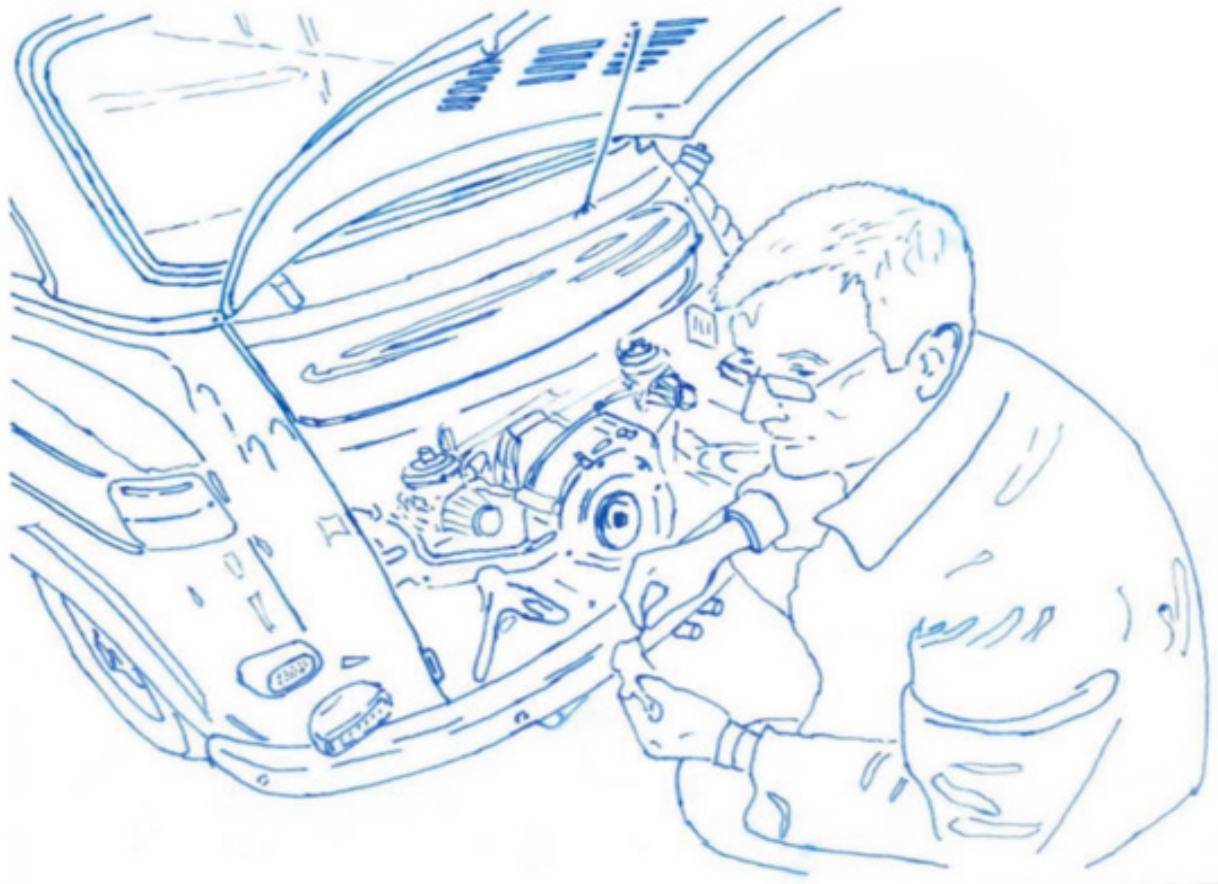


Ralf Heiligtag

Der Isetta Schrauber

Band 3

Tuning und Elektrik



Tips und Tricks aus der Werkstatt
für BMW Isetta, 600 und 700

Gewidmet den mutigen, treuen, zuversichtlichen und visionären Kunden, Mitarbeitern, Händlern, Investoren, Freunden und Förderern des Hauses BMW, die 1959 halfen, das Überleben des Unternehmens zu sichern ...

... und den Lesern der Bände 1 und 2.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

3.1 Tuning

3.1.1 Isetta-Vergaser

3.1.2 Ventilsitzbearbeitung an BMW Isetta, 600 und 700

3.1.3 Eine Kelle Drehmoment: 350er Motor in der Isetta

3.1.4 Schnell und laut: Die Wankel-Isetta

3.1.5 700er Motor im BMW 600

3.1.6 Abgasanlage der letzten Entwicklungsstufe im BMW 600

3.1.7 Zweivergasermotoren synchronisieren

3.1.8 Achsübersetzung der Isetta ändern

3.2 Elektrik

3.2.1 Die Batterie

3.2.2 Grundlagen des Dynastarters

3.2.3 Die verschiedenen Ausführungen des Dynastarters

3.2.4 Anlasseranschluss am Dynastarter optimieren

3.2.5 Unterbrochene Feldwicklungen reparieren

3.2.6 Eine herausvibrierte Klemmschraube und ihre Folgen

3.2.7 Kollektor überdrehen und Nuten freiräumen

- 3.2.8 Welcher Spannungsregler ist der Richtige?
- 3.2.9 Feldwiderstand am Spannungsregler erneuern
- 3.2.10 Der elektronische Spannungsregler
- 3.2.11 Der Fliehkraft-Zündversteller
- 3.2.12 Der Schmierfilz
- 3.2.13 Die elektronische Zündung
- 3.2.14 Zündung einstellen
- 3.2.15 Die Zündspule
- 3.2.16 Der Zündkondensator
- 3.2.17 Die Zündkerze
- 3.2.18 Drehzahlmesser
- 3.2.19 Der abgebrochene Schalterhebel
- 3.2.20 Ablendschalter am BMW 600 instandsetzen
- 3.2.21 Modernisierung des Isetta-Schaltplans

3.3 Fahrgeschichten

- 3.3.1 Wohlen 2014
- 3.3.2 Kelbra 2016

Nachwort

Über den Autor

Literaturhinweise

Index / Stichwortverzeichnis / Namen- und Sachregister

Vorwort

Die Buchreihe „*Der Isettaschrauber*“ wurde geschaffen für die Liebhaber der BMW Isetta, des BMW 600 und des BMW 700 aus den Baujahren 1955 bis 1965. Mit diesem dritten Band sollte nach der ursprünglichen Planung die Reihe abgeschlossen werden. Doch wird für die unersättlichen Aficionados, die bereits weiterem Nachschub entgegenfiebern, im Frühjahr 2021 ein vierter Band mit Ergänzungen erscheinen. Bleiben Sie also bitte auf Empfang, es lohnt sich.

