar, wo die Röntgenstrahlen verschieden feste Stoffe mehr oder weniger durchdringen. Im Prinzip beruht das Meßverfahren darauf, daß Infrarotlicht durch zwei Meßkammern geleitet wird, von denen die eine mit Aus-

## ABGAS-TESTER

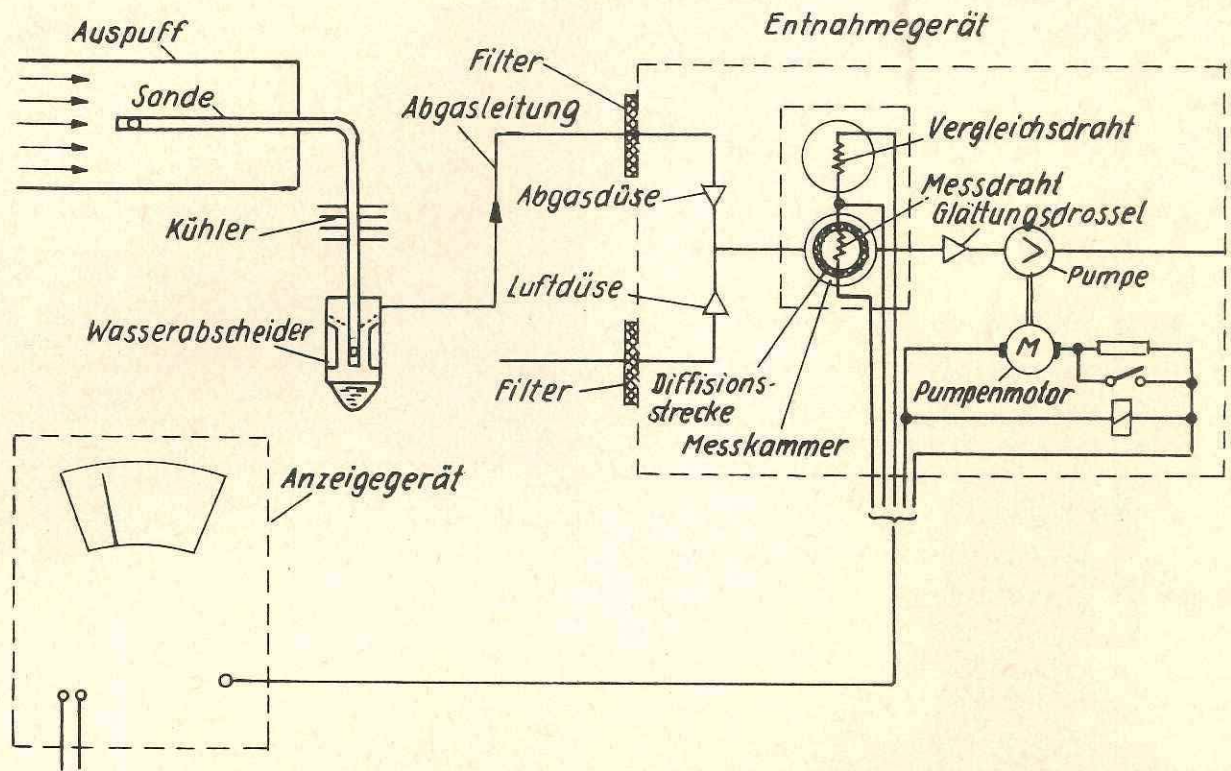


Bild 126  
Schematischer Aufbau des Bosch-Abgastesters EFAW 173, der im Wärmetönungsverfahren arbeitet

