

Meilensteine der Motorrad-Geschichte aus fünf Jahrzehnten, seziert und fotografiert von **Jürgen Gassebner**. Technische Leckerbissen, versehen mit detaillierten technischen Beschreibungen der verschiedensten Baumuster und -formen, die wichtige Impulse für den modernen Motorradbau gaben. Das gilt für die Motorräder auf öffentlichen Straßen ebenso wie für die Rennmaschinen, die ihrerseits nicht selten zu Schrittmachern für den Serienbau wurden. Der Bogen von mehr als 20 ausgewählten Motorrad-Motoren reicht dabei vom Renn-Einzyylinder der AJS 7R aus den 50er-Jahren über Zweitakt-Drei- und Viertakt-Vierzylinder aus den 70ern bis hin zu modernen Konstruktionen der heutigen Zeit. Hondas erster Großserien-Viertakter aus der XL 250 Motosport ist ebenso vertreten wie etwa der legendäre 170-Grad-Königswellen-Boxer der FM 1000, den Werner Fallert auf BMW-Basis für den Rennsport schuf. Selbstverständlich ist die fundierte Beschreibung, vielfach gepaart mit eigenen Fahreindrücken der Maschinen, nur ein Punkt, der diesen Titel zu einem Muss für Technik-Fans macht. Motorrad-Technik pur versprühen auch die zahlreichen, exzellenten Aufnahmen, die das motorische Innenleben oder auch die kompletten wie teilweise zerlegten Motorräder zeigen.

Kurzum, dieser Titel verrät viel über den Bau von Motorrad-Motoren und den Fortschritt in der Motorrad-Technik in den vergangenen Jahrzehnten.

**Motor
buch
Verlag**

ISBN 3-613-02546-9
ISBN 978-3-613-02546-2



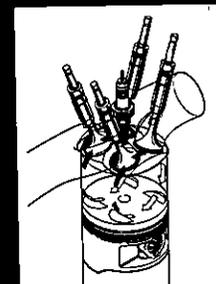
**Motor
buch
Verlag**

Motorrad-Motoren im Detail

Jürgen Gassebner

Motorrad-Motoren im Detail

Jürgen Gassebner



**Motor
buch
Verlag**

Jürgen Gassebner

MOTORRAD- MOTOREN IM DETAIL

**Motor
buch
Verlag**

Einbandgestaltung: Luis Santos

Titelbilder: Gaßebner

Bildnachweis: Gaßebner (274), Motorbuch-Verlag (17), Werk (69)

Eine Haftung des Autors oder des Verlages und seiner Beauftragten für Personen-, Sach- und Vermögensschäden ist ausgeschlossen.

ISBN 3-613-02546-96
ISBN 978-3-613-02546-2

1. Auflage 2005

Copyright © by Motorbuch Verlag, Postfach 10 37 43, 70032 Stuttgart
Ein Unternehmen der Paul Pietsch Verlage GmbH + Co

Sie finden uns im Internet unter:
www.motorbuch-verlag.de

Nachdruck, auch einzelner Teile, ist verboten. Das Urheberrecht und sämtliche weiteren Rechte sind dem Verlag vorbehalten. Übersetzung, Speicherung, Vervielfältigung und Verbreitung einschließlich Übernahme auf elektronische Datenträger wie CD-ROM, Bildplatte usw. sowie Einspeicherung in elektronische Medien wie Bildschirmtext, Internet usw. sind ohne vorherige schriftliche Genehmigung des Verlages unzulässig und strafbar.

Lektorat: Joachim Kuch
Innengestaltung: TEBITRON GmbH, 70839 Gerlingen
Druck/Bindung: Rung-Druck, 73033 Göppingen
Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

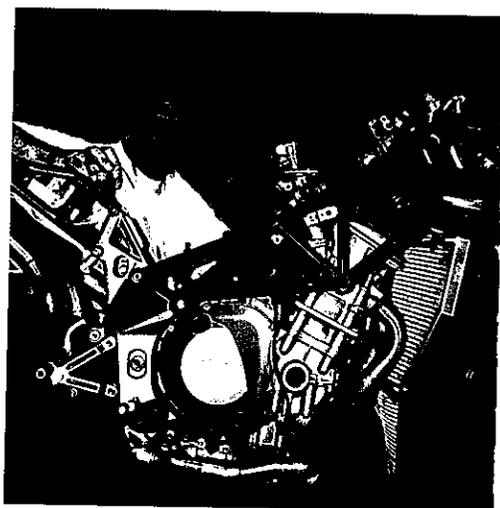
Vorwort	6	■ Honda CB 750/Eckert-Honda CB 750-Motor Ein wahrer Meilenstein	123
Theoretische Grundlagen	8	■ Honda RCB-Motor von Roland Eckert Vier gewinnt	132
Der Zweitakt-Motor	8	■ Honda RS 750 R-Motor von Roland Eckert Die Granate	140
Der Wankel-Motor	11	■ Honda VFR 750 R RC30-/ Eckert-VFR 836 R RC30-Motor Sportsfreunde	150
Der Viertakt-Motor	12	■ Honda-Ovalkolben-Motoren NR 500/NR 750 R/ NR 750 Bilder aus der Wissenschaft	166
■ Der Einfluss der Einlasssteuerzeit	13	■ Honda RVF 750 R RC45-Motor Höchste Entwicklungsstufe	180
■ Der Zündzeitpunkt	14	■ Kawasaki H1R-Motor Fulminanter Drilling	189
■ Die Überschneidungsphase	15	■ Kawasaki KZ 1000 R-S1-Motor von Eddie Lawson Captain America	194
■ Leistungsbestimmende Faktoren	15	■ König-Gespann-Boxer von Rolf Steinhausen Heute ein König	202
■ Der Viertakter als optimaler Kompromiss	16	■ Laverda 750 SFC Elettronica-Motor Herzstück aus Breganze	212
Entwicklung und Tuning	19	■ MV Agusta F4 1000 Tamburini-/ F4 1000 World Superbike-Motor Potenza Massimo	223
■ Leistungsmessung	19	■ Suzuki GSX-R 750 SRAD Superbike-Werksmotor Vorsicht, bissig!	238
■ Tuning von Viertakt-Motoren	22	■ Swissauto 500 Grand Prix-Motor Schweizer Fräse	246
■ Aufladung und Lachgas-Einspritzung ..	33		
■ Messtechnik	39		
Motorrad-Motoren im Detail ...	41		
■ AJS 7R-Motor Potenter Single	41		
■ BMR-Suzuki-Motor Schlaukopf	46		
■ BMW K 1200 S-Motor Die Stärkste aus Bayern	55		
■ Ducati 999R-Motor Erfolgsgarant	67		
■ Ducati Desmosedici GP 03/RR-Motor Drive by Fire	75		
■ Fallert FM 1000-Königswellen-Boxer Königs-Boxer	84		
■ Harley-Davidson V-Rod-Motor Porsche macht's möglich	96		
■ Honda XL 250 Motosport-Motor Sportförderung	102		
■ Honda CB 350 Four-Motor Schöne Bescherung	113		
		Stichwortverzeichnis	255

Vorwort

Motorrad – ein Wort, das wir uns getrost auf der Zunge zergehen lassen dürfen. Denn neben dem großen emotionalen Erlebnis, dem Spaß und der Leidenschaft, die ein Motorrad im Fahrbetrieb vermittelt, steht das Wort Motorrad doch vor allem für eins – zwei Räder und den Motor dazwischen. Bei keinem anderen Fahrzeug legen Entwickler, Marktstrategen und letztlich die Kunden mehr Wert auf die Antriebseinheit. Ein Motorrad-Motor muss neben banalen Daten wie Leistung und Drehmoment noch wesentlich mehr Faktoren aufweisen als etwa der Antrieb eines Automobils, eines Flugzeugs oder eines Schiffs.

Im Rennsport etwa tritt die optische Gestaltung – ein bei unverkleideten Serien-Motorrädern extrem wichtiges Attribut – zu Gunsten höchster Leistung bei geringst möglichem Gewicht in den Hintergrund. Wert auf Dauer-Haltbarkeit wird hier ebenfalls nicht gelegt, sondern alles wird konstruktiv dem einen Ziel untergeordnet: Rennen zu gewinnen.

Ganz anders sieht es bei den Motoren von Serien-Motorrädern aus. Hier stehen vor allem konkurrenzfähige Leistungsdaten im Feld der Mitbewerber bei problemloser Alltagstauglichkeit und attraktivem Äußeren im Vordergrund. Vorgaben, die die Hersteller jedoch nicht davon abgehalten haben, Mitte der 80er-Jahre damit zu beginnen, supersportliche und sogar aus erfolgreichen Rennmaschinen heraus entwickelte Supersport-Motorräder zu bauen. Bis zum heutigen Zeitpunkt hat die technische Entwicklung gerade in diesem Segment zu immer stärkeren, schnelleren und leichteren Motorrädern und damit auch Motor-Konstruktionen geführt, die sogar das Potenzial für hochprofessionellen Rennsport besitzen. Die Superbike-Weltmeisterschaft und die nationalen Superbike-Rennserien sind der Beleg.



■ **Der Autor: Jürgen Gassebner nahm für dieses Buch über 20, darunter einige Werksmotoren, unter die Lupe.**

Für dieses Buch habe ich 22 Motoren beispielhaft für bestimmte Epochen des Serien- und Rennmaschinenbaus seziert, fotografiert und im Kontext mit dem dazu gehörigen Motorrad beschrieben. Ziel war es, keine simple technische Abhandlung über diese Motoren zu verfassen – das leisten die technischen Handbücher der Hersteller besser –, sondern die jeweiligen Antriebe sofern möglich auch im Fahrbetrieb zu beurteilen und darüber hinaus auf ihre technischen Besonderheiten einzugehen.

So reicht die Palette etwa vom legendären Einzylinder-Rennmotor der 50er-Jahre, dem AJS 7R-Single über so aufwändige Konstruktionen wie den BMR-Suzuki-Einzylinder mit Apfelbeck-Zylinderkopf oder die Ovale-Honda NR 500 und NR 750 bis hin zu aktuellen High-end-Konstruktionen vom Schlage einer MV Agusta F4 1000 World Superbike oder einer Ducati Desmosedici aus der MotoGP-Serie.

Bei der Erstellung dieses Titels haben mich zahlreiche Personen unterstützt, denen ich auf diesem Wege herzlich danken möchte:

Rupert Baidl / BMR
Willi Balz / Natenco GmbH
Claudio Castiglioni / MV Agusta
Alan Cathcart
Corrado Cecchinelli / Ducati Corse
Paolo Ciabatti / Ducati Corse
Roland Eckert / Eckert Präzisionsteile
Werner und Christian Fallert / Fallert Motors
Carl Fogarty
Andrea Goggi / MV Agusta
Ulrich Kolb
Thomas Kultruf / Ducati Deutschland
Andreas Meklau / Meklau Racing
Syuhei Nakamoto / HRC Honda
Racing Corporation
Bert Poensgen / Suzuki International Europe
Katja Poensgen
Patrick Porten / MV Agusta Deutschland
Charly Putz / Ducati Corse
Wolfgang Rohde
Michael Schäfer / Suzuki / Yoshimura
Andreas Seiler / Kawasaki

Herbert Stauch / Honda-Händler
Rolf und Jörg Steinhausen /
Steinhausen Racing
Jürgen Stoffregen / BMW
Manfred Ströhle / Ströhle Modellbau
Julian Thomas / Ducati Corse
Dr. Robin Tuluie / Renault-F1
Urs Wenger / Wenko AG
Klaus Wilkniß / Honda Motor Europe North

Ob Ein-, Zwei-, Drei- oder Vierzylinder, ob V-, Boxer- oder Reihen-Motor, ob Zwei- oder Viertakter, ob wasser- oder luftgekühlt – der Fan besonderer und bedeutender Motorrad-Motoren wird hier hoffentlich fündig werden.

In diesem Sinne viel Spaß beim Studieren wünscht Ihnen
Ihr
Jürgen Gassebner / www.jgassebner.de

Stuttgart, im September 2005



■ **Beispielhaft: Wie unterschiedlich das 90°-V4-Konzept interpretiert werden kann, zeigen Honda NR 750 und Ducati Desmosedici, zwei der Highlights in diesem Buch.**

Theoretische Grundlagen

Der Zweitakt-Motor

Für viele unter uns ist er nach wie vor der Traum eines Fahrzeugantriebs – der Zweitakter. Im Grunde lediglich drei bewegte Teile – nämlich Pleuel, Pleuel und Pleuel – weisen ihn als höchst simple Konstruktion aus. Diese jedoch hat es in sich. Wir erinnern uns noch gut an die Zeit Anfang und Mitte der 70er-Jahre, als der Zweitakter in Gestalt von Yamaha, Kawasaki, dann Suzuki und zahlreichen anderen Herstellern im Motorrad-Rennsport dem Viertakter den Garaus machte. Die Erklärung dafür ist im Grunde sehr einfach. Schließlich benötigt der Viertakter für einen Arbeitstakt zwei, der Zweitakter aber nur eine Pleuelumdrehung. Rein theoretisch müsste der Viertakter also doppelt so hoch drehen, um die Leistung des Zweitakters zu erreichen. Erstens tat er das in der Praxis aber nie und zweitens hindern ihn auch noch die zahlreichen bewegten Teile wie Pleuelwellen und die dazugehörigen Steuerstirnräder oder Steuerketten daran, dieselbe Leistung zu erreichen. Lediglich in punkto Pleuelverluste hat der Viertakter mit seinen „programmgemäß“ öffnenden und schließenden Ventilen die Nase vorne und verhindert damit Leistungseinbußen. Der Zweitakter hingegen leidet gerade unter diesen Pleuelverlusten. Befindet sich der Pleuel in der Aufwärtsbewegung, gibt er, je näher er dem oberen Pleuelpunkt und damit dem Zeitpunkt der Entzündung des in der Pleuelung begriffenen Gemisches kommt, mit seiner Pleuelunterkante mehr und mehr das Fenster des Einlasskanals in der Pleuelauflaufbahn frei. So zumindest bei schlitzzesteuerten Zweitaktmotoren sowie Zweitakt-Motoren, deren Membraneinlässe nicht direkt ins Pleuelgehäuse münden.

Beim Pleueldreheschieber hingegen erfolgt die Öffnung des Einlasskanals durch eine auf der Pleuelwelle rotierende Scheibe mit einem entsprechenden Öffnungsausschnitt.

Bei geöffnetem Einlassfenster sorgt der im Pleuelgehäuse herrschende und durch die Aufwärtsbewegung des Pleuels zunehmende Unterdruck für rasches Einströmen des Frischgases ins Pleuelhaus.

Nach erfolgtem Pleuelvorgang im Bereich des oberen Pleuelpunktes gelangt der Pleuel wieder abwärts und gibt mit seiner Oberkante dann zunächst den Auslasskanal frei, in den verbranntes Gas, aber auch ein Frischgasanteil ins Pleuelsystem strömt. Dort herrscht gegenwärtig Unterdruck, und so erfolgt die Pleuelentleerung erfreulich schnell. Es wird „gespült“.

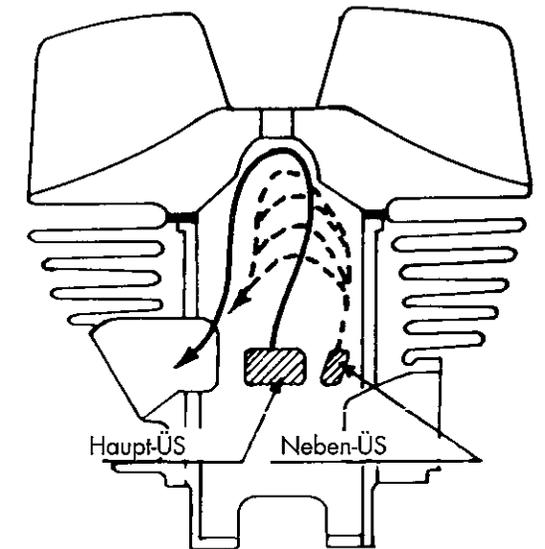
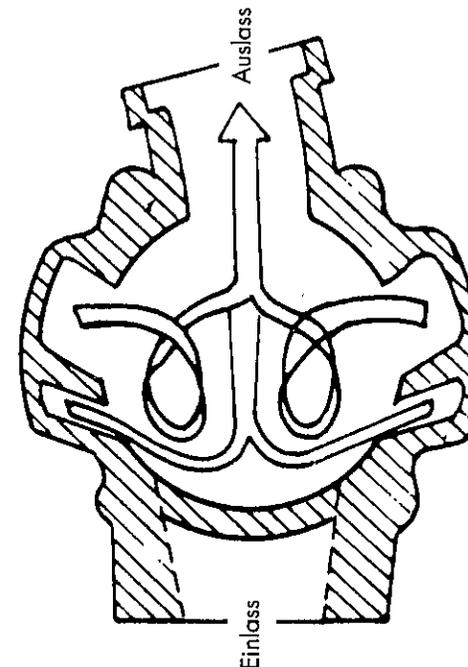
Während sich der Pleuel weiter abwärts bewegt, beginnt er das im Pleuelhaus vorhandene Frischgas vor zu verdichten und es durch die Überströmkanäle, nach oben in den Pleuel zu drücken. Dieser Vorgang ist etwa im Bereich des unteren Pleuelpunktes abgeschlossen. Während sich der Pleuel noch in der Abwärtsbewegung befindet, wird im Pleuel die dort herrschende Gasschwingung reflektiert und spült Reste unverbrannten Gases in den Pleuel zurück. Diese vorhandene Gasmenge im Pleuel steht nun einem weiteren Pleuel- und Pleuelvorgang zur Verfügung.

Bereits anhand der kurzen, schematischen Beschreibung wird deutlich, worin die Probleme des Zweitakters bestehen. Insbesondere die Druck- und Schwingungsverhältnisse im Pleuel beeinflussen seine Leistung immens. Da näherungsweise am Ende des Ansaugtaktes der atmosphärische Umgebungsdruck im Pleuel herrscht, spricht man beim Otto-Zwei-

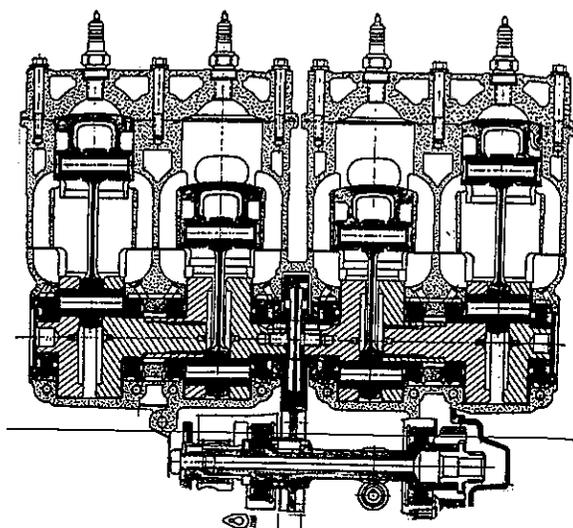
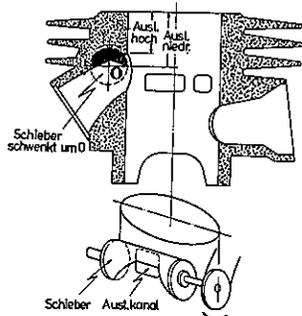
taktmotor von einer so genannten Qualitätsregelung, bei der über die Drosselklappe des Einlasstraktes nur das Verhältnis von Gemisch zu Restabgas im Pleuel angepasst wird. Im Pleuelbereich führt der hohe Anteil von Abgasen im Pleuel jedoch zu einer schlechten Pleuelgüte und damit hohen CO- und CH-Gehalten. Diese hohen Kohlenmonoxid- und Kohlenwasserstoffanteile ergeben sich auch aus der Tatsache, dass beim Zweitaktmotor die so genannte Pleuelverschmierung zum Einsatz kommt, bei der stets Pleuelöl mit verbrannt wird. Die Strömungsverhältnisse sind mit hohem Wirkungsgrad und guten Abgas-

werten im Grunde nur für einen Pleuelpunkt gezielt abstimmbare. Der übrige Bereich stellt abstimmtchnisch einen in der Regel schlechten Kompromiss dar. Während Viertaktmotoren Pleuelgrade von 70 bis 95 % erzielen, erreichen Zweitaktmotoren lediglich 50 bis 75 %.

Doch der simple Aufbau des Zweitaktmotors bietet Vorteile. Er ist pleuelfreundlicher und verfügt über wesentlich geringere bewegte Massen als ein Viertaktmotor. Daraus resultiert unter anderem ein geringerer Drehimpuls, was vor allem bei Pleuelmaschinen interessant ist, die dadurch beim Handling profitieren.



■ Der Swirl: Quer- und Längsschnitt durch einen Zweitaktzylinder mit zwei Haupt-Überströmkanälen sowie zwei Zusatz-Überströmern. Das von den Haupt-Überströmern eingeleitete Frischgas kehrt seinen Weg im Pleuelraum um und erzeugt eine effektive Verwirbelung, den Swirl.



■ Moderne Zweitakter wiesen ab Ende der 70er Jahre ein Auslasssystem zum Gewinn von Leistung und Drehmoment bei niedrigen Drehzahlen auf.

■ Zweitakt-Reihenmotoren (hier Yamaha TZ 750) waren mit ihrer durch die Überströmer bedingten Baubreite im Prinzip wenig geeignet.

Arbeitsprinzip

**Kolben-
oberseite**

1. Takt

Durch die Überströmkanäle strömt vorverdichtetes Frischgas in den Brennraum. Zusammen mit dem im Auspuffsystem herrschenden Unterdruck werden die Rest-Abgase entsorgt. In der Aufwärtsbewegung werden erst die Überströmer, dann der Auslasskanal geschlossen.

**Kolben-
unterseite**

In der Aufwärtsbewegung entsteht, unterhalb des Kolbens ein kräftiger Unterdruck, der bei Freigabe des Einlasskanals Frischgas ins Kurbelgehäuse saugt.

2. Takt

Kurz vor dem oberen Totpunkt wird das Gemisch entzündet. Die sich ausdehnenden Abgase üben eine Kraft auf den Kolben aus und drücken ihn nach unten. In der Abwärtsphase wird vom Kolben nun der Auslasskanal geöffnet, bevor die Überströmer wieder freigegeben werden.

Der sich abwärts bewegende Kolben verschließt mit dem Kolbenhemd den Einlasskanal. Das im Kurbelhaus befindliche Frischgas wird vorverdichtet.

Der Wankel-Motor

Beim Hubkolbenmotor werden viele Teile (z.B. Kolben, Pleuelstange, Ventile, Ventilstangen) in kurzer Folge immens beschleunigt und wieder abgebremst. Durch die entstehenden Beschleunigungskräfte ergeben sich Grenzen, die die Drehzahl des Motors einschränken. Diesen Mangel versuchte man zu beheben, indem man die Kraft nicht auf ein schwingendes, sondern auf ein drehendes System wirken lässt. Hubkolbenmotoren haben einen entscheidenden Nachteil: Der Kolben wird laufend auf einen Affenzahn beschleunigt, um dann auf Null abgebremst zu werden und in anderer Richtung wieder beschleunigt zu werden. Dies ist natürlich ineffektiv, kostet Energie und beansprucht sämtliche Bauteile.

Was liegt da näher als einen Motor zu konstruieren, dessen Kolben eine kreisförmige Bewegung macht und nicht abgebremst werden muss!

Bereits 1636 hat der Deutsche Pappenheim eine Drehkolbenpumpe entworfen, die etwa 150 Jahre später in Watts Dampfmaschinen erstmals zur praktischen Anwendung kam, ihre Probleme aber immer bei der Dichtung hatte.

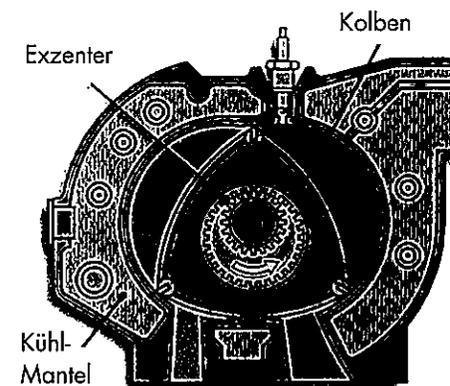
Felix Wankel (1902–1988) brachte schliesslich die Wende. Er beschäftigte sich ab 1924 mit den Drehkolbenmaschinen. Ihm gelang es schliesslich, die schwersten Dichtungsprobleme zu lösen und auch die Frage der besten Form zu beantworten. Die Firma NSU setzte sich am meisten für Wankels Motor ein, und schliesslich wurde 1967 der erste Serienwagen, der NSU Ro 80, produziert.

Der Kolben des Wankelmotors macht eine fast kreisförmige Bewegung und wird deshalb auch als Kreiskolbenmotor oder Rotationsmotor bezeichnet.

Der Motor besteht aus drei Kammern, eine Exenterwelle übernimmt die Aufgabe einer Kurbelwelle. In jeder Kammer wird nacheinander ein Arbeitsablauf nach der Viertaktarbeits-

weise Ansaugen, Verdichten, Arbeiten und Ausstoßen durchgeführt. Die Kolbenbewegung sorgt dabei für die entsprechende Vergrößerung/Verkleinerung der Kammern. Der Gaswechsel erfolgt nicht über Ventile, sondern über Ein/Auslasskanäle. Die Zündung wird durch eine Zündkerze eingeleitet.

Der auf der Exzenterwelle geführte Läufer mit drei Kanten und leicht nach außen gewölbten Flanken läuft im Gehäuse auf einer Bahn, so dass jede seiner Kanten über eine Dichtleiste Kontakt zur Gehäusewandung hat. Auf eine Umdrehung der Welle kommt dabei nur 1/3-Umdrehung des Läufers. Durch die vom Läufer beschriebene Bahn und die Gestaltung des Gehäuses werden pro Umdrehung des Läufers an jeder Flanke die Räume zwischen Läufer und Gehäuse vergrößert oder verkleinert. Während an einer Flanke angesaugt wird, erfolgt bei der nächsten der Verdichtungs-, Arbeits- und Auspufftakt. Den Vorteilen eines günstigen Leistungsgewichts bei nahezu völliger Vibrationsfreiheit, sehr hohen möglichen Drehzahlen und die Unempfindlichkeit gegenüber der Kraftstoffqualität stehen die Probleme der Abdichtung und der Verschleiß an den



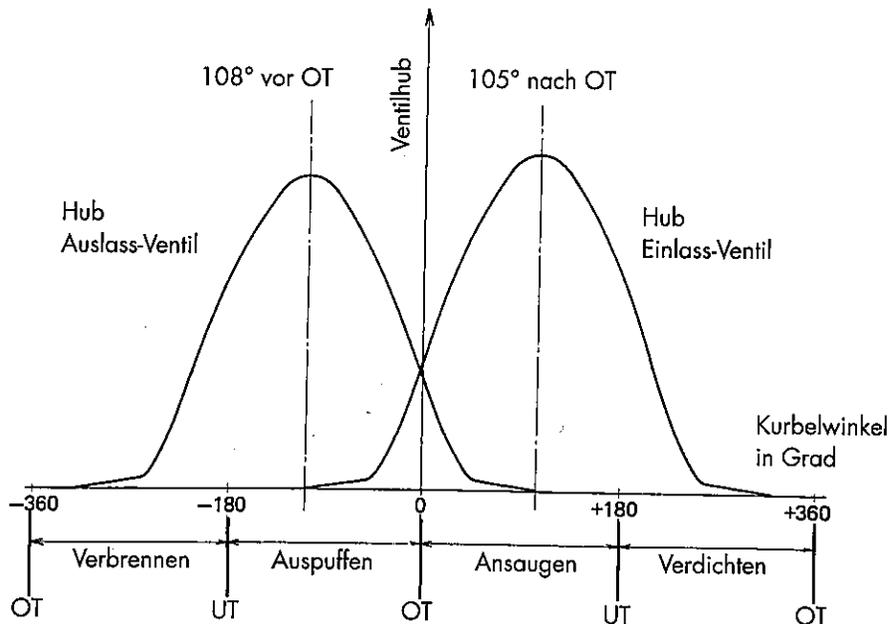
■ Schematischer Aufbau eines Wankel-Motors.

Dichtleisten sowie der lang gestreckte Brennraum mit hohen Verbrauchswerten und ungünstigem Abgasverhalten entgegen.

Der Viertakt-Motor

Der Viertaktmotor schöpft, wie andere Verbrennungskraftmaschinen, seine Leistung aus der Verbrennung fossiler Kraftstoffe wie zum Beispiel Benzin. Dabei wird ein bestimmtes Volumen des Benzin-Luftgemisches stark komprimiert und durch den Funken der Zündkerze zur Verbrennung gebracht. Die bei diesem Vorgang erzeugte Volumenvergrößerung und Ausdehnung des Gases bewirkt einen Verbrennungsdruck und damit eine Kraft, die auf den Kolben wirkt, und die er über das Pleuel auf die Kurbelwelle und von dort auf Kuppelung, Getriebe und Hinterrad überträgt.

■ Beispiel für eine Ventilerhebungskurve und die zugehörigen Arbeitstakte, zwischen 108° vor OT und 105° nach OT herrscht Ventü-Überschneidung.



Die vier Vorgänge, die dem Viertaktprinzip seinen Namen gegeben haben, gliedern sich wie folgt:

1. Takt: Ansaugen

Der Kolben bewegt sich vom oberen Totpunkt (OT) aus nach unten. Durch die Kolbenringe zur Zylinderwandung hin abgedichtet, ist er in der Lage, Frischgas anzusaugen, da das Einlassventil nun geöffnet ist.

2. Takt: Verdichten

Der Kolben durchläuft den unteren Totpunkt (UT), und das Einlassventil wird nun geschlossen. Da das angesaugte Volumen an Frischgas nicht entweichen kann, wird es durch den sich aufwärts bewegenden Kolben verdichtet.

3. Takt: Verbrennen

Das komprimierte Gas wird durch den elektrischen Funken der Zündkerze entzündet und

dehnt sich aus. Der so entstehende Druck bewirkt eine Kraft, die längs des Weges des sich nun wieder abwärts bewegenden Kolbens wirkt. Es wird also Arbeit im physikalischen Sinne verrichtet. Die Höhe dieser Arbeit hängt vom Volumen und der Verdichtung des Gases ab. Je öfter diese Arbeit verrichtet wird, desto höher ist die Leistung, denn physikalisch gilt:

Leistung = Arbeit pro Zeiteinheit:
($P = dW/dt$); [Nm/s]

4. Takt: Auspuffen

Nachdem sich das Gas ausgedehnt hat und seine Energie an den Kolben abgegeben hat, wird das Auslassventil geöffnet. Die unverbrannten Anteile des Gases entweichen nun in den Auslasskanal. Nachdem der Kolben den unteren Totpunkt passiert hat, schiebt er durch seine Aufwärtsbewegung die Restanteile des Gases in den Auspuff. Jetzt wiederholt sich der Vorgang beginnend mit dem Ansaugtakt.

Der Einfluss der Einlasssteuerzeit

Im Laufe der Zeit führte eine konsequente Optimierung dieser vier Schritte zu immer höheren Leistungen, die heute bei Saugmotoren bei über 200 PS, bei aufgeladenen Aggregaten sogar bei über 600 PS pro Liter Hubraum liegen. Besondere Bedeutung kommt in dieser fulminanten Entwicklung des Viertaktmotors der Erkenntnis der Techniker zu, dass Ansaug- und Auspufftakt nicht getrennt voneinander, sondern nur zusammen betrachtet werden können.

Der Grund liegt in der Trägheit des Frischgases. In der Anfangsphase der Viertaktentwicklung öffnete das Einlassventil erst, als der Kolben bereits in der Abwärtsbewegung war. Schnell erkannte man, dass es von Vorteil ist, das Einlassventil noch vor dem oberen Totpunkt zu öffnen, da das Gas träge ist und somit einige Zeit benötigt, um in den Zylinder beschleunigt zu werden.

Nochmals eine Rolle spielt die Trägheit des Frischgases bei Einlassschluss. Schloss man

das Einlassventil früher noch pünktlich im unteren Totpunkt, erkannte man rasch, dass das enorm schnelle Gas (bis 250 m/s oder 900 km/h) über eine sehr hohe Energie verfügt, die es nicht zu verschenken gilt. Man lässt das Einlassventil also genau solange geöffnet, bis ein energetisches Gleichgewicht des aufwärtsgehenden Kolbens und des einströmenden Gases herrscht. Erst wenn sich dieses Gleichgewicht einstellt, strömt kein Gas mehr ein und das Einlassventil kann geschlossen werden. Auf diese Weise vergrößerte sich die Zeit des Ansaugvorgangs (Einlasssteuerzeit) beträchtlich und damit das Volumen an zündfähigem Frischgas, was zwangsläufig zu mehr Leistung führte. Einleuchtend ist, dass dieses Gleichgewicht der beiden Energien von Faktoren wie Drehzahl, Temperatur und dem Lastzustand des Motors abhängt. Entsprechend verschieden können die Zeitpunkte sein, bei denen sich dieses Gleichgewicht einstellt. Als Konsequenz leiten sich folgende Faustregeln für die Einlasssteuerzeit ab:

Frühes Schließen des Einlassventils = Gutes Drehmoment und Erreichen des Leistungsmaximums bereits bei niedrigen Drehzahlen.

Spätes Einlassschließen = Geringes Drehmoment bei niedriger Drehzahl; Hohe Spitzenleistung und gutes Drehmoment bei hohen Drehzahlen.

Die Ingenieure in den Versuchsabteilungen der großen Hersteller haben diesen Umstand konstruktiv in Form der variablen Nockensteuerung umgesetzt. So verfügen beispielsweise moderne PKW-Motoren wie die des BMW 325 i und des Honda Prelude VTEC über solche Steuerungen, die die typischen Nachteile extremer Spitzenleistung kompensieren helfen. Im Motorradbau fand sich bislang lediglich Honda in der VFR dazu bereit, einen ähnlichen technischen Vorteil in großem Stil in den Serienbau einfließen zu lassen. Der Grund mag in den im Vergleich zum Automobilbau weitaus

Theoretische Grundlagen

geringeren Produktionszahlen liegen, die solch einen technischen Aufwand in der Preiskalkulation vermutlich nicht tragen würden.

Als Größenordnungen für die Einlasssteuerzeit gilt etwa folgendes:

Sportliche Straßenmotoren: Gesamtsteuerzeit

250 bis 270 Grad Kurbelwinkel

Rennmotoren: Gesamtsteuerzeit 260 bis 320 Grad Kurbelwinkel

Der Zündzeitpunkt

Ebenso wie der Ansaugvorgang unterliegt auch die Verbrennung des entzündeten Frischgases der Trägheit. Das heißt, dass eine gewisse Zeit vergeht, bis sie in Gang kommt. Entsprechend wird das Gemisch bereits vor dem oberen Totpunkt gezündet. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Flammfront beträgt 15 – 30 m/s. Die Bestimmung des Zündzeitpunktes hängt unter anderem von ihr, von der Drehzahl und von der Zylinderbohrung ab. Ein Rechenbeispiel verdeutlicht dies.

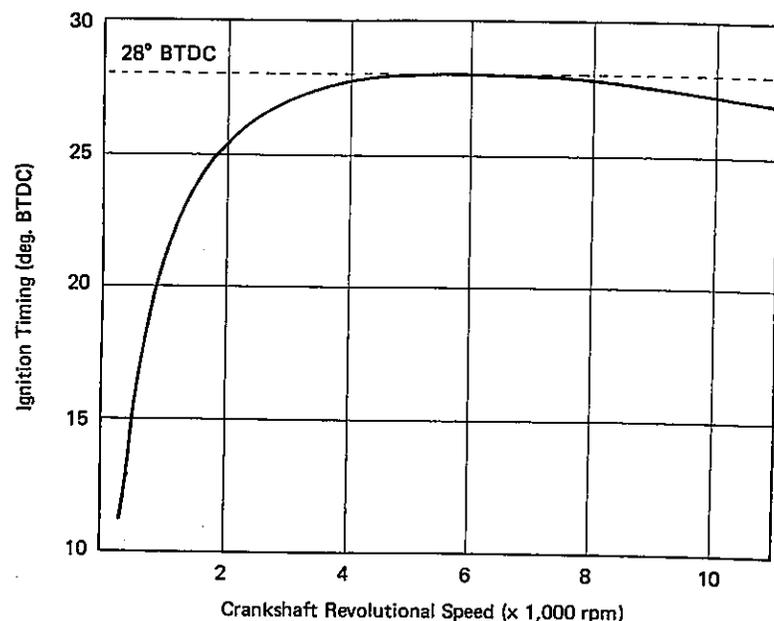
Der Eckert-Motor der Honda RS 750 R Replica mit 998 cm³ besitzt zum Beispiel eine Zylinderbohrung von 77 Millimetern und produziert seine Maximalleistung in der Rennversion bei etwa 10500/min. Dies bedeutet, dass sich die Flammfront über einen Weg von 39 Millimeter auszubreiten hat, da die Zündkerze zentral angeordnet ist. Für die dafür benötigte Zeit gilt folgendes:

$$\text{Verbrennungszeit} = \text{Bohrung} \times \text{Verbr. geschw.} \\ (T_v = D_z / 2V_v); [s]$$

In unserem Fall also:

$$T_v = 78 / (2000 \times 30) s = 0,0013 s$$

Die Verbrennungszeit von 0,0013 s rechnen wir nach folgender Formel in den entsprechenden Kurbelwinkel um:



■ Beispiel für den Zündzeitpunkt über Drehzahl.