Die im ersten Band unter den Punkten

- Vorwort
- Haftungsausschluss
- Eigenverantwortung des Lesers
- Gewährleistungsausschluss
- Maßeinheiten physikalischer Größen
- Verweise und Links
- Copyright, Urheber- und Kennzeichenrecht
- Abmahnungen
- Rechtswirksamkeit des Gewährleistungsausschlusses
- Datenschutz
- Rechtschreibkonventionen

geregelt Bedingungen gelten vollumfänglich und in gleicher Weise auch für diesen dritten Band. Um nicht unnötig viel Papier zu schwärzen, werden sie hier nicht wiederholt. Wer den ersten Band noch nicht besitzt, beschaffe sich ihn bitte und lese diese Abschnitte dort nach. Erinnerung soll hier lediglich an zwei Dinge:

- Ein Nachbau der gezeigten Konstruktionen ist nur für den persönlichen Bedarf gestattet. Nachahmungen der beschriebenen technischen Lösungen und Verwertungen mit Gewinnerzielungsabsicht bedürfen einer vorherigen Lizenzvereinbarung mit dem Verfasser. Zuwiderhandlungen werden zivilrechtlich verfolgt.
- Dem Leser sollte bewusst sein, dass bauliche Veränderungen an Kraftfahrzeugen, mit denen er am öffentlichen Straßenverkehr teilnehmen möchte, der Begutachtungspflicht bei einer technischen Prüfstelle und der anschließenden Erteilung einer Betriebserlaubnis durch die zuständige Kraftfahrzeugzulassungsstelle unterliegen. Wer Appetit verspürt, sein Fahrzeug mit einem leistungsstärkeren Motor auszustatten, erkundige sich zuvor bei der technischen Prüfstelle seiner Wahl, wo deren Toleranzgrenzen liegen.



Ich hoffe, Sie werden an diesem Buch viel Freude haben und darin hilfreiche Hinweise zur Instandhaltung und Verfeinerung Ihres luftgekühlten BMW-Veteranen finden. Im dritten Kapitel werden als Zugabe zu den technischen Themen zwei Fahrgeschichten mitgeliefert. Sie finden dort ein paar Reise-Impressionen, weil Sie nach der Lektüre aller drei Bände sicher genug Grund zur Annahme haben, dass Sie in einem ordentlich gewarteten BMW-Fahrzeug, sei es auch noch so klein und noch so alt, Reisen mit vierstelligen Kilometerzahlen pannenfrei bewältigen können.

Allzeit gute und pannenfreie Fahrt wünscht Ihnen der im heißen Sommer 1959 zur frühkindlichen Prägung in Opas Isetta gesetzte

Ralf Heiligttag

Die Kapitelnummerierung wird in gleicher Weise fortgesetzt wie im ersten und im zweiten Band. Die erste Ziffer kennzeichnet den Band (hier Nr. 3), die zweite das Oberthema (z. B. 3.1 = Tuning, 3.2 = Elektrik), die dritte das Unterthema. Steigen wir zuerst ins *Tuning* ein, unter dem häufig nichts anderes als Leistungssteigerung verstanden wird. *To tune* bedeutet jedoch eigentlich *stimmen, abstimmen, feineinstellen*. *Tuning* ist das Stimmen eines Musikinstruments, das Trimmen einer elektronischen Schaltung oder das Feineinstellen eines jeglichen mechanischen Gebildes. Wo könnten wir uns in dieser Hinsicht besser austoben als am Vergaser? Fangen wir also mit ihm an.

3.1 Tuning

3.1.1 Isetta-Vergaser

Welcher Vergaser ist der Richtige?

Für den 250er Motor ist es der BING-Vergaser 1/22/97. Ebenfalls verwendbar ist der 1/24/49 oder der 1/22/131. Für einen 300er Motor ist es der BING 1/22/98. Verwendbar sind auch 1/24/93 oder 1/22/131. Die Zahlen bedeuten bei BING:

Erste Ziffer 1	Bauart Schiebervergaser
Zweite Ziffer 22 oder 24	Durchlass in Millimetern
Dritte Ziffer	Variantennummer für die Bedüsung

Die beiden Vergasertypen 1/24/49 und 1/24/93 mit 24 mm Durchlass waren an frühen Standard-Isetten zu finden. Sie boten dank ihres um zwei Millimeter größeren Durchlasses (was eine 19% größere Querschnittsfläche bedeutet) eine bessere Zylinderfüllung und verleiteten schwere Gasfüße zur Überforderung des drehfreudigen Motors. Für disziplinierte Fahrer von heute, die nur im Notfall das letzte Quentchen herauskitzeln möchten, versprechen sie ein wenig Mehrleistung. Sie sind nur sinnvoll, wenn auch das Saugrohr einen zum Vergaserdurchlass passenden Innendurchmesser von mindestens 24 mm hat. Saugrohre mit 25 mm Durchlass gab es an frühen Standard-Isetten.



Das Bild zeigt links ein 25 mm-Saugrohr aus einer Ur-Standard-Isetta, in der Mitte ein Export-Saugrohr mit knapp 23 mm Durchlass. Rechts sehen Sie eines vom Industriemotor BMW 403, das aufgrund seines größeren Gewindelochabstands (51 statt 48 mm) für den Fahrzeugmotor ungeeignet ist – es sei denn, Sie wollten den Zenith-Drosselklappenvergaser des Industriemotors verwenden. Die engen Saugrohre lassen sich mit einem Kugelfräser auf bis zu 26 mm Innendurchmesser erweitern; das wird in Band 4 gezeigt. Die Bedüsungsdaten der verschiedenen Vergaservarianten entnehmen wir zeitgenössischen BING-Datenblättern, aus denen Sie hierunter den betreffenden Auszug sehen. Schwimmer, Gasschieber, Leerlaufdüse, Startdüse und Düsennadel sind bei allen Vergaserversionen gleich. Durch einen Austausch der Hauptdüse und der Nadeldüse lassen sich also die Vergaser in eine andere Variante umbauen.