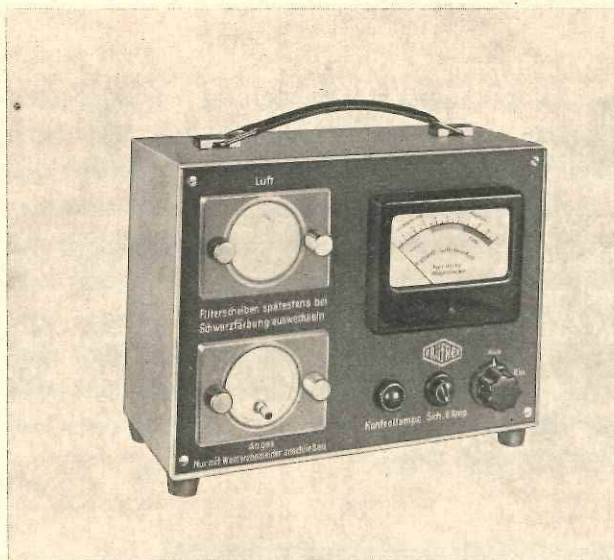


Bild 127  
Prüfreflex-Abgastester im Wärmetönungsverfahren, welches die Glutfarbe des Meßdrahtes mit einer optischen Zelle mißt

puffgas und die andere mit die Infrarotstrahlen nicht absorbierendem Gas gefüllt ist. Dabei ergibt die Differenz der durch die Kammern hindurchgehenden Infrarotstrahlen den Meßwert für den CO-Gehalt der Auspuffgase. Somit sind

Infrarot-Abgas-Tester hochwertige Meßgeräte, mit denen eindeutig der Kohlenmonoxyd-Gehalt der Abgase in Prozenten der Gesamtgasmenge gemessen werden kann.

Beim URAS-Tester der Firma Hartmann & Braun, wird das gefilterte Auspuffgas in eine Analyse-kammer geleitet, die im Strahlengang eines Infrarotstrahlers liegt. In einer Vergleichskammer befindet sich unter gleichen Umständen ein die Infrarotstrahlen nicht absorbierendes Gas. Die Differenz der Infrarotabsorbierung in den Vergleichskammern wird in einem Empfänger gemessen und verstärkt vom Zeigeranzeigegerät angezeigt, oder von einem Diagrammschreiber aufgezeichnet. Es muß aber zur einwandfreien Messung auf sichere Ausscheidung des im Auspuffgas befindlichen Wassers geachtet werden (Bild 128).

Beim Bosch-CO-Meßgerät EFAW 215 entspricht die Meßgenauigkeit der eines Laborgerätes. Erreicht wird diese Meßgenauigkeit durch ein Infra-

rot-Gasanalyse-Meßgerät mit Wechsellicht-Zwei-  
strahlprinzip (Bild 129).

Entscheidend für die Genauigkeit des Meßge-  
rätcs sind vor allem:

1. Eine einzige keramische Heizplatte. Dies ge-  
währleistet, daß die Intensivität des infra-  
roten Lichtes im Meß- bzw. Vergleichskanal  
immer gleich ist.
2. Die Strömungssonde zwischen den beiden  
Meßkammerhälften nützt sich nicht ab und  
wird auch nach langer Betriebszeit nicht  
«müde».
3. Um eine exakte Analyse des CO-Gehalts zu  
erhalten, wird den Infrarotstrahlen CO<sub>2</sub>-Gas,  
gleichsam als Filter, im Strahlenteilerrohr  
vorgeschaltet (Bild 130).

**Arbeitsweise des Bosch-CO-Meßgerätes**

Eine auf rund 700 Grad Celsius aufgeheizte ke-  
ramische Platte (1) strahlt infrarotes Licht ab.  
Der Reflektor (2) bündelt diese Strahlen und  
lenkt sie zum Strahlenteilerrohr (3). Es bilden  
sich zwei Strahlengänge: Meßstrahl (4) und Ver-  
gleichsstrahl (5).