Zwei- und Viertaktmotoren

Verbrennungswinkel = Drehzahl x 360 Grad x Verbrennungszeit

$$(\varphi_v = n \times 360 \times T_v); [\text{Grad KW}]$$

Damit ergibt sich für uns: $\varphi_v = 10500/60 s \times 360 \text{ Grad} \times 0,0013 s = 81,9 \text{ Grad KW}$

Das bedeutet, dass nach etwa 82 Grad Kurbelwinkel der Verbrennungsvorgang abgeschlossen ist. Bei einem eingestellten Zündzeitpunkt von 38 Grad vor OT endet die Verbrennung also 44 Grad nach OT.

Die Überschneidungsphase

Als Überschneidungsphase wird der Zeitraum bezeichnet, in dem das Einlassventil bereits geöffnet und das Auslassventil noch nicht geschlossen ist.

Für eine wirksame Entleerung des Brennraumes vom Restgas wird das Auslassventil lange vor dem unteren Totpunkt geöffnet. Noch vor der Kolben die UT-Marke passiert hat, hat ein großer Teil des Restgases den Zylinder durch die Energie seines eigenen Restdruckes verlassen. Den verbleibenden Rest schiebt der nun aufwärtsstrebende Kolben hinaus.

Im Auslasstrakt strömt das Abgas mit etwa 1000 km/h ab und verfügt über eine hohe Bewegungsenergie. Dadurch wird der Zylinder praktisch bis zum Vakuum leergesaugt. Öffnet man nun das Einlassventil, bevor der Kolben den OT erreicht hat, wird die Frischgassäule aus dem Einlasskanal praktisch in den Zylinderraum gerissen. Frischgasanteile, die in den Auslasstrakt abströmen, holt der abwärtsstrebende und ansaugende Kolben dann wieder in den Brennraum zurück. Die Auslassschlusszeiten liegen je nach Einsatzzweck der Motoren bei 20 bis 40 Grad nach OT.

Leistungsbestimmende Faktoren

Auf der Suche nach immer mehr Leistung haben sich in der Praxis verschiedene Faktoren als relevant ergeben, die die Wissen-

schaftler in der allgemeinen Leistungsgleichung zusammengefasst haben. Es gilt:

$$\text{Motorleistung} = (\text{Hubraum} \times \text{Drehzahl} \times \text{Mitteldruck}) / 900$$

$$P_M = (V_H \times n \times X_{pmi}) / 900; [PS]$$

Sind für den Hubraum lediglich Zylinderbohrung und Hub relevant, hängt die mögliche Drehzahl von weitaus mehr Faktoren ab. Sie wird begrenzt durch den Hub und damit durch die mögliche Kolbengeschwindigkeit, die bei Nenndrehzahl 20 m/s nicht wesentlich überschreiten sollte. Entscheidend sind weiterhin die kinematischen Verhältnisse des Ventiltriebs, der heutzutage bei Superbike-Rennmotoren mit 1000 cm³ Hubraum auf Drehzahlen von 13 500 bis 14 500/min ausgelegt ist. Formel 1-Triebwerke erreichen dank pneumatischer Ventilsteuerungen heute bereits Drehzahlen von 19 000/min. Dass auch ein Motorradmotor mit herkömmlichem Steuertrieb astronomische Drehzahlen erreichen kann, bewies Honda 1980 mit dem 500er-Ovalkolben-V-Vierzylinder NR 500. Dieses Aggregat besaß acht superleichte Ventile pro Zylinder, die nach alter Tradition mittels Ventillfedern wieder in ihre Ausgangsposition zurückgeholt wurden. Aufgrund der geringen bewegten Massen realisierte dieser Motor aber dennoch über 20 000/min und leistete am Ende seiner Entwicklung über 130 PS.

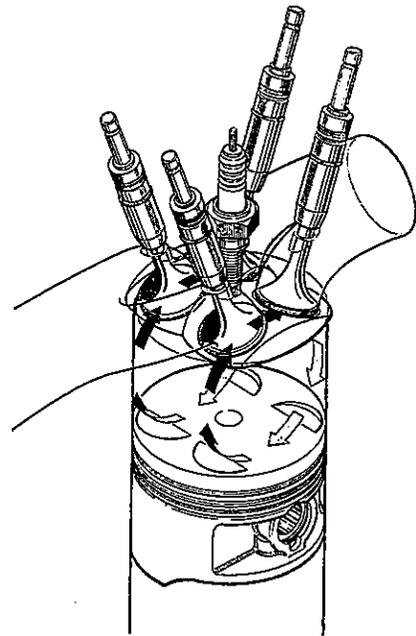
Desweiteren hängt die realisierbare Drehzahl eines Motors natürlich von den rotierenden Massen insgesamt ab. Je leichter die oszillierenden Bauteile sind, umso geringer sind die auftretenden Massenkräfte. Nur leichte Motorinnereien garantieren mechanisch für ein hohes Drehzahlniveau.

Ebenso unverzichtbar für Drehzahl und damit Leistung ist die Gestaltung der Ansaug- und Auslasswege im Hinblick auf Länge und Strömungsgunst. Je kürzer die Kanäle sind, desto höher die Leistung bei hoher Drehzahl. Außerdem spielen die Steuerzeiten, die für hohe

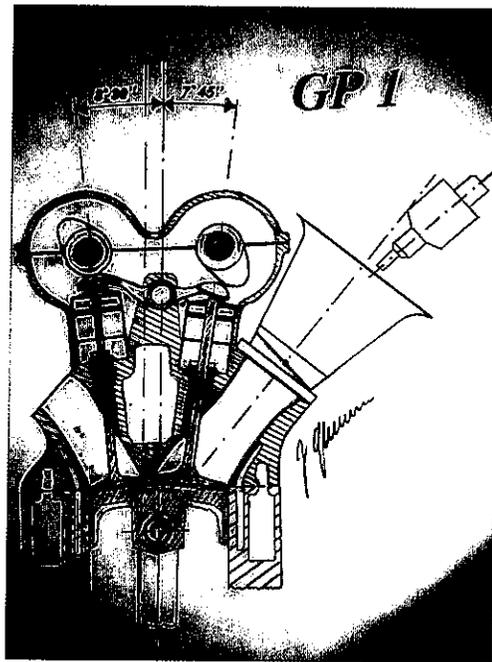
Drehzahlen möglichst lang sein sollten, die Brennraumgestaltung sowie die Größe und Anordnung der Ventile eine wesentliche Rolle. Die dritte, in die Leistungsgleichung eingehende Größe ist der Mitteldruck. Er wird bestimmt durch die Verdichtung, die möglichst hoch sein sollte, sowie die bereits in die Drehzahl eingehenden Baugruppen wie Ventile, Brennraum, Kanäle und Steuerzeiten. Hinzu kommen Einflussgrößen wie die Gemischaufbereitung, Gemischverteilung, Verbrennung und die durch Lagerungen, Kolben und Ölpannschen verursachte Reibleistung.

Der Vierventiler als optimaler Kompromiss

Mit steigenden Drehzahlen kamen die Ventiltriebe der Rennmotoren an ihre Grenzen. Aufgrund der hohen bewegten Massen zweiventiliger Motoren mit großen Ventilquerschnitten suchte man zunächst nach leichteren Werks-



■ **Übliche Kanalführung und Ventilanordnung bei einem Vierventil-Motor.**



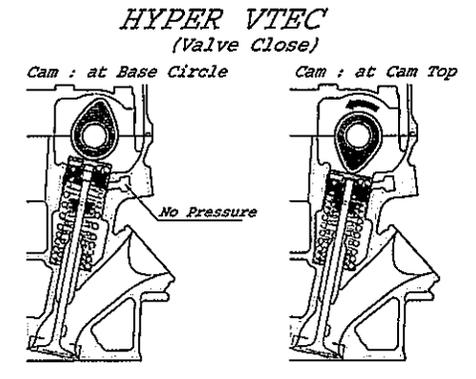
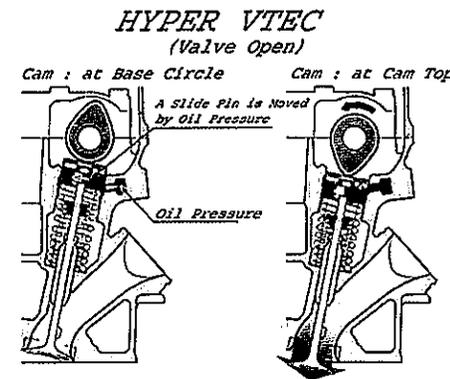
■ **Schematischer Aufbau eines Hochleistungs-Zylinderkopfes mit vier Ventilen, wie er in der Formel 1 eingesetzt wird. Auf pneumatische Ventilsteuerung wird im MotoGP derzeit noch verzichtet.**

stoffen wie Titan, erkannte aber rasch, dass die Entwicklung auch noch aus anderen Gründen am Ende war.

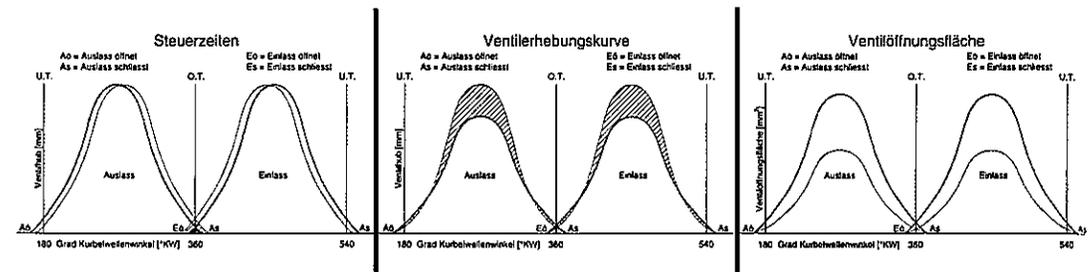
Der freie Ventilquerschnitt, also die über die Öffnungszeit des Ventils freigegebene Einbeziehungsweise Auslassfläche, musste für maximale Spitzenleistungen beim Zweiventiler zwangsläufig über besonders lange Steuerzeiten realisiert werden, da die Unterbringung noch größerer Ventildurchmesser aus Gründen der Geometrie nicht mehr möglich war. Die sich aus diesen Überlegungen heraus ergebenden Motoren realisierten das Ziel 'Spitzenleistung' problemlos, erkaufte dies aber mit extremer Drehmomentschwäche bei unteren und mittleren Drehzahlen.

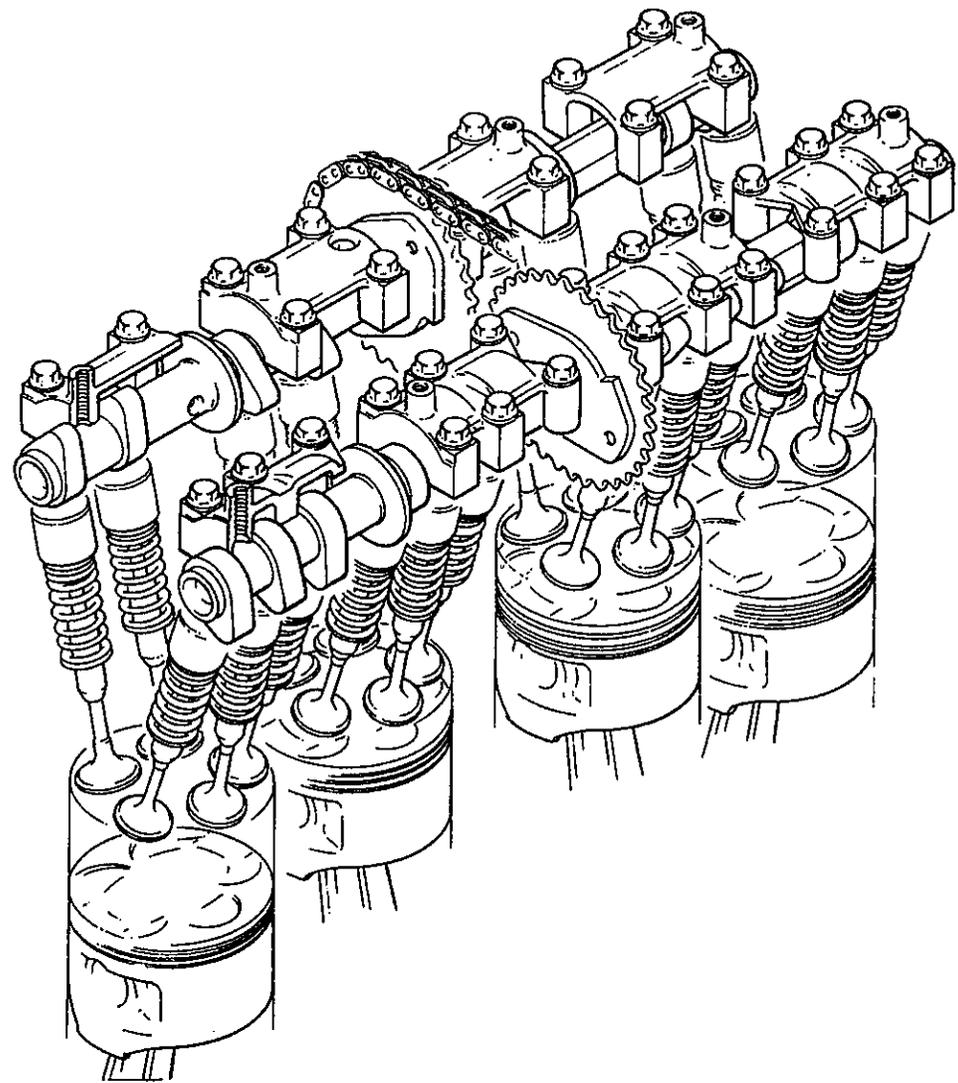
Der Ausweg aus dieser Sackgasse konnte nur über eine Steigerung des freien Ventilquerschnittes bei gleichzeitiger Verkürzung der Steuerzeiten führen. Konstruktiv war dies nur über mehrere Ein- und Auslassventile zu realisieren. Wie zahlreiche Versuche in den Entwicklungsabteilungen ergaben, bietet der Vierventilmotor den besten Kompromiss aus freiem Ventilquerschnitt (Füllung), bewegten Massen (Drehzahl) und Strömungsgunst (Füllung). Neben diesen Vorteilen erlaubt eine mehrventilige Konstruktion aber auch einen wesentlich kompakteren Brennraum dank flacherem Ventilwinkel, was zu einer besseren Verbrennung verhilft. Der weitere Vorzug

eines Vierventilers liegt zudem in der zentral angeordneten Zündkerze, was gleich lange und kürzeste Flammwege garantiert. Im Gegensatz zu Zweiventilern können Vierventilmotoren in der Regel mit deutlich späterem Zündzeitpunkt gefahren werden. Versuche mit fünf- oder gar sechsentiligen Zylinderköpfen brachten in der Praxis keinerlei Vorteile, da das mittlere Ventil dem einströmenden Gas, das über die beiden äußeren Ventilteller einströmt, praktisch im Wege steht. Die Einströmung und Verwirbelung des Gemisches im Brennraum – der sogenannte 'Swirl' – wird dadurch stark negativ beeinflusst, da sich die Gasströme gegenseitig stören.



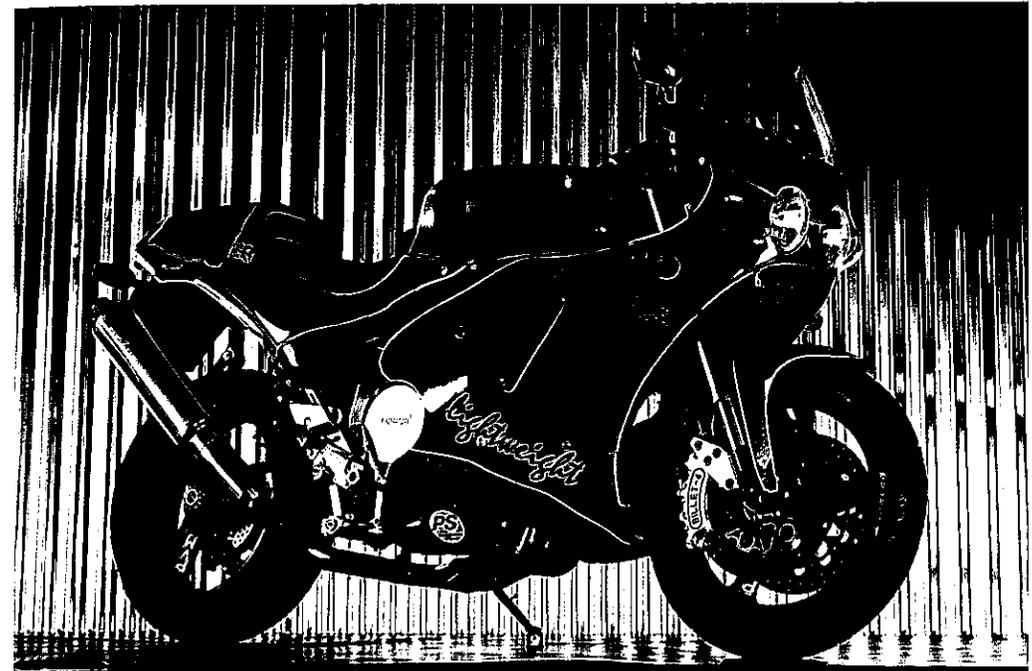
■ **Die Vorteile eines Vierventilers bei hohen Drehzahlen kombinierte Honda beim VTEC-System der VFR mit dem drehmomentfördernden Beschleunigen des Frischgases bei niedrigen Drehzahlen, indem das System eines der beiden Ein- und Auslassventile geschlossen hält. Erst „oben herum“ arbeitet die VFR als Vierventiler.**





■ Klassischer Aufbau des Zylinderkopfes eines Vierzylinder-Reihenmotors mit zwei oben liegenden Nockenwellen, vier Ventilen pro Brennraum und Tassenstößeln.

Entwicklung und Tuning



■ Am Beispiel des Dreizylinder-Reihenmotors der Triumph lightweight 900 zeigen wir, wie ein seriennaher Motor für den Straßenbetrieb in der Leistung gesteigert wird.

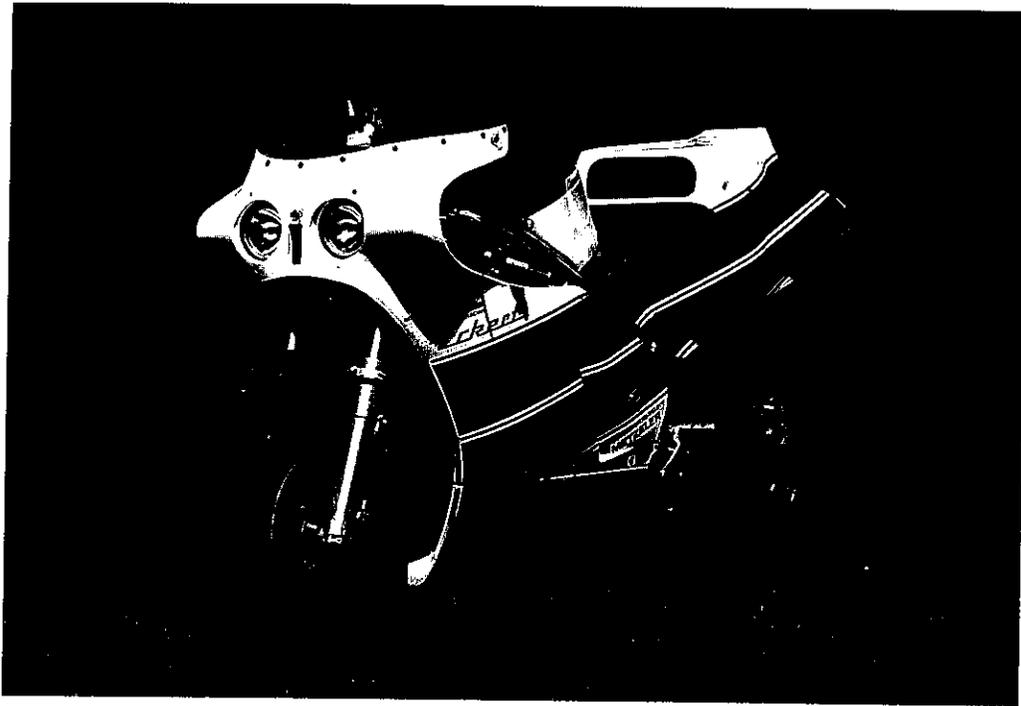
Leistungsmessung

Jede Veränderung an einem Motor bewirkt irgendetwas. Um das Ergebnis solcher Maßnahmen hieb- und stichfest zu ermitteln, ist eine korrekte Messung der Motorleistung vor und nach der Veränderung unerlässlich. In der praktischen Arbeit hat sich der Rollenprüfstand als beste, weil einfachste Möglichkeit zur Bestimmung der Motorleistung bewährt. Im Gegensatz zu speziellen Motorenprüfständen muss bei diesem Prüfstandstyp das Triebwerk nicht ausgebaut werden. Das Motorrad kann in fahrbereitem Zustand gemessen werden.

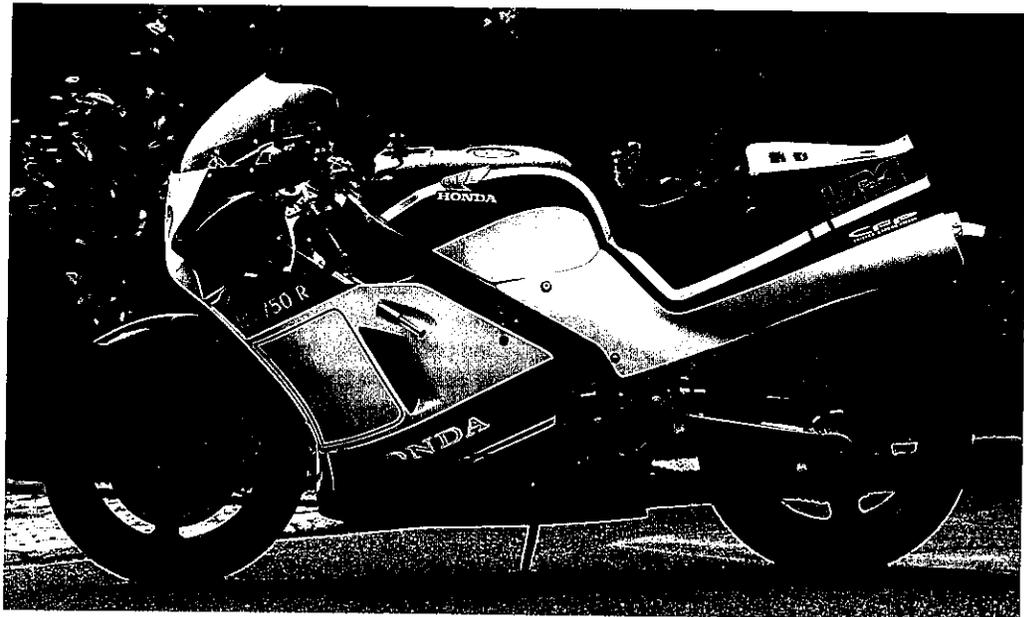
Der von mir für die Leistungsmessungen verwendete Rollenprüfstand der Firma Bosch vom Typ LPS 002 wurde über viele Jahre bei den

Zeitschriften 'PS - Das Sport-Motorrad Magazin' und 'MOTORRAD' eingesetzt und arbeitete nach dem Beschleunigungsprinzip. Dabei treibt das Hinterrad - meistens im vierten oder fünften Gang - zwei Prüfstandsrollen an. Ein starkes Luftgebläse kühlt das Triebwerk, um Motorschäden vorzubeugen und realitätsnahe Temperaturverhältnisse zu schaffen. Mittlerweile hat sich aber vor allem der Dynojet 150 als Prüfstand durchgesetzt, und nicht wenige Tuner vertrauen auf ihn, was durchaus auch einen Vorteil im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der erzielten Motorleistungen darstellt.

Beim Prüfstandslauf wird aus niedriger Drehzahl bis zur Maximaldrehzahl (roter Bereich des Drehzahlmessers) hochbeschleunigt und



■ Die Replika der Werks-Honda RS 750 R (unten) dient als Beispiel für den Aufbau eines reinrassigen V4-Rennmotors.



dann ausgekuppelt. Dieser erste Teil der Messung liefert den Verlauf der Hinterradleistung in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit im jeweils eingelegten Gang.

Allein die Reibleistung, verursacht durch Getriebe, Sekundärtrieb (Kette / Kardän) und den auf der Prüfstandsrolle walkenden Reifen, bremst die rotierenden Prüfstandsrollen nach dem Auskuppeln ab und liefert auf diese Weise den Kurvenverlauf der Verlustleistung. Erst die Addition beider, durch den Prüfstandsschreiber aufgezeichneten Kurven ergibt schließlich die tatsächliche Motorleistung – allerdings immer noch in Relation zur Fahrgeschwindigkeit und nicht, wie eigentlich üblich, zur Motordrehzahl.

Um den Verlauf von Motorleistung sowie Drehmoment über der Drehzahl zu erhalten, bedarf es bei älteren Prüfständen wie dem LPS 002 von Bosch etwas Rechenarbeit, für die folgende Basisdaten des Motorrades benötigt werden:

- Primärübersetzung
- Sekundärübersetzung
- Getriebeübersetzung des eingelegten Ganges
- Umfang des Hinterradreifens

Die Berechnung der Motorleistung über der Drehzahl geschieht nach folgendem Schema:

Es gilt

$$\text{Geschwindigkeit} = \text{Weg}/\text{Zeit};$$

$$(v = s/t); [m/s]$$

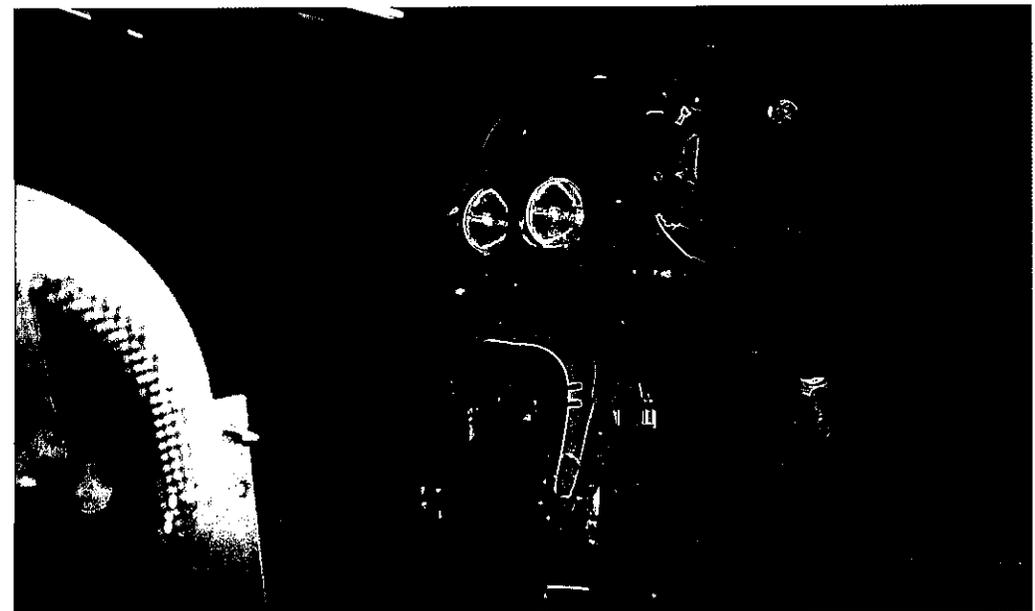
sowie

$$\text{Zeit} = 1/\text{Raddrehzahl}; (t=1/n_r); [s]$$

Mit dem Radumfang U_r als Weg s erhalten wir unter Berücksichtigung des Schlupffaktors c_s : $v = (U_r \times n_r)/c_s$

Da sich die Raddrehzahl aus der Motordrehzahl n_m multipliziert mit der Gesamtübersetzung I_{ges} ergibt, erhalten wir:

$$v = (U_r \times n_m)/(c_s \times I_{ges})$$



■ Anordnung eines klassischen Rollen-Prüfstandes mit Kühlgebläse im Vordergrund.

Entwicklung und Tuning

Da gilt

$$v_{\text{km/h}} = v_{\text{m/s}} \times 3,6$$

sowie

$$n_{\text{m/min}} = n_{\text{m/s}} \times 60$$

ergibt sich für die Drehzahl daher

$$n_m = (60 \times v_{\text{km/h}} \times c_s \times I_{\text{prim}} \times I_{\text{sek}} \times I_{\text{Gang}}) / (3,6 \times U_r)$$

Da sich die Entwicklungsarbeiten an einem Motor in der Regel über einen längeren Zeitraum hinziehen, herrschen bei den diversen Leistungsmessungen meist unterschiedliche meteorologische Verhältnisse. Der Luftdruck und die Lufttemperatur im Prüfstandsraum fließen deshalb in einen Korrekturfaktor ein, der, mit den Werten der Leistungskurve multipliziert, die Vergleichbarkeit der Messungen unter verschiedenen Bedingungen gewährleistet. Der Korrekturfaktor berechnet sich wie folgt:

$$k = (1013/\text{Luftdruck}) \times ((273 + \text{Lufttemperatur})/293)^{0,5}$$
$$(k = (1013/p) \times ((273 + T)/293)^{0,5}); [1]$$

Tuning von Viertakt-Motoren

Seit dem ersten Kontakt zu Beginn der 90er-Jahre lobte die Presse stets den 884 Kubikzentimeter großen Dreizylinder der Triumph Trophy und der Daytona 900 über den grünen Klee. Satte 100 PS Spitzenleistung – manchmal sogar etwas mehr – und zudem einen Drehmomentverlauf so flach wie das Emsland über den gesamten Drehzahlbereich. Straßenfahrer, was willst Du mehr?

Ziel war es beispielsweise bei diesem Motor, dem ohnedies wesentlich agileren Lightweight 900 mit mehr Leistung zusätzlich auf die Sprünge zu helfen. Motor-Tuning war angesagt. Im Sponsorenpool für dieses Motorrad-Projekt deshalb vertreten war **Otto Geppert** aus Kappel im Schwarzwald. Im Viertaktbereich bei den Superbike- und Supersport-Fahrern schon damals vor allem durch seine erleichterten Kurbelwellen bekannt, nimmt sich der Schwarz-

wälder Bote aber auch Dragster-Triebwerken mit etlichen hundert Pferdestärken an. Bei ihm wussten wir die Sache in guten Händen.

Wesentlich größere Probleme bereitete hingegen der Gedanke, einen zunächst serienmäßigen VF 1000 R-Motor für eine Replika der legendären Werks-Honda RS 750 R Replica auf Leistung zu bringen, denn bekanntlich bietet der Zubehörmarkt gerade für dieses Triebwerk keinerlei leistungsfähige Tuningteile an. Außerdem stand bei dieser Maschine ja der Replica-Gedanke ganz im Vordergrund, was den Einbau „irgendwelcher“ Leistungsteile ja ohnehin verbot. So blieb also nur die Möglichkeit, einmal vorsichtig bei **Roland Eckert** nachzufragen, der – vom französischen Honda-Werksteam einmal abgesehen – als einziger Europäer 1984 eine Werks-RS 750 R aus Japan erhielt.

Wider erwarten war die Nachfrage erfolgreich, denn in den Eckertschen Regalen fanden sich nicht nur einige wenige RS-Teile, sondern – bis auf das Gehäuse – sogar ein ganzer Motor. All dies wäre aber noch kein Grund zu überschwenglicher Euphorie gewesen, wenn sich „der Chef“, wie Eckert in seiner Firma stets genannt wird, nicht spontan bereit erklärt hätte, uns seine ganz spezielle Variante des RS 750 R-Triebwerks mit 998 cm³ Hubraum für die Replica und damit auch für dieses Buch zur Verfügung zu stellen.

Das größte Problem, den Dreizylinder der Triumph auf Leistung zu bringen, war, Teile wie Nockenwellen und Kolben zu beschaffen. Eine Sondierung des Zubehörmarktes verlief im Winter 1992/93 erfolglos – es war nichts aufzutreiben. Helfen konnte in dieser Situation nur noch einer – das Triumph-Werk selbst. Dort liefen bereits Versuchsmotoren mit weit über 100 PS auf dem Prüfstand – zu schön, wenn wir solche Teile für unser Projekt bekommen. Ein Anruf beim deutschen Importeur machte zunächst nur wenig Mut – schließlich handelte es sich um Prototypen-Teile, die wir begehrten. Vier Wochen später dann aber die

Tuning von Viertaktmotoren

■ **Rechts oben: Der Dreizylinder der Triumph lightweight 900 wurde von Otto Geppert auf Leistung gebracht.**

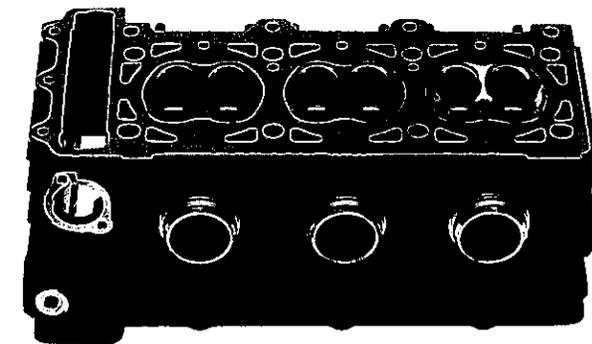
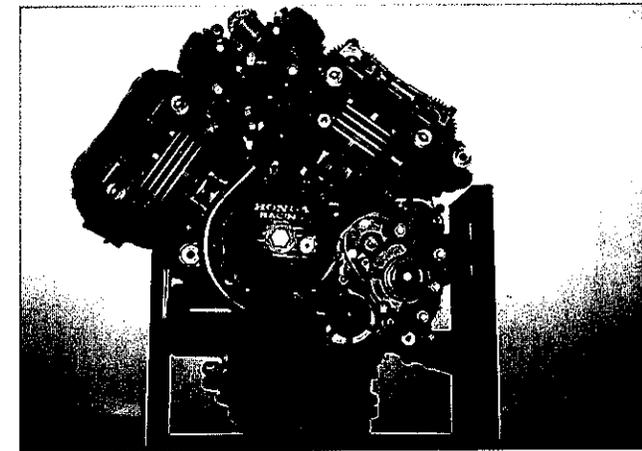
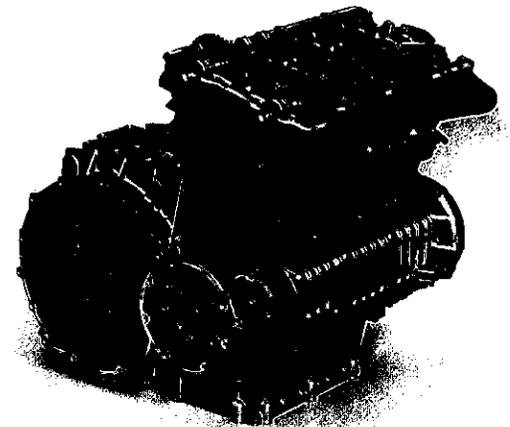
■ **Rechts mitte: Für den Aufbau des Honda-V4 der RS 750 R zeichnete Roland Eckert verantwortlich.**

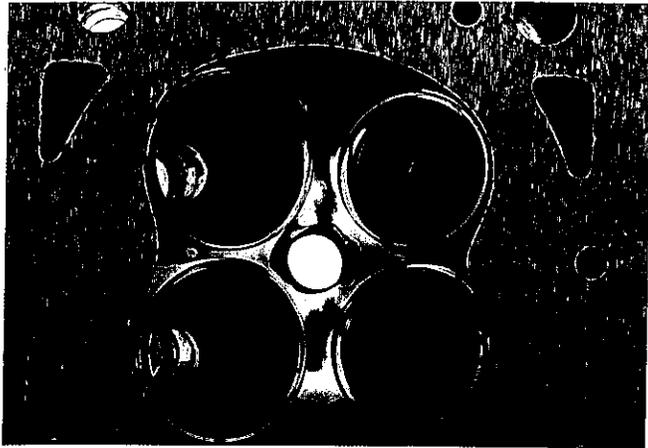
■ **Rechts unten: Der im Bereich der Brennräume und Kanäle bearbeitete Zylinderkopf des Triumph.**

große Überraschung. Der Zustelldienst überbrachte Manuel Wahl, Geschäftsführer der Triumph-Niederlassung Magnum Motors und Hauptsponsor des lightweight-Projektes, ein großes Paket aus England mit drei Kolben samt Ringen, Bolzen und Laufbüchsen, zwei Nockenwellen, einer Zündbox sowie einem Cosworth-Zylinderkopf. Gleichzeitig quoll ein Wust an technischen Zeichnungen, Steuerzeiten-Diagrammen und Montage-Hinweisen aus seinem Fax – Nachrichten aus England, abschließend mit den Worten „Wir wünschen Ihnen viel Glück bei Ihrem Vorhaben und sind besonders auf die Prüfstandsergebnisse sehr gespannt“. Es konnte also losgehen.

Aber bereits ein oberflächliches Studium der Unterlagen dämpfte unsere Erwartungen nachhaltig. Mit allen diesen Teilen aufgebaut versprachen die Triumph-Techniker lediglich 115 PS. Grund für diese moderate Leistungsangabe war die Tatsache, dass Triumph die Motorenteile nicht für den Rennsport, sondern für den Straßenbetrieb entwickelte. Wie wir heute wissen, handelte es sich um eine Entwicklungsstufe der Daytona Super III.