 BING-Vergaser-Einstelltabelle Für Mopeds, Kleinmotoren, Motorräder, Motorroller, Kleinwagen und gewerb. Motoren													
Firma	Type Land	Motor	Hubraum ccm	Anz. Takt	Zyl.-Zahl	Vergaser-Type	Ersatzteile siehe Tafel (T...)	Ausführung	Motoranschl.	Filteranschl.	Schwimmergehäuse kompl.	Schwimmergehäuse	Schwimgeh.-Deckel
..	Isetta 250	..	250	4	1	1/24/49	T-121	St.	Flansch	35	—	fest rechts	32-281
..	Isetta 250	..	250	4	1	1/22/97	T-121, T-211	St.	Flansch	35	—	fest rechts	32-281
..	Isetta 250/300	..	250/300	4	1	1/22/131	T-121, T-210 T-211	St. P.	Flansch	35	—	fest rechts	32-281
..	Isetta 250/300	..	250/300	4	1	1/22/161	T-121, T-210 T-211	St. P.	Flansch	35	—	fest rechts	32-281
..	Isetta 300	..	300	4	1	1/24/95	T-121	St.	Flansch	35	—	fest rechts	32-281
..	Isetta 300	..	300	4	1	1/22/98	T-121, T-211	St.	Flansch	35	—	fest rechts	32-281

 Fortsetzung der Vorderseite												
Vergaser-Type	Schwimmer	Kraftstoffanschl.	Gas-schieb. ')	Mischkammer-einsatz ')	Haupt-düse ')	Nadel-düse ')	Leerlauf-düse ')	Start-düse ')	Düsen-nadel ')	Nadel-stellung	Luftreg.schrb.offen ')	Bemerkung
1/24/49	35-072	34-046 8 φ	22-410	—	44-051 130	45-291 1408/6	44-031 35	44-031 55	46-175	2	2 1/2 X	Ers. 1/22/97 ab 5.54
1/22/97	35-072	v. BMW	22-410	—	44-051 130	45-291 1310/6	44-031 35	44-031 55	46-175	1	1 1/2 X	
1/22/131	35-072	v. BMW	22-410	—	44-031 120	45-522 1408/6	44-031 35	44-031 55	46-175	2	1 X	
1/22/161	35-072	v. BMW	22-410	—	44-031 120	45-522 1308/6	44-031 35	44-031 55	46-175	2	1 X	f. Übadluftfilter
1/24/95	35-072	34-046 8 φ	22-410	—	44-051 130	45-291 1310/6	44-031 35	44-031 55	46-175	3	2 X	Ers. 1/22/98 ab 6.54
1/22/98	35-072	v. BMW	22-410	—	44-051 125	45-291 1308	44-031 35	44-031 55	46-175	2	1 1/2 X	

Worauf ist beim Kauf eines gebrauchten Vergasers zu achten?

Wichtig ist vor allem, dass der Gasschieber im Vergasergehäuse kein Wackelspiel hat. Das prüfen Sie, indem Sie die Druckfeder herausnehmen und mit zwei von beiden Seiten des Gehäuses hineingesteckten Fingern am Gasschieber zu wackeln versuchen. Der Schwimmer aus Messingblech darf keine Risse haben. Die zahlreichen Feingewinde im Vergasergehäuse dürfen nicht beschädigt sein. Alle Verschraubungen müssen fest angezogen werden können. Ist das nicht der Fall, muss das Gewinde repariert werden.



Das Vergasergehäuse darf nicht von der Zinkpest¹ (interkristalline Korrosion) befallen sein, die sich durch viele kleine Risse bemerkbar macht. Die Oberfläche erinnert dann an ein ausgetrocknetes Flussbett, weil das Gefüge entlang der Korngrenzen aufgelöst und brüchig wird. Diese Erscheinung kommt bei Vergasern aus der zweiten Hälfte der fünfziger Jahre zum Glück nur selten vor.² Sie hängt von der Legierung ab.

Was bedeuten die Zahlen auf den Düsen?

Die Zahlen auf den Vergaserdüsen bedeuten nicht, wie oft vermutet wird, den Bohrungsdurchmesser der Düse in Hundertstelmmillimetern, sondern einen Durchflusswert. Obwohl auf Oldtimerteilemärkten immer wieder sogenannte Düsenlehren angeboten werden, ist es nicht möglich, damit auf den Durchfluss zu schließen. Wer das nicht glauben möchte, mache die Probe und versuche, welche Düsenlehre in welche Düse passt. Sie werden finden, dass eine 1,00 mm dicke Düsenlehre in eine 110er BING-Düse, eine 1,05 mm dicke Lehre in eine 115er Düse, eine 1,10 mm dicke Lehre in eine 120er Düse und eine 1,15 mm dicke Lehre in eine 125er Düse passt. Daraus ist nicht die Regel herzuleiten, die Düsen seien immer 0,1 mm kleiner als die Größenbezeichnung, die darauf steht.

Der sich aufdrängende Irrglaube, die Düsenbeschriftung nenne den Innendurchmesser, hat dazu geführt, dass gewisse Anbieter gutgläubige Rollerfahrer mit erfreulich preisgünstigen nachgefertigten Düsen „für BING“ beliefern, die sich anstandslos in BING-Vergaser einschrauben lassen und auf denen beispielsweise 100 steht, in die eine 1,00 mm dicke Düsenlehre genau passt und die aber eben deshalb einen Durchflusswert geben, der viel höher liegt als jener einer einwandfreien 100er BING-Düse. Bei der Beschaffung von Vergaserdüsen ist es darum ratsam, von seriösen und technisch bewanderten Anbietern zu kaufen, statt den eigenen Geiz das Hirn fressen zu lassen. Sonst bewahrheitet sich am Ende die Bauernregel, dass der Dumme und der Geizige alles zweimal kaufen.

Was bewirkt eine Düse im Vergaser und was hat darauf Einfluss?

Der Alltagsverstand sagt uns:

- Eine Vergaserdüse ist nichts anderes als ein kurzes, enges Rohr, das eine Kraftstoffmenge dosieren soll.
- Durch ein weites Rohr passt mehr Flüssigkeit als durch ein enges. Der Durchfluss wächst sicherlich mit der Querschnittsfläche der Düsenbohrung, und diese wächst fraglos mit dem Quadrat des Durchmessers. Der Durchfluss wird jedenfalls nicht linear mit dem Düsendurchmesser wachsen.
- Eine korrodierte Düse, die in ihrer Bohrung eine Oxidschicht gebildet hat, kann nicht mehr maßhaltig sein. Sie wird zu eng sein, weil das Metalloxid mehr Volumen einnimmt als das Metall vor der Oxidation einnahm. Folglich wird durch eine korrodierte und dadurch verengte Düse weniger Kraftstoff fließen. Als

Konsequenz aus dieser Überlegung bewahrt man unbenutzte Vergaserdüsen zweckmäßig in einem innen ölbenetzten und verschlossenen PE-Beutel auf, um Korrosion zu verhüten.