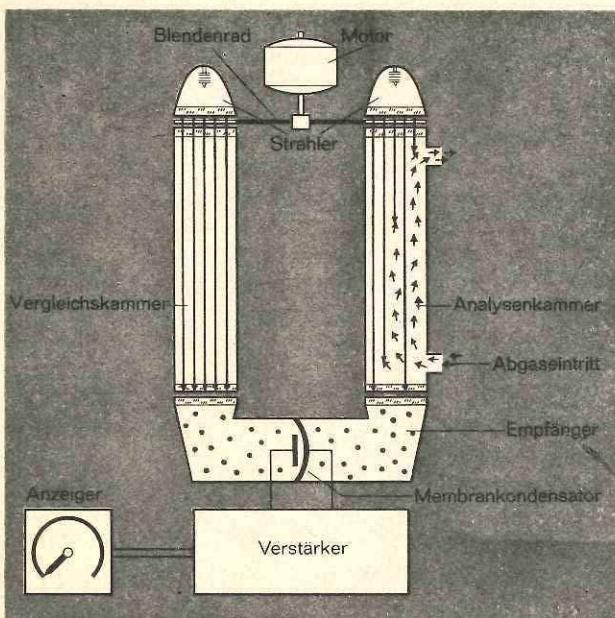


Bild 128 Innerer Aufbau des Hartmann- und Braun-Uras-CO-Testers

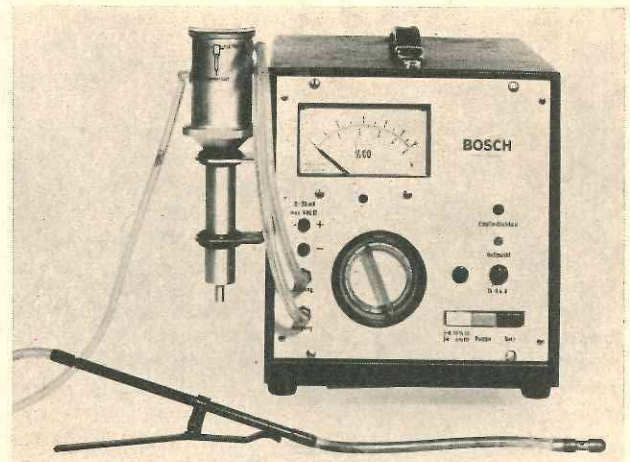


Bild 129 Bosch-CO-Meßgerät EFAW 215

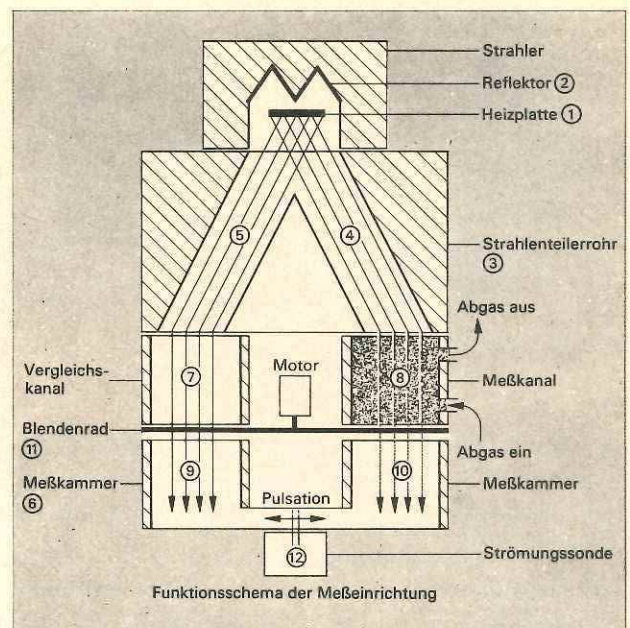


Bild 130 Innerer Aufbau des Bosch-CO-Meßgerätes EFAW 215

Beide Strahlengänge führen zur Meßkammer (6),  
die mit CO-Gas gefüllt ist. Auf diesem Weg muß  
der Vergleichsstrahl zuvor den Vergleichskanal  
(7) und der Meßstrahl den Meßkanal (8) durch-  
laufen. Vergleichs- und Meßkanal sind jeweils  
mit einem anderen Medium gefüllt (Vergleichs-  
kanal mit Stickstoff, Meßkanal mit Abgas). Der  
Meßstrahl wird durch die Abgase beeinflusst, der  
Vergleichsstrahl dagegen nicht.