Weitaus rosiger gestalteten sich hingegen die Aussichten das Replica-Triebwerk betreffend. Der 998er von Eckert bestand seine Feuertaufe bereits 1985 bei zahlreichen Superbike-Rennen und stellte damals seine Leistungsfähigkeit mit Nachdruck unter Beweis: Runde 150 PS bescheinigte Roland Eckert dem V4 –

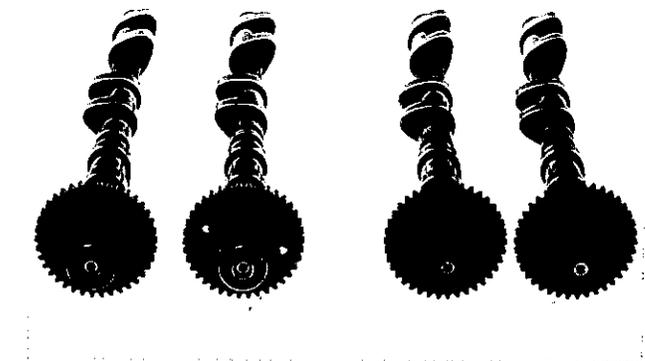
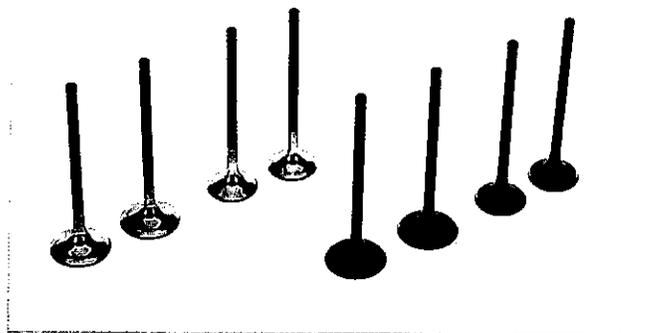




■ Links oben: Polierte Brennräume und ge-
glättete Kanäle verbessern die Füllung des
Triumph-Dreizylinders.

■ Links mitte: Polierte und damit strö-
mungsoptimierte Ventile (li.) ersetzen beim
Triumph-Motor die Standard-Exemplare.

■ Links unten: Die Triumph-Werks-Nocken-
wellen (li.) öffnen ein- wie auslassseitig über
262 Grad und sind damit relativ zahm.



allemal genug, um in Verbindung mit dem
anvisierten Gewicht von etwa 200 kg anno
1994 selbst den stärksten aktuellen Big Bikes
eine lange Nase in puncto Fahrleistungen zu
drehen.

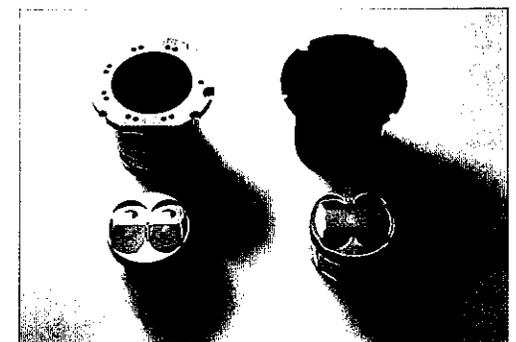
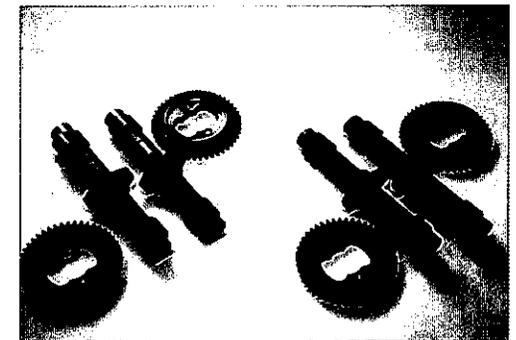
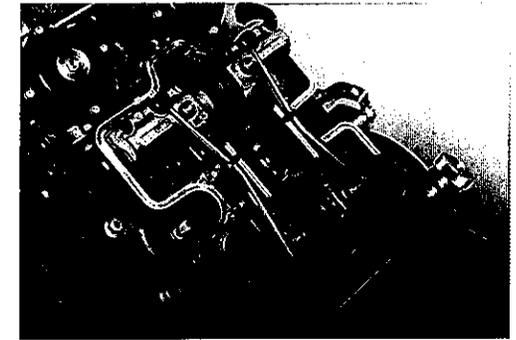
Die Entwicklung der Tuningteile des Triumph-
Drillings für den Straßenverkehr wird an den
Steuerzeiten am einfachsten sichtbar. Beim
Standard-Triebwerk öffnen die Einlassventile
über 251 und die Auslasspartner über 256
Grad Kurbelwinkel, während die schärferen
Nockenwellen sowohl einlass- wie auslassseitig
auch nur über 262 Grad öffnen. Verglichen
mit den Gesamtsteuerzeiten reinrassiger Renn-
motoren, die teilweise bei über 280 Grad lie-
gen, ist dies also recht zahm. Überraschender-
weise fallen die Steuerwinkel des 998er-RS-
Triebwerks noch einen Tick zahmer aus. Nur
250 Grad beträgt die Gesamtsteuerzeit.

Warum die kurzen Steuerzeiten hoher Spitzen-
leistung zunächst im Wege stehen, hat mehre-
re Gründe. In der Phase der Ventilüberschnei-
dung, in der das Einlassventil bereits geöffnet,
das Auslassventil aber noch nicht geschlossen
ist, strömen die Abgase mit hoher Geschwin-
digkeit in das Auspuffsystem und erzeugen im
Zylinder einen starken Unterdruck. Dadurch
wird bereits träges Frischgas durch den Ein-
lasskanal gesaugt, obwohl sich der Kolben
noch in der Aufwärtsbewegung befindet und
dies eigentlich verhindern müsste. Bei diesem
Prozess werden große Frischgasanteile in den

■ Rechts oben: Der V4 der Honda RS 750 R
arbeitet mit unverspannten Nockenwellen-
Antriebsrädern.

■ Rechts mitte: Die Gummierung des
RS-Nockenwellenräder dient als Torsions-
dämpfung.

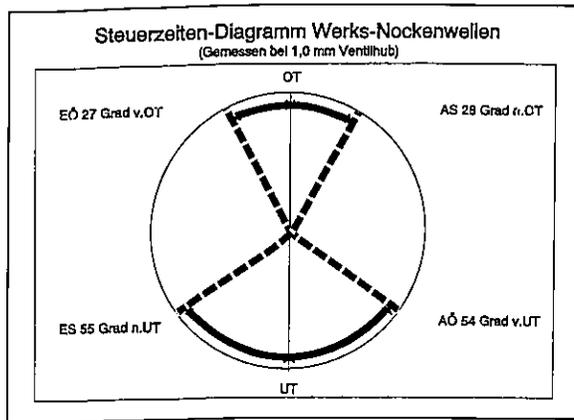
■ Rechts unten: Nikasil-beschichtete Alu-
laufbüchsen (li.) ersetzen zusammen mit
Mahle-Kolben die schweren Originalteile.



Auspuff gesaugt. Diese gehen aber nicht ver-
loren, sondern werden durch den sich mittler-
weile abwärts bewegenden Kolben und die
reflektierte Abgaswelle wieder in den Brenn-
raum zurückgeführt. Ein frühes Öffnen des Ein-
lassventils vor dem oberen Totpunkt und ein
möglichst spätes Schließen des Auslassventils
nach OT ist also wünschenswert, bedeutet
zwangsläufig aber höhere Drehzahlen, um
diesen Effekt wirkungsvoll zu erzielen. Und
genau dies ist mit ein Grund, weshalb die
Steuerzeiten unserer beiden Triebwerke nicht
übertrieben lang ausfallen müssen: sie müssen
nicht zwangsläufig hoch drehen, um die ge-
steckten Leistungsziele zu erreichen. Lediglich
noch höhere Nenndrehzahlen, im Falle der
Triumph mehr als 11000/min und bei der
Replica mehr als 12500/min, werden da-
durch sowie durch einige konstruktive
Besonderheiten, auf die wir später noch ein-
gehen, verhindert.

Genauso wichtig für hohe Leistung ist aber
ein möglichst später Einlassschluss. Ist die
kinetische Energie des Frischgases groß
genug, kann das Einlassventil schließen, lange
nachdem der Kolben den unteren Totpunkt
erreicht hat. Dies ist nur bei hohen Drehzah-
len der Fall, da langsames und somit energie-
armes Frischgas vom aufwärts laufenden Kol-
ben wieder in den Einlasskanal zurückgescho-
ben würde. Lediglich fünf Grad bleibt das Ein-
lassventil bei unserem getunten Dreizylinder

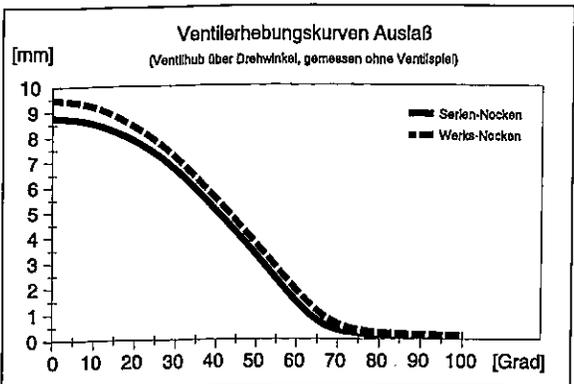
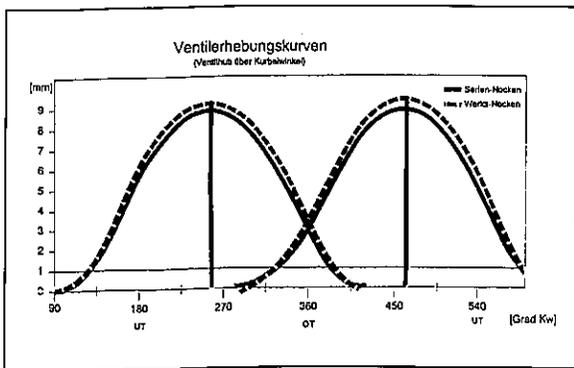
länger geöffnet und verhindert damit ebenfalls
eine drastische Verbesserung der Füllung bei
extrem hohen Drehzahlen. Die Auslegung der
Steuerzeiten ließ also von vorne herein immer
noch ein Triebwerk mit viel Kraft im unteren
Drehzahlbereich, keinesfalls aber einen nervö-
sen Renn-Dreier erwarten. Überschwengliche
Erwartungen in Sachen Drehmoment hegen
wir dementsprechend gegenüber dem RS-



■ Links oben: Die Werks-Nockenwellen der Triumph öffnen ein- wie auslassseitig über 262 Grad und bewirken eine längere Überschneidung.

■ Links mitte: Die Anhebung des Ventilhubes sorgt für größere Öffnungs-Querschnitte über den gesamten Bereich.

■ Links unten: Die Betrachtung des Ventilhubes über dem Drehwinkel der Nockenwelle verschafft ein gutes Bild über die veränderte Gestaltung der Nocken.

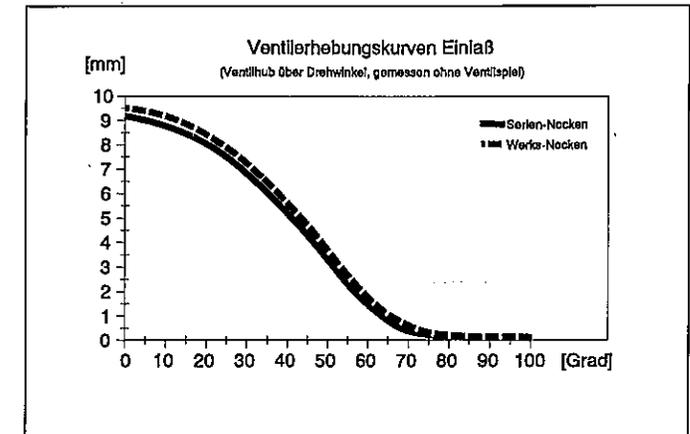


Triebwerk, da dessen Steuerzeiten ja noch etwas zahmer und die montierten Vergaser sogar noch etwas kleiner sind.

Angesichts dieser Rahmenbedingungen und des daraus zu erwartenden Drehzahl-niveaus bearbeitete Otto Geppert die Ein- und Auslasskanäle beim Triumph-Motor eigentlich viel zu pedantisch. Akribisch stellte er glatte Übergänge zwischen den Ventilsitzen und dem Aluminiumguss der Kanäle her, achtete peinlich genau auf gleiche Querschnitte und verpasste den Atemwegen mitsamt serienmäßigen Ventilen (Einlass 30 mm / Auslass 26 mm) eine Politur vom Feinsten. Um einen besonders guten Verbrennungsablauf und möglichst geringe Ablagerungen von Ölkohle sicherzustellen, wurden auch die Brennräume des Drillings hochglanzpoliert. Wer aber wollte einem wirklich guten Tuner sein Pflichtbewusstsein ankreiden?

Keinen Deut nachlässiger fiel selbstredend die Bearbeitung der Eckert-Zylinderköpfe aus, die aber wegen des etwas höheren Drehzahl-niveaus sowie der Tatsache, dass es sich um einen Vierzylinder mit dementsprechend vier Einlasskanälen handelt, aufgrund der zu erwartenden Strömungsverluste doch weitaus wichtiger schien als beim englischen Drilling. Auch hier wurden Ein- und Auslasskanäle zunächst akribisch mit Fräsern und Lamellen-

■ Auch einlassseitig liefern die Triumph-Werks-Nockenwellen einen steileren Anlauf bei gesteigertem Hub.



schleifern bearbeitet, bevor sie mit feinstem Schleiflein und Polierpaste das endgültige Hochglanzfinish erhielten.

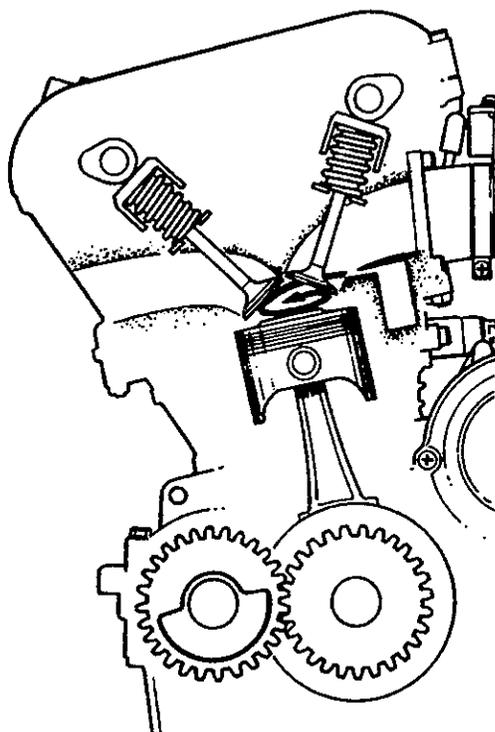
Wichtiger als die Kanalpolitur war für den Dreizylinder aus Hinckley sicherlich der Einbau der höher verdichtenden Kolben, die das Frischgas nunmehr auf 11 anstatt 10,6 zu eins komprimieren und damit für eine energiereichere Verbrennung sorgen. Geschmiedete Mahlekolben bilden das entsprechende Pendant im RS-Triebwerk, die die serienmäßigen Honda-Gusskolben im Verdichtungsverhältnis (ca. 1 : 12) deutlich übertreffen. Gleichfalls zur Sicherstellung eines wirksamen und kontrollierten Verbrennungsablaufs wurden die Kolbenböden – vor allem im Bereich der Ventiltaschen – sorgsam nachgearbeitet, so dass kein scharfer Grat Strömung und Verbrennung mehr als nötig in ungünstiger Weise beeinflusst.

Serienmäßig mit 36 Millimeter großen Gleichdruckvergäsern ausgerüstet, versprochen wir uns vom Einbau 40 Millimeter großer Flachschieber-Vergaser von Mikuni – Manfred Brunne aus Telgte stellte sie uns leihweise zur Verfügung – bei der Triumph die eine oder andere Pferdestärke. Eine leichte Verbesserung der Füllung bei hohen Drehzahlen war ja zwar nicht über die Steuerzeiten, wohl aber über die freien Ventilquerschnitte zu erwarten, denn

die Nockenwellen wiesen immerhin 9,5 Millimeter gegenüber 9,042 mm (Einlass) und 8,814 mm (Auslass) an maximalem Ventilhub auf, und Otto Geppert hatte die Einlasskanäle auf 40 mm Durchlass erweitert.

Der RS-Motor – von HRC üblicherweise mit 34 Millimeter großen Keihin-Gleichdruckvergäsern aus Magnesium bestückt – musste sich allein aus traditionalistischen Gründen wieder mit Gleichdruck-Pendants bescheiden. Die Serien-Vergaser der VF 1000 R – im Bereich der Ansaugtrichter nachgearbeitet und hochglanzpoliert – mit 36 Millimetern Durchlass nahmen den Platz der sündhaft teuren Magnesium-Carbs ein, die nirgends mehr zu bekommen waren. Mit Ventilhuben von ein- wie auslassseitig 10,0 Millimetern, sind die freien Ventilquerschnitte trotz der vergleichsweise moderaten Steuerzeiten mehr als üppig und würden selbst die Montage noch etwas größerer Vergaser verkraften.

Das tatsächliche Hemmnis für einen Triumph-Motor, fünfstellige Drehzahlen zu erklimmen, sind aber nicht etwa die möglicherweise zu moderaten Steuerzeiten, sondern die Zündung. Bei 9750/min wird der Zündfunke beim Serienmotor unterbrochen – er dreht nicht mehr weiter. Beim ersten Prüfstandslauf erreichte die Leistungskurve auch prompt dort ihren Gipfel. Mit einer Blackbox ohne Dreh-



■ Die Ausgleichswelle des Triumph-Dreizylinders konnte man sich angesichts von 120°-Hubzapfen-Versatz für den Rennbetrieb sparen.

zahlbegrenzer und wegen des gestiegenen Drehzahlniveaus sowie der Verdichtungserhöhung mit einem um drei Grad zurückgenommenen Zündzeitpunkt aus der Vorserie der Daytona Super III, war dieses Hindernis aber rasch beseitigt.

Nichts zu kritisieren gibt es in dieser Hinsicht hingegen an der HRC-Zündung, wie sie im RS-Motor eingebaut ist. Lediglich der gänzlich fehlende Drehzahlbegrenzer sorgte bei den ersten Rennen 1985 hin und wieder für Kopf-Salat. Sprang Peter Rubatto nämlich mal ein Gang heraus, schnalzte der V4 schlagartig hinauf, so weit es ging und verbog sämtliche Ventile, die den auf und ab schwirrenden Kol-

ben irgendwie im Wege standen. Entsprechend sorgfältig wird das Triebwerk bei zukünftigen Ausfahrten denn auch behandelt werden, und sicherheitshalber warnt dann noch ein Aufkleber über dem Tachometer „Ja nicht verschalten – sonst wird's arg teuer!“. Denn wirklich teuer – lassen Sie uns über mehrere zigtausend Euro reden – ist ein Eckert-RS-Triebwerk allemal. Allein die vier HRC-Nockenwellen und die Mahlekolben wären noch bezahlbar, aber die aus Aluminium-Vollmaterial gedrehten und mit einer Nikasil-Beschichtung versehenen Laufbüchsen, die Eckert seinerzeit als Ersatz für die schweren Stahlgussteile des VF 1000 R-Serienmotors konstruierte, sind für Normalsterbliche unerschwinglich. Genauso übrigens, wie die große HRC-Magnesium-Ölwanne, die in sich eine Doppelölpumpe verbirgt. Zwei Ölpumpen entwickelte HRC damals deshalb, um zu verhindern, dass durch das Panschen im Ölsumpf möglicherweise Luft angesaugt und im Öl eingeschlossen wird, was den Öldruck sinken lässt. Als Vorsichtsmaßnahme erhielt die Ölwanne deshalb ein Schott, das sie in zwei Kammern teilt. In die erste Kammer fließt das verbrauchte Öl zurück und wird von Pumpe eins über den Ölkühler in Kammer zwei gefördert. So besteht in Kammer zwei stets ein ausreichender Ölverrat, aus dem Pumpe zwei an die Lagerstellen fördern kann. „Halbtrockensumpfschmierung“ hieß seinerzeit das geflügelte Wort in der Endurance-Szene, da Pumpe eins in der Förderleistung stärker ausgelegt ist als Pumpe zwei, überschüssiges Öl aus dem Sumpf ständig absaugt und durch den Ölkühler in die Kammer von Pumpe zwei fördert. Der Ölsumpf bleibt also ständig trocken – daher der Name.

Da, wie schon gesagt, astronomische Drehzahlen kein Ziel waren, beließen wir den Kurbetrieb der Triumph lightweight 900 in völligem Serienzustand. Lediglich um Dauerbrüche zu vermeiden, wurden die Pleuel auf Hochglanz poliert.

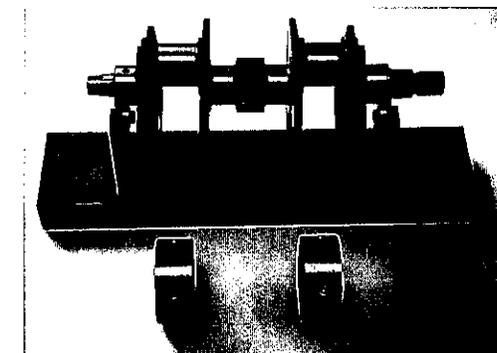


■ Die Lauf-Garnitur des Triumph-Drillings mit Standard-Ware (li.) und höher verdicktem Kolben (re.).

Der V4 der RS benötigte grundsätzlich ebenfalls keine erleichterte Kurbelwelle, bekam aber schließlich dennoch eine. Sozusagen zwangsläufig. Wie sich bei frühen Motorentests herausstellte, sind die Pleuel der VF 1000 R dem Ansturm der RS-Kräfte nicht gewachsen und segnen beizeiten das Zeitliche. Abhilfe schafften unter diesen Bedingungen nur hochfeste Titanpleuel, die stabiler und trotzdem leichter sind. Um die Gewichtsdivergenz der Titanpleuel in Verbindung mit den Mahlekolben gegenüber den Serienteilen auszugleichen, blieb nur die Möglichkeit, die Kurbelwelle leichter zu machen. Gerade Arbeiten an Kurbelwellen sind äußerst diffizile Aufgaben, denn üblicherweise erhält man kein Zahnmaterial über die Berechnungen vom Werk. Dann bleibt nur der Weg zu speziellen Kurbelwellenbetrieben, die wiederum in der Lage sind, für die geänderten Gewichtsverhältnisse entsprechende Änderungswerte zu berechnen. Diese Änderungswerte fließen dann in die sogenannten Meistergewichte ein. Sie simulieren praktisch die Masse von Pleuel und Kolben und erlauben, auf den Hubzapfen montiert, das nachträgliche Wuchten durch Anbringen von Erleichterungsbohrungen an den richtigen Stellen. Wie schon gesagt: eine



■ Die serienmäßigen Stahlpleuel der Triumph wurden zur Vermeidung von Dauerbrüchen auf Hochglanz poliert.

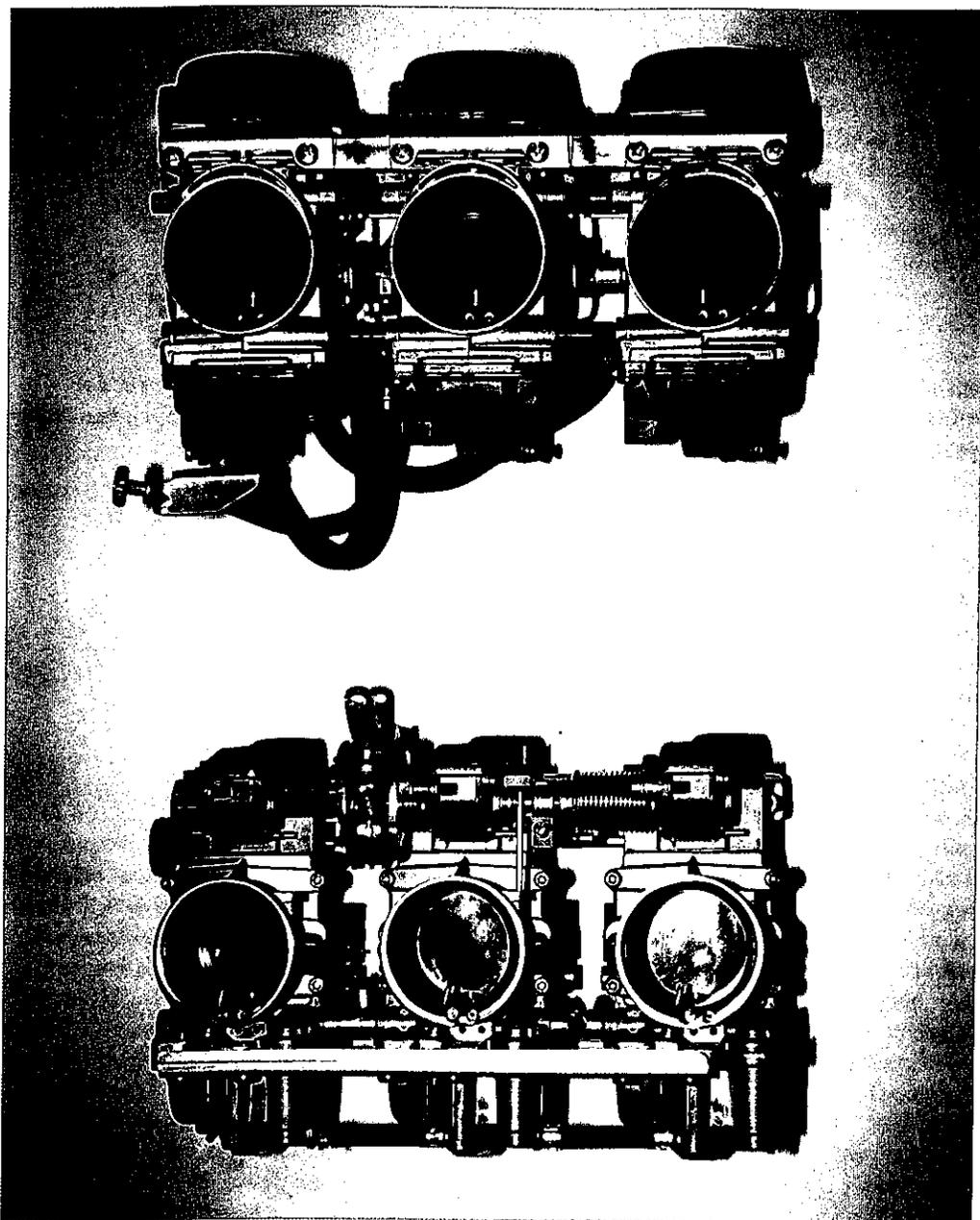


■ Mahle-Kolben und Titan-Pleuel erforderten am RS-V4 eine neu gewuchtete Kurbelwelle. Die Meistergewichte verkörpern die Masse von Kolben und Pleueln.

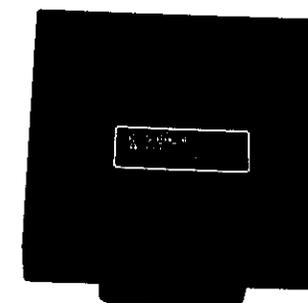
Arbeit für Spezialisten – aber beim RS-Triebwerk unumgänglich.

Ebenfalls unumgänglich war bei diesem Motor das Herunterschleifen des linken Kurbelwellenstumpfes, dessen Konus für die kleine leichte Endurance-Lichtmaschine des 750er RS-Motors zurechtgemacht werden musste.

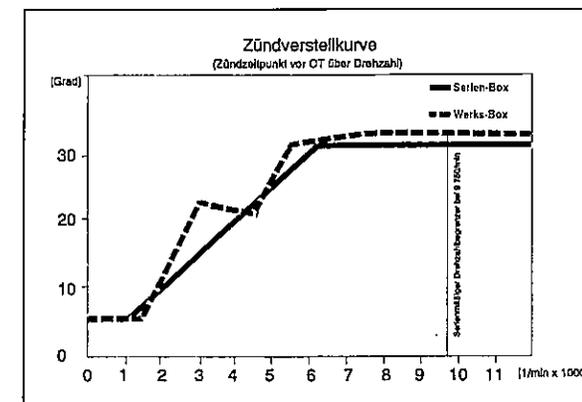
Erfahrungswerte ergaben, dass speziell der Dreizylinder von Triumph thermisch ein kerngesunder Bursche ist. Wohl auch deshalb, weil er bereits serienmäßig mit einem ausrei-



■ Die serienmäßigen 36er-Gleichdruck-Vergaser von Mikuni (oben) genügten der Triumph zwar in der Serie, standen der Suche nach Spitzenleistung aber im Weg. Drei RS-Flachschieber von Mikuni mit 40 mm Durchlass (unten) bringen mehr Leistung und obendrein spontaneres Ansprechverhalten.



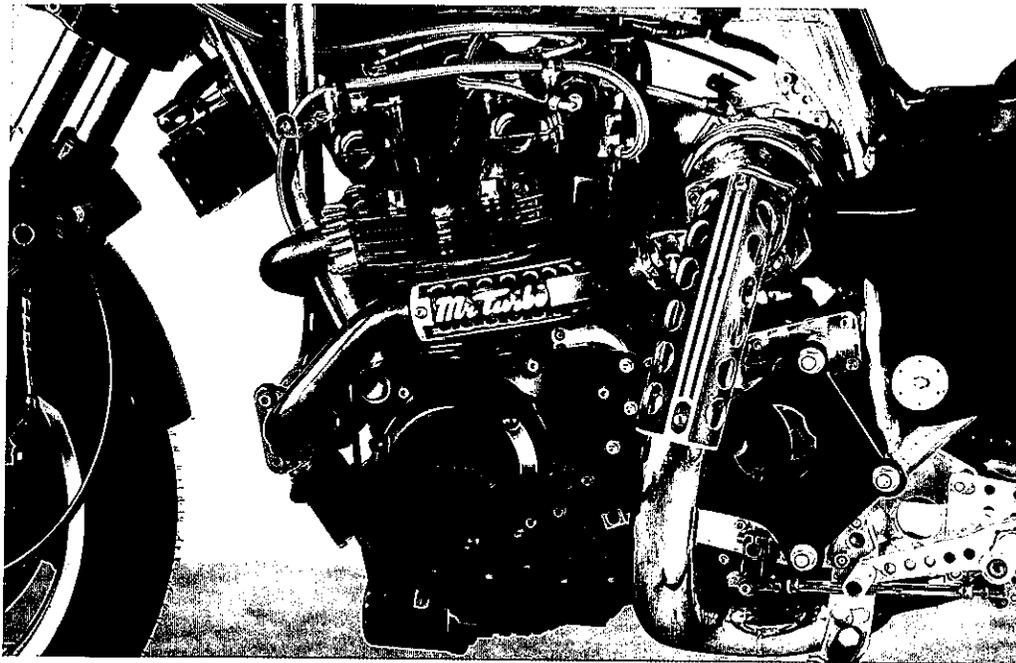
■ Geänderte Werks-Zündbox für den Triumph-Dreizylinder mit entsprechender Zündverstell-Kurve.



chend großen Wasserkühler und einem zusätzlichen Ölkühler ausgestattet wurde. Die V4-Motoren von Honda – zumindest jene der ersten Generation – waren in dieser Hinsicht aber stets verbesserungsfähig, weshalb wir den kleinen oberen Wasserkühler der VF 1000 R durch den etwas größeren der VF 1000 F2 ersetzten. Außerdem schalteten wir zunächst zwischen Ölfilter und Motorgehäuse einen Zwischenring, der den Anschluss eines Ölkühlers erlaubt. Optimal ist diese Konstruktion aber keineswegs. Die bessere weil direktere Lösung bot schließlich die Verwendung der erwähnten Doppelölpumpe sowie der zugehörigen Magnesiumölwanne mit zwei bereits vorhandenen Ölkühleranschlüssen. Kaum unproblematischer als mit der Kühlung verhält es sich bei V4-Triebwerken mit der Motorentlüftung. Sinnvoll ist es, mit zwei Abscheidebehältern zu fahren und – wie im Falle unseres RS-Triebwerkes – das ausgeblasene Öl über eine zentrisch zur Kurbelwelle angeordnete Zulaufbohrung wieder seinem Kreislauf zuzuführen.

Nach sorgfältigem Zusammenbau durfte zunächst der flotte Dreier aus England zeigen, was das sanfte Tuning gebracht hatte. Maximal realisierten wir schließlich 117 PS bei 10400/min. Verglichen mit den 103 PS bei 9200/min des Serientriebwerkes ein Leistungsplus von immerhin 13,5 Prozent bei einem Drehzahlanstieg von 13 Prozent. Erreicht allerdings ohne Luftfilter und mit offenem Schalldämpfer – ohne jegliche Chance beim TÜV. Etwa 115 PS wurden mit Luftfilter und damit für den Betrieb auf der Straße realisiert. Als größte Hemmschwelle bei der Prüfstandsarbeit entpuppte sich die 3-in-1-Auspuffanlage. Zwar spart sie einen Haufen Gewicht, verhindert aber gerade im unteren Drehzahlbereich wirkungsvoll einen stetigen Leistungs- und Drehmomentverlauf. Selbst mit viel Abstimmungsarbeit wird mit einer 3-in-1-Auspuffanlage kaum das Leistungsbild der serienmäßigen 3-in-2-Anlage zu realisieren sein,

denn die direkte Zusammenführung aller drei Krümmer bewirkt aufgrund des 120 Grad-Versatzes der Hubzapfen, dass sich ein gerade ausblasender und ein sich in der Überschneidungsphase befindlicher Zylinder gegenseitig stören. Zudem fehlt es dem System gehörig an Volumen, was bei ordnungsgemäßer Schalldämpfung zwangsläufig zu mehr Staudruck und damit zu Leistungseinbußen führt. Kein Wunder also, dass sich Triumph auch beim Modelljahrgang '94 nicht zu einer 3-in-1-Auspuffanlage durchringen konnte. Man weiß in Hinckley um dieses Problem und will keineswegs eine drastische Beschneidung der Midrange-Power hinnehmen.



■ Sozusagen der Urahn extremen Motor-Tunings mittels Turbo-Aufladung ist die Egli MRD-1, die bei Bedarf bis zu 300 PS mobilisierte.

Für unser Projekt macht die 3-in-1 aber dennoch Sinn. Sie bietet geringfügig mehr Bodfreiheit als das Original und ist leichter. Außerdem: „Who cares below 6000 on the race track?“ – Wen interessiert auf der Rennstrecke, was sich unter 6000/min abspielt.

Mit der Antwort auf diese Frage könnte zweifellos das RS-Triebwerk aufwarten, denn es schickt bereits ab 2000/min soviel Leistung über das HRC-Renngetriebe mit fünf Gängen, dass man meinen könnte, der Rennmotor sei zum schaltfaulen Fahren und nicht zum Siegen gebaut. Und dabei ist gerade die Abstimmung eines V4-Motors in bezug auf ein homogenes Leistungsband keine Kleinigkeit. Bei der damals verwendeten 4-in-2-Auspuffanlage legten die Ingenieure allergrößten Wert, auf eine gleichmäßige Entsorgung der vier Zylinder. In der Praxis bedeutet dies vor allem absolut

gleiche Krümmerlängen um ein homogenes Schwingungsverhalten in den Auslasssystemen zu erzielen. Wozu ungleiche Krümmerlängen in der Regel führen, beweisen zahlreiche Hersteller von Nachrüstanlagen immer wieder. Der Motor verliert zwar meist nur wenig Spitzenleistung, krankt aber gerade im mittleren Drehzahlbereich an Atemnot. Auf großartige Experimente wurde bei der Herstellung der Replica-Anlage daher verzichtet, und wir hielten uns im wesentlichen an die Abmessungen von HRC.

Bei moderaten 10250/min leistet das von Roland Eckert mit solch immensem Aufwand getunte Aggregat nun 148 PS und produziert bei 9800/min ein maximales Drehmoment von 102 Nm. Nicht genug, um auch heute noch im Glied der Tausender zu bestehen, jedoch immer noch Respekt einflößend. Vor

allem wenn man bedenkt, dass diese Entwicklung bereits mehr als 20 Jahre auf dem Buckel hat.

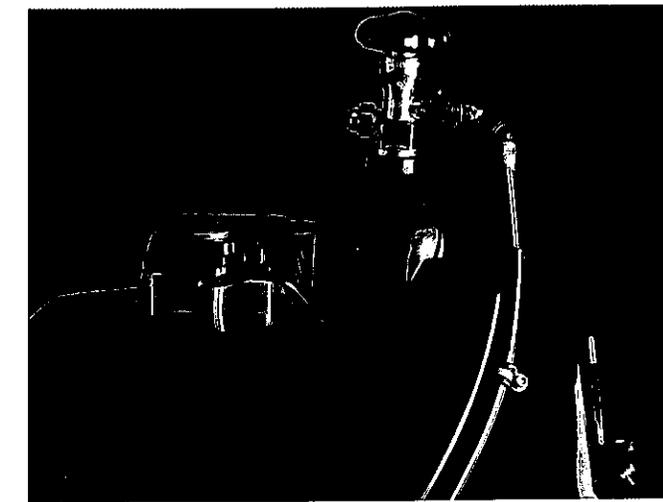
Aufladung und Lachgas-Einspritzung

Haben wir uns bislang ausführlich den Viertakt-Saugmotoren als verbreitetste Antriebsquelle für Motorräder gewidmet, wollen wir uns nun in Kurzform einer Beschreibung der höchst möglichen Leistungsvariante dieser Motorenbauart zuwenden – dem aufgeladenen und zusätzlich mit einer Lachgaseinspritzung versehenen Viertakter.