- Ein langes Rohr setzt durchströmender Flüssigkeit mehr Reibungswiderstand entgegen als ein kurzes. Also wird der Kraftstoff durch eine lange Düse nicht so willig fließen wie durch eine kurze.
- In Analogie zum sorgfältig verrundeten Ansaugtrichter, in den die Luft bereitwilliger, weil wirbelärmer einströmt als in ein scharfkantiges Rohr, wird durch eine angefasete Düsenbohrung sicherlich mehr Kraftstoff laufen als durch eine scharfkantige. Dabei wird es offensichtlich auf die Breite der Fase und auf deren Winkel ankommen, die beide gemeinsam beeinflussen, wie wirbelarm der Kraftstoff in die Düse fließt. Es wird also von Bedeutung sein, dass eine Düse bei einer Durchflussmengenprüfung in derselben Richtung wie im Vergaser durchflossen wird.
- Wieviel Flüssigkeit innerhalb einer bestimmten Zeitspanne hindurchfließen kann, hängt offenkundig von der Viskosität der Flüssigkeit ab, also davon, ob sie dünn wie Wasser oder zäh wie Honig ist. Die dynamische Viskosität des Kraftstoffs wird somit zweifellos die Durchflussmenge beeinflussen. Vom Düninflüssigen fließt mehr durch, vom Dickflüssigen weniger. Es wird also einen Unterschied bedeuten, ob ein hoch benzolhaltiges Kraftstoffgemisch wie das *ARAL-bleifrei* der 50er Jahre oder ein heutiges extrem benzolarmes Motorenbenzin durch die Düse läuft. Da schwant uns, dass die richtige Düsengröße unter anderem von der Kraftstoffsorte abhängen wird. Und auch, dass eine für

früher übliche Kraftstoffe bemessene Düse nicht unbedingt genau zu heutigen Kraftstoffen passt.

- Die durchströmende Menge ist zweifellos auch vom Druck abhängig, mit dem die Flüssigkeit durch die Düse gefördert wird. Es ist sicher ein Unterschied, ob es nur die schräge Schwerkraft ist, die in einer Prüfvorrichtung die Testflüssigkeit nach unten durch die Düse laufen lässt, oder ob die Flüssigkeit in der Düse steht und vom Unterdruck eines heftig vorbeistreichenden Luftstroms nach oben herausgesaugt wird.

Über all dies haben die Herren Gotthilf Hagen und Jean Poiseuille in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts nachgedacht und kunstreich eine mathematische Gleichung hergeleitet, die in der Tat alle diese Variablen enthält: Den Volumenstrom, den Innendurchmesser und die Länge des Rohres, die dynamische Viskosität der strömenden Flüssigkeit und die Druckdifferenz. In ihrer hergeleiteten Gleichung bemerkenswert ist die Abhängigkeit des Volumendurchflusses von der vierten (!) Potenz des Rohr-Radius³. Eine Halbierung des Düsendurchmessers müsste also den Strömungswiderstand auf das Sechzehnfache erhöhen, weil $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 16$. Wir können vorwegnehmen, dass Durchflussmengenmessungen dies nicht bestätigen und kommen weiter unten darauf zurück. Das Gesetz von Hagen-Poiseuille gilt nur für laminare Strömungen und nur für Newtonsche Flüssigkeiten, bei denen die Viskosität eine konstante Materialeigenschaft und nur von der Temperatur abhängig ist. Ein Beispiel einer solchen Flüssigkeit ist Wasser. Größere Durchflussmengen, die mit höheren Strömungsgeschwindigkeiten verbunden sind, führen zu turbulenter Strömung mit wesentlich höherem Strömungswiderstand.⁴ Ohne nun in die Untiefen der Strömungslehre hinabzutauchen, ist schlicht zu erwarten, dass eine im Takt der Saughübe pulsierende Strömung von

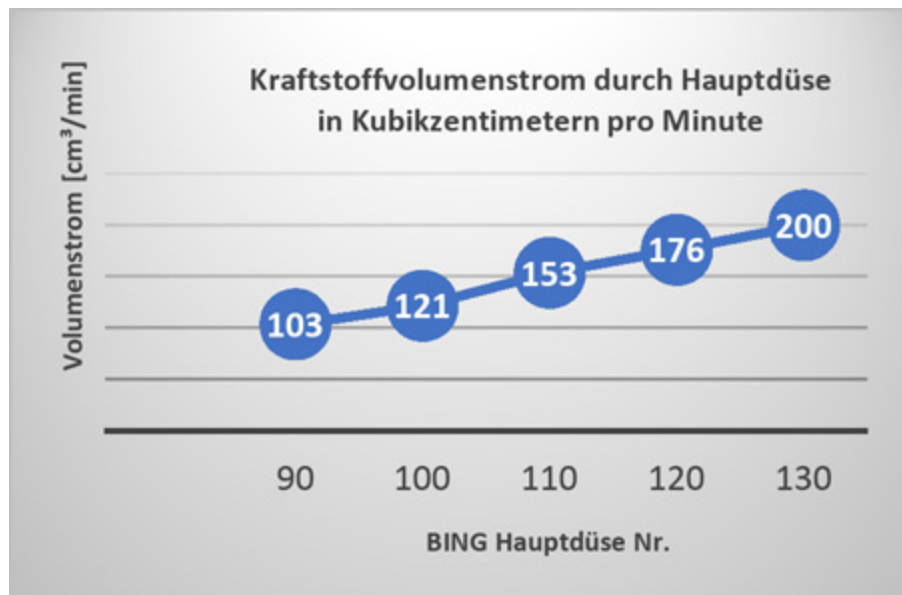
Kraftstoff durch eine Vergaserdüse - erst recht bei einem Einzylindermotor wie dem der Isetta - sehr turbulent und nicht brav laminar sein wird.

