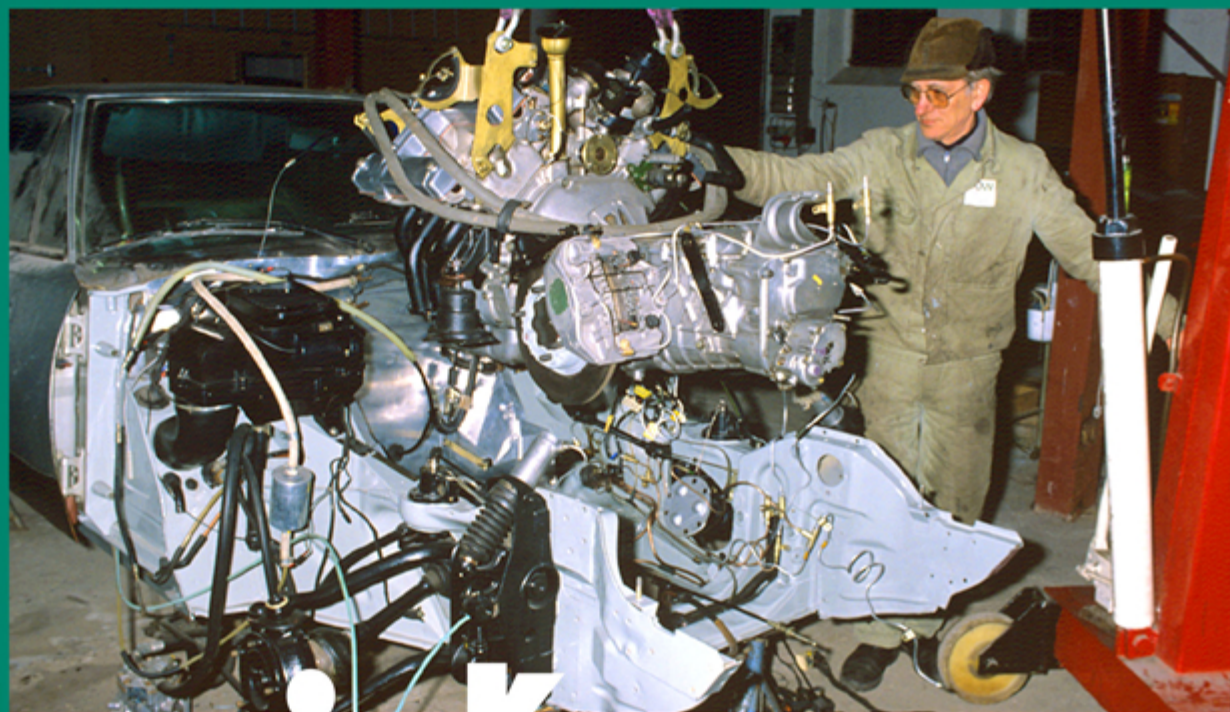


PAUL FRAYSSE • PHILIPPE SAUVAT

RESTAURIEREN WIE DIE PROFIS

Weitere 1000 Tipps für die Oldtimer-Restaurierung
von den Bremsen bis zum Zylinderkopf



So wird's
gemacht
Special

MOTOR
BREMSEN
KAROSSERIE
MONTAGE

SCHNEIDER MEDIA



Impressum Inhalt

Copyright 2017 by

SCHNEIDER MEDIA UK LTD., 1. Auflage;
 Titel der französischen Originalausgabe:
 „Techniques de Restauration“,
 Pixel Press Studio, F-78870 Bailly.
 Alle Rechte der Vervielfältigung und Verbrei-
 tung inkl. Wiedergabe durch elektronische
 Medien sowie Fotokopie vorbehalten.
 Erfassung und Nutzung auf elektronischen
 Datenträgern und Netzwerken
 sowie in Internet-Portalen verboten.

Umschlaggestaltung und Lektorat

Dr. Valentin Schneider

Herausgeber und Übersetzung aus dem Französischen

Hans J. Schneider

Herstellung

Gestaltung, Redaktion:
 Hans-Jürgen Schneider
 Digitale Produktion: Vincent Schneider

Druck und Verarbeitung

Westermann Druck Zwickau GmbH

Vertrieb

Delius Klasing Verlag GmbH, Siekerwall 21,
 D-33602 Bielefeld; Tel. 0521/5590,
 Fax: 0521/559113;
 E-Mail: info@delius-klasing.de

Verlag

SCHNEIDER MEDIA
 E-Mail: info@schneider-media.eu
 Website: www.schneider-media.eu

ISBN D, A, CH

978-3-667-11070-1

Printed in Germany

1 Basisarbeiten: Dichtungen, Federn, Gewinde

Papierdichtungen anfertigen	6
Druck- und Rückholfedern herstellen	7
Klemmbrett-Verfahren	9
Drehbank-Verfahren	10
Innen- und Außengewinde schneiden	11
Innengewinde schneiden	12
Außengewinde schneiden	12
Zündkerzengewinde reparieren	14
Kerzengewinde schneiden	15
Ersatzgewinde einsetzen	15
	16

2 Montagetechnik, Lager abziehen

Elemente und Methoden des Blockierens	18
Schrauben und Muttern	19
Unterlegscheiben, Drehmomenttabelle	20
Scheiben als Blockierhilfe	21
Mechanisches Blockieren	22
Seeger- bzw. Nutenringe	23
Direktverbindung, indirekte Verbindung	24
Einsatz eines Werkzeugs zum Lagerabziehen	24