Die Leistung eines Motors steht in einem bestimmten Verhältnis zur Verbrennungsluftmenge. Je mehr Luft pro Zeiteinheit zusammen mit der entsprechenden Treibstoffmenge in den Zylinder gelangt, desto höher ist die Leistung. Diese Steigerung der Gemischmenge kann durch eine Erhöhung des Hubraums, eine Anhebung der Drehzahl oder eben durch eine Aufladung erfolgen.

Das etablierteste Prinzip zur Aufladung bietet der Abgas-Turbolader. Erfunden vom schweizer Ingenieur Alfred Büchi anno 1905, werden die Auspuffgase in ein Turbinengehäuse geschickt, wo sie mit ihrer Energie ein Turbinenrad antreiben. Auf der gleichen Welle befindet sich das Verdichterrad, das mit einer Drehzahl von bis zu 150000/min Frischluft ansaugt und in vorverdichtetem Zustand in die Brennräume schickt. Betrachtet man die Energiebilanz eines Viertaktmotors, so leuchtet die Nutzung der Abgasenergie besonders leicht ein, denn circa 30 Prozent der Kraftstoffenergie fließen ungenutzt in die Auspuffgase.

Grundsätzlich kann jeder Motor mit einer Turbo-Aufladung ausgerüstet werden, doch sind dabei einige technische Besonderheiten zu beachten. So zum Beispiel, dass der durch die Turbine aufgebaute Ladedruck erst bei hoher Motordrehzahl voll zur Verfügung steht, und das Turbinenrad aufgrund seiner Trägheit nicht sonderlich spontan auf Gaswechsel und damit auf Drehzahländerungen des Motors



■ Die Lachgas-Einspritzung verhilft dem MRD-1-Motor zu 70 Zusatz-PS.

reagieren kann. Dementsprechend produzieren Turbo-Motoren besonders im unteren Drehzahlbereich relativ wenig Leistung und geringes Drehmoment. Außerdem reagieren diese Triebwerke mit einer gewissen Verzögerung auf die Befehle der Gashand – bestens bekannt unter dem Namen „Turbo-Loch“.

Alle diese technischen Schwierigkeiten konnten die Ingenieure in den Entwicklungsabteilungen der Automobil-Hersteller mittlerweile aber lösen. Der Leistungs- und Drehmoment-schwäche begegneten sie mit einer relativ hohen Grundverdichtung. Der damit verbundenen Klopf-Gefahr, also unkontrollierter Verbrennung bei hoher Drehzahl, traten sie mit dem Bypass-Ventil entgegen. Dies entlässt bei Erreichen des festgelegten Maximal-Ladedrucks die überschüssigen Abgase ins Freie. Die verzögerte Gasannahme wurde mit relativ hoher Grundverdichtung und geringem Ladedruck ebenfalls wirkungsvoll ausgemerzt. Zudem kümmern sich kennfeldgesteuerte Zünd-Einspritzsysteme um die optimale Gemischbildung sowie den korrekten Zündzeitpunkt bei der jeweiligen Drehzahl.

Im Motorrad-Serienbau gab die Turbo-Technik nur ein kurzes Gastspiel anfangs der 80er Jahre. Etablieren konnte sie sich schließlich nur bei Dragstern und Rekordmaschinen. Da gerade bei diesen beiden Maschinentypen nur der Vollaftbetrieb von Bedeutung ist, gestalten sich die verwendeten Turbo-Systeme denn auch recht einfach. Die Grundverdichtung (5 bis 7) ist relativ niedrig gewählt, und der Ladedruck zugunsten maximaler Spitzenleistung entsprechend hoch (1 bis 1,5 bar). Auf diese Weise gelang es beispielsweise Fritz W. Egli, den Zweiventil-Motor der Kawasaki Z 900 in Verbindung mit einer Hubraumerhöhung von serienmäßigen 82 PS auf gut 230 PS Leistung zu heben. Flankierende Maßnahmen bei dieser Art der Leistungssteigerung mussten zugunsten ausreichender Standfestigkeit durch verstärkte Motor-Innereien wie Kolben, Ventile, Pleuel sowie Getrieberäder und Kupplung vorgenommen werden. Spezielle Aufmerksamkeit schenkte Egli der Ölversorgung sowie der Kühlung mittels einer Zusatz-Ölpumpe, da das Triebwerk thermisch extrem hoch belastet ist. Ein Bypass-Ventil verhindert ein zu hohes Ansteigen des Ladedrucks.

Mit 200 PS und mehr erfüllte sich Streifighter-Erbauer Holger Schnell den Traum vom Power-Streifighter. Basis für diesen spektakulären Umbau bildete hier ein Moko-Zentralrohrrahmen sowie ein Suzuki-Vierzylinder mit Turbolader

Die Idee war schnell geboren. „Ich will das stärkste straßenzugelassene Motorrad in Deutschland bauen“, setzte sich Big Bike-Chef Holger Schnell 1995 ein ganz persönliches Ziel. Freilich, das wusste er schon jetzt, würde es ihm letztlich nicht um eine maximale Höchstgeschwindigkeit dieser Maschine, sondern vielmehr um brachiale Beschleunigung sowie um eine für seinen Betrieb typische Streifighter-Optik gehen.

„Diesmal wollte ich aber kein Serienfahrwerk dafür verwenden. Es musste etwas ganz Besonderes sein“, erzählt Schnell aus der Pla-

nungsphase des Projektes. Fündig wurde er schließlich beim schweizerischen Fahrwerksbauer Moko, der mit einem Zentralrohrrahmen für das ohnehin schon kräftige Suzuki GSX-R 1100-Triebwerk aufwarten konnte. Die Überlegung, einen der alten luft-/ölgelühlten Suzuki-Vierzylinder aus der GSX-R 1100 für diesen Umbau zu verwenden, bot sich aus vielerlei Gründen an. Einerseits verfügt bereits das Serienaggregat über gewaltige 138 PS, und außerdem konnte mit 1127 cm³ Hubraum aus dem Vollen geschöpft werden. Hinzu kamen positive Erfahrungen, was die Standfestigkeit des Motors anbelangte.

Beim Motor-Tuning vertraute Holger Schnell ganz auf das Können und die Erfahrung der Firma BBM-Power, die Jürgen Besenbeck seit 1991 in Großbettingen bei Stuttgart betreibt. Der gelernte Maschinenschlosser blickt auf einige Jahre als aktiver Rennfahrer zurück und kennt sich nicht zuletzt deshalb mit der Materie bestens aus. Von 1984 bis 1986 startete er auf einer 1000er Rau-Kawasaki, bevor er 1987 mit einer Suzuki GSX-R 750 in die Serienklasse umstieg und dort Vize-Meister wurde. 1988 folgte – ebenfalls auf Suzuki – ein Abstecher zu den Superbikes, und 1989 beendete er seine aktive Laufbahn nochmals auf einer GSX-R 750 in der Serienklasse, um die persönliche Entwicklung in Richtung Selbstständigkeit voranzutreiben.

Da er von 1989 bis 1991 als Mechaniker beim Suzuki-Spezialisten Speer in Reutlingen und von 1993 bis 1995 zudem als technischer Kommissar beim Speer-Cup tätig war, sammelte er nicht zuletzt mit den Suzuki-Vierzylindern jede Menge Erfahrung. Dies mag einer der wesentlichen Gründe dafür sein, weshalb sich Suzuki-Fahrer in punkto Tuning gerne an ihn wenden.

Beim Big Bike-Projekt zog er als Basis den 1127 cm³ großen, luft-/ölgelühlten Vierzylinder der GSX-R 1100 (Bj. '91) heran. Dieses Triebwerk wurde zunächst einmal komplett zerlegt und gereinigt, später dann in zu-

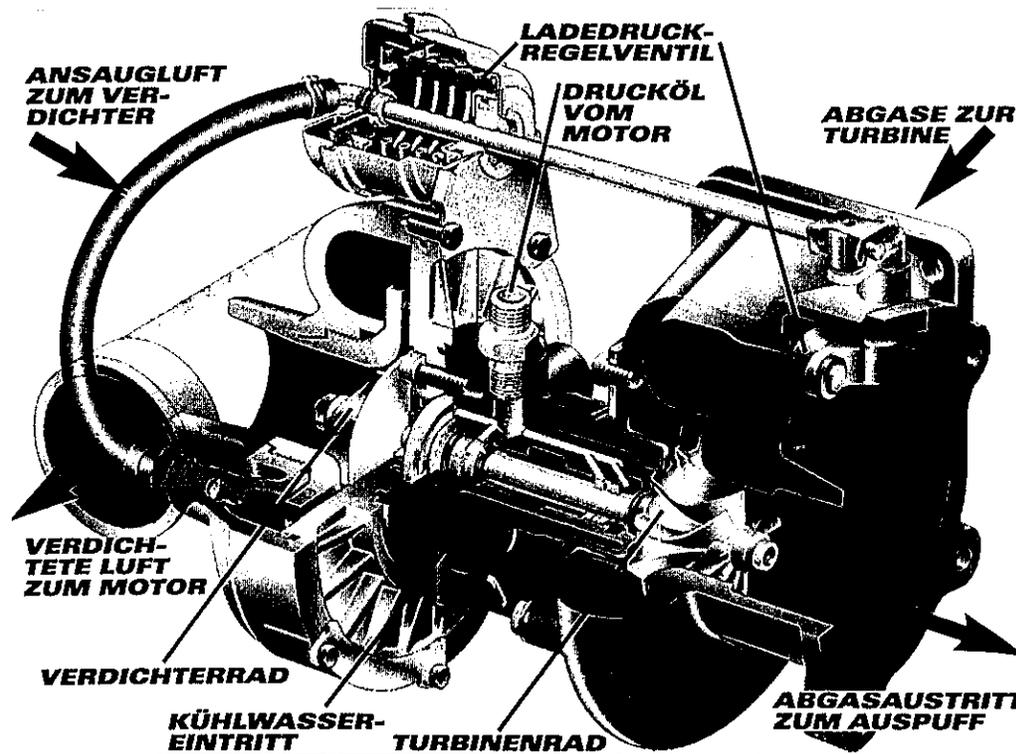
sammengebautem Zustand – jedoch ohne Innereien – glasperlengestrahlt. Nach neuertlichem Zerlegen und Reinigen baute Besenbeck sämtliche Gehäuse-Außenteile mit 0,5 Millimeter dicken Fühlerlehren zwischen den Dichtflächen wieder zusammen und überzog es mit einem orangefarbenen Kunststofflack, wie er auch für die Beschichtung von Leichtmetallrädern verwendet wird.

Der Zusammenbau mit den dazwischengeschobenen Fühlerlehren hat den Vorteil, dass die satte Lackschicht beim auseinanderschrauben der Teile an den Kanten der Dichtflächen nicht reißt, sondern der sich dazwischen angelagerte Lackfilm vor der Demontage sehr akkurat mit einem scharfen Messer auftrennen lässt.

Nach dieser, für die spätere Gesamtoptik entscheidenden Lackierarbeit machte sich der findige Schwabe an den Neuaufbau des motorischen Innenlebens, das ja zukünftig weit mehr als die serienmäßigen 138 PS zu verkraften hatte. „Die Kurbelwelle beließ ich aber im Serienzustand, denn gerade Turbomotoren können eine etwas massigere Kurbelwelle mit mehr Schwungmasse in unteren Drehzahlregionen der Laufkultur wegen besonders gut gebrauchen. Außerdem wollte ich aufgrund von 70 PS und mehr an zusätzlicher Leistung keine Risiken in punkto Stabilität eingehen. Die einzige Überarbeitung war deshalb das Feinwuchten der Welle“, erklärt Jürgen Besenbeck. Neben steiferen Carrillo-Pleueln aus hochwertigem Chrom-Molybdänstahl bekam das 1100er-Triebwerk auch Spezialkolben, die Spezialist Helmut Wahl in seinem Betrieb in Fellbach bei Stuttgart auf der Basis von Mahle-Rohlingen anfertigte. Wichtigste Änderung gegenüber den gegossenen Serienkolben war bei den geschmiedeten Exemplaren der acht Millimeter dicke Kolbenboden, der aufgrund der wesentlich höheren zukünftigen Verbrennungsdrücke derart massiv ausgelegt wurde. Mit einem Schaftspiel von 6/100 Millimeter bewegte sich Besenbeck hingegen in „handelsüblichen“ Regionen.

Grundsätzlich werden Turbo-Motoren, sofern sie nachgerüstete Saugmotoren sind, gegenüber dem Serienaggregat deutlich niedriger verdichtet. Über eine zwei Millimeter dicke Dichtung am Zylinderfuß sowie Ausfräsen des Brennraumes an den Randbereichen zwischen Ein- und Auslassventilen reduzierte Besenbeck die Kompression von vormals circa 11:1 auf nunmehr geringe 7,5:1. Zur besseren Wärmeableitung vergrößerte er außerdem die Breite der Ventilsitze von ehemals 1,2 auf 1,5 Millimeter. Im Zuge dieser Arbeiten am Zylinderkopf wurden auch die Ein- und Auslasskanäle strömungsgünstiger gestaltet und anschließend poliert. Zudem verzichtete Besenbeck bewusst darauf, die Ventilführungen zu kürzen, da die Ventilschäfte wiederum zur Wärmeabfuhr dienen und deshalb eine möglichst große Oberfläche zur Abgabe dieser thermischen Energie benötigen.

Durch das bereits erwähnte Montieren einer dickeren Zylinderfußdichtung wurden Zylinder samt Zylinderkopf leicht angehoben, was zu einer leichten Änderung der Steuerzeiten führte. Messungen ergaben, dass sich die Auslasssteuerzeit und damit auch die Ventilüberschneidung um zehn Grad verkürzte. Um die für Turbo-Motoren gewünschte geringe Ventilüberschneidung zu erhalten, korrigierte Besenbeck die Einlasssteuerzeit ebenfalls um zehn Grad Kurbelwinkel, was letztlich zu einer Verkürzung der Überschneidung von zehn Grad führte. Der Vorteil der kürzeren Überschneidung liegt im verminderten „Durchblaseeffekt“ des Turboladers. In der Phase der Ventilüberschneidung sind Ein- und Auslassventil geöffnet, und beim Saugmotor fördert der zu dieser Zeit herrschende Unterdruck im Auspuffsystem einerseits die Zylinderentleerung vom Altgas sowie andererseits die Zylinderfüllung mit Frischgas. Beim Turbo-Triebwerk hingegen gelangt das Frischgas ohnedies mit Überdruck in den Motor, und eine große Ventilüberschneidung hätte somit zur Folge, dass große Mengen an Frischgas in den Auspuff entweichen würden.



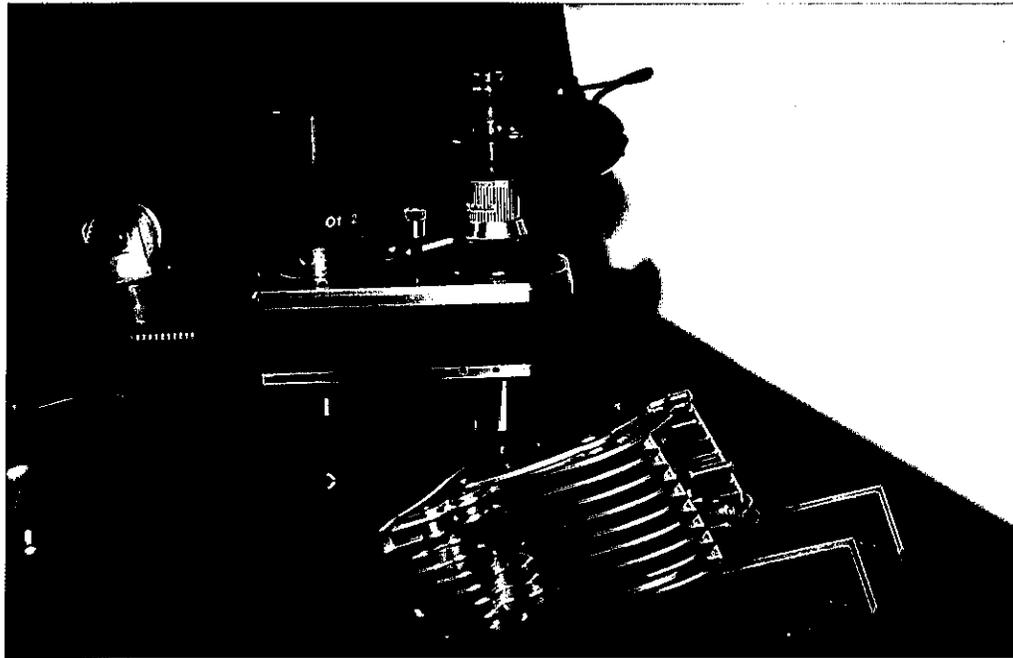
Schnitt durch einen wassergekühlten Abgasturbolader von Borg Warner Turbo Systems (ehemals KKK).

Eine weitere lebenserhaltende Maßnahme beim Aufbau des Turbo-Triebwerkes war die Zurücknahme des Zündzeitpunktes von vormals 38 auf jetzt 33 Grad. Dies erfolgte über ein Langloch im Zündrotor, der auf dem Kurbelwellenstumpf sitzt. Da sich durch die Turboaufladung enorme Temperaturen im Brennraum entwickeln, ist ein zu frühes Zünden des Gemisches nicht wünschenswert. Die Risiken von Klopf- und Klingelneigung aufgrund unkontrollierten Verbrennungsablaufes und damit verbundener Schäden wie Absenken des Kolbenbodens oder Durchbrennen der Ventile steigen ansonsten rapide an. Ebenfalls aufgrund der extremen thermischen Belastungen, die der Suzuki-Vierzylinder zukünftig zu verdauen hatte, spendierte Besenbeck dem Triebwerk je eine spezielle weil größere Ölspritzdüse im Kurbelgehäuse, die den

Kolbenboden zur verbesserten Kühlung mit der dreifachen Menge an Spritzöl versorgen. Der gestiegenen Leistung, die der Vierzylinder fortan ans Getriebe schicken würde, begegnete der Techniker zudem mit einer verstärkten Dragster-Kupplung vom amerikanischen Spezial-Hersteller MRE. Diese qualitativ hochwertige Kupplung wurde zudem noch mit einer weiteren Federscheibe stärker vorgespannt. Überdies kontrollierte Jürgen Besenbeck alle Getriebe-lager und änderte das Motorgehäuse im Bereich der Ölbohrungen für diese Lagerstellen. Ölbohrungen mit größerem Durchfluss sollen hier den gestiegenen Belastungen Rechnung tragen. Die Doppelölpumpe selbst beließ er hingegen im Urzustand, und so versorgt ein Pumpwerk Kurbelwelle und Getriebe mit einem Öldruck von sechs bar; die zweite Pumpe beliefert hingegen den Zylinderkopf

unter fünf bar Druck mit Schmierstoff. Außerdem erhielt der zweite Ölkreislauf eine Abzweigung zur Schmierung des Turboladers. Die Ölrückführung vom Turbolader erfolgt wiederum direkt in den Ölsumpf. Als Lader wählte Besenbeck in diesem Fall ein für Motorrad-Dimensionen großes Exemplar des amerikanischen Herstellers Rajai. Alternative bietet er aber auch Lader von Garrett, IHI und KKK an. Der Durchmesser am Verdichtereingang liegt bei 38 Millimeter, und versorgt wird die Einheit von einem ebenfalls aus Amerika stammenden S&S-Vergaser mit 44 Millimeter Drosselklappendurchmesser sowie Beschleunigerpumpe. Dieser wird von einer elektrischen Benzinpumpe versorgt, deren Druck zwischen null und 1,5 bar – je nach Vergasertyp und Ladedruck – einstellbar ist. Eine Eigenbau-Auspuffanlage, deren – bis dato noch offene – Endrohre durchs Sitzbankheck münden, rundet das Motorentuning ab. Jürgen Besenbeck lässt speziell bei Garrett Turbolader mit doppelten Verdichterrädern fertigen, „um“, wie er betont, „bereits bei niedrigen Drehzahlen einen Druckaufbau zu erzielen, was die Leistung im unteren Drehzahlbereich merklich steigert, was wiederum dem Durchzugsvermögen und der Fahrbarkeit eines Turbo-Triebwerkes zugute kommt.“ Im Falle von Holger Schnells Motor erwägt der Tuner außerdem noch den Einbau einer speziellen Zündanlage vom amerikanischen Dragster-Zulieferer MSD, doch arbeitete das Triebwerk in der Anfangsphase mit der Serienzündanlage sowie der erwähnten Korrektur des Zündzeitpunktes. Zur Überwachung des Ladedrucks ist rechts an der Seite ein glycerin-gedämpftes Ladedruck-Manometer direkt an das Manifold (Verteilerstück vor den Einlasskanälen) angeschlossen. Den Ladedruck selbst regelt ein sogenanntes Wastegate, ein Abblasventil. Dieses arbeitet rein mechanisch mit Hilfe eines federbelasteten Druckkolbens, der bei entsprechendem Abgasdruck im Auspuffsystem die Zuleitung

zum Lader öffnet. Zur Einstellung des gewünschten Ladedrucks befindet sich auf der Außenseite eine Stellschraube. Mit 0,7 bar Ladedruck leistet der Big Bike-Motor 200 PS bei 8500/min und verfügt über ein Drehzahlband von 4000 bis 10000 Umdrehungen pro Minute. Maximal sind laut Tuner Besenbeck 1,3 bis 1,4 bar Ladedruck und damit verbunden 280 bis 300 PS realisierbar. „Dies aber nur kurzfristig. Die 200-PS-Version ist hingegen standfest“, wie er betont. Als begleitende Maßnahme wurde der Ölkühler der Serien-GSX-R durch ein Pendant des schwedischen produzenten Setrap ersetzt. Bei gleicher Größe bringt es 30 Prozent mehr Kühlleistung. Wer sich für Turbo-Triebwerke interessiert, sollte wissen, dass deren Aufbau nicht billig ist. Ein Turbo-Kit des amerikanischen Herstellers Hahn Race-Craft kostet mit Lader, Manifold, Vergaser, Auspuff, Wastegate, Benzinpumpe, Manometer und Kleinteilen über 4000 Euro. Hinzu kommt die Überarbeitung des Basis-Motors, die im Falle von Holger Schnells Suzuki-Motor weitere 3500 Euro verschlang. Jürgen Besenbeck bietet einen von ihm zusammengestellten Kit inklusive Bearbeitung des Motors sowie Montage für rund 6000 Euro an. Erwähnenswert ist dies deshalb, weil dieser Umbaukit bereits den erwähnten Garrett-Lader mit zwei Verdichterrädern beinhaltet, und außerdem über ein in den Lader integriertes Wastegate verfügt. Letzteres ermöglicht eine wesentlich formschönere Auspuffanlage, da der Abblaskanal ins Abgasendrohr integriert, und das Wastegate nicht separat am Auspuff angebracht ist. Eine preiswerte und äußerst wirkungsvolle Art der Leistungssteigerung ist die Einspritzung von NO₂, im Volksmund kurz Lachgas genannt. Fritz W. Egli hob die Leistung seines mittels Turbolader getunten Kawasaki-Triebwerkes durch die Lachgaseinspritzung nochmals um gut 70 auf nunmehr über 300 PS an. Um es aber vorweg zu nehmen: Die für 750 bis 1000 Euro im Zubehörhandel für



■ Etwa beim Nachfräsen der Ventilsitze ist der entsprechende Phasenwinkel zu beachten.

Serienmaschinen erhältlichen Kits bieten zwar die Möglichkeit, die Leistung beispielsweise einer offenen Suzuki GSX-R 1100 von 136 auf stramme 191 PS zu steigern, doch hält die Mechanik des Triebwerks diesen Stress nicht lange aus. Ich rate also von Bastelarbeiten auf diesem Gebiet ab. Gleichwohl will ich die Idee, die hinter der Lachgas-Einspritzung steckt, kurz erläutern. Lachgas ist weder brennbar noch explosiv. Trotzdem ist es in der Lage, dem Motor unter bestimmten Bedingungen zu mehr Leistung zu verhelfen. Im Vergleich zu herkömmlicher Luft enthält Lachgas etwa 50 % mehr Sauerstoff. Da es diesen Sauerstoff, der ja bekanntlich die Verbrennung unterhält, auch bereitwillig abgibt, eignet sich die Einspritzung von Lachgas zusammen mit Benzin direkt in die Saugrohre zur Verabreichung von mehr zündfähigem Gemisch. Notwendig, um Lachgas für

den Einspritzvorgang verwenden zu können, ist, dass es in flüssiger Form vorliegt. Mit hohem Druck in eine Stahlflasche gefüllt, verflüssigt es sich und eignet sich damit für diesen Zweck. Die Vorteile der Lachgas-Einspritzung liegen im einfachen Einbau. In die Ansaugstutzen müssen lediglich die Einspritzdüsen eingebaut werden, zu denen Zuleitungen für Benzin und Lachgas verlegt werden. Den Zustrom der beiden Stoffe regeln zwei über einen Schalter elektrisch angesteuerte Magnetventile. Wird der Schalter betätigt, erfolgt die Einspritzung des Gemischs in die Ansaugkanäle. In der Einfachheit der Funktion liegen denn auch die Nachteile des Systems. Da die Einspritzmenge nicht dosierbar ist, gilt die Devise „alles oder nichts“. Entsprechend eignet sich diese Art der Leistungssteigerung nur für Rekordfahrzeuge – speziell für Dragster. Bei

ihnen spielt die kurze „Brenndauer“ von etwa 50 Sekunden – dann ist die Lachgasflasche leer – keine Rolle. Für den 400 Meter-Dragstrip – die Quatermile – reichen den stärksten, über 400 PS kräftigen Exemplaren nämlich weniger als sechs Sekunden. Ein weiteres spektakuläres Projekt, das den Leistungsgewinn mittels Lachgas-Einspritzung unterstreicht, realisierten wir vor einigen Jahren innerhalb der Redaktion von PS-POWERBIKES. Dazu nahmen wir uns eine Suzuki GS 500 E, jawohl, ein absolutes Brot- und Butter-Motorrad, und versahen es mit einer Lachgas-Einspritzung, wie sie normalerweise für einen Harley-Davidson-V2 vorgesehen war. Das Ergebnis konnte sich sehen lassen: Die Leistung hatte sich mit 88 PS unter Zugabe von etwas Nitromethan fast verdoppelt. Nominell leistet der Twin nämlich gerade mal 45 PS!

Messtechnik

Erfolgreiches Tuning setzt nicht nur kreatives Arbeiten und das handwerkliche Umsetzen der Grundregeln der Leistungssteigerung voraus, sondern ebenso die sorgsame Bestandsaufnahme und Vorbereitung aller Motorteile vor der Montage. Dieser Grundsatz gilt im übrigen nicht nur für neue, getunte Triebwerke, sondern gleichfalls für die Revision gebrauchter Aggregate. Im folgenden gebe ich deshalb einen kurzen Überblick über die wichtigsten Mess-Arbeiten an Motoren sowie über die dafür benötigten Werkzeuge. Die verschiedenen Bemaßungen der Motor-Innereien entnimmt man einer fundierten Reparaturanleitung oder aber fragt beim Importeur oder Hersteller nach. Von herausragender Bedeutung für hohe Motorleistung ist der technisch einwandfreie Zustand des Zylinderkopfes. Um maximale Verdichtung zu erreichen, müssen alle Ventile dicht schließen. Überprüft wird dies bei abgebautem Zylinderkopf und eingebauten Ventilen, indem Benzin in die Ein- und Auslasskanäle gefüllt wird. Läuft innerhalb von fünf

Minuten Benzin in den Brennraum, so ist eine Nacharbeit erforderlich. Entweder sind die Ventilsitze nachzufräsen (Phasenwinkel des Herstellers beachten) oder aber genügt simples Einschleifen. Dies ist abhängig von eventuellen Einbränden sowie der Sitzbreite. Mit einer Schiebelehre (1/100) lässt sich die Sitzbreite einfach bestimmen. Gleichfalls gute Dienste leistet dieses Messwerkzeug auch bei der Bestimmung von Federlängen oder der Dicke der Kupplungsreibrscheiben. Nach sorgfältigem Entfernen von Dichtungsresten ist der Zylinderkopf zudem auf Verzug zu prüfen. Am einfachsten geschieht dies mit einem Haarlineal, das, senkrecht auf der Dichtfläche angelegt, Unebenheiten schnell aufdeckt. Von ebenso großer Wichtigkeit für die Leistung eines Motors ist der Zustand von Kolben und Zylinder. Die angegebenen Stoß- und Nutenspiele der Kolbenringe werden wie der Elektrodenabstand einer Zündkerze mit Fühlerlehren ermittelt. Die Qualität einer Zylinderlaufbuchse stellt man mit einer Innen-Messuhr fest. Gemäß einer Faustregel kann eine Ovalität der Laufbuchse von etwa 1/100 Millimeter toleriert werden. Wird dieser Wert deutlich überschritten, ist Nachhohnen empfehlenswert. Die Qualität des dazu korrespondierenden Kolbens bestimmt zuerst das Auge. Ist das Kolbenhemd frei von Laufspuren und Riefen, kann mit der Mikrometerschraube der Kolbendurchmesser ermittelt werden. Den genauen Messpunkt entnimmt man dem Motorhandbuch. Die Differenz zwischen gemessener Zylinderbohrung und dem Kolbendurchmesser liefert das Kolbenspiel. Bedeutsam ist die Einstellung korrekter Spiele für die Gleitlager. Die Profis im Motorenbau arbeiten in diesem Fall stets mit einer Innen-Messuhr zur Bestimmung der Lagerdurchmesser beispielsweise der Kurbelwellenlager und ermitteln mit der Mikrometerschraube den Durchmesser des Lagerzapfens. Analog zu Kolben und Zylinder berechnet sich das Lagerpiel aus der Differenz der beiden Messwerte.

Entwicklung und Tuning

Nicht ganz so genau, aber für den Alltagsmotor allemal ausreichend, ist die Bestimmung der Lagerspiele mit Plastik-Gage. Dies sind kleine Plastikstreifen, die axial auf den Lagerzapfen gelegt werden. Dann montiert man das Gehäuse samt Lagerschalen mit den vorgeschriebenen Drehmomenten und zerlegt es wieder. Durch den Druck wurde der Plastikstreifen platt gedrückt. Eine mitgelieferte Skala liefert über einen Vergleich mit der Breite des Plastikstreifens das tatsächliche Lagerspiel. Auf diese Weise sind die Lagerungen von Pleuelwelle, Pleuel und Nockenwellen überprüfbar. Noch ein Stück weiter reicht die Messtechnik im Rennmotorenbau. Dort steht die Minimierung der Innenreibung ebenfalls weit oben auf der Liste der Anforderungen und erfordert gerade auf dem Gebiet der Gleitlagerungen häufig Nacharbeiten. Beispielsweise werden dort noch die Pleuelwellenlager auf exakte Flucht überprüft und die Lagersitze gegebenenfalls nachgearbeitet. Außerdem bestimmen die

Techniker an Rennmotoren die Zahnflankenspiele beispielsweise an Steuerrädern für Nockenwellenantriebe, um selbst bei extremen Drehzahlen exakte Steuerzeiten zu gewährleisten. Alle diese Arbeiten erfordern neben teuren Messwerkzeugen vor allem Erfahrung. Neulinge auf diesem Gebiet sollten sich deshalb am besten einmal von einem sachkundigen Mechaniker in Ruhe einweisen lassen. Allein der Umgang mit der Mikrometerschraube ist reine Gefühlssache und will gelernt sein, und das Sammelsurium an Einsatzstücken für die Innen-Messuhr hat schon manch Motivierten nachhaltig abgeschreckt. Zweifellos aber ist richtiges Messen einer der unabdingbaren Schlüssel zum Erfolg beim Aufbau eines Motors. Wer A sagt und sich für Motortuning entscheidet, muss zwangsläufig B sagen und sich stark mit der Messtechnik auseinandersetzen. Denn kaum etwas ist gefährlicher (und teurer!), als Motoren „pi mal Daumen“ oder kurz gesagt schlampig aufzubauen.

Motorrad-Motoren im Detail

AJS 7 R-Motor von Manfred Ströhle

Potenter Single

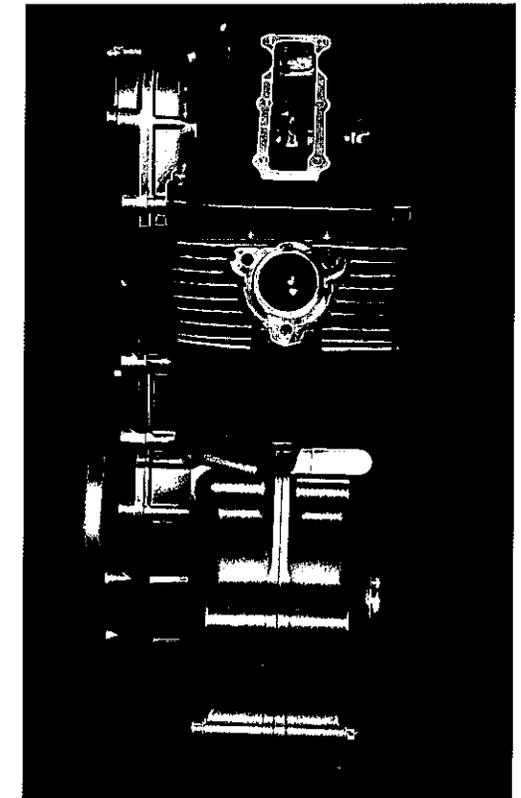
Der Motor der legendären Boy Racer AJS 7 R wurde von 1948 bis 1962 hergestellt. Während dieser Zeit flossen viele Verbesserungen in die einzelnen Baustufen ein. Da diese Geräte bis heute sehr viel in der Oldtimer-Rennszene eingesetzt werden, ist der natürliche Verschleiß dieser Motoren nicht zu umgehen. Also war es nur logisch, den legendären Einzylinder irgendwann neu aufzulegen.

Dass die AJS 7 R eine gelungene Konstruktion sowohl in technischer als auch in optischer Hinsicht ist, wissen nicht nur die Kenner der Szene. Dass aber auch schon der Motor alleine schon einen optischen Leckerbissen darstellt, wurde zumindest Ulrich Kolb bei dem Fototermin für den folgenden Bericht erst richtig bewusst. Denn wann hat man schon einmal das Vergnügen, einen 7 R Motor, auch in allen Einzelteilen unter optimalem Licht zu betrachten.

Als der komplette Motor völlig losgelöst auf der großen Messplatte, die als Fotountergrund Verwendung fand, thronte, konnte man die fast schon majestätische Ausstrahlung dieses gelungenen Konzeptes wahrnehmen.

Dies muss wohl auch den Motorradbegeisterten Firmenchef einer Modellbaufirma im schwäbischen Amstetten, Manfred Ströhle inspiriert haben, der sich vorgenommen hatte, einen kompletten AJS 7 R-Motor zu bauen.

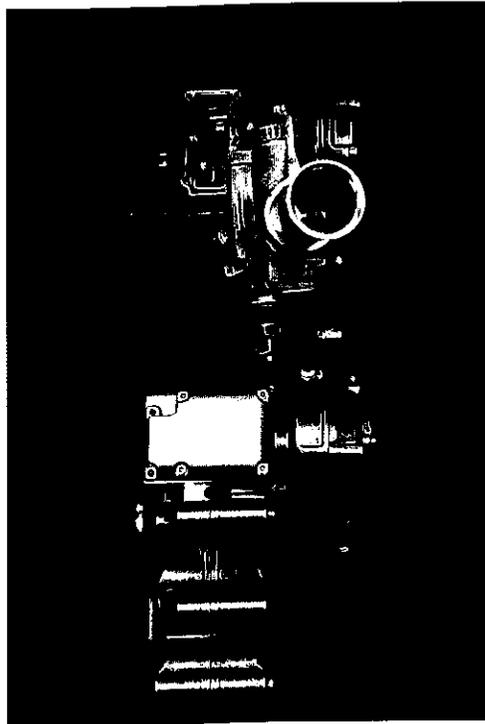
Von Anfang an sollte aber kein „Einzelstück“ entstehen, sondern der Chef definierte eine Serienfertigung als Projektziel. Dass damit ein ganz



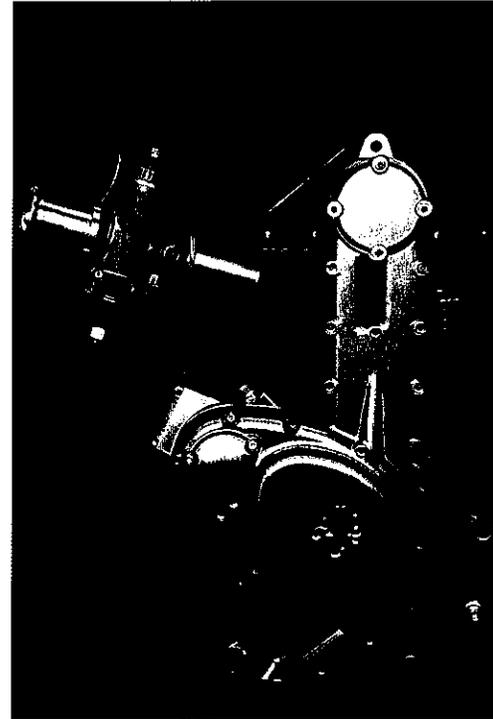
■ Der Motor der AJS 7R wurde in allen Teilen mit moderner Technik nachgefertigt.

anderer Aufwand verbunden ist, wird jeder, der sich in der Serienfertigung vor allem von Gussteilen auskennt, nachvollziehen können.