Weitgehend herumgesprochen hat sich, dass man Düsen nicht mit Drahtborsten reinigen soll, weil das unabsichtlich den Innendurchmesser und damit die Durchflussmenge verändern kann. BING warnt nachdrücklich nicht nur vor Drahtborsten, sondern auch vor Lehrdornen: *Eine Nachprüfung mittels Lehdorn verändert die Geometrie der Bohrung und damit den Durchsatz und ist daher nicht zulässig*, heißt es da. Dieses übervorsichtige Herstellerpostulat ist ein Ausdruck der Angst. Zwar ist nicht auszuschließen, dass ein gefühlloser Rabauke einen zu dicken Lehdorn mit Gewalt in eine Düsenbohrung zwingt und sie dadurch bleibend aufweitet, aber bei sachgemäßer Handhabung durch einen geübten Feinmotoriker wird ein zwanglos in eine Düsenbohrung passender Lehdorn „die Geometrie“, also Form und Durchmesser der Bohrung sicher nicht verändern.

Das einst von Jürgen Goebel beschriebene Verfahren, mit dem Vergaserdüsen untereinander verglichen werden können, hat Carl Hertweck in „*Besser machen - Arbeiten an Motorrädern*“ vorgestellt, dort unter „*Umgang mit Vergasern - Düsen prüfen*“. Hertwecks empfehlenswertes Buch finden Sie im Literaturverzeichnis in Band 1. Das Prüfverfahren basiert darauf, die Zeit zu messen, die vergeht, bis eine bestimmte Kraftstoffmenge durch die zu prüfende Düse gelaufen ist. Dort finden wir auch bestätigt, dass es darauf ankommt, die Düse in der richtigen Richtung durchströmen zu lassen.

BING kennzeichnet die Düsen nach einer Hausnorm. Grundlage ist heute eine Durchflussmessung mit Luft. Früher diente Petroleum als Prüfflüssigkeit, Hertweck

erwähnte das. Es hatte zur Folge, dass werksverpackte BING-Düsen deutlich nach Petroleum dufteten. Dass das Einatmen von Petroleumdunst nicht jedermanns Vergnügen ist, war neben dem Rationalisierungseffekt sicherlich eines der Motive für BING, auf die Durchflussmengenmessung mit Luft umzusteigen.



Da wir als Hobbyisten nicht über einen Luft-Prüfstand verfügen, sind wir zur vergleichenden Düsenprüfung auf die Durchflussmethode mit Kraftstoff angewiesen. Bei Puch-Düsen bedeutete die Aufschrift 120 auf der Düse freundlicherweise 120 cm³ Kraftstoffdurchfluss pro Minute bei einem Höhenunterschied (Gefälle) von 40 cm. Für die BING-Düsen gilt das nicht. Misst man die Durchflussmengen an BING-Düsen, erhält man aber dennoch eine recht ordentliche Gerade, wie die Grafik sie zeigt.

Eine solche Gerade steht im Widerspruch zur Hagen-Poiseuille-Gleichung. Denn wir finden keine Abhängigkeit der Durchflussmenge von der vierten Potenz des Düsendurchmessers, sondern nur ungefähr von der zweiten. Zur Düse Nr. 90 gehört bei BING ein Bohrungsdurchmesser von 0,8 mm. 0,8 mal 0,8 ist 0,64. Zur Düse Nr. 130 gehört

ein Bohrungsdurchmesser von 1,2 mm. $1,2 \text{ mal } 1,2 \text{ ist } 1,44$. $1,44$ (Querschnitt der Düse 130) dividiert durch $0,64$ (Querschnitt Düse 90) ergibt $2,25$. $200 \text{ cm}^3/\text{min}$ (aus der obigen Grafik rechts, zugehörig zur Düse 130) dividiert durch $103 \text{ cm}^3/\text{min}$ (Grafik links, Düse 90) ergibt $1,936$.

Das bedeutet: Um die Durchflussmenge knapp zu verdoppeln, muss man die Querschnittsfläche der Bohrung auf das 2,25-fache vergrößern.

Mit anderen Worten: Durch eine flächenmäßig genau doppelt so große Düse fließt in derselben Zeit nicht die doppelte Kraftstoffmenge. Das stützt die Annahme, dass wir es nicht mit einer gemütlichen laminaren Strömung zu tun haben, sondern mit einer ungemütlich-turbulenten, bei der die Strömungswiderstände mit steigenden Durchflussmengen überproportional zunehmen. Dies schon, wenn lediglich der hydrostatische Druck den Kraftstoff durch die Düse treibt; von den tatsächlichen Druckverhältnissen im Vergaser bei laufendem Motor ganz zu schweigen. Das braucht uns aber nicht weiter zu jucken. Es genügt, sich einzuprägen, dass die Durchflussmengen bei Vergaserdüsen nicht linear mit der Querschnittsfläche der Düsenbohrung steigen. Und schon gar nicht mit dem Durchmesser.

Denken wir an die Großserienfertigung solcher Düsen, ist es viel zu aufwendig und daher unwirtschaftlich, die Durchflussmenge über den Bohrungsdurchmesser zu kalibrieren, denn dazu bräuchte man eine Unmenge verschiedener Reibahlen in beliebig feinen Abstufungen. Rationeller ist es, die Durchflussmenge über die Bohrungslänge, genauer: die Ansenkungstiefe zu justieren. Denn wie wir weiter oben gesehen haben, ist auch die Länge der Düsenbohrung maßgebend für die Durchflussmenge, und zwar linear. Die Düse wird also mit dem zur Düsengröße passenden Durchmesser gebohrt,

sodass die Durchflussmenge zunächst ein wenig zu klein ist. Dann wird unter Verwendung genauer Durchflussmengenmessgeräte in einer Prüfstation Luft durchgeblasen. Je nach dem Messergebnis vergrößert man nun schrittweise die Tiefe der Senkung und verringert dadurch die drosselnde Bohrungslänge, bis die Durchflussmenge stimmt.⁵

Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass zwei dieselbe Durchflussmenge liefernde Düsen geringfügig verschiedene Bohrungsdurchmesser haben können. Das unterstreicht noch einmal, dass Vergaserdüsen nicht sinnvoll mit Lehdornen geprüft werden können.

Nach alledem ist wohl klar geworden, dass jemand, der mit einem Drehautomaten Kleinteile aus Messing-Sechskantstangen herstellen kann, noch lange nicht in der Lage ist, brauchbare Vergaserdüsen zu fertigen. So unscheinbar eine solche Düse ist, so viel Gewusst-wie steckt drin. Das kann nicht jeder Depp.

Da hilft auch nicht das berühmte Muster, das ein kaufmännisch ebenso versierter wie technisch unterbelichteter Auftraggeber einem bereitwilligen Fertigungsmeister in die Hand drückt, wenn dieser die Anforderungen an die Funktion nicht verstanden hat. Das braucht er auch nicht, es ist nicht seine Aufgabe. Vielmehr ist es die Pflicht des Auftraggebers, dem Fertigungsman eine klare, unmissverständliche und vollständige Fertigungs- und Prüfanweisung in die Hand zu drücken. Das unterbleibt häufig, weil es der Auftraggeber selbst nicht weiß. Wenn Sie jetzt an Goethes Zauberlehrling denken müssen, geht es Ihnen nicht allein so.