3 Multimeter, Bordelektrik, Meßverfahren

Fehlersuche mit dem Multimeter	26
Stromspannung messen	27
Stromdurchgang ohne Batterie testen	27
Stromstärke messen	28
Wie man die passende Glühlampe findet	29
Kategorien und Herkunft der Glühlampe	30
Scheinwerfer- und andere Lampen	30
Glühlampen-Lebensdauer	31
Scheinwerfer einstellen	32
Feinmeßgeräte und ihr Gebrauch	33
Metall-Lineal, Schieblehre, Fühlerlehre	37
Tiefenmesser, Mikrometer	37
Meßuhren	38
Spur an der Vorderachse einstellen	39
Die Spureinstellung	41
Parameter einer Vorderachskonstruktion	41
Spureinstellung wann? Spureinstellung mit Fäden	42
Spur einstellen mit dem Streichmaß	43
Spureinstellung mit der Meßplatte	45
Lenkrad mittig ausrichten	48
	49

4 Elemente der Bremsanlage überholen

Hauptbremszylinder überholen	50
Demontage der Stopfen und Anbauelemente	51
HBZ-Kolben ausbauen	52
Reinigung der Einzelteile	54
HBZ-Zusammenbau	56
Staubschutzmanschette anbringen	58
Montage der Schrauben, Schalter, Verteiler	60
Radbremszylinder Trommelbremse überholen	61
Zerlegung eines Radbremszylinders	62
Aufbereitung der Einzelteile	62
Honon und Zusammenbau des Radbremszylinders	64
Fauptsattel-Scheibenbremse überholen	65
Bremszange zerlegen	68
Reinigung und Kontrolle	69
Zusammenbau der Bremszange	71
Bremstrommeln abdrehen	72
Bremsbeläge aufnieten	76
Homologation von Bremsbelägen; wann Belagwechsel fällig?	78
Selbstnachstellende Trommelbremsen montieren	80
Bremsbacken-Montage	81

Bildnachweis

Bremszylinder-Montage, Rückstell-Mechanismus	82
Handbremsseile einhängen	83
Position kontrollieren, Bremsbacken schmirgeln, Bremstrommel montieren	84
Bremstrommel sichern	86
Bremsleitungen und -schläuche anschließen	86
5 Zylinderkopf, Steuerzeiten, Zahnriemen	88
Motor-Neustart nach langer Standzeit	89
Stufe 1: Öl, Kühlmittel und altes Benzin ablassen	89
Stufe 2: Vergaser ausbauen und reinigen	89
Stufe 3: Zündung und Zündkerzen kontrollieren	91
Stufe 4: Flüssigkeiten einfüllen, Motor starten	91
Zylinderkopf auf Dichtheit prüfen	92
Motoren ohne abnehmbaren Zylinderkopf, Motoren ohne Ventile	92
Motoren mit abnehmbarem Zylinderkopf	93
Der Zylinderkopf und seine Abdichtungsfunktionen; optische Kontrolle	93
Dichtheit des Zylinderkopfs prüfen	94
Stufe 1: Herstellung der Abdeckplatten	94
Stufe 2: Herstellung der Gummipplatten und Abdichten des Zylinderkopfs	96
Stufe 3: das Abdrücken des Zylinderkopfs	97
Herstellung einer Zylinderkopfdichtung	98
Moderne Bauarten von Zylinderkopf-Dichtungen (ZKD)	100
Steuerzeiten einstellen bei Ohv-Motoren	101
Methode am Beispiel Peugeot	101
Überschneidungsmethode	104
Steuerzahnriemen wechseln	107
Zahnriemen ausbauen	108
Zahnriemen einbauen	111
6 Lagerschalen, Kolbenringe, Wasserkühler	116
Pleuellagerschalen anfertigen	117
Weißmetall-Lager nacharbeiten	120
Bronzelagerschalen mit Weißmetall beschichten	121
Feinbearbeitung von weißmetallbeschichteten Bronzelagern	122
Pleuellager ausrichten	124
Pleuel auswiegen und ausrichten	126
Spielkontrolle zwischen Lagerschalen u. Kurbelwelle	127
Alles über Lagerschalen	129
Lagerschalenqualität bei Oldtimern	131
Die Lagerschale als Reißleine für den Motor	132
Wie hoch ist die Lebensdauer des Kurbeltriebs?	132
Herstellung von Kolbenringen	134
Kompressions- bzw. Verdichtungsringe	134
Feuerringe bzw. Hitzeableitringe, Ölabstreifringe, Kolbenring-Stoßspiel	135
Ausgleichsringe bei hohem Verschleiß, Ringersatz	136
Wann müssen Kolbenringe gewechselt werden?	136
Wasserkühler instandsetzen	137
Demontage des oberen Wassertanks	137
Reinigung der Kühler-Lamellen	138
Montage des oberen Wasserkastens, Dichtigkeitsprüfung	139
7 Karosseriebau und Chassis-Veredelung	140
Herstellung eines Karosserieschwellers	141
Biegen des Blechs	141
Rostschutzbehandlung	145
Tür-Aussparung herstellen	146
Anpassen der vorderen Schwellerpartie	150
Anpassen der hinteren Schwellerpartie	151
Einbau des nachgefertigten Schwellers	152
Verzinkung und Pulverbeschichtung	155
1. Strahlen des Chassis	155
2. Verzinkung	157
3. Pulvergrundierung	158
4. Pulver-Deckbeschichtung	159

Bildnachweis

Umschlag-Vorderseite: Hans J. Schneider
 Umschlag-Rückseite: Sven Larsson (7)
 Inhalt: 1204 Fotos; davon 1175 von Sven Larsson und dem französischen Oldtimer-Magazin „Gazoline“/DR; zusätzlich 20 Graphiken von „Gazoline“.