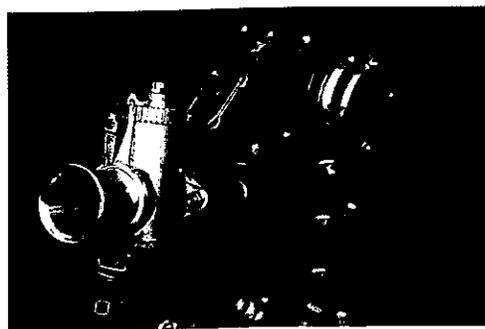
Wenn einzelne Teile nachgegossen werden, wird in der Regel über Negativmodelle mit dementsprechenden Materialstärkeauftragungen des Originalteils gearbeitet. Solche Nachbauten erkennt man im Allgemeinen an den doch sehr beachtlichen Wandungsstärken. Das damit erhöhte Teilegewicht wird meistens in der Notlage



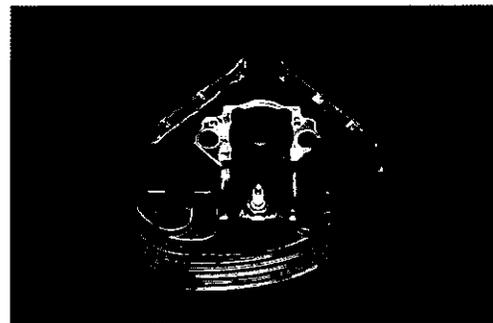
■ Gerade von hinten ist gut zu erkennen, wie schmal der AJS 7R-Motor eigentlich baut.



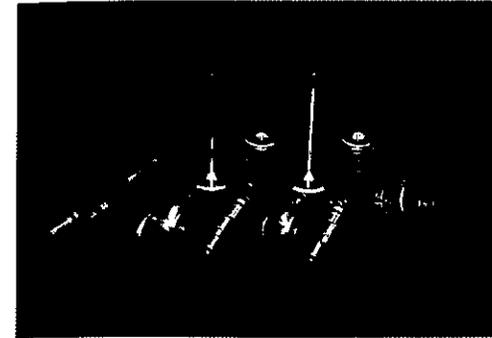
■ Dem niedrigen Drehzahl-Niveau entspricht der lange Ansaugweg des Einzylinders.



■ Ein mächtiger 36er-Vergaser übernimmt die Gemischaufbereitung.



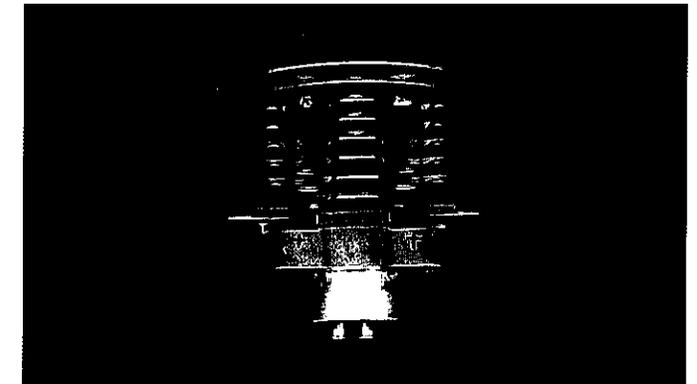
■ Der Zylinderkopf besitzt eine zentrale Nockenwelle, die via Kette angetrieben wird.



■ Der Ventiltrieb mit Nockenwelle, Ventilen, Federn sowie Kippscheiben samt Achsen.



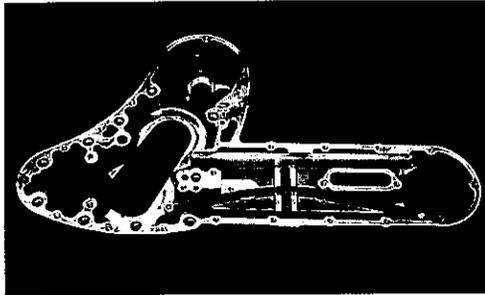
■ Sämtliche Gussteile, hier das Motorgehäuse, wurden wie auch die Innereien selbst hergestellt.



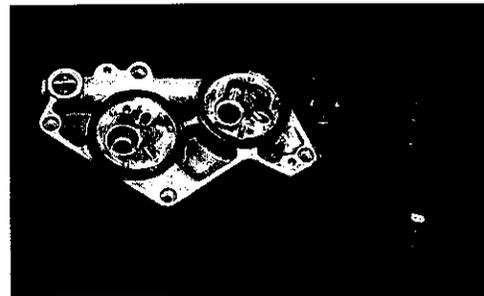
■ Der filigrane Leichtmetallzylinder des AJS 7R-Motors mit 75 mm Bohrung realisiert 349 cm³ Hubraum. Als Matchless G50-Antrieb gibt es diesen Motor auch als 500er, der dann mehr als 50 PS leistet.

der Teilebeschaffung in Kauf genommen. Ganz anders hingegen sehen die nachgefertigten Gussteile der Firma Ströhle aus. Sie sind mindestens genauso filigran wie die Originalteile und dazu noch aus hochwertigeren Legierungen. Da auf die alten Konstruktionszeichnungen nicht zurückgegriffen werden konnte, mussten die originalen Einzelteile auf der 3-D-Messmaschine vermessen werden. Somit sind gleichzeitig alle Messdaten digital erfasst, was zur weiteren Verarbeitung und Verbesserung von wesentlichem Vorteil ist. Zur Erstellung der Formenzeichnungen ist weiterhin der Schrumpffaktor zu berücksichtigen.

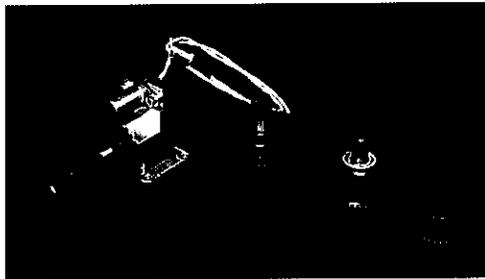
Jetzt erst kann mit dem Bau der Gussformen begonnen werden. Die Formen bestehen aus Ober- und Unterkasten mit den entsprechenden Kernen. Als sehr anspruchsvoll hat sich die Gussform für den Zylinderkopf des AJS 7 R-Motors erwiesen. Durch seine aufwendige Gestaltung werden sieben Kerne benötigt. Und selbst diese sind schon beeindruckend genug. Wer zum Beispiel den Kern für den Einlass-, Brennraum- und Auslasstrakt in Händen hält, kann die geometrische Gestaltung des Ein- und Auslasstraktes auf sehr plastische Weise erkennen. Da im Hause Ströhle durch den Chef persönlich schon mehrjährige Schraub- und Rennerfah-



■ Der Steuerketten-Schacht mit integrierter Spanschiene.



■ Zwei Ölpumpen übernehmen die Trockensumpf-Schmierung des AJS 7R-Motors.



■ Moderne Technik setzte Manfred Ströhle auch bei der Zündung ein. Hier der Kontaktgeber für die Elektronik-Zündung.



■ Die monströse Kurbelwelle des AJS-Motors ist großzügig gelocht. Stabilität wie auch Gewicht favorisieren das Carillo-Pleuel.



■ Ulrich Kolb (li.), Autor dieses Beitrages, im Gespräch mit Manfred Ströhle, dem Erbauer des AJS 7R-Motors.



■ Sämtliche Konstruktionszeichnungen für den AJS-7R-Nachbau entstanden mittels CAD.

Die Nachbauten des AJS 7 R-Motors, die in Zusammenarbeit mit dem 7 R-Motor hergestellt wurden, wurden in das neue Projekt Verbesserungen von Anfang an mit eingearbeitet. Deshalb sind sämtliche Gewinde auf metrische umgeändert worden. Wer Schrauberfahrung mit „Engländerinnen“ gemacht hat, bei denen die verschiedenartigsten Gewindenormen vorkommen, wird diese Änderung dankend anerkennen. Desweiteren wurden sämtliche Lager auf metrische Abmessungen umgestellt. Dies bringt nicht nur den Vorteil des geringeren Beschaffungsaufwands, sondern im Ersatzfalle auch deutliche Kostenvorteile. Auch die Magnetzündung wird durch eine moderne elektronische Zündanlage ersetzt. Allerdings werden die Baukomponenten der neuen Zündanlage in einem Gehäuse, das op-

tisch dem Magnetzünder nachgebaut ist, integriert. Damit bleibt die originale Optik des wunderschönen Motors erhalten. Auch im Innenleben des Motors sind einige Verbesserungen mit eingearbeitet. So wird ein Carillo-Pleuel in der nachgefertigten Welle eingebaut. Es kommen Ventile mit einer Schaftstärke von 8 mm statt 11 mm zum Einsatz, und das Auslassventil wurde von 39 auf 41,5 mm erweitert. In der Saison 2004 wurde der neu aufgelegte 7 R-Motor bereits bei verschiedenen Veranstaltungen eingesetzt, und so nimmt es nicht Wunder, dass sich die Nachfragen – auch aus dem Ausland – mittlerweile gehäuft haben: Ein AJS 7 R-Motor ist nun mal eine ausgesprochene Schönheit.

Technische Daten

AJS 7R-Motor	
Bauart	Luftgekühlter Einzylinder-Viertakt-Motor mit einer oben liegenden Nockenwelle
Bohrung	75 mm
Hub	78 mm
Hubraum	349 cm ³
Max. Leistung	40 PS bei 8500/min
Max. Drehmoment	k.A.
Verdichtung	11:1
Gemischaufbereitung	Ein Rundschiebervergaser
Venturi-Durchlass	36 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	41 / 44 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	11 / 14 mm
Motor-Gewicht	k.A.
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Fünfganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Trockenkupplung
Baujahr	1948-1962/ Nachbau 2002

BMR-Suzuki-Motor

Schlaukopf

Viel Hirnschmalz investierte das BMR-Team um Rupert Baidl 1994 in das von der Suzuki DR BIG abgeleitete S.o.S.-Triebwerk. Heraus kam ein Rennmotor mit besonderem Zylinderkopf sowie die Basis für ein GP1-Projekt.

Den Ruf einer Bastel-Klasse hatte die Sound-of-Singles-Rennserie schon immer, und in der Tat sah man dort auch lange Zeit sehr Abenteuerliches auf zwei Rädern. Mitte der 90er-Jahre jedoch hatte sich der Tummelplatz verrückter Einzylinder-Fans aber durchaus zur Spielwiese begnadeter Motorentechniker gemausert. Wer damals Einzylinder-High-Tech im Viertakt-Motorradrennsport erleben wollte, musste sich auf den Weg ins S.o.S.-Fahrerlager machen. Das technisch anspruchsvollste Motorrad war damals zweifelsohne die BMR-Suzuki, die Peter

Minet 1994 auf Platz drei der Deutschen S.o.S.-Meisterschaft spülte und Vollgas-Frau Katja Poensgen 1998 sogar zum Gewinn der Europameisterschaft gereichte.

Möglich wurden diese Erfolge vor allem eben durch den Motor, der zunächst 92, später dann bis zu 100 PS freisetzte. Das BMR-Konstrukteursteam um Rupert Baidl, Peter Minet und Peter Rönning im bayerischen Geretsried-Gelting griff dabei auf Erfahrungen zurück, die es 1990 mit dem Einzylinder der Suzuki-Enduro DR BIG 750 gemacht hatte. Den hatten die drei auf eine Leistung von über 80 PS gebracht. „Doch dann waren die Grenzen des luft-/ölgekühlten Triebwerks erreicht. Ein neuer Zylinderkopf musste her“, erklärte Rupert Baidl, Hauptinitiator und Chefentwickler im BMR-Team.

Dafür kombinierte er das von den Motoren-Päpsten Ludwig Apfelbeck und Hermann Weichsler ausgetüftelte Rotax-Patent radial angeordneter und über Tassenstößel sowie konische Nocken betätigter Ventile mit zu diesem Zeitpunkt relevanter Automobil-Renntechnik wie Einspritzung und steilem Ventilwinkel.

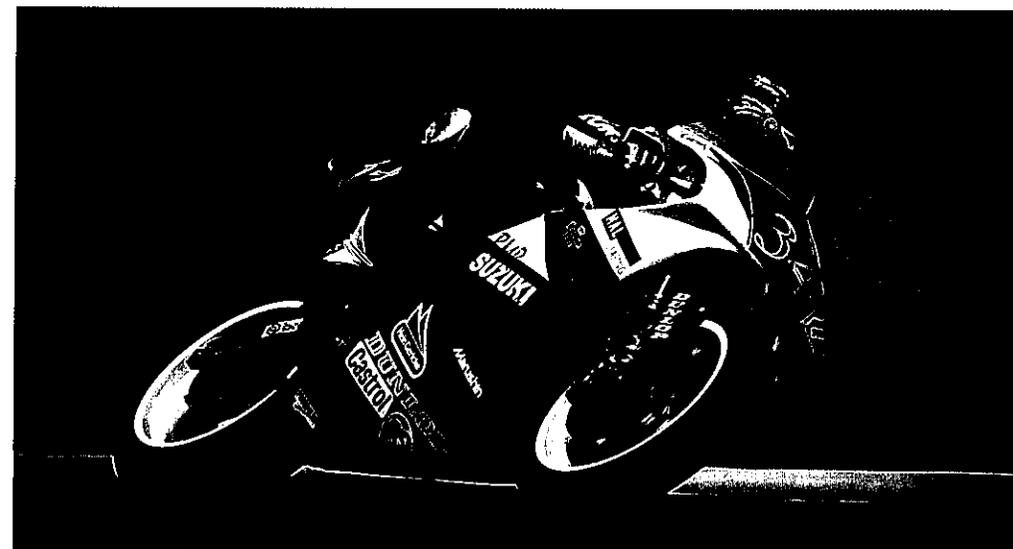
Heraus kam ein nun wassergekühlter, 43 Kilogramm schwerer 741 cm³-Einzylinder, basierend auf dem DR BIG-Motorengehäuse, mit 106 Millimetern Bohrung und 84 Millimetern Hub. Die mit 42 Millimeter einlass- sowie 35 Millimeter auslassseitig üppig dimensionierten Ventile sind neben der radialen Anordnung für einen optimalen, weil halbkugelförmigen Brennraum zudem diametral platziert. Das heißt, die Auslassventile sitzen vorne rechts und hinten links, die Einlasspartner entsprechend vorne links und hinten rechts jeweils im Winkel von 29,2 Grad zueinander und besitzen mit 10,5 Millimetern einen noch recht moderaten Arbeitshub.

Die Frage nach dem „Warum?“ dieser Ventilanzordnung beantwortet uns die Führung der Kanäle. Hinter den beiden 44 Millimeter großen Drosselklappen sitzen nämlich zwei Einlassschlünde, die zwischen den zur Reibungsminimierung wälzgelagerten Nockenwellen hindurch fast senkrecht in den Brennraum münden. Die gegenüberliegende Anordnung der Ventile sorgt schließlich dafür, dass beim Einströmen ein optimaler Swirl, also eine bestmögliche Verwirbelung entsteht.

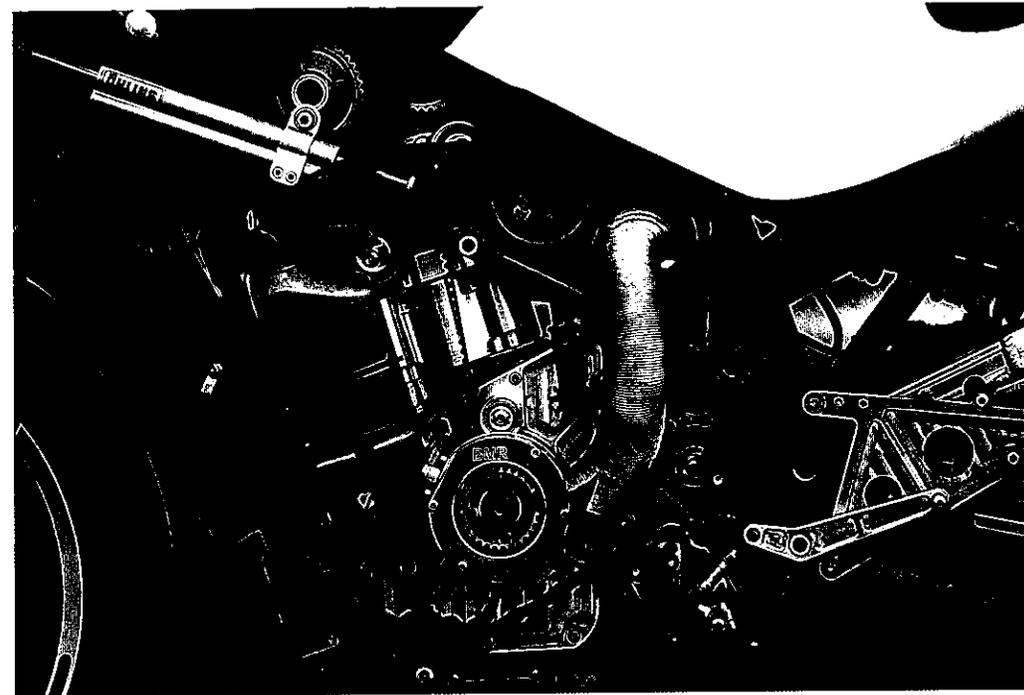
Dieselben günstigen Voraussetzungen ergeben sich natürlich auch in der Überschneidungsphase, die mit 60 Grad Kurbelwinkel ebenso wie die Gesamtsteuerzeit von 280 Grad sehr zahm ausfällt. Dann nämlich werden die Restgase fast völlig ausgespült, was leistungshemmende Altgasnester verhindert.

„Noch verwenden wir den leicht veränderten Suzuki-Serienkolben. Der labile Kolbenboden verhindert im Moment eine höhere Verdichtung als 11:1. Thermodynamisch gerechnet wären 17:1 möglich. Mehr als 92 PS bei 8100/min und 80 Nm bei 6300/min sind so zurzeit nicht drin“, gab Rupert Baidl damals zu Protokoll. Mit einem neuen Kolben und entsprechenden peripheren Maßnahmen realisierte er später jedoch die angepeilten 100 PS.

Zusammen mit Ex-Grand Prix-Pilot Martin Wimmer und dem schweizer Rennfahrer Willi Rüfenacht zog Rupert Baidl im Jahr 2000 ein neues Projekt auf der Basis des BMR-Singles hoch, nämlich einen Viertakt-Motor mit zwei Kurbelwellen als Versuchsträger für einen späteren GP1-Parallel-Twin.



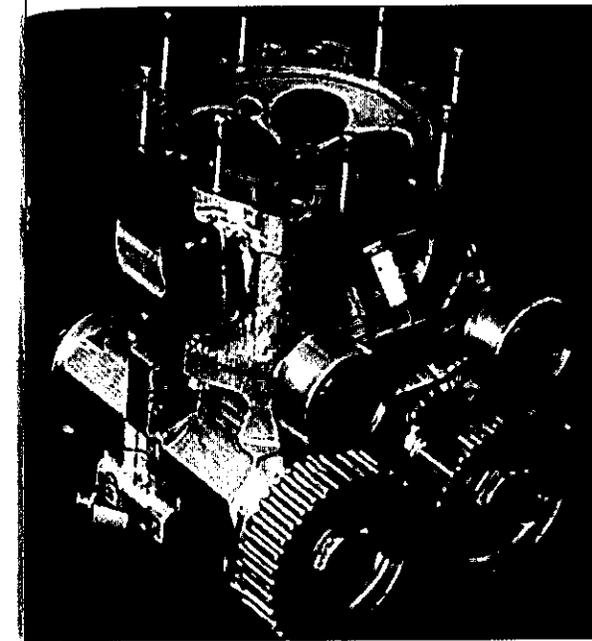
■ Katja Poensgen auf dem Weg zur Europameisterschaft im Jahre 1998.



■ Bis zu 100 PS leistete der BMR-Motor und machte die Suzuki nahezu unschlagbar.

Dabei arbeiten die via Zahnräder gekoppelten Kurbelwellen gegenläufig, und jeder Kolben gibt seine Arbeitsdrücke über zwei in separaten Kolbenbolzen gelagerte Pleuel weiter. „Die Vorteile liegen auf der Hand“, weiß Baidl, „denn sowohl die Massenkräfte als auch die Kreiselkräfte heben sich dadurch vollständig auf.“ Theoretisch bietet sich dadurch beim Chassis die Möglichkeit, die Geometrie stärker in Richtung Fahrstabilität auszulegen, ohne dafür beim Handling Nachteile zu erkaufen. Der Zylinderkopf nach dem Apfelbeck-Prinzip bürgt mit senkrechten Einlasskanälen zwischen den Nockenwellen und den radial sowie dia-

■ Apfelbeck-Prinzip und radiale Ventile kombinierte man bei BMR mit einer modernen Kraftstoff-Einspritzung.

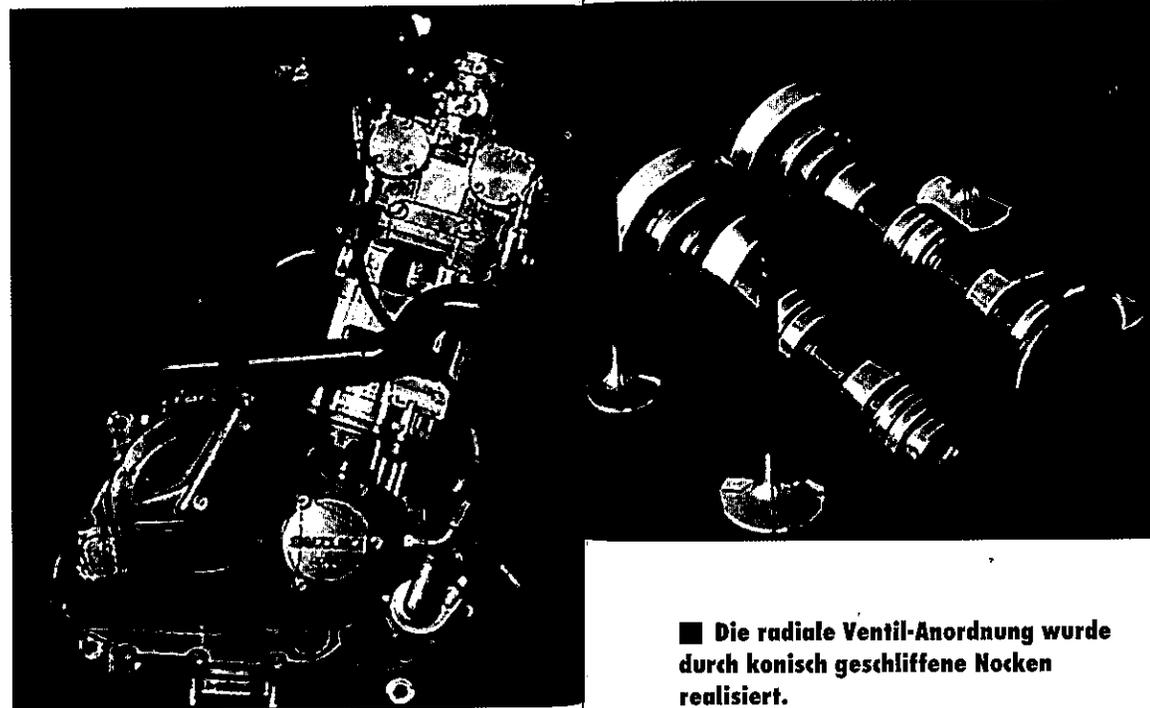


■ Blick in den Radial-Brennraum des BMR-Einzylinders.

metral angeordneten Ventilen für sehr gute Strömungsverhältnisse und damit leistungsfördernde Füllung. Und die Konstruktion mit zwei Kurbelwellen bietet nebenbei noch den Vorzug, dass der Kolben von materialbelastenden Seitenkräften in Richtung Zylinderwandung befreit ist, also fast ohne Hemd und damit leichter gestaltet werden kann. Zudem verbucht dieser Baidl-Motor auch Vorteile bei den rotierenden Massen. „zwei kleine Kurbelwellen lassen sich aufgrund ihres kleinen Durchmessers bei vergleichbarem Gewicht schneller beschleunigen als eine einzige Kurbelwelle“, erklärte Baidl dazu.

„Unser Versuchsmotor hatte bereits zahlreiche Stunden auf dem Prüfstand hinter sich. Er läuft so vibrationsfrei, da kannst du ein Fünf-Mark-Stück draufstellen, und es fällt nicht um“, berichtete er damals. Der 750 cm³ große Versuchsmotor leistete damals 97 PS bei 8500/min, und für eine 495 cm³ große Einheit, resultierend aus 100 mm Bohrung bei 63 mm Hub und Ventil-Durchmessern von 42 und 34 mm für Einlass und Auslass, so ermittelte Baidl auf der Fließbank, wären 100 PS bei 12.500/min kein Hexenwerk. Da der Motor nicht vibriert und damit keine selbstzerstörerische Energie entwickelt, wären sogar Drehzahlen bis 14500/min absolut realistisch.

Aus dem geplanten MotoGP-Twin wurde indes nichts, obwohl Baidl und seine Partner sich durchaus um Sponsoren bemühten. Wieder gefunden hat sich sein Konzept mit den beiden gegenläufig rotierenden Kurbelwellen indes in der 100 PS starken Neander 1400, dem ersten von einem Turbodiesel-Aggregat angetriebenen Serien-Motorrad in Form eines Choppers. „Eine Trockensumpfschmierung mit drei Ölkreisläufen, DOHC-Steuerung mit selbstständigem Spielausgleich, Sechsganggetriebe im Kassetteneinschub und Abgasturbolader sind techni-



■ Die radiale Ventil-Anordnung wurde durch konisch geschliffene Nocken realisiert.

Motorrad-Motoren im Detail

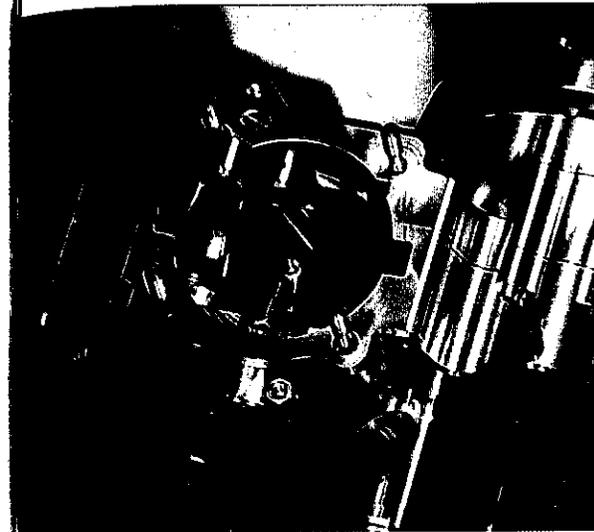
■ Laufgarnitur des BMR-Singles. Man beachte insbesondere den Kolbenboden mit der Anordnung der Ventiltaschen.

sche Eckpfeiler, die jedem Zweiradfahrer das Wasser im Munde zusammenlaufen lassen", wie die in Kiel ansässige Firma Neander selbst vorgibt. „Die ökologischen Anforderungen unserer heutigen Zeit werden mit der serienmäßigen Ausstattung mit Partikelfiltern erfüllt“, heißt es weiter.

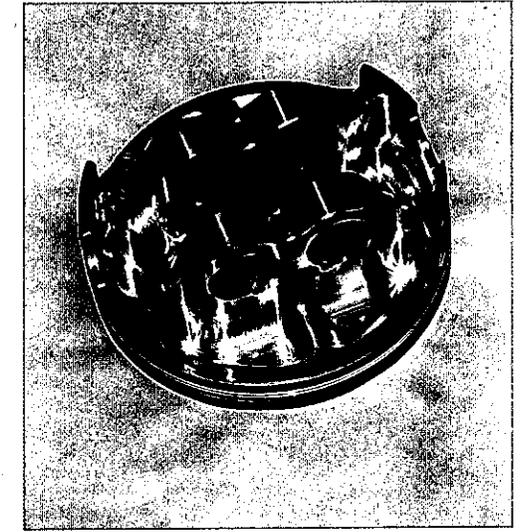


■ Der BMR-Single basiert auf der Suzuki-Enduro DR 750 Big.

Schlaukopf



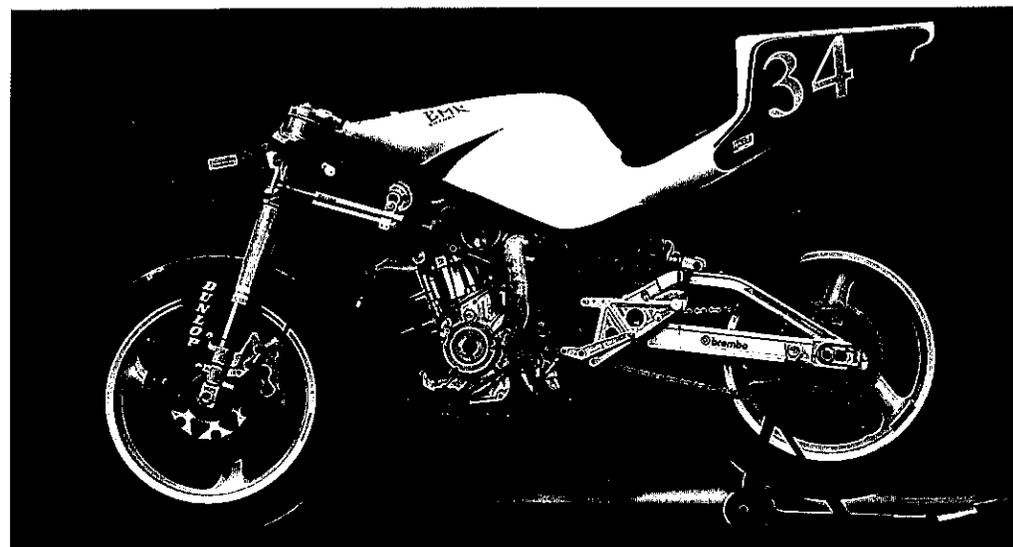
■ Der erste funktionierende BMR-Einzyylinder mit zwei Kurbelwellen.



■ Der Kolben gleicht nunmehr einem Ringträger. Das Hemd ist nahezu verschwunden.



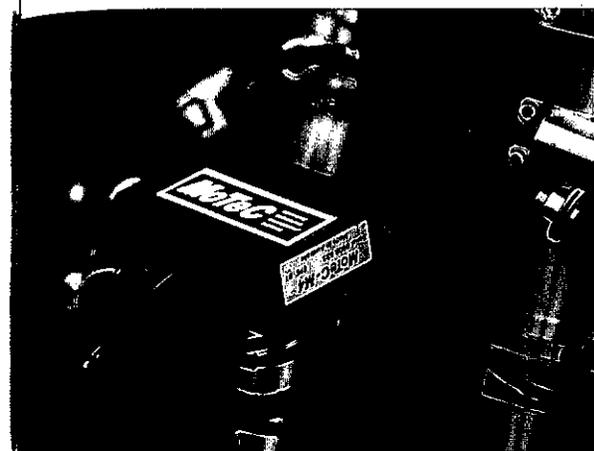
■ Ex-Grand-Prix-Rennfahrer Martin Wimmer (li.) und Rupert Baindl schmiedeten mit dem Doppel-Kurbelwellen-Motor GP1-Pläne.



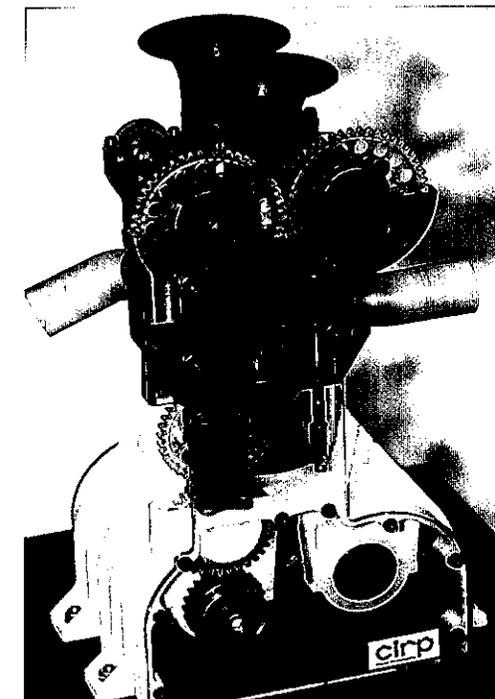
■ Sehr kompakt integrierte sich der BMR-Einzylinder in das Chassis von Katja Poensgens Rennmaschine.



■ 1998 avancierten Fahrerin Katja Poensgen, Konstrukteur Rupert Baidl und Mechaniker Hans Herold (v. l.) zum Dream-Team der Supermono-EM.



■ Elektronisches Motor-Management von MoTec an der BMR-Suzuki.



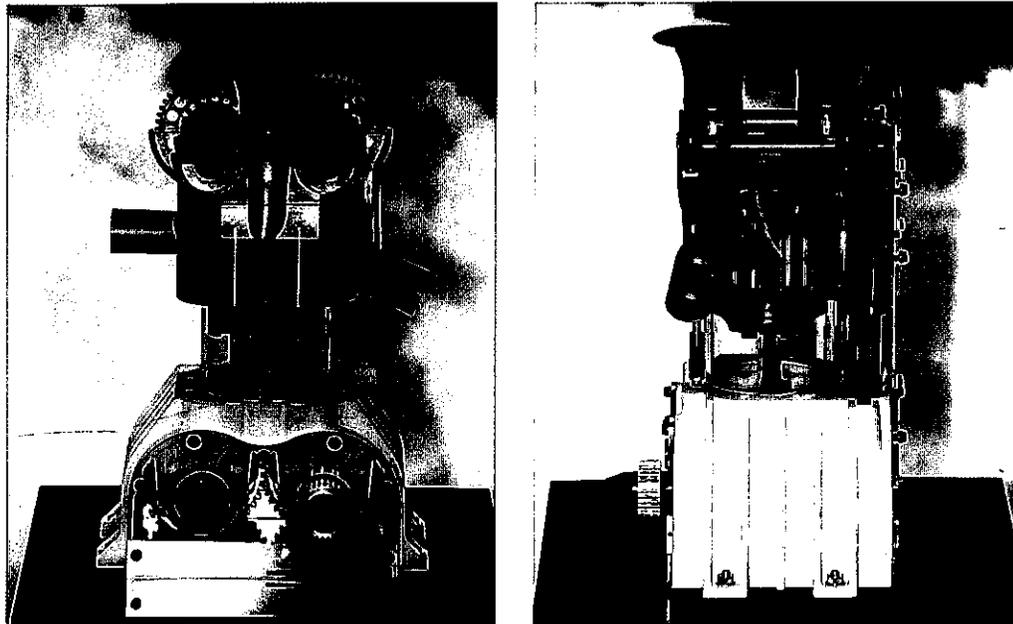
■ Rechts: Die Weiterentwicklung des BMR-Singles mit zwei Kurbelwellen als Rapid-Prototyping-Modell



■ Gut zu sehen ist hier der Kolben mit seinen beiden Kolbenbolzen.



■ Katja Poensgen, Europameisterin 1998 auf BMR-Suzuki.



■ Quer und längs betrachtet erschließt sich auch hier die Apfelbeck-typische, asymmetrische Kanalführung

Technische Daten

BMR-Suzuki-Motor	
Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Einzylinder-Viertakt-Motor mit zwei oben liegenden Nockenwellen nach Apfelbeck-Prinzip
Bohrung	106 mm
Hub	84 mm
Hubraum	741 cm ³
Max. Leistung	92 / 100 PS bei 8100 / k.A./min
Max. Drehmoment	80 / k.A. Nm bei 6300/min
Verdichtung	11:1 / über 13:1
Gemischaufbereitung	Zünd-/Einspritzanlage mit zwei Drosselklappenstücken
Venturi-Durchlass	44 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	35 / 42 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	10,5 mm
Motor-Gewicht	43 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Sechsganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Ölbadkupplung
Baujahr	1994 / 1997

BMW K 1200 S-Motor

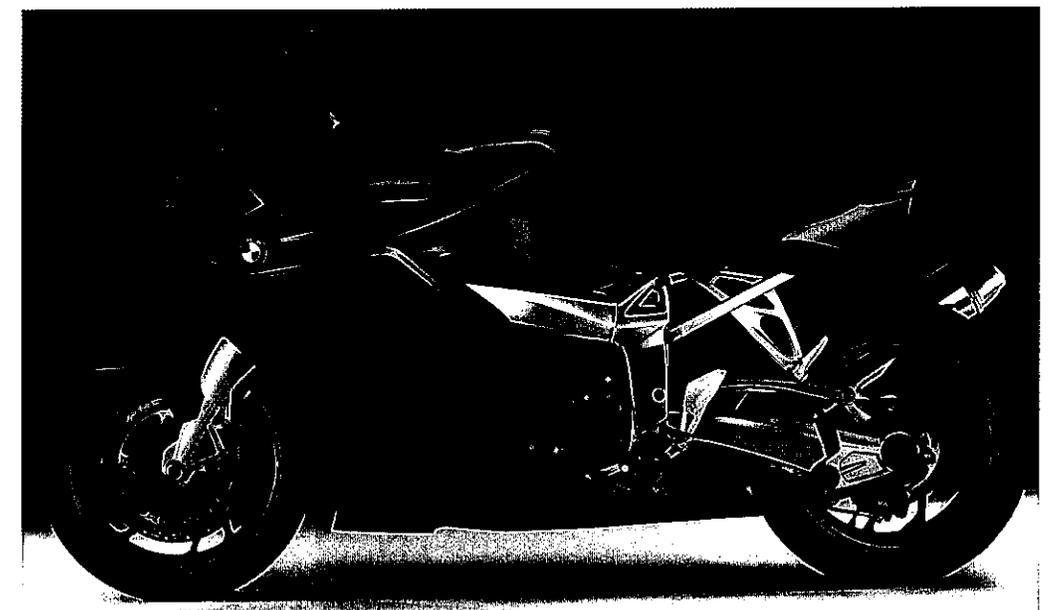
Die Stärkste aus Bayern

Mit einem komplett neu entwickelten und erstmals quer eingebauten Reihenvierzylinder schickte sich BMW 2004 an, der arrivierten japanischen Konkurrenz im Sport-Touring-Segment Beine zu machen.