Hieraus erklärt sich sowohl der Preis guter Düsen als auch die Tatsache, dass unbrauchbare Nachfertigungen ihren Weg

auf den Markt finden. Da diese „Aufschrift-ist-Durchmesser“-Düsen regelmäßig zu groß ausfallen, können sich deren gutgläubige Käufer damit trösten, dass ihre Motoren dann nur zu viel verbrauchen, dabei faul sind, den Brennraum samt Kerze verrußen und aus dem Auspuff stinken, aber wenigstens nicht wegen zu mageren Gemisches zu heiß gehen und klemmen.

Soll ich einen Vergaser mit Beschleunigungspumpe kaufen?

Das ist vor allem eine Glaubensfrage. Aus Sicht des Autors ist die Beschleunigungspumpe entbehrlich. Bauartbedingt bringt sie nicht viel und erhöht vor allem den Verbrauch. Eine Pumpe nachträglich an eine vorhandene Vergaserkonstruktion zu fummeln und sie von der Bewegung der Düsennadel antreiben zu lassen, ist keine ingenieurwissenschaftliche Großtat, sondern eine dem Sparzwang geschuldete Verlegenheitslösung.

Eine seriös gestaltete Beschleunigungspumpe würde über eine ausreichende Größe verfügen, eine per Winkelhebel vom Gasschieber betätigte Pumpenmembran, ein Saugventil und ein Druckventil. Wie das aussehen und wie gut es funktionieren kann, zeigen beispielhaft die Motorradvergaser des Herstellers Dell'Orto.

Wie kann ich mich in knifflige Vergaserprobleme besser hineindenken?

Lesen Sie das Kapitel „Umgang mit Vergasern“ aus Carl Hertwecks Buch „*Besser machen - Arbeiten an Motorrädern*“. Das sind 83 Seiten, auf denen keine Frage offen bleibt. Bücher von Hertweck sind ihr Geld unbedingt wert. „*Der Kupferwurm*“ und „*Besser machen*“ richteten sich zwar an Motorradfahrer, der Doppelband ist aber auch für Isettafahrer gut zu gebrauchen, weil die Motorräder, Roller

und Mobile der 50er Jahre sich ähnliche Technik (Motor, Vergaser, Elektrik) teilten. Das Buch ist im Literaturverzeichnis des ersten Bandes aufgeführt.

Ich beobachte Patschen in den Luftfilter und Leistungsverlust. Was tun?

Beides hat oft nicht nur mit dem Vergaser zu tun. Es tritt auch auf, wenn sich nach und nach der Unterbrecher abnutzt und die Zündeneinstellung verändert. Prüfen Sie darum auch Zündzeitpunkt, Unterbrecherkontakte, Fliehkraftversteller, Zündspule, Kondensator, Zündkerze, Hochspannungskabel und Kerzenstecker. Und, nicht zu vergessen, das Ventilspiel.

Mit welcher Nadelposition beginne ich die Regulierung des Vergasers?

Die Düsenadel sollte in der zweiten Raste sitzen, also nicht in der allertiefsten, sondern in der zweittiefsten Position.

Auf welche Teile des Vergasers sollte ich besonders achten?

Es ist nie verkehrt, folgende Neuteile eingebaut zu haben:

Ein neuer Gasschieber, der ohne fühlbares Wackelspiel ins Vergasergehäuse passt, damit zwischen Vergaserschieber und Gehäuse keine Falschlucht von oben her eindringen und das Gemisch abmagern kann. Für sehr stark ausgeklapperte Gehäuse gibt es Übermaßschieber. Bevor sie passen, muss das Gehäuse auf einer Dreh- oder Fräsmaschine ausgedreht werden. Dieser Aufwand ist nur bei sehr kranken Patienten nötig. Meist genügt ein neuer Schieber mit Originalmaß ("Nullmaß").

Neue Druckfeder (Rückholfeder) für den Gasschieber. Neue Düsenadel, neuer Clip dazu und neue Nadeldüse gemäß

Bestückungsliste. Neue Gummischeibe für das Startanfettungskölbchen.

Wenn dann noch ein paar Euronen im Börserl übrig sind: Neuer Schwimmer (nicht billig, aber sinnvoll) und neue Schwimmernadel. Und vor allem ein seitlich am Schwimmergehäuse angebrachter Filter mit Glasbecher.

Der Motor fällt nicht rasch genug auf Leerlaufdrehzahl zurück. Was tun?

Beobachtungen: Der Motor fällt beim Gaswegnehmen nicht in den Leerlauf zurück, sondern läuft noch eine ganze Weile mit erhöhter Drehzahl, um erst dann langsam auf Leerlaufdrehzahl zurückzugehen.

Durch kurzes Ziehen des Choke geht der Motor auf normale Leerlaufdrehzahl zurück. Lässt man bei eingelegtem Gang die Kupplung leicht kommen, ohne Gas zu geben, fällt der Motor ebenfalls auf Leerlaufdrehzahl zurück.

Diagnose: Ist der Vergaser genügend warm, wird von oben her am verschlissenen Gasschieber vorbei Falschlufft in den Ansaugstrom gesaugt, ohne Kraftstoff aus dem Düsenstock mitnehmen zu können. Die zusätzliche Luft magert das Gemisch ab. Dadurch erhöht sich die Drehzahl. Ursache ist ein verschlissener Vergaserschieber.

Abhilfe 1: Eine neue Druckfeder einbauen, die den Gasschieber zuverlässig nach unten drückt.

Abhilfe 2: Den Gasschieber erneuern. Erforderlichenfalls das Vergasergehäuse ausbuchsen auf Originalmaß. Alternative: Das Gehäuse ausdrehen und einen Übermaßschieber verwenden.

Eine weitere Ursache des Phänomens können hängenbleibende Fliehkewichte des Zündverstellers sein.

Nicht selten erlahmen die Rückzugfedern für die Fliehkewichte, so dass der Fliehkraftzündversteller (lesen Sie hierzu das ihm gewidmete [Kapitel 3.2.11](#)) bereits bei zu niedriger Drehzahl nach *früh* verstellt. Oder die Federn sind zwar nicht erlahmt, aber irgendein Künstler hat daran herumgepfuscht und ihre Vorspannung verringert. Jede Feder hat eine einstellbare, mit Schraubensicherungslack versehene Aufhängelasche, von der unberufene Finger fernzuhalten sind.