Weitere Fotos von:

Hans J. Schneider (gesamt 29 Fotos):
 je ein Foto S. 2, 18, 26, 41, 47, 50, 51, 53 ur, 80 u, 81 o, 88, 116, 129 u, 131 u, 133 u, 145 u, 149, ur; je zwei Fotos S. 137 o, 140 o; vier Fotos S. 75. VW AG: 1 Foto S. 106 u, 1 Zeichnung S. 107 r.

Vorwort

Im ersten, 2015 erschienenen Band unseres Ratgebers „Restaurieren wie die Profis“ haben wir u.a. beschrieben, wie Lager, Wellen und Antriebsaggregate demontiert, revidiert und wieder eingebaut werden, was zu tun ist, wenn der Rost Teile der Karosserie zerfressen hat, und was bei Grundierung und Lackierung der Karosserie beachtet werden muß.

Der nun vorliegende zweite Band liefert nützliche und informative Zusatzinformationen: Herstellung von Federn, Dichtungen, Kolbenringen und Zylinderkopfdichtungen (teilweise vorgeführt von den letzten Fachbetrieben ihrer Art), Anwendung von Multimeter und Feinmeßinstrumenten, Einstellung von Spur und Scheinwerfern, Überholung von Haupt- und Radbremszylindern sowie Bremsstäben und Wasserkühlern, Feinbearbeitung von Lagerschalen für Vintage-Cars, Herstellung eines Karosserie-Schwellers und Pulverbeschichtung eines Rahmens. Zudem wird gezeigt, wie Steuerzeiten eingestellt und Zahnriemen gewechselt werden.

Auch für diesen Band haben die französischen Fachjournalisten Philippe Sauvat und Paul Fraysse, die seit den 1990er Jahren Klassiker restaurieren, ihre Arbeit bis ins Detail dokumentiert.

Viel Spaß und Erfolg bei der Arbeit!
Hans-Jürgen Schneider (Herausgeber)
Normandie, Mai 2017

1

Basisarbeiten: Dichtungen, Federn, Gewinde

Bei Autos, die vor 1990 gebaut wurden, sind die Aggregate im Motorraum meist gut zugänglich. Dies erleichtert den Ausbau und das Abdichten etwa von Benzinpumpe und Verghaser. Im Bild: topgepflegter Mercedes 190 W 201 von 1987.

Papierdichtungen anfertigen	7
Druck- und Rückholfedern herstellen	9
Innen- und Außengewinde schneiden	12
Zündkerzengewinde reparieren	15



Papierdichtungen anfertigen

Das Herstellen von Papierdichtungen ist wirklich nicht die schwierigste Aufgabe bei der Restaurierung eines Fahrzeugs. Aber ein Vergaser z.B. enthält zahlreiche Dichtungen, die u.U. erneuert werden müssen, und nicht immer ist passender Ersatz als Kit auf dem Markt, vor allem nicht bei ganz alten Fahrzeugen.

Wenn man unterwegs liegenbleibt, bleibt oft nichts anderes übrig, als vor Ort eine Dichtung herzustellen. Wie es geht, zeigen wir am Beispiel der Fußdichtung einer Benzinpumpe. Im Prinzip läuft die Herstellung einer Papierdichtung genauso bei allen anderen Dichtungstypen, wenn dies z.B. bei einem Vergasergehäuse auch wesentlich mehr Arbeit macht.

Wir zeigen verschiedene Methoden, von der aufwendigsten bis zur einfachsten. Früher war es üblich, alle **Papierdichtungen** selbst anzufertigen. Aber seit es Kits mit vorgefertigten Ersatzdichtungen gibt, haben die meisten Autofahrer das traditionelle Do-it-yourself verlernt. Das ist schade, denn das Selbermachen kostet (fast) nichts, macht Spaß, erfordert keine besonderen Fähigkeiten und kommt notfalls mit Bleistift und Schere aus.

Symptome

Man erneuert eine Papierdichtung nur dann, wenn ein Teil generalüberholt werden muß oder wenn eine **Undichtigkeit** festgestellt wird, was darauf hindeutet, daß die Dichtung gerissen oder porös geworden oder ausgetrocknet ist, was zum Bruch führt.

Herstellung

Wer perfektes Dichtmaterial haben möchte, kauft im Fachhandel oder im Internet **Spezial-Dichtungspapier** als Meterware; es gibt verschiedene Ausführungen und Stärken für die unterschiedlichsten Zwecke. Nützlich ist es, beim Kauf die **alte Dichtung als Muster** zur Hand zu haben. Problem: Spezialpapier wird nicht mehr an jeder Ecke angeboten, oft muß man nehmen, was man findet. Dabei darf man kein Papier verwenden, das deutlich zu dick oder zu dünn ist.