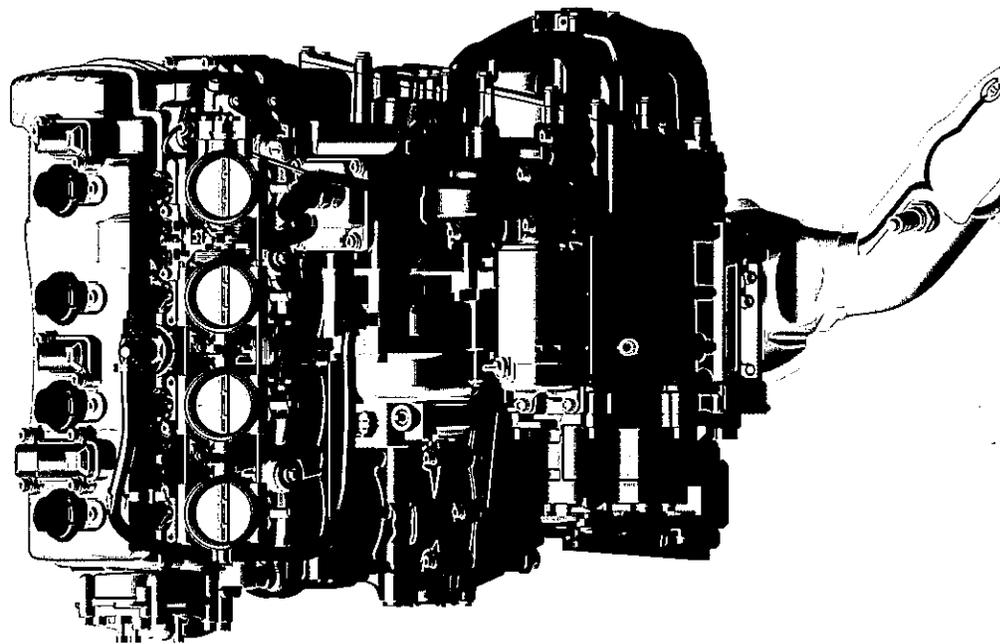
Der quer eingebaute Vierzylinder-Reihenmotor der BMW K 1200 S hat ein Hubvolumen von exakt 1157 cm³. Seine Nennleistung beträgt 123 kW (167 PS) bei 10 250 U/min, das maximale Drehmoment von 130 Nm wird bei 8 250 U/min erreicht. Schon ab 3 000 U/min stehen über 70 Prozent des maximalen Drehmomentes zur Verfügung. Sportliche Charakteristik mit fahrbarer und jederzeit beherrsch-

barer Leistung lautete das Entwicklungsziel. Mit einem Motorgewicht von 81,3 Kilogramm (inklusive Kupplung und Getriebe) ist er einer der leichtesten und kompaktesten Motoren seiner Hubraumklasse auf dem Markt: Die Baubreite in Kurbelwellenhöhe beträgt lediglich 430 Millimeter. Mit diesem Maß liegt der Motor der K 1200 S näher an aktuellen 600er-Aggregaten als an den gängigen Motoren des Hubraumsegments über 1000 cm³. Viele außergewöhnliche und innovative Detaillösungen mit konstruktiven Anleihen aus der aktuellen Rennsporttechnik ergeben in ihrer Summe ein einzigartiges Antriebsaggregat, das man in dieser Form von BMW nicht erwarten konnte.

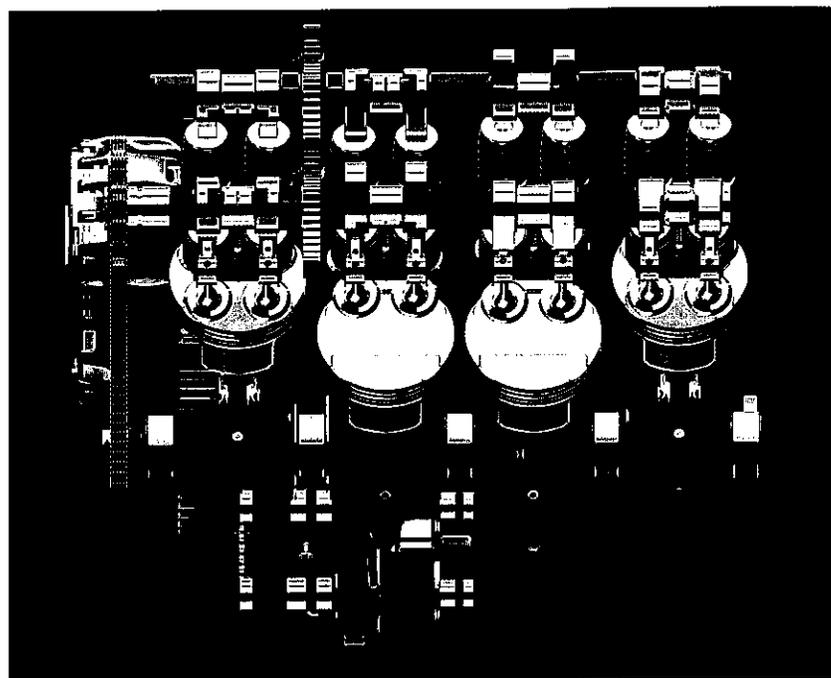
Um etwa dem Nachteil des relativ hohen Motorschwerpunktes – wie er bei konventionellen Vierzylinder-Konzepten üblich ist – zu begegnen, wurde die Zylinderachse um 55 Grad nach vorn geneigt. Dadurch ergibt sich nicht nur ein niedriger Schwerpunkt, sondern zudem noch die erwünschte Belastung des Vorder-



■ Die BMW K 1200 S wurde als schneller Sport-Tourer konzipiert. Traditionell erfolgt der Sekundärtrieb über eine Kardanwelle.



■ Der Vierzylinder der K 1200 S von oben betrachtet mit der Ansaugbrücke und den vier Drosselklappenstücken für die Saugrohr-Einspritzung.



■ Der Vierzylinder mit zwei oben liegenden Nockenwellen und vier via Tassenstößel betriebenen Ventilen pro Brennraum baut extrem schmal.

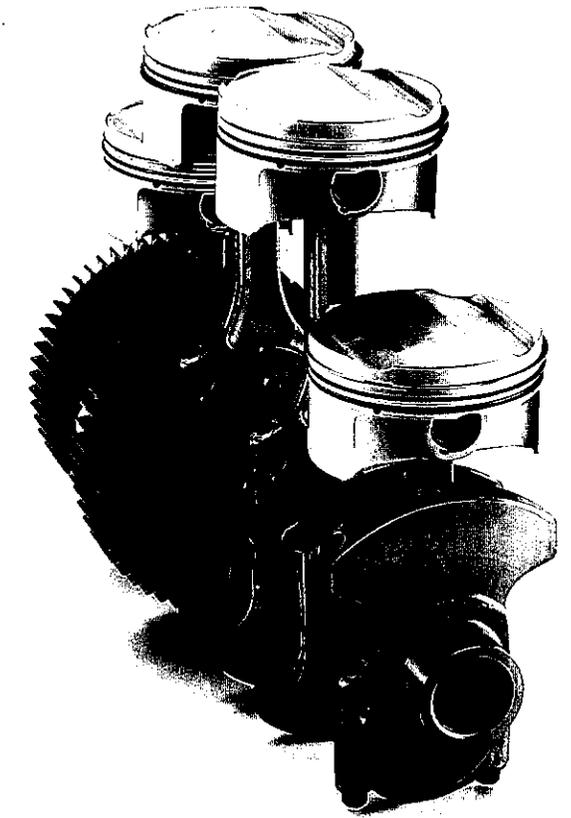
rades – bei sportlicher Fahrweise wichtig für ein präzises Fahrgefühl und transparente Rückmeldung von vorn. Die Neigung schafft zudem Platz für eine strömungsgünstige Sauganlage direkt über dem Motor, und sie ermöglicht den idealen Kraftfluss in den Rahmenprofilen.

Die Kurbelwelle des K 1200 S Motors ist ein einteilig aus Vergütungsstahl geschmiedet; sie besitzt acht Gegengewichte und die übliche Kröpfung von 180 Grad für gleichmäßigen Zündabstand. Das gewählte Hub-/Bohrungsverhältnis ermöglicht eine Überdeckung der Lagerzapfen, was hohe Steifigkeit bewirkt. Die Kurbelwelle ist gleitgelagert, der Durchmesser der Haupt- und Pleuellagerzapfen ist gleich. Er beträgt 38 Millimeter.

Das Prinzip der Ölversorgung von Kurbelwelle und Lagern kommt aus der Formel 1, das Schmieröl für die Pleuellager wird direkt axial in die Kurbelwelle eingespeist. Über Bohrungen innerhalb der Kurbelwelle wird es dann zu den Pleuellagern geführt. Die sonst übliche Ringnut in den Hauptlagern entfällt und das Lager kann bei gleicher Tragfähigkeit um die Nutbreite schmäler gehalten werden. So entsteht der konstruktive Freiraum für eine sehr kurz bauende Kurbelwelle und minimierte Zylinderabstände und damit für einen schmalen und kompakten Gesamtmotor. Die Ölversorgung der Hauptlager erfolgt in herkömmlicher Weise über die Hauptölleitung im Kurbelgehäuse, von der Ölbohrungen zu den Lagern abzweigen. Zwei der Kurbelwellen-Gegengewichte sind als Zahnräder für den Primärtrieb zur Kupplung beziehungsweise für den Antrieb der beiden Ausgleichswellen ausgebildet.

Der Antrieb der Nockenwellen im Zylinderkopf erfolgt mit einer Kette, die über ein am rechten Kurbelwellenende verschraubtes Zahnkettenrad läuft.

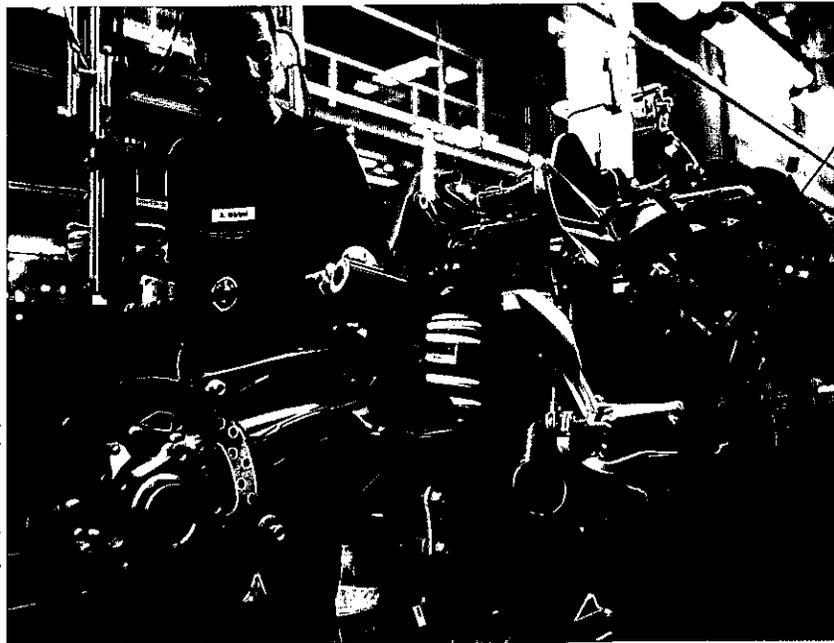
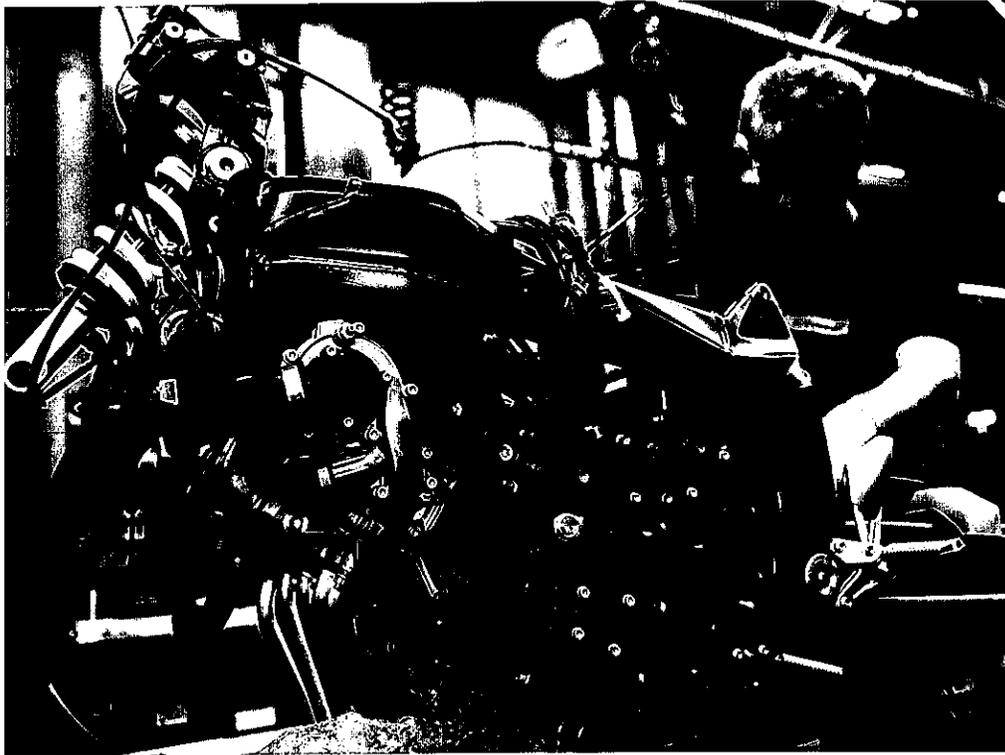
Die gleitgelagerten Pleuel sind leichte Schmiedeteile aus Vergütungsstahl. Mit einer Länge von 120 Millimetern begünstigen sie in Verbindung mit dem kurzen Hub einen ruhigen Motorlauf. Sie wiegen mit Gleitlagern 413 Gramm.



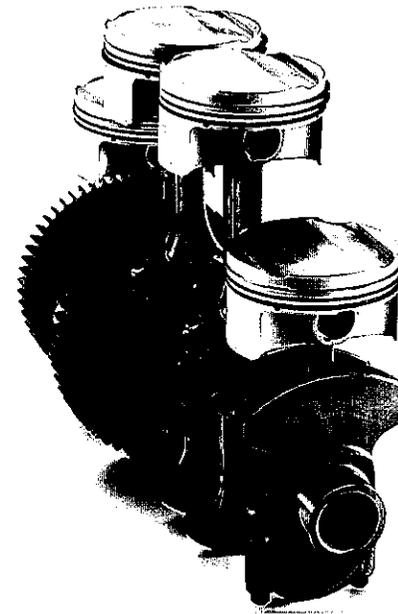
■ Zwei der Kurbelwangen sind als Zahnräder für den Primärtrieb (li.) sowie für den Antrieb der beiden Ausgleichswellen ausgebildet.

Das obere Pleuelauge trägt eine Lagerbuchse. Die Horizontalteilung erfolgt mit der bewährten Crack-Technik („cracken“ = brechen), bei der das große Pleuelauge durch eine hydraulisch aufgebrachte, schlagartige Zugkraft gezielt in der Mittelebene „durchgebrochen“ wird. Durch die Bruchstelle ist eine extrem passgenaue Montage ohne weitere Zentrierung möglich.

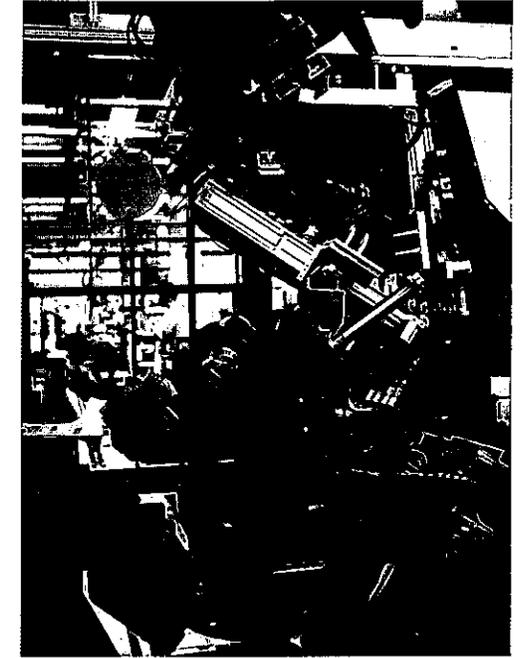
Es werden bewährte Leichtbau-Kastenkolben mit kurzem Kolbenhemd und drei Ringen (zwei Kompressions- und ein Ölabbstreifring) einge-



■ Endmontage des K 1200 S-Vierzylinders im Werk Berlin-Spandau.



■ K 1200 S-Kurbelwelle mit montierten kurzen Kastenkolben, die über einen flachen Kolbenboden verfügen.



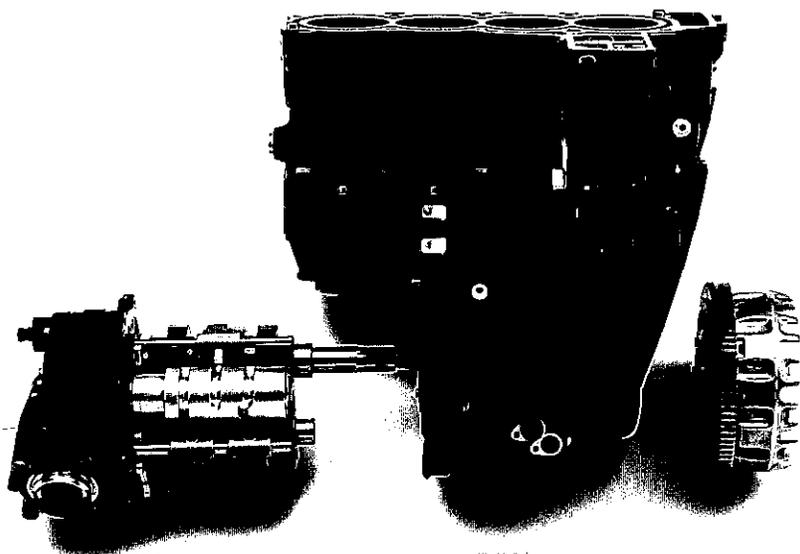
■ Blick in die Fertigung bei BMW im Berlin-Spandauer Werk.

setzt. Durch die flache Brennraumkalotte konnten trotz hoher Verdichtung der Kolbenboden und die Ventiltaschen flach gehalten werden. Das unterstützt einen thermodynamisch günstigen Verbrennungsablauf und ermöglicht eine gewichtsoptimierte Kolbenbodenkontur. Das Kolbengewicht beträgt komplett mit Bolzen und Ringen 299 Gramm. Zur Wärmeabfuhr der thermisch hoch belasteten Kolbenböden werden diese über Ölspritzdüsen im Kurbelgehäuse gezielt gekühlt. Das erhöht ihre Lebensdauer. Zur Eliminierung der beim Vierzylinder-Reihenmotor unvermeidlichen freien Massenkräfte zweiter Ordnung treibt die Kurbelwelle über einen Zahnradantrieb zwei Ausgleichswellen an, die unterhalb der Kurbelwelle angeordnet sind. Der Ausgleichsgrad beträgt 100 Prozent. Diese wälzgelagerten Ausgleichswellen sitzen symmetrisch

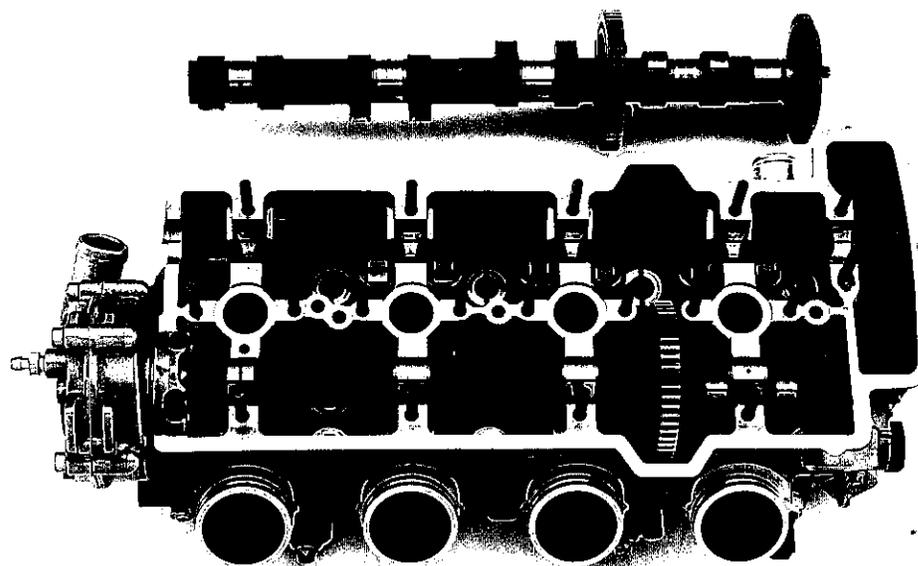
vor und hinter der Kurbelwelle. Dadurch wird ein zusätzliches Massenmoment vermieden.

Die Ausgleichswellen drehen doppelt so schnell wie die Kurbelwelle. Um die Schallabstrahlung zu minimieren, sind die Unwuchtmassen über Elastomerelemente mit den Ausgleichswellen verbunden.

Das zweiteilige Zylinder-Kurbelgehäuse besteht aus hochfesten Aluminiumlegierungen. Die Teilungsebene verläuft in der Kurbelwellenmitte. Das kompakte Oberteil aus Kokillenguss bildet einen hochsteifen Verbund aus den vier Zylindern und dem oberen Lagerstuhl für die Kurbelwelle. Der Zylinderblock mit dem Wassermantel ist als Open-Deck-Konstruktion ausgeführt, und die Laufbahnen sind mit einer verschleißfesten, reibungsarmen Nickel-Silizium-Dispersionsbeschichtung versehen. Das Unterteil aus



■ Das Getriebe ist als so genanntes Kassetten-Getriebe konzipiert und von links samt dem Winkeltrieb in das Motorgehäuse integriert.



■ Die Auslass-Nockenwelle (im Bild hinten) wird via Zahnkette von der Kurbelwelle angetrieben. Die Einlass-Nockenwelle wird über Stirnräder vom Auslasspartner angetrieben.

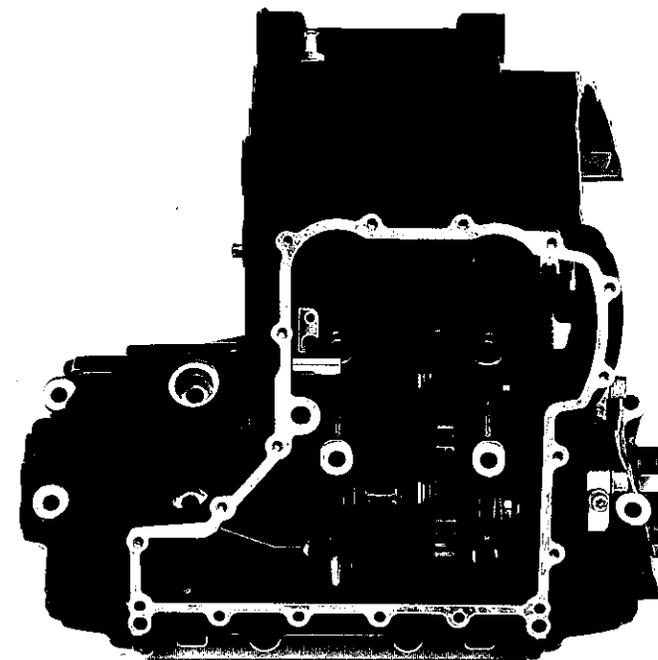
Druckguss bildet das Gegenstück für die Hauptlagerung der Kurbelwelle und nimmt das Getriebe auf.

Leistungsvermögen, Leistungscharakteristik, Verbrennungsgüte und damit der Kraftstoffverbrauch von Motoren werden ganz wesentlich von Zylinderkopf und Ventiltrieb bestimmt. Das Design des Vierventil-Zylinderkopfes der K 1200 S ist auf optimale Kanalgeometrie, Kompaktheit, beste Thermodynamik und zuverlässigen Wärmehaushalt ausgelegt. Das entscheidende Konstruktionsmaß für eine optimale Zylinderkopfgestaltung ist der Ventilwinkel. Ist er möglichst eng gewählt, so ergeben sich ein ideal gerader Einlasskanal und ein kompakter Brennraum für hohe Verdichtung und optimalen Wirkungsgrad.

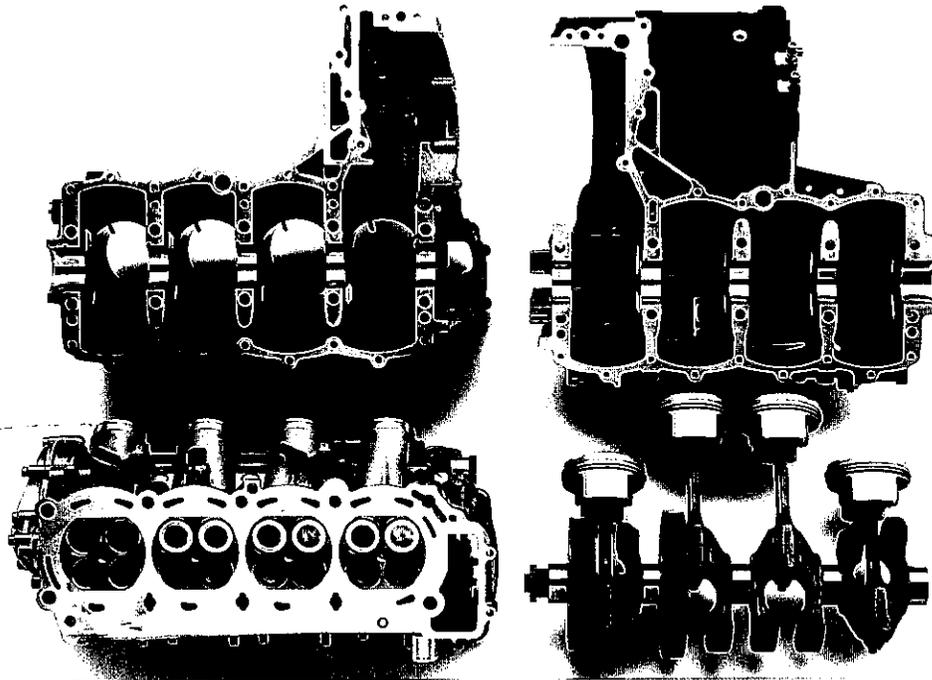
Für den Ventiltrieb zählen in Bezug auf beste Leistungsausbeute und standfestes Drehvermögen die Kriterien Steifigkeit, minimale bewegte

Massen und maximale Zeitquerschnitte an den Ventilen. Die Motorenexperten von BMW entschieden sich bei der K 1200 S für eine Schleppebelsteuerung mit zwei oben liegenden Nockenwellen. Sie bietet die perfekte Kombination aus höchster Steifigkeit und minimalem Gewicht der bewegten Ventiltriebsbauteile bei zugleich kompaktem Zylinderkopfdesign. Nicht umsonst hat sich dieses Bauprinzip als Standard für die Motoren der heutigen Formel 1 durchgesetzt.

Der Ventilwinkel beträgt einlassseitig 10 Grad und auslassseitig 11 Grad – Werte, die bisher kein Motor des Wettbewerbs aufweist. Von den beiden oben liegenden Nockenwellen wird nur die Auslasswelle mit einer Zahnkette von der Kurbelwelle angetrieben. Die Einlassnockenwelle wird über einen Zahnradtrieb von der Auslasswelle angetrieben. Dadurch wird im Zylinderkopf nur ein Kettenrad benötigt. Die Vor-



■ Ein Blick von unten in das Motorgehäuse gibt den Blick auf die beiden von der Kurbelwelle angetriebenen Ausgleichswellen frei.



■ Der K 1200 S-Motor ist eine kompakte Konstruktion mit horizontal geteiltem Gehäuse, integrierten Laufbüchsen, einer kurzen und steifen Kurbelwelle sowie einer drehzahlfesten Zylinderkopf-Konstruktion.

teile dieser Bauweise sind eine höhere Präzision der Steuerzeiten und eine geringe Baubreite des Zylinderkopfes.

Die Nockenwellen sind direkt über den Ventilen angeordnet. Das geometrische Gesamt-Layout des Zylinderkopfes lässt die ideale Übersetzung von 1:1 für die Schleppebel zu, so dass diese nur minimalen Biegebeanspruchungen ausgesetzt sind. Dadurch konnten die Hebel äußerst filigran und leicht gestaltet werden. Die für die Serie festgelegte Drehzahlgrenze liegt bei 11.000 U/min, die rein mechanische Drehzahlverträglichkeit liegt weit darüber.

Die Ventilgröße beträgt im Durchmesser 32 Millimeter für den Einlass und 27,5 Millimeter für den Auslass.

Wie eingangs erwähnt, ermöglicht der enge Ventilwinkel einen sehr kompakten Brennraum mit flacher Kalotte. Dieses ist die Voraussetzung

für eine hohe geometrische Verdichtung bei einem thermodynamisch günstigen, weitgehend ebenen Kolbenboden. Ein Verhältnis von 13:1 hat bisher kein Serien-Ottomotor erreicht. Die K 1200 S ist mit einer Trockensumpfschmierung ausgestattet, wie sie vorwiegend der Rennmotorenbau anwendet. Vorteil dieses Prinzips ist, neben höchster Betriebssicherheit selbst unter extremen Bedingungen, die flache Bauweise des Kurbelgehäuses. Das ermöglicht eine tiefere Einbaulage des Motors und einen niedrigen Schwerpunkt. Der Entfall der Ölwanne erlaubt es, das Triebwerk gegenüber einer herkömmlichen Konstruktion um 60 Millimeter weiter unten anzuordnen.

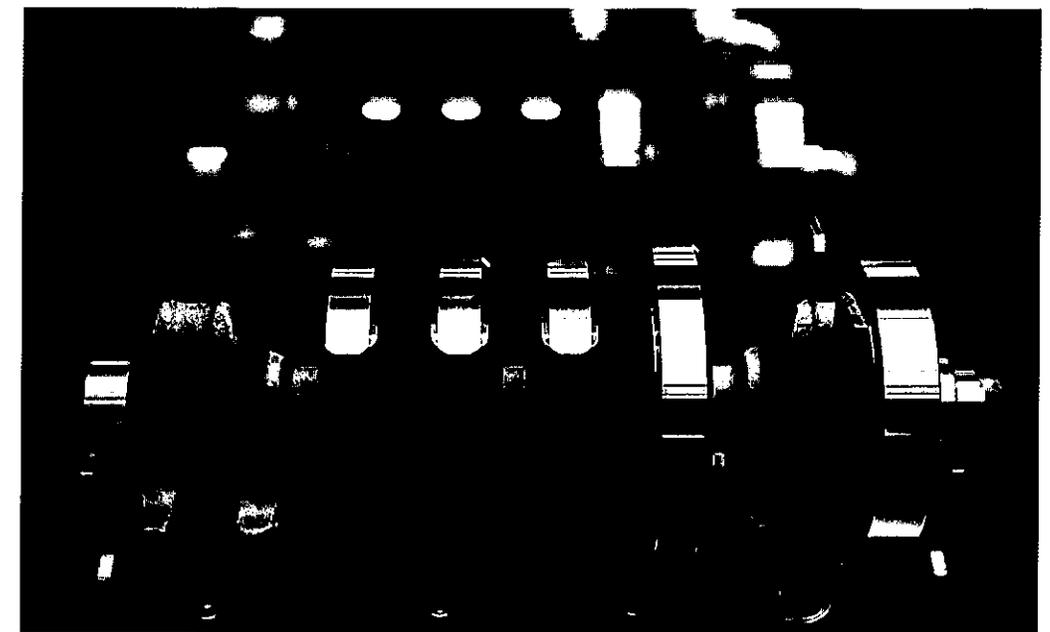
Ein Tank im Rahmendreieck hinter dem Motor bildet das Ölreservoir. Im hinteren Kurbelgehäusebereich arbeitet die doppelte Ölpumpe, die über eine Kette von der Kupplungswelle aus angetrie-

ben wird. Sie saugt das Schmieröl aus dem Ölbehälter und speist es als Drucköl zunächst in den Ölfilter (Hauptstromfilter) ein. Dieser sitzt, von außen gut zugänglich, an der linken unteren Kurbelgehäusesseite. Von dort gelangt das Drucköl in die Hauptölleitung im Kurbelgehäuse und verteilt sich über interne Bohrungen zu den Schmierstellen. Der rücklaufende Schmierstoff sammelt sich am tiefsten Punkt des Kurbelgehäuses in einer Wölbung des unteren Abschlussdeckels. Die zweite Pumpe fördert das Rücklauföl zunächst zum Ölkühler, von dort fließt es in den Öltank zurück. Das Rücklaufsystem in den Öltank ist patentiert. Der Ölkühler befindet sich in der Frontverkleidung strömungsgünstig unterhalb des Scheinwerfers. Konsequentermaßen sind die Ölkühlerleitungen aus Aluminium.

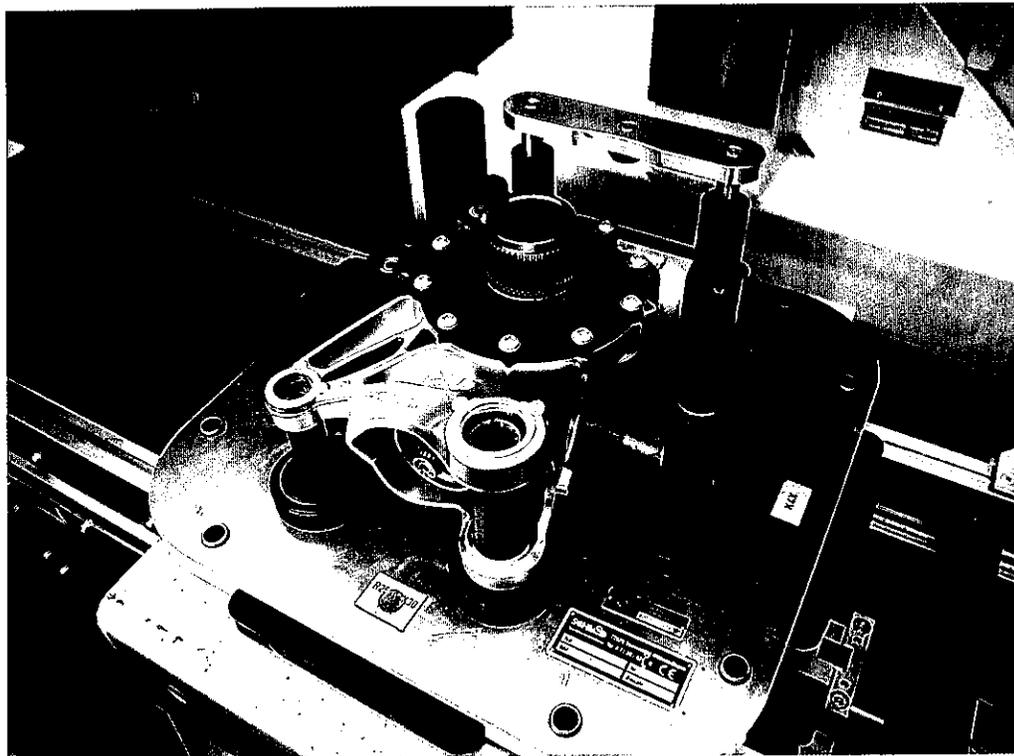
Die Ölstandskontrolle erfolgt – genial einfach – über ein transparentes Kunststoffröhrchen außen am Ölbehälter. Über dieses patentierte Schlauchrohr wird im Service auch das Öl aus dem Öltank abgelassen. Das Gesamt-Öltankvolumen beträgt 4,2 Liter.