Der Stickstoff im Vergleichskanal läßt die Ver-  
gleichsstrahlen ungehindert und damit unge-  
schwächt zur linken Hälfte der Meßkammer hin-  
durch. Die Folge: Die nicht geschwächten Strah-

## ABGAS-TESTER

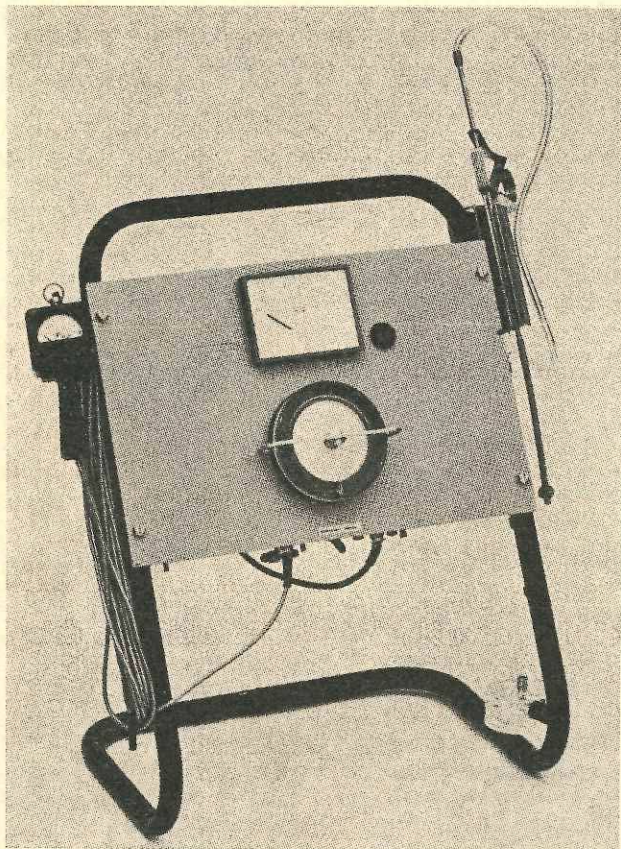


Bild 131 Maihak-Kompakt-Unor-CO-Meßgerät

len erwärmen das CO-Gas in der linken Meßkammerhälfte stark. Das zweite Strahlenbündel, der Meßstrahl muß im Meßkanal durch die zu testenden Autoabgase hindurch. Der CO-Anteil der Abgase wirkt jedoch wie ein Filter. Infrarote Lichtanteile werden dadurch absorbiert. (So wie Dunst oder Nebel Sonnenstrahlen absorbiert). Der Meßstrahl kommt also, je nach CO-Anteile der Abgase, mehr oder weniger geschwächt in der rechten Meßkammerhälfte (10) an und erwärmt das darin enthaltene CO-Gas weniger stark als der Vergleichsstrahl.

Durch die unterschiedliche Erwärmung besteht eine Druckdifferenz und dadurch eine Ausgleichsströmung zwischen den beiden Hälften der Meßkammer.

Vor den Maßkammern rotiert ein Blendenrad (11), durch das sowohl der Meß- als auch der Vergleichsstrahl hindurch müssen und damit rhythmisch unterbrochen werden. Die Folge ist, daß die Ausgleichsströmung zwischen beiden Empfänger-kammern pulsiert. Die Stärke der Pulsation

ist ein Maß für den CO-Gehalt des Abgases. Jetzt gilt es nur noch, die Pulsation in ein elektrisches Signal umzuwandeln. Das geschieht mit Hilfe einer Strömungs-sonde (12). Sie setzt die Pulsation in ein elektrisches Signal um. Neuartig daran ist, daß es nur gering verstärkt werden muß, um eine Anzeige am Meßinstrument zu bewirken. Der Verstärker des Bosch-CO-Meßgerätes konnte daher einfach und langlebig konstruiert werden.

Für den Gastransport des Geräts ist eine Pumpe eingebaut. Sie saugt die Abgase über Entnahmesonde, Wasserabscheider und Filter an.