Eine bewährte Notlösung ist die Verwendung von etwa 0,5 mm starkem **Pappdeckel**, wie er für das Sortieren von Unterlagen und Dokumenten verwendet wird; das hat man im Büro oder findet es beim Schreibwarenbedarf. Die Pappe bricht zwar schneller und ist poröser als Original-Dichtungspapier, aber hilft im Falle einer Panne zuverlässig weiter.

Zum Ausschneiden benutzt man am besten eine leicht gebogenen **Nagelschere**,

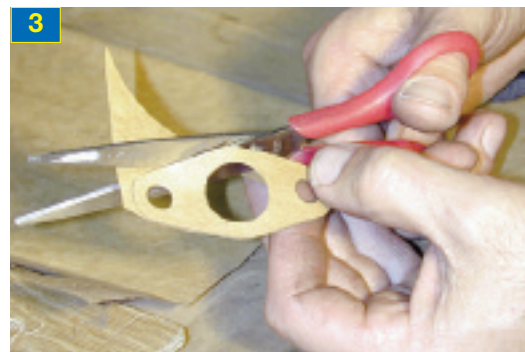


1 Wenn nicht rasch eine Panne behoben werden muß, kann man im Autozubehörhandel oder im Internet nach Spezial-Dichtungspapier suchen bzw. bestellen; empfehlenswert: Material der Traditionsfirma Elring <http://www.elring.de/de/produkte/dichtungswerkstoffe.html>

Material (je nach Verfügbarkeit): Bleistift, Schere und Nagelschere (wahlweise Cutter), Stanzeisen und Hammer (Werkstattbedarf), Dichtungspapier (Fachhandel, Internet) oder Karton von Aktenmappen, u.U. Stahlkugeln aus Kugellagern.

Kosten: von Null bei Verwendung von Aktenkarton bis zu einigen Euro beim Kauf von Spezial-Dichtungspapier.

Wann? Wenn die alte Dichtung gerissen, spröde und undicht ist und kein Ersatz ab Werk zur Verfügung steht.



2 Zur Not tut es auch eine 0,5 mm dicke Aktenpappe. Man legt die alte Dichtung auf, zeichnet sie nach, schneidet die neue aus – und die Panne kann behoben werden.

3 Mit einer kleinen Papierschere lassen sich gut die geraden Kanten schneiden. Für Löcher und Rundungen empfiehlt sich eine Nagelschere.

4 Die alte Dichtung ist zerrissen – Ursache der Undichtigkeit am Benzinpumpenflansch.

5 Um die Konturen der neuen Dichtung anzureißen, legt man die alte Dichtung oder die Distanzplatte der Pumpe auf; zur Not kann man auch den Pumpenflansch aufsetzen und nachzeichnen

6 Die Bohrungen nicht vergessen, beim Aufsetzen des Flansches nach Augenmaß.

sie folgt gut den Rundungen. Für die geraden „Strecken“ reicht dann eine normale Schere. Ein Cutter ist weniger praktisch, denn er erzeugt schnell zu lange Schnitte und birgt eine gewisse Verletzungsgefahr. Auf Oldtimer spezialisierte Werkstätten verfügen manchmal über einen **Satz Stanzeisen** mit verschiedenen Durchmessern; mit diesen Werkzeugen lassen sich die unterschiedlich großen Löcher einfach aus dem Papier schlagen.

Bei der Montage der neuen Dichtung muß zusätzlich beidseitig dünn **Dichtungspaste** aus der Tube aufgetragen werden: **Loctite 518**, wenn die Dichtung nur mit Öl in Berührung kommt oder **Hylomar**, wenn Benzin im Spiel ist (Benzinpumpe, Vergaser); mit Hylomar läßt sich sogar die Membran einer Benzinpumpe abdichten, was mit keinem anderen uns bekannten Mittel gelingt. **Auf keinen Fall Silikon** für Bad und Küche verwenden! Es löst sich auf und verstopft alles. Im Zweifelsfall muß hinsichtlich der Flüssigdichtung die passende Reparaturanleitung befragt werden (falls verfügbar). Bestimmte Dichtungen müssen zuvor in Wasser eingeweicht werden, andere früher empfohlene Produkte, wie Kuril z.B., sind nicht mehr im Handel.



7

7 Man benötigt zwei Dichtungen, eine vor und eine hinter der Platte.

8 Die beste Methode, um die Löcher auszustanzen, ist das Arbeiten mit passenden Stanzbolzen und Hammer. Aber wer hat so was schon? Wer keine Stanzwerkzeuge hat, braucht erst bei Foto 16 weiterzulesen.

9 Wir sehen ein Sortiment von Stanzbolzen, wie man sie in den Werkstätten fand, als noch alles repariert statt weggeworfen und ausgetauscht wurde!



8

10 Die Stanzbolzen bestehen aus dem oberen Teil, auf das geschlagen wird und der Schneidhülse unten; der Durchmesser ist eingeschlagen.

11 Das Papier wird auf ein Holzbrett gelegt; dann positioniert man den Bolzen exakt und schlägt mit dem Hammer drauf.

12 Nach zwei, drei Schlägen hat man ein perfektes Ergebnis.



14

13 Wenn sich kein passender Bolzen findet, nimmt man einen mit einem kleineren Durchmesser und klopft dann innerhalb der Zeichnung ringsum auf das Papier. Dabei sollte der gezeichnete Strich mit ausgestanzt werden, damit das Loch nachher exakt paßt.