Ein durchdachtes Kühlkonzept sorgt für die thermische Ausgewogenheit des Motors. Der Kühlwasserstrom zwischen Zylinderkopf und Zylinder ist durch entsprechende Dimensionierung der Durchtrittsquerschnitte im Verhältnis 73:27 aufgeteilt. Der Zylinderkopf wird quer vom Kühlmittel durchströmt. Der Eintritt des rückgekühlten Kühlmittels erfolgt an der „heißen“ Auslassseite. Genau dort, wo die größte thermische Beanspruchung auftritt, bewirkt die intensive Kühlung am Zylinderkopf schnelle Wärmeabfuhr und besten Temperaturengleich. Der reduzierte Wasserstrom an den Zylindern verkürzt die Warmlaufphase und senkt Kaltlaufverschleiß und Reibung, was auch dem Kraftstoffverbrauch zugute kommt.

Die Wasserpumpe ist an der linken Zylinderkopfseite angeflanscht. Sie wird von der Einlassnockenwelle angetrieben. Durch diese Anordnung und die Direkteinspeisung des Kühlwassers in den Zylinderkopf entfällt die übliche Verschlauchung und die verbleibenden Schlauchverbindungen zum Kühler fallen extrem kurz aus. Die



■ Kurbelwellen-Rohling der K 1200 S im Frühstadium seiner Bearbeitung.



■ Blick auf den mächtigen Hinterachs-Winkeltrieb der BMW K 1200 S.

Kühlmittelmenge beträgt nur zwei Liter. Das spart Gewicht. Rennsporttechnologie steckt auch im patentierten Wasserkühler: Trapezförmig und gebogen ist er schwerpunktünstig vorne unten in der Verkleidung untergebracht. Durch hohen Wirkungsgrad und aerodynamische Optimierung von Verkleidung und Anströmung genügt eine vergleichsweise kleine Fläche von nur 920 cm² für eine betriebssichere Wärmeabfuhr unter allen Bedingungen. Der integrierte Thermostat hält die Warmlaufzeiten optimal kurz.

Um Baubreite zu sparen, wurden die elektrischen Nebenaggregate und ihr Antrieb hinter die Kurbelwelle in den Freiraum oberhalb des Getriebes verlegt. Der Drehstromgenerator wird von der Primärverzahnung der Kupplung angetrieben. Die Generator-Nennleistung beträgt 580 Watt, der

Maximalstrom 42 Ampere. Der Vorgelege-Anlasser ist über einen Freilauf gekoppelt, der auf das Generator-Antriebszahnrad wirkt.

Erstmals in der Geschichte der kardangetriebenen BMW Motorräder hat ein Antrieb eine Mehrscheiben-Ölbakcupplung (Durchmesser der Reibscheiben 151 mm) und ein Getriebe, das samt Winkeltrieb im Motorgehäuse integriert ist. Dabei wurde das Getriebe als Einbaueinheit konzipiert, als so genanntes Kassettenge triebe. Diese Bauart kommt aus dem Rennsport, wo sie den schnellen Teileaustausch erlaubt. Dieses klauengesaltete Zweiwellen-Getriebe ist schmal und leicht; Schaltwalze, Schaltgabeln und Schieberäder sorgen für kraftschlüssige Verbindungen. Beide Getriebewellen liegen übereinander, auch das spart Platz und redu-

ziert auftretende Laufgeräusche. BMW-typisch ist die Kardanwelle zum Hinterrad an. Wegen des quer eingebauten Motors ist eine zweifache Umlenkung notwendig. Der Winkeltrieb am Getriebeausgang ist im Getriebedeckel untergebracht. Die Wirkungsgradeinbuße der zweifachen Umlenkung wird häufig überschätzt, sie beträgt nur wenige Prozent.

Die K 1200 S hat die fortschrittlichste digitale Motorsteuerung, die es momentan für Motorräder gibt. Dabei handelt es sich um eine Eigenentwicklung, die erstmals in der R 1200 GS eingesetzt und nun für Vierzylinder-Motoren weiterentwickelt wurde. Vollsequenzielle zylinderselektive Einspritzung, integrierte Klopfregelung, schnelle Verarbeitung umfangreicher Sensorsignale durch modernste Mikroelektronik, ein kompaktes Layout, geringes Gewicht und Eigendiagnose sind dabei ihre wichtigsten Kennzeichen.

Das aus bisherigen BMW bekannte Prinzip der Alpha-n-Steuerung mit der indirekten Erfassung der angesaugten Luftmenge über den Drosselklappenwinkel und die Motordrehzahl wurde weiterentwickelt. Basisgrößen für den Motorbetriebspunkt sind weiterhin die Motordrehzahl und der Drosselklappenwinkel, der wie bisher über ein Potentiometer erfasst wird. Aus zusätzlichen Motor- und Umgebungsparametern (unter anderem Motortemperatur, Lufttemperatur, Umgebungsluftdruck) bildet die Motorsteuerung zusammen mit abgespeicherten Kennfeldern und hinterlegten Korrekturfunktionen individuell abgestimmte Werte für Einspritzmenge und Zündzeitpunkt.

Die Einspritzung ist vollsequenziell, das heißt, der Kraftstoff wird individuell und passend zum Ansaugtakt des jeweiligen Zylinders in den Ansaugkanal eingespritzt.

Bisher einzigartig im Serienbau ist die variable Druckregelung für den Kraftstoff. Das System hat keinen Rücklauf, sondern fördert lediglich die Menge, die der Motor tatsächlich verbraucht. Durch diese Fördermengenregelung kann der Kraftstoffdruck für eine optimale Ge-

mischbildung fast beliebig verändert werden. Geregelt wird bedarfsgerecht über die Ansteuerung der elektrischen Benzinpumpe. Mit Hilfe einer Lambdasonde wird die Gemischzusammensetzung geregelt. Diese ist an der Zusammenführung der vier Abgaskrümmern platziert und sorgt für eine präzise Erfassung der Abgaszusammensetzung.

Die BMS-K integriert zusätzlich die Funktionen einer automatischen Leerlaufregelung sowie eine Kaltstartanreicherung. Die Leerlaufanhebung im Warmlauf erfolgt bei Bedarf automatisch. Geregelt wird sie über einen so genannten „Leerlaufstepper“ (gesteuerte Bypass-Kanäle für Zusatzluft), der in der Airbox integriert ist, und eine gezielt dosierte Einspritzmenge.

Die Drosselklappen mit 46 Millimetern Durchmesser haben ein patentiertes Betätigungssystem mit progressiver Kennung. Die durch die Gasdrehgriffstellung vorgegebene Klappenstellung wird über einen Schrittmotor noch präziser eingeregelt. So werden Ansprechverhalten und Dosierbarkeit weiter optimiert. Die gesamte Anlage ist durch die Zusammenfassung verschiedener Funktionen konkurrenzlos leicht. Die dreiteilige Einspritzleiste ist aus Kunststoff und trägt den Kraftstoff-Drucksensor. Die im Zylinderkopf untergebrachten Stabzündspulen mit hoher Energie unterstützen die Effizienz dieser Motorsteuerung.

Die K 1200 S verbraucht laut BMW bei 90 km/h 4,7 und bei 120 km/h 5,5 Liter. Angesichts des Leistungspotenzials und Drehvermögens ist das ein Bestwert unter Sportmotorrädern. Daran hat die sehr hohe geometrische Verdichtung wesentlichen Anteil. Erst die Klopfregelung macht den Rekordwert von 13:1 überhaupt möglich. Die K 1200 S ist nach der R 1200 GS das zweite BMW-Motorrad, das serienmäßig mit dieser Schutzfunktion ausgerüstet ist.

Zwei Körperschallsensoren, die jeweils zwischen den Zylindern 1-2 und 3-4 positioniert sind, erkennen klopfende Verbrennung. Die Motorelektronik reagiert in diesem Fall mit Zündwinkelrücknahme (Verstellung in Richtung

„spät“) und bewahrt damit den Motor vor möglichen Schäden.

Die stark geneigte Motorposition erlaubt eine Airbox in optimaler Gestaltung und Lage direkt oberhalb des Motors. Die vier Ansaugrohre werden direkt und ohne Krümmung in die Anlage geführt. Mit einem Volumen von zehn Litern trägt die Airbox zur satten Leistungsentfaltung und zum hohen Spitzenmoment bei.

Zwei Schnorchel, die durch die passende Lage der Airbox strömungsgünstig geradlinig nach vorn geführt werden können, saugen die Luft rechts und links unterhalb des Scheinwerfers im Staudruckbereich der Verkleidung an. Dieser so genannte „Ram-Air-Effekt“ unterstützt bei hohen Fahrgeschwindigkeiten den Füllungsgrad. Die Ansaugluft passiert zwei getrennte Papierfilter, die am Ende der Schnorchel vor deren Einmündung in die Airbox angeordnet sind. Die Air-

box beinhaltet außer dem modernen Zyklon-Ölabscheider für die Motorentlüftung auch das Leerlaufsystem. Zusätzlich übernimmt sie die Funktion des Batteriehalters; ein weiteres Beispiel für durchdachte Funktionsintegration, die Bauraum und Gewicht spart.

Vier gleich lange Einzelkrümmer werden unter dem Getriebe zunächst in zwei Rohre zusammgeführt und münden dann in einem einzelnen Rohr in einen großvolumigen Endschalldämpfer (4-in-2-in-1-Anlage). Der runde Schalldämpfer hat ein Volumen von 9,5 Litern und arbeitet nach dem Reflexionsprinzip. Die Außenhaut ist durch die innere Absorptionsschicht thermisch geschützt. Im Einmündungsbereich der Krümmer in den Schalldämpfer ist der Metallträger-Katalysator mit einer Zellenweite von 200 Zellen/inch 2 untergebracht. Er trägt eine Rhodium-Palladium-Beschichtung.

Technische Daten

BMW K 1200 S-Motor	
Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Vierzylinder-Viertakt-Reihenmotor
Bohrung	79 mm
Hüb	59 mm
Hübraum	1157 cm ³
Max. Leistung	167 PS bei 10250/min
Max. Drehmoment	130 Nm bei 8250/min
Verdichtung	13:1
Gemischaufbereitung	Motor-Management mit Klopf-Regelung
Venturi-Durchlass	46 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	27,5 / 32 mm
Ventilhüb Auslass/ Einlass	k.A.
Motor-Gewicht	81,3 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Sechsganggetriebe
Kupplung	Hydraulisch betätigte Olbadkupplung
Baujahr	2004

DUCATI 999R-MOTOR

Erfolgsgarant

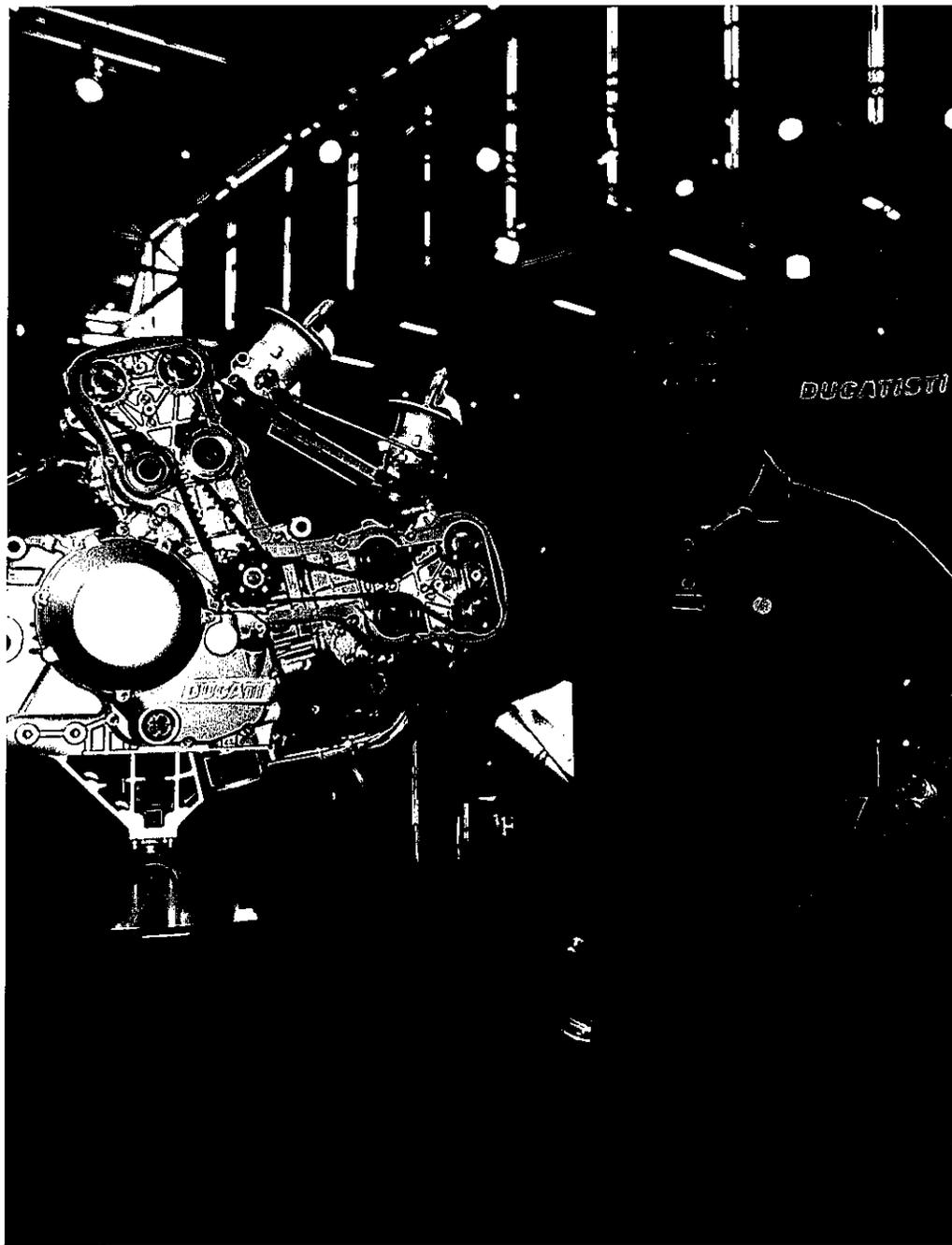
Das Feinste vom Feinen, ein Leckerbissen für Technik-Gourmets, teure Kleinserie, prädestiniert für Sammler und die erfolgreiche Basis für Superbike-Rennen – das ist die Ducati 999R, Jahrgang 2005.

Unvergleichlich? Zu schade für die Rennstrecke? Keineswegs. Gerade „on the track“ muss eine Ducati 999R beweisen, ob sie wirklich knapp 30.000 Euro wert ist. Erstmals 2002 präsentiert, verfügte die 999 über den so genannten Testastretta-Motor, wie er von den Superbike-Rennmaschinen bereits bestens bekannt war. 124 PS leistete er damals bei 9500/min, und in der 999S-Variante schwang er sich gar zu formidablen 136 PS bei 9750/min auf. Doch für die 999R legte Ducati nochmals nach. Und zwar kräftig. Gewaltige 150 PS verspricht das Datenblatt, als wir mit ihr die Rennstrecke besuchen.

Die Ducati 999R ist die Verbindung zwischen Serienmotorrädern und der Welt des Rennsports. Basierend auf dem höchsten technologischen Standard sticht die 999R im Jahr 2005 durch nochmals weiter fortgeschrittene technische Lösungen hervor, angefangen bei dem großvolumigen und kurzhubigen Testastretta-Motor, der das Drehzahlimit erweitert und nun eine Spitzenleistung von 110 kW (150 PS) liefert. Die Carbon-Verkleidung ist das Resultat intensiver Tests im Windkanal und bringt Gewichtsparsnis sowie einen unverwechselbaren exklusiven Look der Werksrenner. Des Weiteren wird die Exklusivität dieses reinrassigen Superbikes unterstrichen durch die nummerierte Serienplakette auf der oberen Gabelbrücke. Das Fahrwerk der 999R besteht nur aus edelsten Fahrwerkskomponenten. Das hintere Federbein, welches komplett einstellbar ist und die Teleskop-Gabel sind von Öhlins und

garantieren feinstes Ansprechverhalten. Die 43 mm starken Standrohre der Gabel sind Titanitrid-beschichtet und sorgen für ein verringertes Losbrechmoment. Die speziellen Aufnahmeplatten an den Füßen der Öhlins-Gabel erlauben den Einbau radial verschraubter Bremszangen. Die Brembo/Marchesini-Räder aus Aluminium werden in demselben Schmiedeverfahren hergestellt, das auch bei den im Rennsport eingesetzten Rädern angewandt wird, wodurch sich eine Gewichtsparsnis bei gleichzeitig erhöhter Torsionssteifigkeit ergibt. Der Gitterrohrrahmen beherbergt das Herzstück der 999R, den Testastretta-Motor. Dieser speziell für den Rennsport entwickelte Motor leistet 110 kW (150 PS) bei 9750/min und entwickelt ein maximales Drehmoment von 112 Nm bei 8000/min. Die Ducati 999R wird inklusive einem kompletten Racing-Kit ausgeliefert. Dieser Kit beinhaltet einen 102 db(A) lauten Termignoni Mono-Schalldämpfer, mit Krümmeranlage ohne Katalysator für den liegenden Zylinder sowie das dazugehörige, modifizierte Steuergerät. Der Racing-Kit reduziert das Fahrzeuggewicht zudem um 3 kg und steigert zusätzlich die Performance für den Rennstreckeneinsatz. Mit ihrem typischen Bollern läuft die 999R in der Boxengasse warm. 151 PS ergab die Prüfstandsmessung kurz zuvor, als wir sie bei PS-*Das Sport-Motorrad Magazin* zum Test bitten, völlig TÜV-konform im Übrigen. Der Welt stärkster Twin – Hut ab vor den Bolognesern. Und auf der Strecke offenbart er all die Fahrdynamik, die jegliche Superlative rechtfertigen. Tiefste Schräglagen, denen sogar irgendwann der Schalthebel zum Opfer fällt, eine Zielgenauigkeit, die mit dem Wort höchst präzise ebenso unspektakulär wie treffend beschrieben ist. Und doch wirkt alles eher unspektakulär – trotz sensationeller Schräglagen.

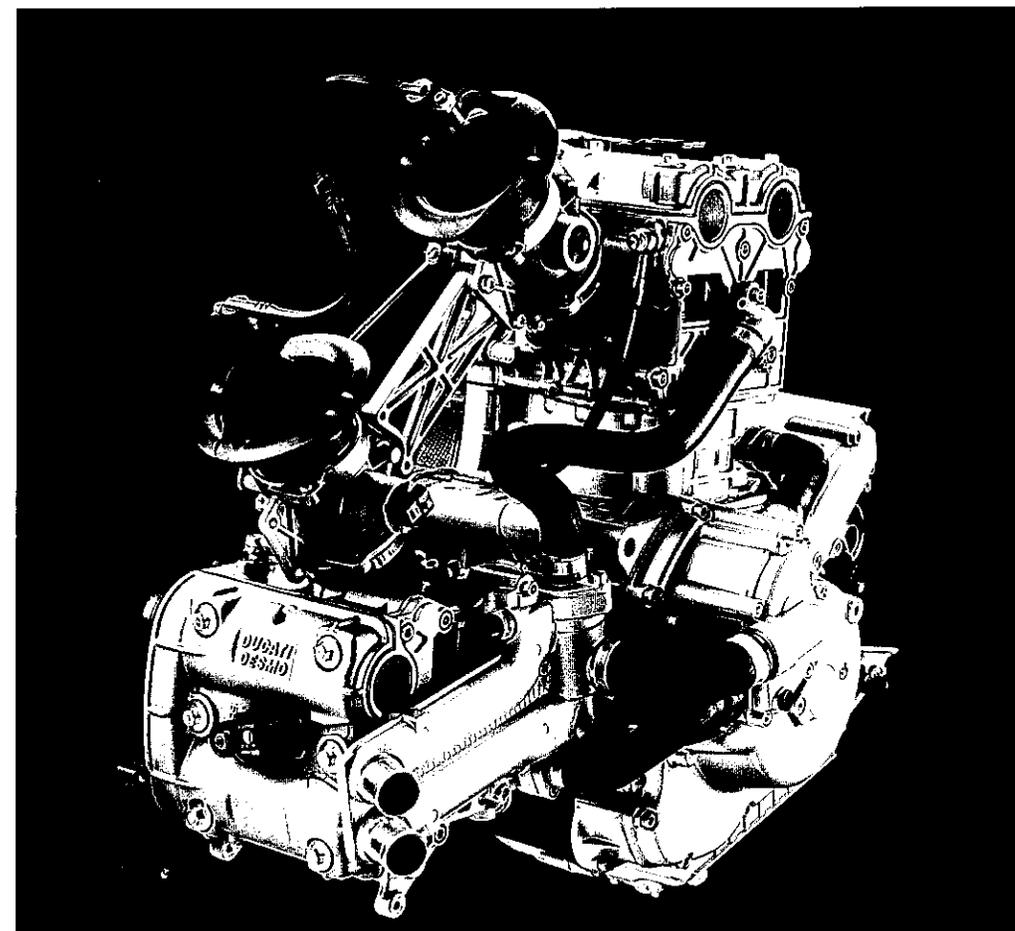
Weiches, rundes Fahren mag die 999R und kommt damit sogar Rennstrecken-Novizen entgegen, was auch an der bequemen und darüber hinaus sogar variablen Sitzposition liegt. Um 15 Millimeter lässt sich die Sitzbank bei Be-



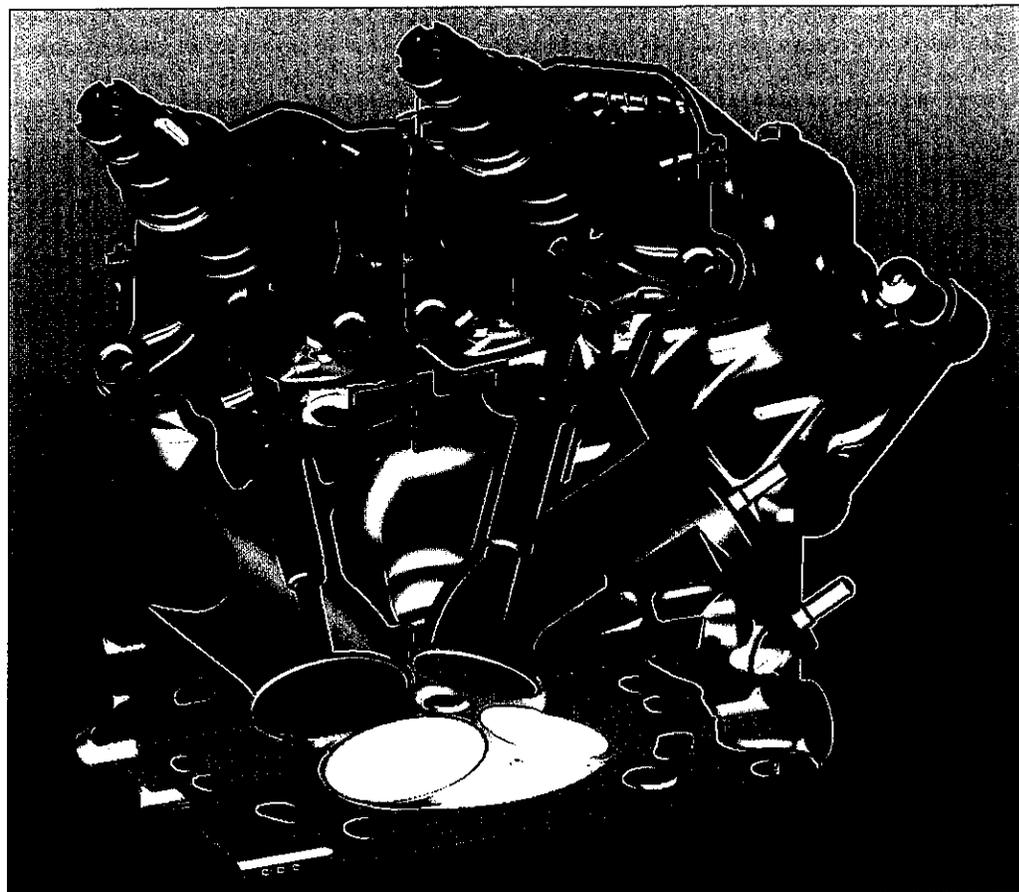
■ Carl Fogarty bei der Präsentation des ersten Testastretta-Twins mit damals 136 PS in der 999S-Variante.

darf absenken, und auch der Abstand zwischen den Lenkerenden gewährt 10 Millimeter Spielraum für individuelle Justage. Dazu gesellt sich eine zusammen mit dem Tank längs verschiebbare Sitzbank. Die Ducati integriert ihren Fahrer so perfekt ins Geschehen und lässt ihm dennoch Bewegungsspielraum. Dazu ein herrlich weich einsetzender Motor, der dennoch nicht verzögert anspricht. Er bietet schlicht fein kontrollierbaren Druck und dabei ein enorm breites Drehzahlband.

Als kleinen Nachteil mag der Ducatista aufnehmen, dass die 999R wie schon ihre Vorgängerinnen enge 180-Grad-Bögen gerne etwas weiter nimmt. Dennoch lässt sich mit ihr eine extrem schnelle Linie realisieren, die unterm Strich wertvolle Zehntel bringt. Hart und zudem sehr genau trifft die 999R den optimalen Einlenkpunkt, was selbst weniger Erfahrenen leicht von der Hand geht. Und sie bleibt beim Bremsen fast schon stoisch stabil, bietet mit ihrer Öhlins-Gabel schier unglaubliche Reserven, selbst auf



■ Mit 150 PS dokumentiert der 999R-Motor den gegenwärtigen Zenit der Twin-Entwicklung. Eine mächtige Saugrohr-Einspritzung mit 54er-Drosselklappen sorgt für perfekte Gemisch-Aufbereitung.



■ Blick von unten in den 999R-Zylinderkopf. Sehr schön zu sehen die beiden Schließernocken samt Kipphebeln.

sehr welliger Piste und flößt dem Fahrer damit das Vertrauen ein, hart umzulegen und länger als mit manch anderem Motorrad in die Ecken hinein zu bremsen.

Für 2005 hat sich Ducati beim 999R-Twin, der übrigens über exklusive Sandguss-Gehäuse verfügt, unter anderem dem Zylinderkopf gewidmet. So wurden etwa die Ventil-Abstände wie auch die Durchmesser der Ventilsitze vergrößert. Die nunmehr größeren Titanventile (Einlass von 40 auf 42 mm; Auslass von 33 auf 34 mm) erfuhren, um die zu beschleunigenden Massen

des Ventiltriebs trotzdem möglichst gering zu halten, eine Reduzierung der Schaft-Durchmesser von ehemals 7 auf nunmehr 6 Millimeter. Auf der Suche nach noch mehr Spitzenleistung wurde zudem der Ventilhub vergrößert, was auch tiefer liegende Ventilsitze bewirkte. Die Ventilhuben betragen einlassseitig nun 13 mm (vorher 11,71 mm), auslassseitig wurden 11,5 mm (vorher 10,5 mm) realisiert. Auch die Kanalgestaltung überarbeitete Ducati nochmals und konnte zudem auch den Luftdurchsatz der beiden Luftzuführungen um 22,8 Prozent steigern.

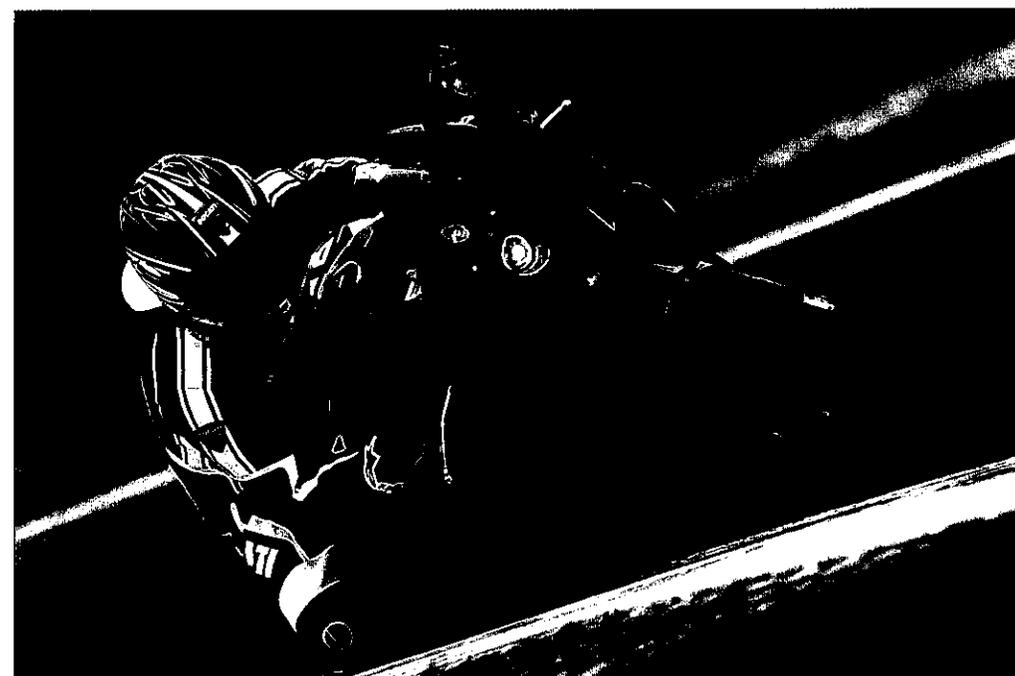
Im Zuge einer kompletten Überarbeitung des Testastretta-Twins schufen die Ducati-Ingenieure zudem eine neue, wesentlich steifere Kurbelwelle mit verbesserter Anordnung der Ölkänaäle.

Darüber hinaus wurden auch die Einspritzung und das elektronische Motormanagement des V2 überarbeitet. Die Einspritzung verfügt nun über Marelli IWPR2-12-Loch-Einspritzdüsen. Höherer Leistung förderlich war auch die Erhöhung der Verdichtung von 12,3 auf 12,45:1, und nicht ohne Stolz verweist Ducati auf einen mit diesem Motor realisierten Mitteldruck von 13,5 bar im Vergleich zu 12,3 bar beim 2004er-Modell, jeweils bezogen auf die Maximalleistung.

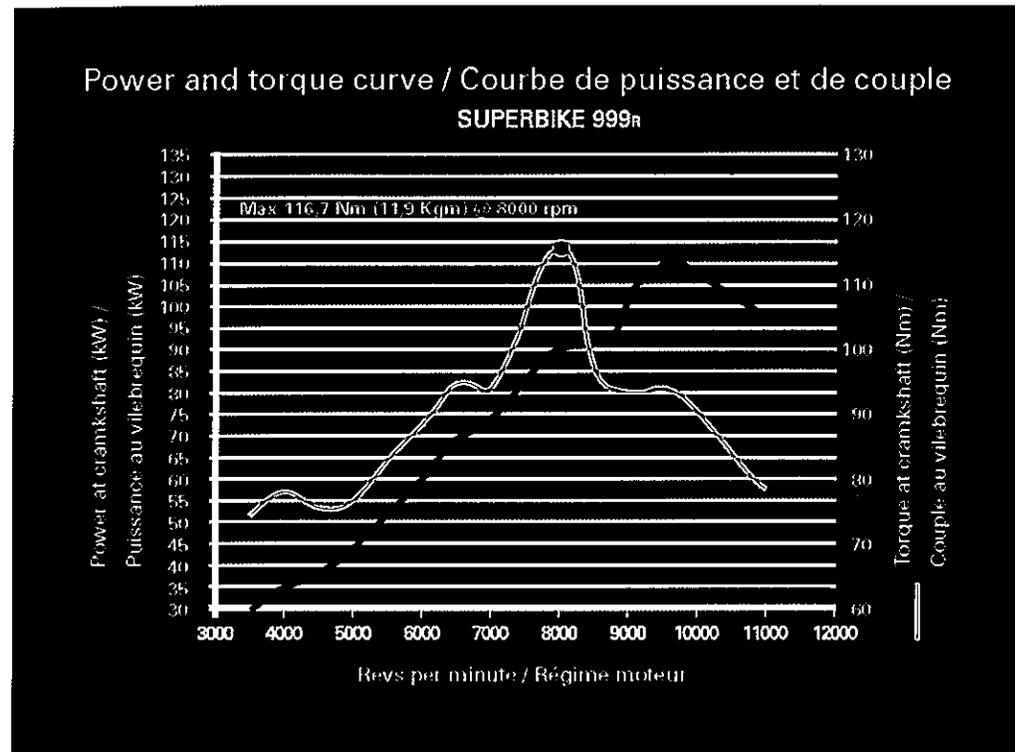
Wie der Technische Direktor des Superbike-Teams von Ducati Corse, Ernesto Marinelli erklärte, wurden für die nunmehr 194 PS bei 12500/min starke Rennversion der 999R, die 999F05, zudem neue Kolben entwickelt, ein elektrischer Anlasser auch für den Rennbetrieb

eingebaut sowie in Zusammenarbeit mit Shell speziell für diesen Motor ein neuer Kraftstoff und ein neues Öl entwickelt.

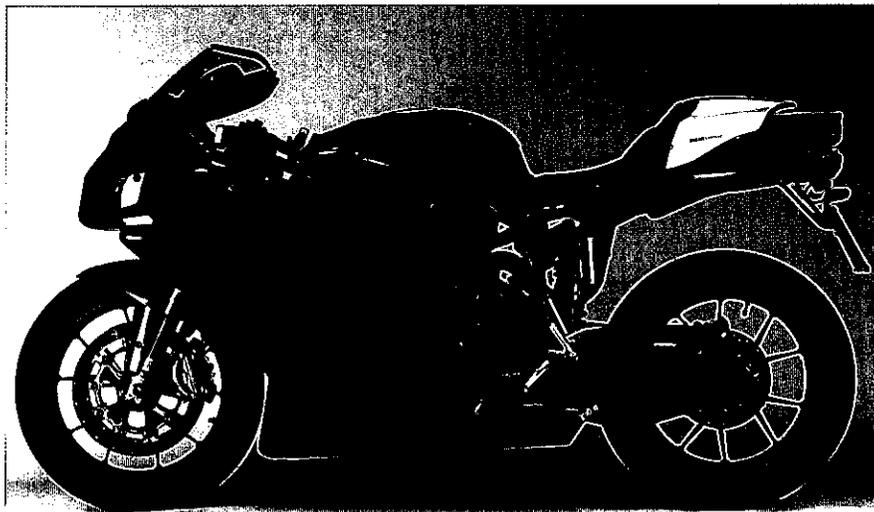
Den größten Fortschritt erzielte man laut Marinelli aber mit der Entwicklung der Magneti Marelli Marvel 4 ECU, wie sie auch schon in den Ducati-MotoGP-Maschinen vom Typ Desmosedici verwendet wird. Wesentliche Bestandteile dieses neuen Systems sind einerseits eine noch linearere Leistungscharakteristik sowie andererseits die gezielte Steuerung der Motor-Bremswirkung im Schiebetrieb. Hierbei verwendet Ducati einerseits zwar die bekannte Anti-hopping-Kupplung, die das Bremsmoment des Motors in den Anbremszonen auf das gewünschte Maß reduziert, doch wird diese dabei von einem kleinen Servomotor unterstützt, der im erforderlichen Maße noch zusätzlich die Drosselklappen und damit eine noch feinere Abstimmung der Motor-Bremswirkung ermöglicht.



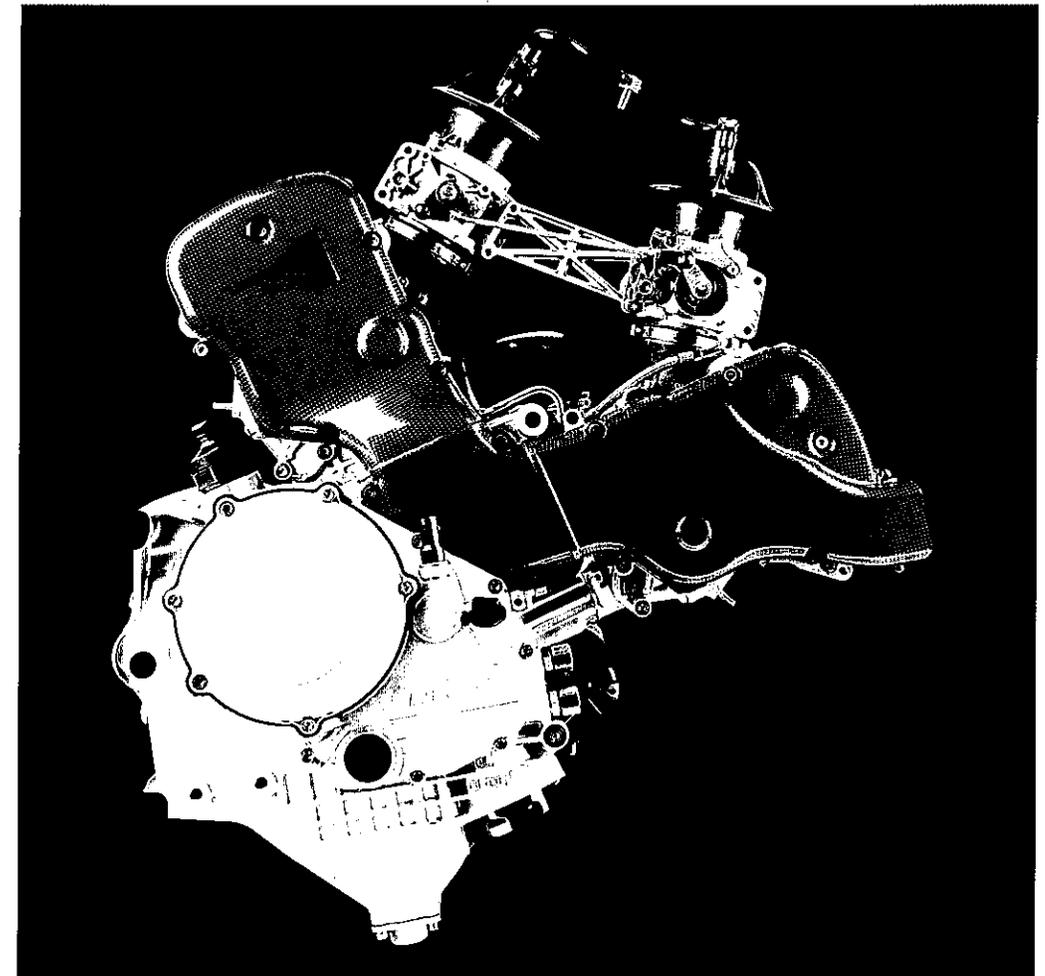
■ Die 999R, Stand 2005, ist in Punkto Fahrdynamik kaum zu überbieten.