Oder zwischen der Nocke des Fliehkraftreglers und seiner Nabe hat sich Rost gebildet und / oder es mangelt dort an Schmierfett, so dass die Nocke sich auf der Nabe zu schwergängig dreht und beim Gaswegnehmen nicht ungehindert an ihren Spätanschlag zurückfedern kann. In allen drei Fällen ist die Folge, dass ein zu früher Zündzeitpunkt zur Drehzahlerhöhung bzw. zum verzögerten Abfallen der Drehzahl führt.

Die Sollwerte des Zündzeitpunkts über der Drehzahl sind:

Grundeinstellung 7° vor OT bei Drehzahl Null bis 1700 U/min.

Von dort Verstellung nach früh um

4 bis 6° bei 1700 bis 2200 U/min,

14 bis 16° bei 2300 bis 2700 U/min,

24 bis 26° bei 3000 bis 3400 U/min,

33 bis 36° = gesamte Frühzündungsverstellung bei 4000 U/min und darüber.

Der Zündzeitpunkt im Frühanschlag soll also zwischen $33^\circ + 7^\circ = 40^\circ$ und $36^\circ + 7^\circ = 43^\circ$ vor OT liegen.

Wenn die Stroboskoplampe zum Anblitzen der Zündmarkierung eine Schließwinkelanzeige hat, stellt man den Kontaktabstand so ein, dass der Schließwinkel $200^\circ = 55\%$ beträgt.

Einen verfrühten Zündzeitpunkt beantwortet der Motor mit Drehzahlerhöhung. Daher Abhilfe 3: Die Nocke des Fliehkraftreglers abnehmen (hierzu den Sprengring entfernen), reinigen, auf Leichtgängigkeit prüfen und den Innendurchmesser der Nocke mit Wälzlagerfett (z.B. Bosch-Fett Ft1v26) neu schmieren. Die äußere Lauffläche der Nocke dünn mit Heißlagerfett (z.B. Bosch-Fett Ft1v4) bestreichen.

Was bewirkt die Leerlaufgemischregulierschraube, wie ist ihre Funktion?

Die Leerlaufgemischregulierschraube beeinflusst den Luftanteil im Kraftstoff-Luftgemisch für den unteren Drehzahlbereich. Herausdrehen der Schraube bewirkt einen höheren Luftanteil, das Gemisch wird dadurch magerer, also kraftstoffärmer. Hineindreihen bewirkt einen geringeren Luftanteil, das Gemisch wird fetter, kraftstoffreicher.

Wie stelle ich das Leerlaufgemisch ein?

Die optimale Gemischzusammensetzung beim Einstellen der Leerlaufgemischregulierschraube ist gefunden, wenn der betriebswarme Motor nicht mehr schneller wird.

Nehmen wir an, Hauptdüse und Leerlaufdüse haben die richtigen Größen. Die Düsennadel gehört zur Grundeinstellung in die zweite Stellung von unten (selten und nur ausnahmsweise in die dritte), die federnde Spange

ist also in die zweite Kerbe von oben zu klipsen. Die Federspange sitzt oft nicht besonders fest, so dass die Nadel durchaus seitlich wackeln kann. Sie wird ja unten in der Nadeldüse geführt. Die Federspange muss die Nadel also nur auf der richtigen Höhe halten. Die Nadel soll aber nicht in Auf- und Ab-Richtung wackeln. Tut sie das dennoch, erneuern Sie sowohl die Nadel als auch die Federspange.

Die Leerlaufgemischregulierschraube zur Grundeinstellung zunächst ganz hineinschrauben, sehr sacht, mit viel Gefühl. Nicht zu stark anziehen, damit keine Riefe in den Konus an der Spitze gedrückt wird. Dann eine Umdrehung herausschrauben und in dieser Stellung kontern. Dies ist nur eine provisorische Grundeinstellung, mit welcher der Motor anspringen und laufen sollte, wenn auch vielleicht etwas humpelig.

Die Schieberanschlagschraube (die mit der starken Druckfeder) so weit hineinschrauben, dass der Gasschieber gerade eben sichtbar von seinem unteren Anschlag angehoben wird, mehr nicht. Um dies sehen zu können, muss der Gummikrümmerschlauch, der zum Luftfilter führt, vom Vergaser entfernt sein.

Den Gummikrümmen wieder anbauen, dann den Motor starten und warmfahren. Falls der warme Motor zu langsam läuft, die Schieberanschlagschraube etwas weiter hineindrehen. Ist die Leerlaufdrehzahl normal, durch langsames Hin- und Herdrehen der Leerlaufgemischregulierschraube probieren, ob der Motor schneller wird.

Wird er schneller, die Schraube in dieser Stellung lassen und die Drehzahl durch geringfügiges Herausschrauben der Schieberanschlagschraube auf Normalniveau absenken. Erneut an der Leerlaufgemischregulierschraube langsam

hin- und herdrehen, jeweils etwa eine viertel bis eine halbe Umdrehung nach rechts und nach links. Immer ein paar Sekunden abwarten, damit der Motor Zeit hat, auf die geänderte Gemischzusammensetzung zu reagieren. Er antwortet mit Drehzahländerungen und entweder rundem oder unrundem Lauf. Die optimale Stellung ist gefunden, wenn der Motor nicht mehr schneller wird und rund, also gleichmäßig läuft, ohne Aussetzer.

Zusammenfassend: Zu hohe oder zu niedrige Drehzahl immer an der Schieberanschlagschraube korrigieren. Die Leerlaufgemischregulierschraube nur zum Suchen der Stellung verwenden, bei der der Motor seine Drehzahl nicht mehr erhöht und rund läuft. Die so gefundene Einstellung ist die mit der günstigsten Gemischzusammensetzung, also günstigstem Verhältnis von Kraftstoffanteil zu Luftanteil.

Zu mageres Gemisch beantworten die meisten Motoren (insbesondere Zweitakter) mit kraftlosem Hochdrehen, was man bestätigt finden kann, wenn ein im Leerlauf vor sich hintuckender Motor bei versehentlich geschlossenem Benzinhahn noch mal kurz schneller wird, bevor er stehenbleibt, weil dann akuter Kraftstoffmangel, also sehr mageres Gemisch vorliegt. Als Eintrittsort für Nebenluft ist auch die Verbindungsstelle zwischen Vergaser und Alu-Krümmen verdächtig, weil mitunter der Vergaserflansch verzogen ist. Zwischen Vergaser und Alukrümmen gehört eine Dichtung aus dünnem, gesicktem Weichaluminiumblech.