**Der Kompakt-UNOR-Infrarot-Abgas-Tester** der Firma Maihak AG, eine Lizenz des französischen ONERA-BMV-System, ist zur Zeit eines der teuersten aber auch das am einfachsten zu bedienende Gerät. Denn alle an den übrigen Abgas-Testgeräten erforderlichen Prüf- und Justiereinrichtungen entfallen.

Am Gerät ist nur ein Einschalt-Druckknopf (Bild 131), der zugleich als Kontrolllampe ausgeführt ist. Diese zeigt an, daß das Gerät eingeschaltet ist. Das Gerät braucht nur eingeschaltet werden und da es schnell betriebsbereit ist, kann man nach Einführen der Gasentnahmesonde ins Auspuffrohr sofort den CO-Gehalt messen. Von der Seite der Bedienungseinfachheit gesehen, ist der Kompakt-UNOR-CO-Tester ein Musterbeispiel dafür, wie werkstattfreundliche Testgeräte konstruiert werden können und sollten. Außerdem überrascht die gegenüber anderen Geräten kurze Ansprechzeit des Meßgerätes auf die Veränderung der Zusammensetzung der Auspuffgase.

Der Kompakt-UNOR wird in Standardausführung mit Schwingankerpumpe, kurzem Gasentnahmeschlauch und ohne Handanzeiginstrument geliefert. Der UNOR erlaubt jederzeit auch eine nachträgliche Ergänzung. Der Anschluß eines Handanzeiginstrumentes über ein langes Kabel erleichtert das Ablesen des Meßwertes bei der Vergasereinstellung. Eine von außen bedienbare im Gerät zu befestigende Prüfgasflasche einschließlich Druckminderer, erleichtert die monatliche Meßempfindlichkeitskontrolle. Anstelle der Schwingankerpumpe kann auch eine Motorgas-



pumpe mit höherer Förderleistung, einschließlich Automatik, eingebaut werden. Diese Automatik schaltet bei verstopfter Gaszuleitung selbsttätig die Pumpe ab. Ohne Traggestell findet der UNOR auch in 19"-Einschub-Schränken für Kraftfahrzeug-Diagnosestände Verwendung.

**Anwendung von Abgas-Testern**

Abgasteste sollen grundsätzlich nur bei betriebswarmem Motor durchgeführt werden. Dabei ist zu beachten, daß die gängigen Testgeräte nach dem Einschalten von 1/2 bis zu 5 Minuten Vorheizzeit erfordern. Danach müssen die Geräte eingestellt und angeglichen werden, bevor man Meßgas dem Auspuff entnimmt.

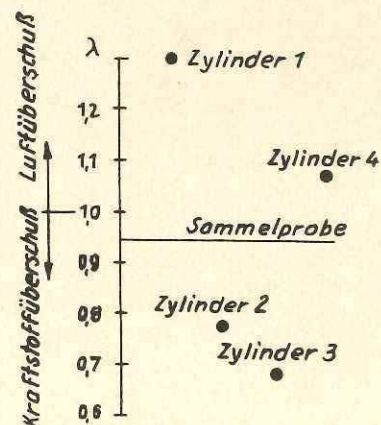
Dazu muß die Abgasentnahmesonde möglichst tief (ca. 40 cm) in das Auspuffrohr eingeführt werden, weil sonst auch ein Teil Frischluft in das Meßsystem gesaugt würde. Das Auspuffrohr und die Schalldämpfer müssen aus dem gleichen Grunde dicht sein. Bei Abgas-Absaugrichtungen, die meist in geschlossenen Testräumen vorgesehen sind, besteht die Gefahr, daß durch über geringste Undichtheiten angesaugte Luft das Meßergebnis verfälscht wird. Darum ist es manchmal erforderlich, zur Abgasmessung die Absaugrichtung kurzzeitig vom Auspuffrohr abzunehmen. Bei Sammel-Auspuffrohren mit doppelem Auslaß (zum Beispiel VW), wird man meist an jedem Endrohr einen anderen Meßwert erreichen. Hier wird man von Fall zu Fall entweder den höchsten Wert oder den Mittelwert verwenden.