14 Blick auf das Papier nach dem zweiten Schlag mit einem kleineren Bolzen (oben).

15 Auch auf diese Weise kann man ein sauberes Resultat erzielen.

15

3

Multimeter, Bordelektrik, Meßverfahren

Wer sich an Elektrik, Elektronik und Mechanik eines Ferrari-Motors heranwagt (im Bild der Zwölfzylinder eines 412 von 1986), sollte über professionelles Know-how und die besten Meßtechniken verfügen. Auf der anderen Seite haben die Ferrari-Ingenieur in den 1980ern auch nur mit Wasser gekocht: Man erkennt die Elemente der Einspritz-Elektronik, Filter und Lichtmaschine. Alles ist bemerkenswert gut zugänglich.

Fehlersuche mit dem Multimeter	27
Glühlampen: Auswahl und Identifizierung	30
Scheinwerfer einstellen	33
Einsatz von Feinmeßgeräten	37
Spur und Sturz an der Vorderachse einstellen	41



Fehlersuche mit dem Multimeter

Bei der Pannensuche ist ein Multimeter als Diagnosegerät unverzichtbar. Es erlaubt es, die Spannung in einem Stromkreislauf zu testen und den Durchfluß zu prüfen, d.h. festzustellen, ob überhaupt Strom in einer Leitung fließt. Wenn das Gerät zusätzlich über eine Induktionsleitung mit Klemme verfügt, kann auch die Stromstärke in einem elektrischen Kabel kontrolliert werden. Außerdem läßt sich mit dem Gerät der elektrische Widerstand in einer Wicklung testen.

Bevor wir näher erklären, wie man ein Multimeter einsetzt, müssen wir uns vergegenwärtigen, daß zahlreiche Fahrzeugelemente nur mit elektrischem Strom funktionieren. Die Erfindung der Batterie, die in der Lage ist, elektrische Energie zu speichern, war ein bedeutender Fortschritt. Damit ging der Einbau von Gleich-, später Wechselstrom-Lichtmaschinen einher, die mittels ihrer elektromagnetischen Arbeitsweise garantieren, das die Batterie bei laufendem Verbrennungsmotor geladen wird. Der elektrische Strom muß ohne Spannungsverlust (**Spannung = Volt**) und ohne Verlust der Stärke (**Stromstärke = Ampere**) in einem Kreislauf fließen können und dabei seine physikalischen Eigenschaften behalten, d.h. es darf zu keiner Unterbrechung kommen.

Mit einem **Multimeter** können wir dies alles prüfen. Es gibt die unterschiedlichsten Geräte mit verschiedenen Charakteristika und Leistungen. Beim Oldtimer-Schrauben bevorzugen wir ein Taschen-Multimeter, das sich viel leichter handhaben läßt als ein sperriges und teures Tischgerät. Es gibt analoge Geräte mit Zeiger, digitale mit Flüssigkristallanzeigen und Instrumente, die analog und digital arbeiten können. Die Preise variieren je nach Leistung und Ausstattung zwischen 10 und 180 Euro.

Material: Analoges Multimeter mit Zeiger oder digitales Multimeter.

Kosten: Je nach Typ und Ausführung 10 bis 180 Euro. Das Gerät, das auf diesen Seiten gezeigt wird, haben wir für zwölf Euro in einem Autoteilemarkt gekauft – und es hat vollkommen für unsere Zwecke ausgereicht.

Wann nötig? Um die Spannung in einem Stromkreislauf zu testen, um den Durchfluß in einer Stromleitung zu prüfen, um die Stromstärke zu kontrollieren.

Wichtig sind drei Eigenschaften. 1. Das Gerät muß die **Dauerspannung** (Volt, angezeigt durch ein „V“ mit einem durchgezogenen Strich und Punkten darunter); das Messen der Wechselfspannung ist beim Automobil nicht nötig (angezeigt durch „V“ und \sim). 2. Es muß den **Widerstand** messen können, anzeigt in Ohm (Ω). 3. Die **Stromstärke** muß gemessen werden können, und zwar in Milli-Ampere oder Ampere (angezeigt durch ein „A“ mit einem durchgezogenen Strich und Punkten darunter).

Stecker „COM“ (allgemeine Verbindung) und an der Prüfspitze mit Masse verbunden werden. **Das rote Kabel** wird an einen der anderen Stecker angeschlossen und mit dem anderen Ende an „+“ (Stromversorgung) des zu prüfenden Elements.

1 Wir sehen von links nach rechts drei Multimeter-Typen: ein Analog-Instrument mit Zeiger, ein digitales Gerät mit Flüssigkristall-Anzeige und ein Instrument mit Induktionszange.



Ein Multimeter besitzt einen Drehschalter, mit dem die gewünschte **Meßmethode** auswählen kann (Spannung, Stromstärke, Widerstand). Auf einer Kalibrierskala kann man mit dem Schalter die nächstpassende Einheit einstellen; Beispiele: Um in einem Stromkreis mit 12 V die Spannung zu messen, stellt man auf 20 V ein. Um den Widerstand der Sekundärwicklung einer Spule zu messen, der in der Regel zwischen 6000 und 8000 Ohm liegt, wählt man die Position 20 k Ω . Wenn der Widerstand einer Primärwicklung ermittelt werden soll (0,8 bis 5,0 Ω) stellt man bei unserem Modell den nächstliegenden Wert ein: 200 Ω .