Hat der Gasschieber infolge Verschleiß nennenswertes Spiel im Vergasergehäuse, kann bei genügend warmem Vergaser von oben her Falschluf am Gasschieber vorbei in den Ansaugstrom gesaugt werden. Dieser Luftanteil nimmt keinen Kraftstoff aus dem Düsenstock mit. Dadurch erhöht sich die Drehzahl. Es wirkt wie Kraftstoffmangel, ist aber

Luftüberschuss. In einem solchen Fall leisten Sie sich einen neuen Gasschieber.

Was kann ich tun, wenn der Vergaserflansch nicht mehr gerade ist?

Prüfen Sie mit einem Haarlineal oder notfalls mit der Kante eines geraden Stückes Flachstahl, ob der Flansch des Vergasers plan ist und ob die Verbindung zum Alukrümmmer dicht ist. Sie können auch bei laufendem Motor eine geringe Menge *Start-Pilot* oder Bremsenreiniger auf den Flansch sprühen: Wenn der Motor dadurch schneller wird, ist der Flansch undicht.

Sollte sich der Vergaserflansch als krumm erweisen, was nicht selten vorkommt, schleifen Sie ihn auf einem Bogen Schmirgelleinen plan, das Sie auf eine ebene Stahlplatte oder notfalls auf eine Glasplatte legen. Die Unterlage muss gut eben sein. Beim Schleifen genügend fest andrücken. Dabei konzentriert arbeiten, nicht wackeln, nicht kippen, so dass die Flanschfläche eben wird. Zwischendurch immer wieder kontrollieren, ob noch dunkle Stellen an der Flanschfläche zu sehen sind. Wo die Fläche dunkel ist, muss noch Material abgetragen werden.

Nach dem Schleifen, wenn die Fläche durchgehend hell ist, alles sorgfältig von Schleifstaub reinigen. In das Vergaserinnere darf kein Schleifstaub gelangen, darum zweckmäßig vorher das Vergasergehäuse mit einem Lappen ausstopfen.

Kraftstoffniveau

Im Vergaser-Sonderheft des Isetta-Clubs wird ein Kraftstoffspiegel von etwa 2 bis 3 mm unter den Düsenmündungen genannt. Ist das Bezugsmaß die Oberkante oder die Unterkante der Düsenmündung?

Gemeint ist: 2 bis 3 mm unter der Oberkante der Düse.

Gibt es eine Niveauangabe von der Oberseite der Schwimmerkammer?



In den Unterlagen von BMW oder Bing gibt es dazu keine Zahl. Wenn Sie bei intaktem Schwimmer und einwandfrei dichtender Nadel den Abstand des Kraftstoffniveaus von der Oberkante messen, finden Sie etwa 18 mm, wie das Bild es zeigt. Ganz links an der Innenwand der Schwimmerkammer auf der Seite, wo rechts daneben „7 Gr.“ auf dem Schwimmer steht, befindet sich ein Überlaufloch. Dort hindurch läuft der Sprit ins Freie, falls die Schwimmernadel den Zulauf nicht mehr richtig absperren kann und der Pegel zu hoch steigt. Das geschieht, sobald ein aus dem Tank stammender Schmutz- oder Rostkrümel bis zum Nadelventil geschwemmt worden ist. Um dem vorzubeugen, leisten Sie sich einen an der Schwimmerkammer angebauten Filter mit Schauglas. Bauen Sie keinen Billigfilter in den Zulaufschlauch ein, denn infolge des geringen Gefälles zwischen Tank und Vergaser behindern solche Filter häufig den Kraftstoffzulauf.

Soviel zum Vergaser. Damit das in ihm aufbereitete Gemisch aus wenig Benzin und viel Luft ordentliche Arbeit im Zylinder leisten kann, sind perfekt dicht schließende Ventile

unabdingbar. Worauf bei der Erneuerung von Ventilen und Ventilführungen zu achten ist und wie Ventilsitze fluch(t)end zur Ventilführung bearbeitet werden, schauen wir uns jetzt an.

¹ <https://de.wikipedia.org/wiki/Zinkpest>

² Bei Zinkdruckgussvergassern aus den 1940er Jahren ist sie dagegen relativ häufig zu finden.

³ Damit ist der halbe Innendurchmesser des Rohres gemeint.

⁴ Die Verhältnisse turbulenter Strömungen werden u. a. mit den Gleichungen von Blasius, Nikuradse und Prandtl-Colebrook beschrieben.

⁵ Bei der Justage von Düsenmessdornen zur pneumatischen Längenmessung an eng tolerierten Werkstücken verfährt man ähnlich. Da wird nicht die Düsenbohrung aufgerieben, sondern die Fase vergrößert.

3.1.2 Ventilsitzbearbeitung an BMW Isetta, 600 und 700

Sitzen sie gut?

*Wat is e Ventil? Da stelle mer uns wieder janz dumm.
E Ventil is, wo wat erein jeht, aber sein Lebjottstag nix
erauskömmt.*

Du, wat schreibs du da? Zeich dat emal her!

Professor Bömmel in Heinrich Spoerls
Feuerzangenbowle, 1933

Im Wettbewerb der höchstbelasteten Motorenteile unserer luftgekühlten BMW-Kleinwagen streiten sich Auslassventil und Kolbenbolzen um den ersten Platz. Da mehr Auslassventile versagen als Kolbenbolzen, ist das Rennen klar entschieden.

Sitzen sie gut? Nein, nicht Sie persönlich, sondern die Ventile in Ihrem Isettamotor. Die müssen bei jedem Schließen auf ihren Sitzen richtig Platz nehmen, wenn die Freude am Fahren nicht plötzlich mit einem garstigen Geräusch zu Ende gehen soll. Falls doch einmal ein Ventil abreißt, ist nach dem ersten Schreck eine fachgerechte Instandsetzung des Zylinderkopfes angesagt – wenn er denn nach einem derart fatalen Ereignis noch zu retten ist. Auch bei einer aus weniger zwingendem Grund fälligen Motorrevision ist es ratsam, dem Zylinderkopf und hier speziell den Ventilfehrungen wie auch den Ventilsitzen Aufmerksamkeit zu widmen.