Vereinzelt ist es auch zweckmäßig die Auspufföffnung, an der nicht gemessen wird, zu verschließen. Bei für einzelne Zylinderreihen oder Zylindergruppen getrennten Auspuffsystemen (zum Beispiel Opel-Diplomat), müssen die Werte beider Auspuffrohre getrennt gemessen werden. Soll der Abgas-Test zum Prüfen oder Nachregeln der Vergasereinstellung erfolgen, so setzt dies voraus, daß Motor und Zündanlage in Ordnung sind. Darum soll man den Abgas-Test immer im Anschluß an einen kompletten Motor- und Zündungs-Test vornehmen. Insbesondere vermindert zu spät eingestellte Zündung, bei gleicher Vergasereinstellung das CO-Anteil im Auspuffgas. Denn der nun wärmer werdende Motor begün-

stigt die vollständigere Verbrennung, die nun zum Teil noch im Auspuff stattfindet. Auf dieser Tatsache beruht auch der Trick, vor der amtlichen technischen Prüfung, die mit Abgasmessungen verbunden sind, die Zündung etwas später einzustellen. Nach der Prüfung wird, um Motorschäden und Leistungsabfall zu vermeiden, die Zündung wieder richtig eingestellt.

**Durchführung des Abgas-Testes**

Bei Abgasmessungen sollte man sich grundsätzlich an die vom Fahrzeughersteller, oder die vom Testhersteller mit dem Fahrzeughersteller gemeinsam erarbeiteten Testwerten halten. Denn bei ungünstiger Konstruktion von Ansaugrohren und Brennräumen, sind die Kraftstoff-Luft-Mischungsverhältnisse in den einzelnen Zylindern zum Teil sehr verschieden. Die insbesondere bei älteren Motoren übliche Anordnung von Vergasern in der Mitte der Zylinderreihen mit ungleich langen Ansaugrohren, ergibt im Verein mit der Zündfolge, daß oft einige Zylinder mit kraftstoffreicherem und anderen mit kraftstoffärmerem Gemisch arbeiten. URAS-Abgasmessungen der Firma Solex an den Auspuffventilen jedes Zylinders, ergaben bei einem Vierzylindermotor, daß der erste Zylinder etwa 1,3 %, der zweite etwa 0,8 %, der dritte etwa 0,7 % und der vierte etwa 1,1 % des idealen Gemisches hatten. Würde man bei einem solchen Motor die Abgasprobe aus dem Sammelauspuff entnehmen, so



**Bild 132**  
Bei gleicher Vergasereinstellung können die Abgaswerte, die an den einzelnen Auslaßventilen gemessen werden, stark differieren, wie beim Beispiel eines Vierzylindermotor, von der Firma Solex gemessen

## LEISTUNGS- UND BREMSENPRÜFSTÄNDE

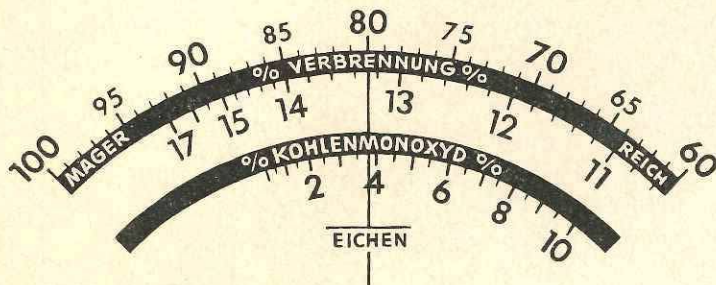


Bild 133 Die Skala des neueren SUN-Abgastesters

wäre der ideale Wert annähernd erreicht. Der Motor würde aber bei dieser Kraftstoff-Luft-Mischung Schaden erleiden, weil die Verbrennung in den abgemagerten Zylindern zu langsam abläuft und diese dabei zu heiß würden. Der ungünstigen Gemischverteilung wegen muß man hier den Kraftstoff im gesamten System anreichern, damit der mit magerstem Gemisch befüllte Zylinder nicht zu heiß wird (Bild 132).