Unten am Multimeter befinden sich mindestens **drei Steckaufnahmen** für die Kabel, mit denen das zu messende Element kontaktiert wird; dies geschieht über Metallspitzen, Krokodilklemmen usw. **Das schwarze Prüfkabel** muß immer mit dem

Stromspannung messen

Die **Stromspannung** wird in **Volt** angegeben. Wenn man die Funktion „Spannungsmessung“ auf dem Multimeter einstellt, kann man zum Beispiel ermitteln, ob die **Batterie** ausreichend geladen ist. Dazu dreht man den Knebel auf die **Position „20 V“**, schließt das rote Meßkabel an die Steckdose „V“ des Multimeters an und hält den Meßfühler des Kabels an den Pluspol der Batterie. Das schwarze Kabel wir an die „COM“-Dose angeschlossen und dessen Spitze wird an Batterie-Minus gehalten. Bei einer 12-Volt-Batterie muß der angezeigte **Wert zwischen 10 und 20 V** liegen.

Ferner kann man ermitteln, ob die **Lichtmaschine** die Batterie ausreichend lädt. Dazu schließt man das rote und schwarze Kabel am Multimeter an wie oben beschrieben, dreht den **Knebel auf 20 V**, läßt einen

Helfer den **Motor starten** und auf eine **Drehzahl über 2000/min** bringen. Der angezeigte Wert muß oberhalb von 12 V liegen, im Allgemeinen zwischen 14 und 15 V.

Ist dies nicht der Fall, funktioniert das Aufladen nicht korrekt. Die Lichtmaschine muß dann überprüft werden: das **Stromeingangskabel (excitation?)** von der Lichtmaschine abklemmen; die Spitze des roten Meßkabels an die **Stromeingangsklemme** halten; die Spitze des schwarzen Kabels an Masse halten; den Helfer den Motor starten und auf Drehzahl bringen lassen; dabei **Achtung:** nicht mit Keilriemen oder Ventilator in Berührung kommen, Verletzungsgefahr! Wenn die Spannung ansteigt, auf 14 V beispielsweise, ist der Regler defekt. Wenn die Spannung beim Gasgeben gleich bleibt, ist die Lichtmaschine defekt.

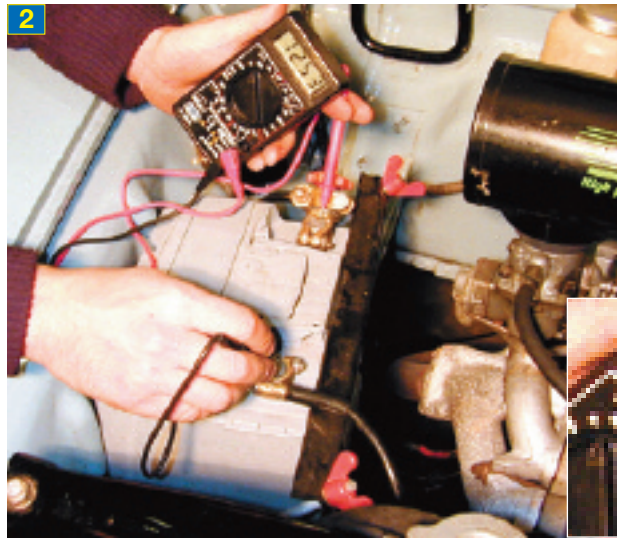
Mit einem Multimeter läßt sich auch prüfen, ob die **Spannung in einem Stromkreislauf** gleichmäßig ist und nicht unterbrochen wird. Das schwarze Kabel wird an Masse gehalten und die Spitze des roten Kabels an Plus (Stromeingang, meist rotes Kabel) des zu prüfenden Elektrik-Elements (Scheibenwischemotor, Kühlventilator, Hupe etc.). Wenn dabei die Spannung plötzlich abfällt, besteht ein Kontaktproblem (Anschluß korrodiert oder Kabel gebrochen).

Schließlich kann man mit dem Multimeter auch den **Zustand von Sicherungen** prüfen; manchmal funktionieren sie nicht, obwohl der Faden noch intakt ist. Dazu das schwarze Prüfkabel an Masse, das rote zuerst an die eine, dann die andere Kontaktzunge der Sicherung legen. Wenn eingangs eine Spannung von 12 V, ausgangs aber keine Spannung angezeigt wird, ist die Sicherung defekt. Es kann natürlich auch ein Schaden an der Sicherungsverkabelung oder der Platine vorliegen.

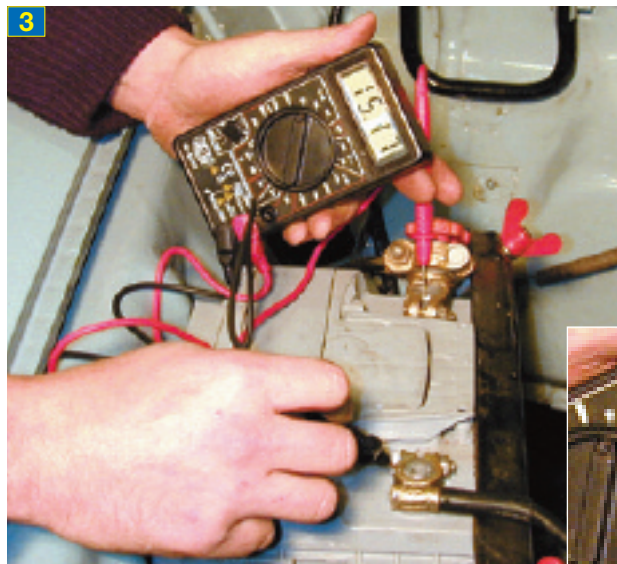
Stromdurchgang ohne Batterie testen

Das Multimeter gestattet die **Prüfung der Stromkreise** auch dann, **wenn keine Batterie angeschlossen ist**. In diesem Fall wird es als Ohmmeter eingesetzt und entsprechend eingestellt. So kann der elektrische Widerstand eines stromführenden Kabels zwischen zwei Punkten kontrolliert werden. Für die Messung in der **Funktion „Ohmmeter“** stellt man auf die niedrigstmögliche Position ein, um einen möglichst genauen Wert angezeigt zu bekommen (dies gilt

4 Prüfung des Stromeingangs an einer Sicherung: mit 12,43 V ist die Spannung in Ordnung.



2 Messung der Batteriespannung; hier ist die mit 12,53 V korrekt.



3 Prüfung der Batterie-Aufladung durch die Lichtmaschine bei laufendem Motor; hier funktioniert das Aufladen mit 15,17 V perfekt.



4 Prüfung des Stromeingangs an einer Sicherung: mit 12,43 V ist die Spannung in Ordnung.

7

Diesen extrem seltenen Ford Taunus 17 M P3 von 1962 entdeckten wir im April 2017 in Griechenland. Am Steuer: der Erstbesitzer! Der Wagen wurde noch nie geschweißt, sogar die anfälligen Schweller sind noch intakt.



Karosseriebau und Chassis- Veredelung

Herstellung eines Schwellers	141
Verzinkung und Pulverbeschichtung	155



Herstellung eines Karosserieschwellers

Oft sind die Schweller eines betagten Fahrzeugs durchlöchert wie ein Schweizer Käse. Wenn es keine Ersatzbleche gibt, müssen die Teile nachgefertigt werden, was ein ausgefeiltes Know-how und Spezialwerkzeuge erfordert. Das Schwierigste ist, die Abmessungen eines dreidimensionalen Karosserieelements auf ein glattes Blech zu übertragen und dabei auch noch die Stärke des Materials zu berücksichtigen. Wir zeigen, wie schrittweise vorgegangen werden muß.

Ausgangsbasis ist ein herausgetrenntes Blech in desolatem, vom Rost zerfressenem Zustand. Es dient als Modell, nach dem das neue Blech geformt werden soll. Die **Dreidimensionalität** des herzustellenden Elements stellt die Karosserie-Spezialisten vor besondere Herausforderungen. Die Blecharbeiten, die wir im Band 1 „Restaurieren wie die Profis“ gezeigt haben (Schweller und Kotflügel-Reparatur), waren dagegen einfach.

Unbedingt berücksichtigt werden muß die **Stärke des Blechs**, die beim mehrfachen Biegen einen großen Einfluß auf das Ergebnis hat. Unser Teil wird in einem Bereich zur Verstärkung des Schwellers dreifach gefalzt. Wenn dies nicht bedacht wird, schneidet man den Blechrohling zu schmal aus. Auch ist **höchste Präzision** gefragt, denn wenn der neue Schweller später nicht hundertprozentig paßt, lassen sich die Türen nicht richtig schließen und einstellen. Weicht der Schweller zu weit zurück, ist es unmöglich, ihn auf einen Linie mit den Kotflügeln zu bringen. Ist er zu hoch, schaben die Türunterkanten auf ihm.

Beim **Falzen** wird immer wieder mit dem Modell verglichen und stets die Stärke des Blechs einkalkuliert, d.h. bei jedem **Biegen** muß die Blechstärke zur Breite des betreffenden Bereichs addiert werden. Wenn man dies nicht tut, kumulieren die Fehler und man hat in unserem Fall am Ende ein Blech, das um die Länge von fünf Stärken zu kurz ist und nicht paßt. Dabei darf man sich natürlich nicht aufs Schätzen verlegen, sondern muß **genau rechnen**, sonst gibt es später eine böse Überraschung, und die ganze Arbeit war umsonst.

Wenn unser Blech 1,5 mm dick ist und 5 Biegungen anstehen, müssen wir 1,5 mit 5 multiplizieren, was eine **Zugabe** von 7,5 mm ergibt. Es gibt auch Fälle, bei denen Stärken abgezogen werden müssen – es ist eine **komplizierte Operation**, die nur Profis mit viel Erfahrung beherrschen. Aber auch die Experten müssen vor Beginn viel überlegen und experimentieren, bevor das flache Blech mit seinen maximalen Dimensionen zugeschnitten wird.



Biegen des Blechs

Bevor der marode Schweller durch Aufbohren der Punktschweißung ausgebaut wird, sollten die Abmessungen und Rundungen genauestens vermessen und aufgezeichnet werden.

Foto oben: Das demontierte Schwellerblech wird in der Fachoberschule begutachtet.