Aus dem Erklärten soll hervorgehen, daß die idealen Werte, die den Angaben der Testhersteller zugrunde liegen, nur bei gut konstruierter Gaszuführung erreicht werden können, und daß unbedachtes Einstellen der Kraftstoff-Luft-Mischung auf einen idealen Wert unter Umständen zur Zerstörung von Motoren führen kann. Darum sollte man sich auch an die Testwerte halten, die vom Hersteller des Motors ermittelt wurden. Diese Einschränkung gilt nicht für die Standleerlauf-Einstellung der Vergaser, weil beim Leerlauf der Motor thermisch nicht überlastet werden kann.

**Beim Leerlauf** des Motors soll der Meßwert den vom Motor-Hersteller oder dem im Testblatt angegebenen Wert entsprechen. Bei den meisten europäischen Automobilen liegt dieser zwischen 77 und 82 % Verbrennung, also zwischen 3 und 4,5 % CO.

**Bei mittleren Drehzahlen**, also etwa 1500 U/min, liegt der Meßwert um etwa 0 bis 5 % höher als der Leerlaufwert, also bis 87 % Verbrennung.

**Bei höheren Drehzahlen** etwa 3000 U/min, liegt der Meßwert etwa 5 bis 15 % über dem Leerlaufwert.

**Die Funktion der Beschleunigerpumpe** im Vergaser kann bei etwa 1000 U/min des Motors durch kurzzeitiges plötzliches Öffnen der Drosselklappe geprüft werden. Bei ausreichender Funktion soll danach der Meßwert um 5 und 8 % abfallen.

**Das Prüfen des Luftfilters** erfolgt dadurch, daß man den Motor bei etwa 2000 U/min mit und ohne Luftfilter betreibt. Wenn dabei eine Differenz von mehr als 5 % gemessen wird, sollte der Luftfilter gereinigt oder ausgetauscht werden. Beim Ablesen der Meßergebnisse muß man berücksichtigen, daß es eine gewisse Zeit dauert, bevor das Gas vom Auspuff zur Prüfkammer gelangt. Darum erfolgt die Anzeige am Instrument bis zu 30 Sekunden später als die Gasentnahme am Auspuffrohr.

### 10. Rollenprüfstände

Rollenprüfstände sollen eine Probefahrt ersparen. Außerdem liefern Rollenprüfstände zuverlässigere Meßwerte, wie Straßenversuche, weil sie von den verkehrsbedingten und straßenbedingten Änderungen unabhängig sind.

Rollenprüfstände können sowohl zur Leistungsprüfung der Fahrzeuge, wie auch zur Bremsenprüfung verwendet werden.

Teilweise werden für Leistungsprüfung und Bremsenprüfung zwei verschiedene Rollenprüfstände vorgesehen. Es ist aber auch möglich, bei entsprechend höherem technischen und damit

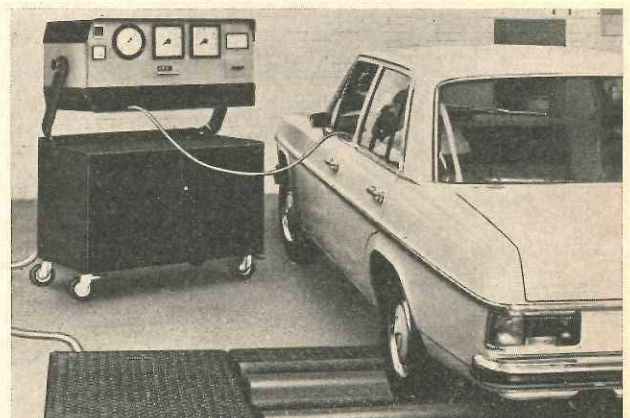


Bild 134 Bosch-Leistungsprüfstand LPS 92 bzw. LPS 93

## LEISTUNGS- UND BREMSENPRÜFSTÄNDE

preislichem Aufwand, beide Prüfungen mit einer Leistungsbremsen - Bremsenprüf - Kombination vorzunehmen.