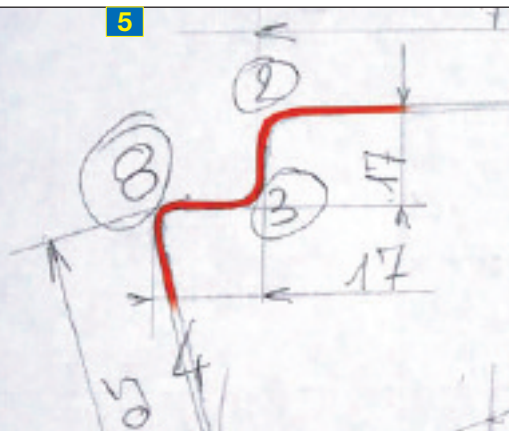
1 Das Blech wird mit einer professionellen Sticksäge ausgeschnitten. Man kann das auch mit einer Blechschere machen, aber das ist schwierig, und dabei verbiegt sich das Blech.

2 Nach dem Schneiden werden die Kanten mit der Flachfeile glattgefeilt, die Schnittüberstände müssen weg.

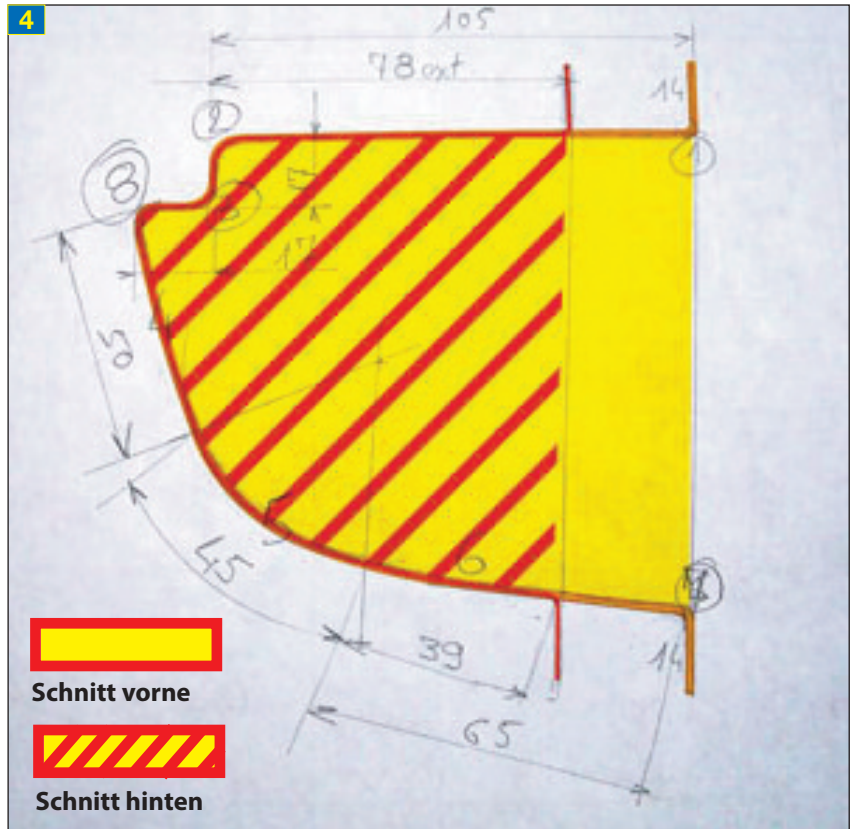




3



5



Schnitt vorne



Schnitt hinten

3 Die runden Ecken werden mit Rundfeile bearbeitet.

4 Für jeden Schweller haben wir jeweils zwei Muster geschnitten, die zwei Querschnitten mit exakter Position entspricht: 10 cm vor der Verbindung mit dem vorderen Sockel und 10 cm vor der Verbindung mit der Türunterkante. Wir übertragen die Maße auf ein Blatt Papier, auf dem dann präzise die Maße der einzelnen Abschnitte eingetragen werden. Dabei wird der Blechstärke – in unserem Fall 1,5 mm – Rechnung getragen.

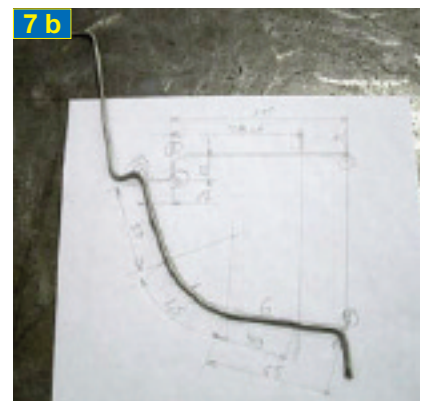
5 Beispiel: Die Vertiefung im Bereich der Verstärkung zwischen Oberkante Schweller und Oberkante Kantung mißt 15,5 mm. Wir addieren die Blechstärke von 1,5 mm und erhalten eine Gesamthöhe von 17 mm. Dies schließt aus, daß sich Fehler einschleichen, durch die das Gesamtergebnis verfälscht wird.

6 Das Außenprofil der beiden Muster ist identisch, nicht aber die Länge; sie bestimmt den Querschnitt des Schwellers.

7 a, b Der Plan enthält acht Ziffern, mit denen die Reihenfolge der Falzen und Rundungen bestimmt wird, die es zu realisieren gilt. Ein entsprechend geformter Blechstreifen verdeutlicht das Prozedere.



7 a



7 b