### **Leistungsprüfungen**

Zur Leistungsprüfung können das Fahrzeuggewicht und der Luftwiderstand durch entsprechende Einstellungen, entsprechend dem zu erprobenden Fahrzeugtyp, nach angegebenen Werten simuliert werden. Dies ermöglicht nicht nur die an den Antriebsrädern wirksame Leistung zu messen, sondern es können auch in Verbindung mit Stop-Uhren exakte Beschleunigungs-

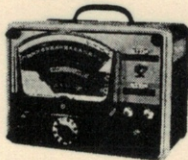
werte und die erreichbare Höchstgeschwindigkeit gemessen werden.

Teilweise können durch elektronische Einrichtungen auch Steigungen simuliert und so auf einem Werkstattprüfstand alle Straßenzustände reproduziert werden. Ebenso ist ein Vergleich der vom Tachometer angezeigten Geschwindigkeit mit der tatsächlichen Abrollgeschwindigkeit der Antriebsräder möglich. Mit zusätzlichen Geräten ist außerdem der Kraftstoffverbrauch bei allen Geschwindigkeiten und Fahrweisen meßbar.

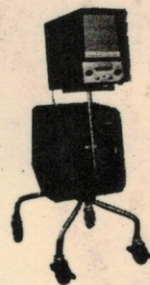
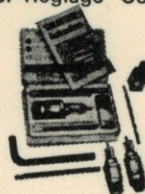
# Ein bewährtes Programm

12 V  
Oszillograph

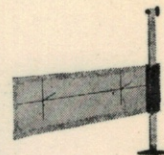
Multi-Tester  
AA-15



Optische Vergaser-Reglage Colortune 2



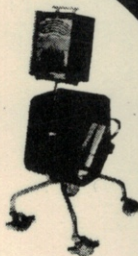
Scheinwerfer- Einstellgerät



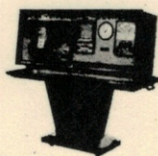
Zündverstellwinkeltester ZVT-68



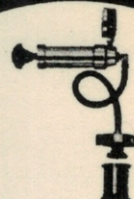
Diagnostic-Analyzer  
AA-17



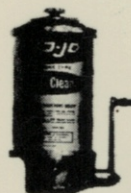
Diagnostic Equipment



Kühlerprüfer Stant



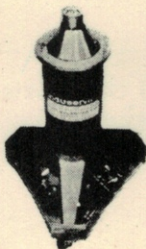
Handreiniger  
go-jo creme-type



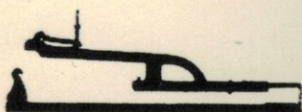
Stroboskoplampe PTL-12



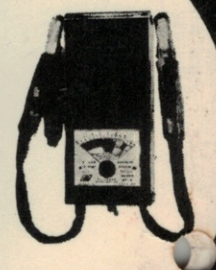
Bishman  
Balancer



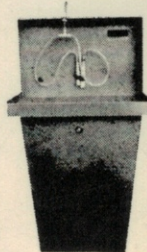
Abschleppstange  
Handy



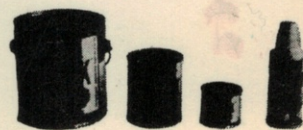
Batterie-Tester  
BT-4



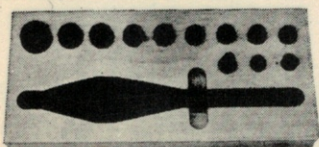
Kleinteilereiniger  
Perfect-Cleaner



Fett- und Dichtungsmasse No-Lok-72



Kupplungszentrierer  
Zentro



Schlagschrauber  
PACTOOL



# WUMA

Werkzeuge · Maschinen  
Dorfstrasse 54, Tel. 051 98 22 01  
8102 OBERENGSTRINGEN