■ Die beeindruckende Leistungs- und Drehmomentkurve des 999R-Twins lässt erahnen, welchen Vortrieb dieser Motor vor allem zwischen 5000 und 10000/min bietet.



■ Über das Design der 999R mag man tatsächlich streiten, über die Funktionalität und Fahrdynamik indes nicht.



■ Während der Zahnriemenantrieb bis dato bei den Rennmaschinen stets offen lief, schützen diesen nun bei der 999R Carbon-Abdeckungen, die jedoch mit einer Kühlluftführung versehen wurden.

Technische Daten

Ducati 999R-Motor	
Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Zweizylinder-Viertakt-90 Grad-V-Motor mit zwei oben liegenden Nockenwellen je Zylinderpaar und desmodromischer Ventilsteuerung
Bohrung	104 mm
Hub	58,8 mm
Hubraum	998 cm ³
Max. Leistung	150 PS bei 9750/min
Max. Drehmoment	112 Nm bei 8000/min
Verdichtung	12,45:1
Gemischaufbereitung	Zünd-Einspritzanlage
Venturi-Durchlass	54 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	34/42 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	10,5/13 mm
Motor-Gewicht	k.A.
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Sechsganggetriebe
Kupplung	Hydraulisch betätigte Trockenkupplung
Baujahr	2005

Ducati Desmosedici GP03/RR-Motor

Drive by fire

Ganz der Tradition desmodromischer Ventile folgend, konstruierte Ducati für die MotoGP-Serie einen V4-Motor, der in der Rennversion über 240 PS frei setzt und für den Straßenbetrieb immer noch gewaltige 200 PS abliefern soll.

Wenn Fahrtermine für exklusive Motorräder anstehen, ist die Fach-Journaille logischerweise immer gespannt, aber selten wirklich aufgeregt. Schließlich sind die Redakteure zumeist Routiniers, da lange Jahre im Geschäft. Was dann das Blut aber doch gehörig in Wallung bringt, ist eine Einladung zu einem MotoGP-Test wie etwa im Falle der Ducati Desmosedici. Mit 150 Kilogramm Gewicht, ohne Wasser und Kraftstoff, sowie gewaltigen 240 PS Leistung verschafft sich der V4-Brenner selbst bei altgedienten Recken Respekt – auch bei Alan Cathcart, dem wohl profundesten Kenner und Tester der Grand Prix-Rennmaschinen aus den vergangenen 30 Jahren. Immerhin schoss Loris Capirossi mit gewaltigen 347,4 km/h im spanischen Barcelona mit ihr über die Zielgerade. Mit Sperrbolzen arretiert ein Ducati-Techniker die Rutschkupplung der Granate, die Startmaschine verbeißt sich mit ihrer Reibrolle im Hinterrad, und Sekunden später öffnet Tontechniker Luzifer seine Pforten. Mit gewaltigen Detonationen scheint der 90 Grad-V4-Motor förmlich zu eruptieren, und mit fast schon zittriger Hand greift der Tester zur Kupplung, legt den ersten Gang ein und rollt aus der Boxengasse. Sehr hoch hat sich Loris Capirossi die Fußrasten legen lassen, und entsprechend eingeeengt fühlt man sich auf der Desmosedici mit 185 Zentimetern Körpergröße. Doch schon nach den ersten Kurven wird transparent, dass es sich bei ihr nur um eine Ducati handeln kann und zwar um eine waschechte. Beim Einlenken

einfach den gewünschten Punkt anvisieren, und wie auf einem Leitstrahl fährt das 240 PS-Monster auch genau dorthin. Oder mit brachialem Schub am Hinterrad superschnelle Biegungen durchleiten – die Ducati mit ihrem Gitterrohr-Chassis, das den Motor als tragendes Element aufnimmt, pariert sie im Verein mit den scheinbar grenzenlos Dämpfungsreserven bereit haltenden Öhlins-Federelementen absolut souverän. Sie liegt wie ein Brett.

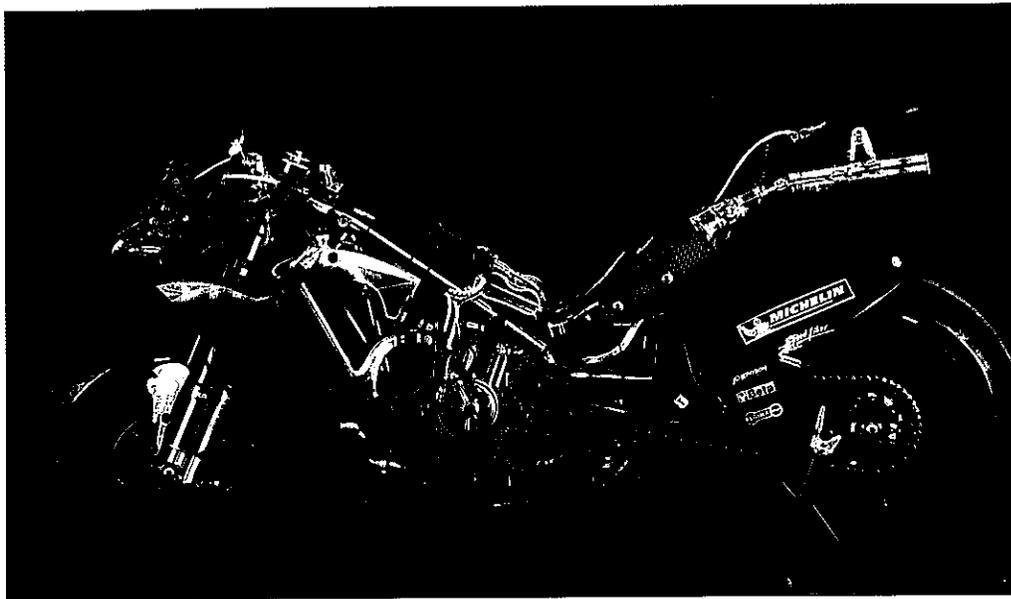
Etwas zäher gehen hingegen rasche Richtungswechsel vorstatten, etwa in engen Schikanen. Dort ist Krafteinsatz des Fahrers mit behänder Gewichtsverlagerung gefragt. Doch bereits ausgangs derartigen Terrains fordert auch schon der V4 wieder den gesamten Fahrer, der, etwas übermütig vielleicht, die Drosselklappen optimistisch auf Durchzug gestellt hat.

Mit verbal kaum zu beschreibender Gewalt katapultiert er die Fuhre jenseits der 9000/min derartig vorwärts, dass einem der knallrote Carbon-Tank wie von einer Sprungfeder ausgelöst vor den Helm klatscht, der linke Fuß hastig die nächste Gangstufe rastet, um die Frontpartie so auch nur halbwegs wieder in Richtung Asphalt zu bekommen. Bis 16500/min beißt der V4 auf diese Weise unbarmherzig und gnadenlos zu, stets klar machend, was er mit seinem Fahrer im Schilde führt: Rundenzeiten in den Asphalt stanzen. Möglichst die schnellsten, wenn es geht.

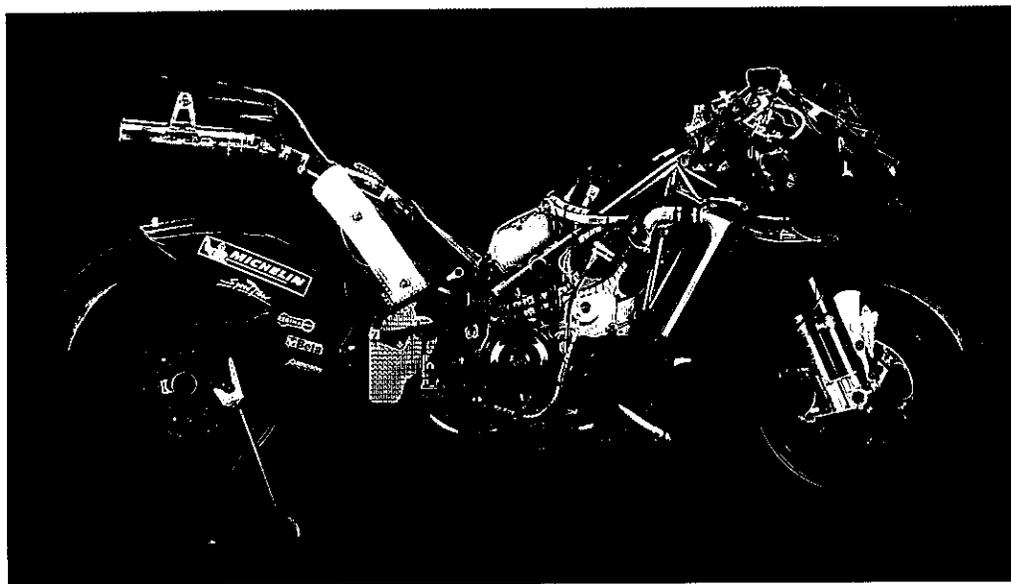
Aber von der MotoGP-Desmosedici können die Fans nur träumen, denn der Ritt auf den paar wenigen handverlesenen Werksrennern ist außer den Vertragsfahrern lediglich einer Hand voll Journalisten vorbehalten. Das weiß auch Ducati.

Aus diesem Grunde wurde das Projekt Desmosedici RR, die straßenzugelassene Variante der Rennversion, gestartet.

Der Zeitplan von Ducati für die Markteinführung der straßenzugelassenen Replica des MotoGP-Renners Desmosedici stand bereits im Sommer 2004. Exakt zur World Ducati Week im Juni 2006 plante Präsident Federico Minoli die ers-



■ Der Motor ist als voll tragendes Element ins Fahrwerk integriert. In seinem Gehäuse ist die Schwinge gelagert, und der Lenkkopfräger ist ebenfalls direkt mit ihm verschraubt.

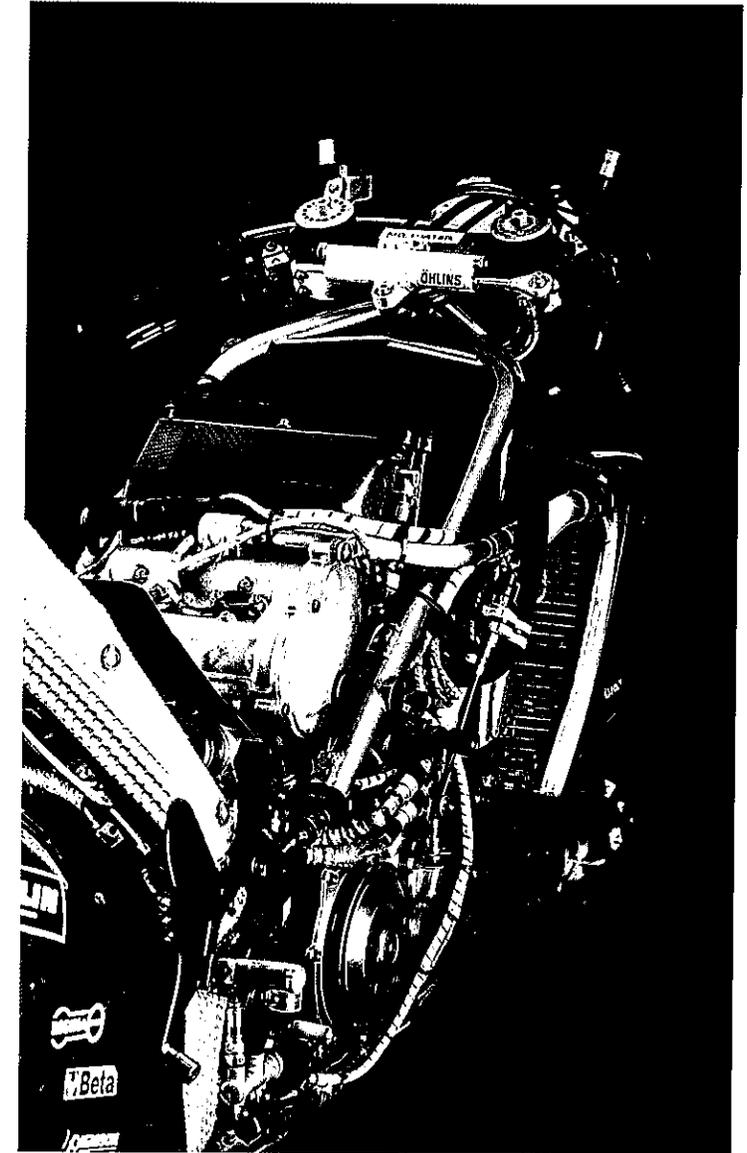


■ Auf der rechten Seite ist die offenlaufende Trockenkupplung zu sehen. Über das kleine Loch wird sie beim Startvorgang über einen Sperrbolzen arretiert.

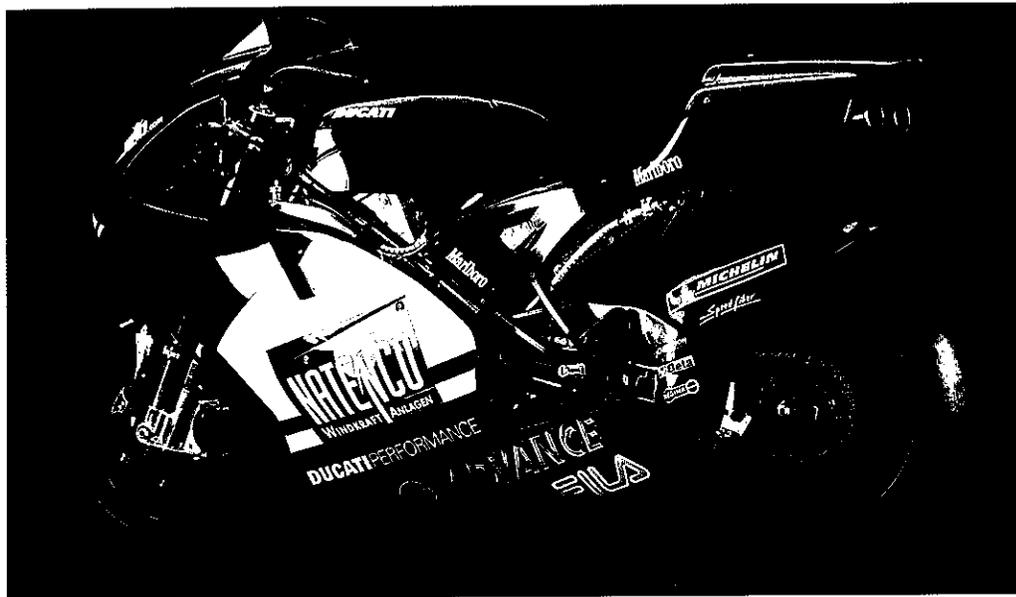
dessen Getriebewellen raumsparend übereinander angeordnet sind und so eine traktionsfreudige, lange Schwinge bei dennoch kurzem Radstand ermöglichen. Der Rahmen selbst wird auch bei der RR eher rudimentär ausfallen, denn Ducati wird den Motor voll tragend in das Chassis-Konzept integrieren, bei dem der Motor als Hauptträger mit Schwingenaufnahme so

wie angeschraubtem Gitterrohr-Lenkkopfräger fungiert.

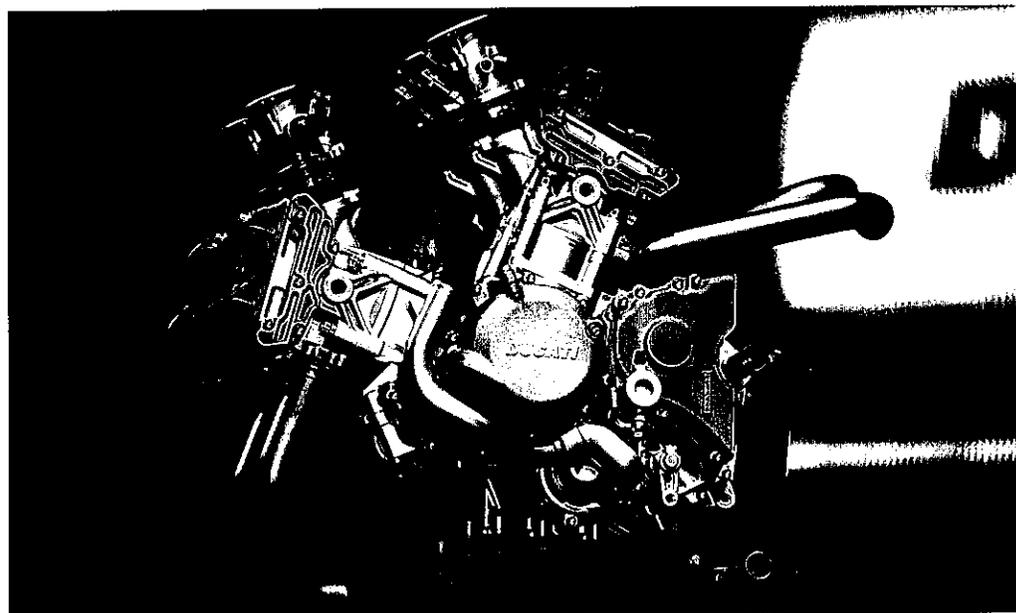
Stramme 50.000 Euro wird Ducati für die Desmosedici RR verlangen und pro Tag exakt eine davon fertigen. Und die Bologneser versprechen bei Drucklegung dieses Buches Mitte 2005: „Es wird kein Blender, sondern eine waschechte Replica werden.“



■ Das Kühlsystem des Desmosedici-V 4 steht unter 1,0 bar Betriebsdruck zur Anhebung des Siedepunktes. Die optimalen Temperaturen für Wasser und Öl liegen bei 100 respektive 110 Grad.

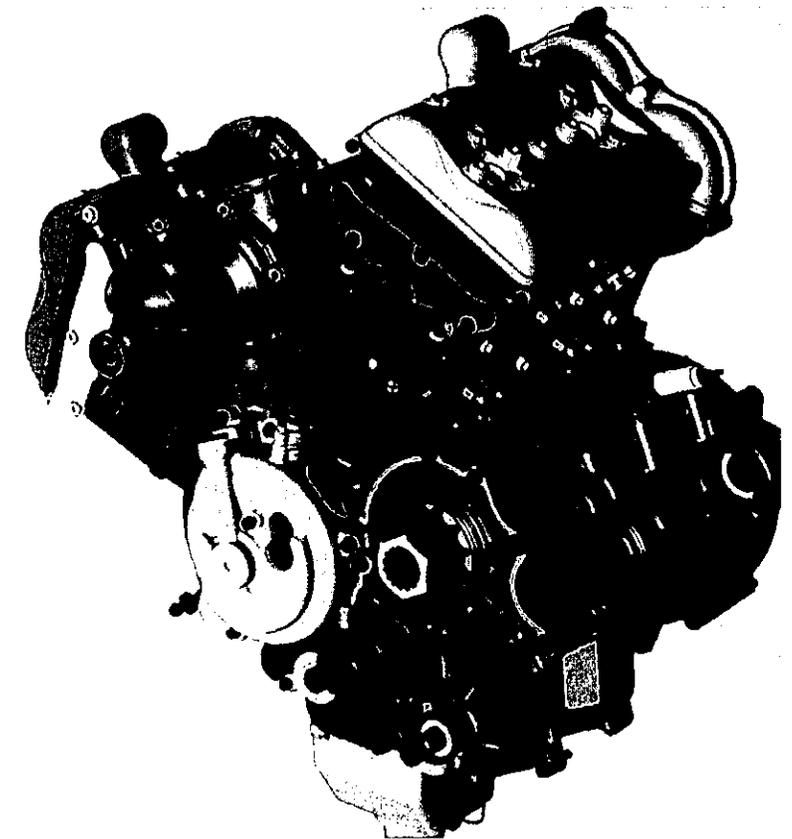
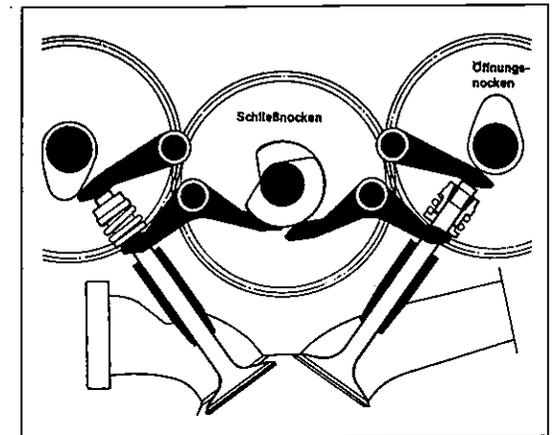


■ Loris Capirossi's Siegermaschine vom Barcelona-GP 2003 gehört heute dem schwäbischen Unternehmer Willi Balz aus Wolfschlügen.

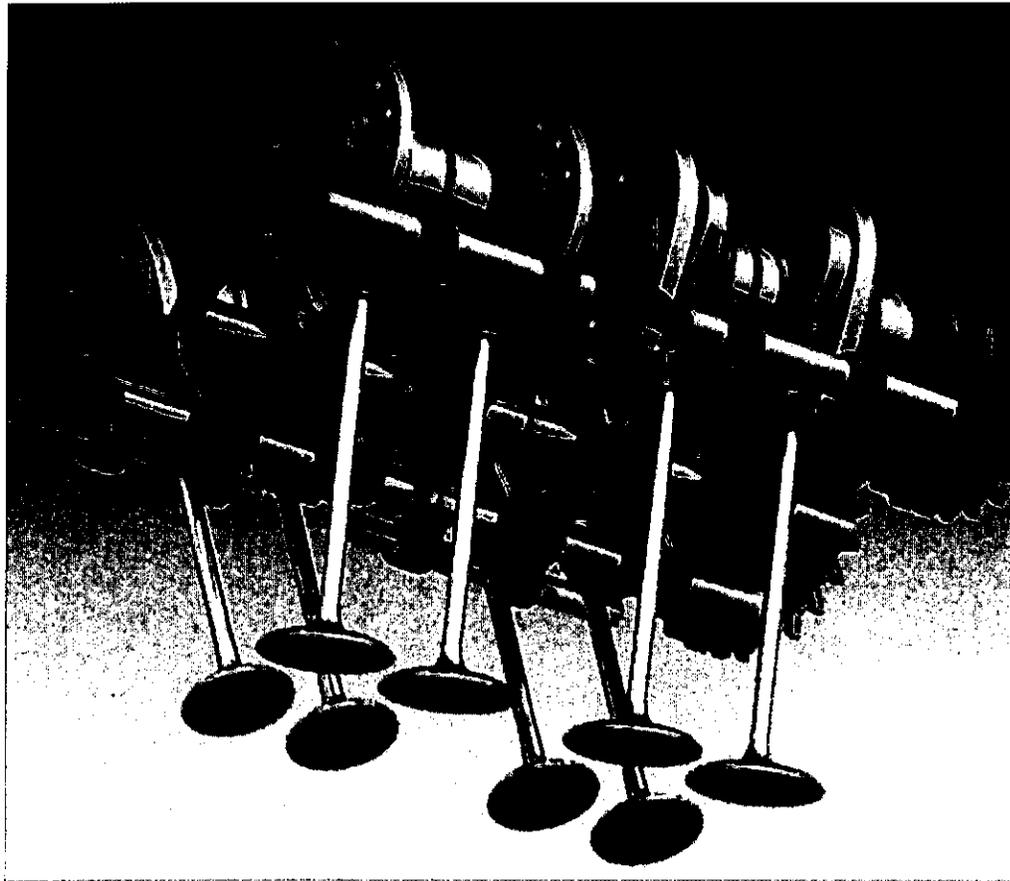


■ Der für 2006 zu erwartende Desmosedici-RR-V 4 bei seiner Präsentation 2004 in Misano.

■ Wie alles begann. In der Desmo-Frühphase baute Ducati für den Schließvorgang sogar eine dritte, mittig platzierte Nockenwelle ein. Doch rasch wurden die Schließnocken den Ein- und Auslassnocken zugeordnet. Die Abbildung zeigt den Ventiltrieb von Mike Hailwoods 125er-Twin.

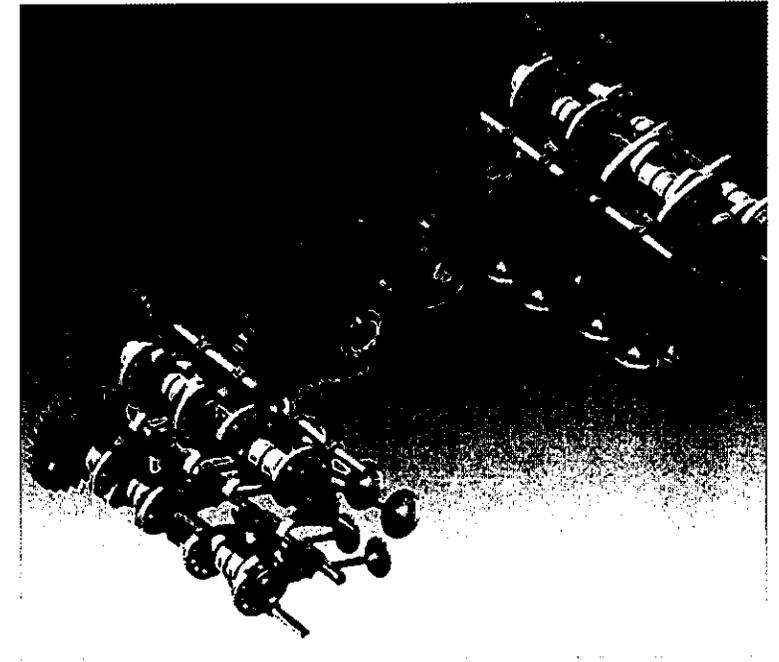


■ Computer-Grafik des Desmosedici-V 4 mit links eingeschobenem Kassettengetriebe und tief liegendem Ölumpf.



■ Computergrafik des Ventiltriebs der Desmosedici mit acht Ventilen und insgesamt 16 Öffner- und Schließerhebeln pro Zylinderpaar.

■ Der Antrieb der Nockenwellen erfolgt via gerade verzahnter Stirnräder von der Kurbelwelle aus.



Technische Daten

Ducati Desmosedici GP03/RR-Motor	
Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Vierzylinder-Viertakt-90 Grad-V-Motor mit zwei oben liegenden Nockenwellen je Zylinderpaar und desmodromischer Ventilsteuerung
Bohrung	86 mm
Hub	42,6 mm
Hübraum	989 cm ³
Max. Leistung	Über 240/ 200 PS bei 16000/min
Max. Drehmoment	110 Nm bei 14000/min
Verdichtung	k.A.
Gemischaubereitung	Zünd-Einspritzanlage
Venturi-Durchlass	k.A.
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	k.A.
Ventilhü Auslass/ Einlass	k.A.
Motor-Gewicht	k.A.
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Sechsgang-Kassettengetriebe
Kupplung	Hydraulisch betätigte Trockenkupplung
Baujahr	2003 / 2006

Fallert FM 1000-Königswellen-Boxer

Königs-Boxer

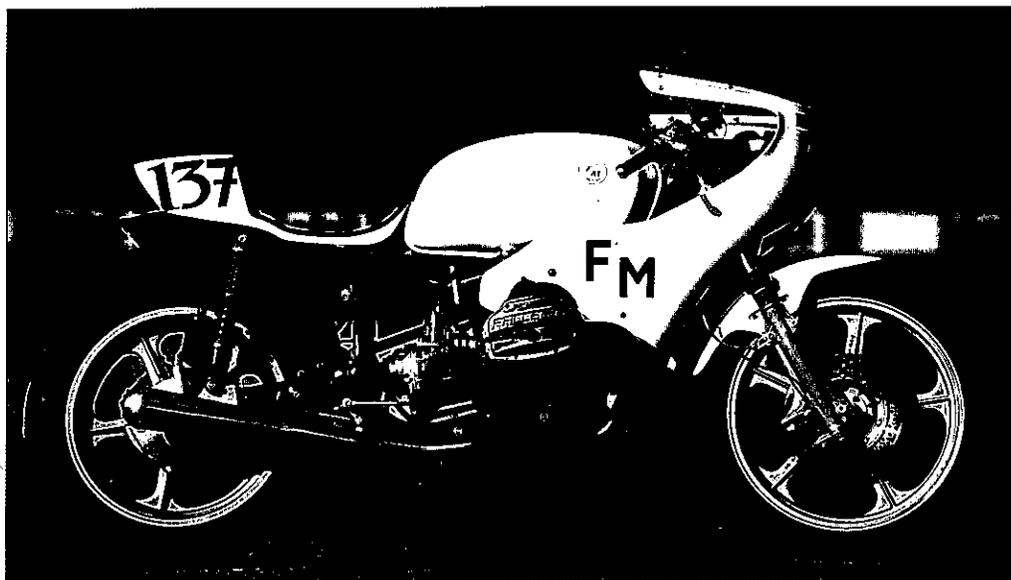
Unter rennsportlichen Gesichtspunkten betrachtet, herrschte in der zweiten Hälfte der 70er-Jahre für die BMW-Boxer mehr oder weniger Saure-Gurken-Zeit. Mit dem 170 Grad-Königswellen-Twin in der FM 1000 trat BMW-Tuner Werner Fallert 1978 jedoch die Flucht nach vorn an.

Motodrom Hockenheim, gerade mal sechs Grad über Null, wenigstens die Sonne scheint. Röchelnd und wild vibrierend bringt die kleine Startmaschine mit ihrem Briggs & Stratton-Rasenmäher-Motor das PVM-Magnesium-Hinterrad in Schwung, und als Werner Fallert schließlich die Kupplung kommen lässt, ist es da, schlagartig. Dieses gewaltige Bumm-Bumm-Bumm, mit dem der mächtige Boxer, Verzei-

hung, der längs eingebaute 170 Grad V-Motor, seine Arbeit aufnimmt.

Manierliches Warmlaufen ist angesagt, schließlich will das Motoröl sorgfältig erwärmt werden. Als die Öltemperatur in akzeptable Bereiche klettert, werden die beiden mächtigen 40 mm großen, amerikanischen Lectron-Flachschieber-Vergaser nochmals fein synchronisiert. „Jetzt läuft sie sauber, jetzt können wir“, gibt Werner Fallert grünes Licht für einige Runden mit seiner FM 1000 auf dem kleinen Kurs.

Erst mal nimmt sich aber der Chef persönlich seine Kreation von 1978 zur Brust. Erstens, um vor dem Ritt des Autors nochmals alles zu checken, zweitens, um sich für die Geschichte auf diesen Seiten ablichten zu lassen, und drittens, weil's – so der schwerwiegende Verdacht – wohl einfach auch Spaß macht. Schließlich ist selbst Werner Fallert das Vergnügen, seine FM 1000 in freier Wildbahn bewegen zu können, nicht sonderlich oft vergönnt. Jederzeit eine ausklappbare Rennstrecke in der Brusttasche – das wär's.



■ Mit der FM 1000 sicherte sich Werner Fallert 1978 einen Platz in den Motorrad-Geschichtsbüchern.



■ Kein Geringerer als Ludwig Apfelbeck zeichnet für die Konstruktion des FM 1000-Motors verantwortlich.

So legt er denn – ohne jegliches Nebengeräusch übrigens – den ersten Gang im Schafleitner-Fünfganggetriebe ein, stellt die gelbe Nadel des Kröber-Drehzahlmessers auf 4000 und donnert aus der Boxengasse. Kaum anderthalb Minuten später kommt er bei Start und Ziel vorbei, die FM 1000 läuft planmäßig. Runde um Runde. Zeit, um die Geschichte dieses unglaublich aufwändigen Renners, der wie eine BMW aussieht, aber doch keine ist, Revue passieren zu lassen.

Mittlerweile geht das Motorradhaus Fallert im badischen Achern ins 77. Jahr, und die FM 1000 stellte in Werner Fallerts Karriere fraglos das Highlight dar.

Spricht man heute über die großen Motorrad-Tuner der letzten Jahrzehnte im deutschen Sprachraum, fallen in erster Linie die Namen Fritz W. Egli, der sich mit seinem legendären Zentralrohrrahmen quasi ein Denkmal setzte, Roland Eckert, der es verstand, Honda-Rennmaschinen zu bauen, die selbst den Werks-Ren-

nern Paroli boten – und schließlich Werner Fallert, der sich 1978 eben mit der FM 1000 einen prominenten Platz in der Motorrad-Geschichte unter BMW-Flagge sicherte.

Für den Aufbau der FM 1000 stellte Fallert seinerzeit ein kleines Team fähiger Spezialisten zusammen. Allen voran der Österreicher Ludwig Apfelbeck, der als Konstrukteur für den Motor fungierte und der für BMW auch den ersten 1600er-Formel 2-Motor mit Radialzylinderkopf baute. Zudem beschäftigte sich Apfelbeck in den 70er-Jahren mit der Weiterentwicklung des BMW RS 54-Motors, was für das FM 1000-Projekt durchaus hilfreich gewesen sein dürfte. Der Freiburger Ex-Rennfahrer Fritz Klägger wiederum half mit seinen exzellenten Verbindungen in der Branche sowie mit seinem enormen handwerklichen Geschick. Last not least kümmerte sich Werner Dieringer, Konstrukteur der Kreidler-Fahrwerke in der Ära von Hans-Georg Anscheidt, um die Konstruktion eines Chassis, und schließlich war noch Hans

Schmidt mit im Boot, der bis heute bei Fallert im Bereich Motoren-Tuning aktiv ist.

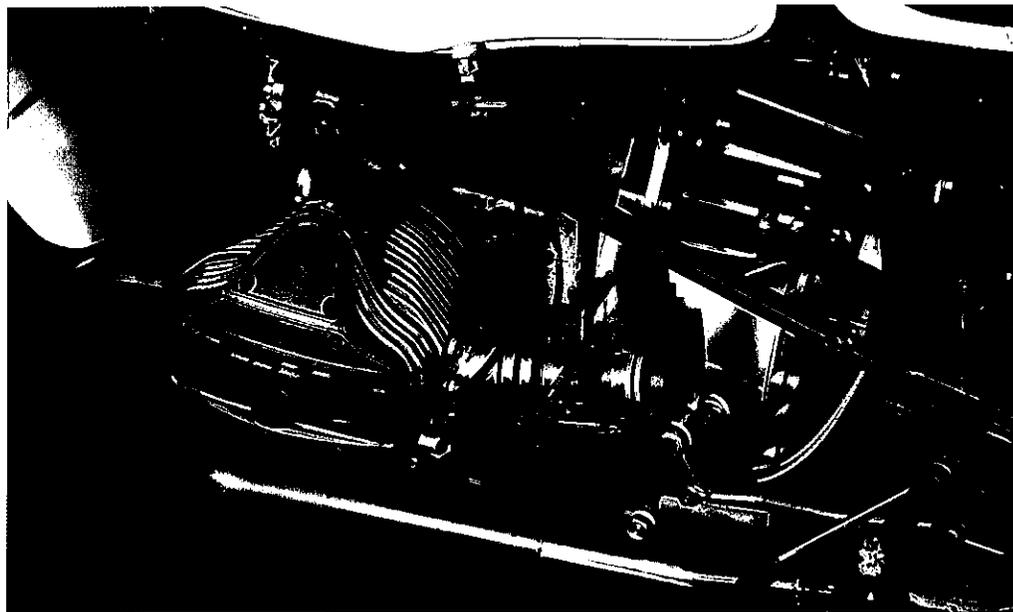
Apfelbeck entschied sich beim Fallert-Motor für Vierventil-Zylinderköpfe, die von je einer oben liegenden und via Königswelle angetriebenen Nockenwelle pro Zylinderkopf betätigt werden. Im November 1977 erhielt Werner Fallert von Apfelbeck die Zeichnungen für den Motor, und in einer benachbarten Modellschreinerei entstanden daraufhin die Gussmodelle für die Motorenteile. Außer Zylinder und Zylinderkopf wurden dabei sämtliche Gehäuseteile aus hochwärmefestem Magnesium hergestellt, was sich rasch als Problem entpuppen sollte.

Bei den ersten Probeläufen traten nicht nur Festigkeitsprobleme zu Tage, sondern auch erhebliche Schwierigkeiten bei der Abdichtung der zu porös gegossenen Magnesium-Bauteile. Erst nachdem Werner Fallert zu der auf Magnesium-Guss spezialisierten Gießerei Honzel in Meschede gewechselt hatte, waren diese grundsätzlichen Probleme beseitigt.

Doch zurück zum besonderen Zylinderkopf und dessen Ventiltrieb. Die beiden Ein- und Auslassventile werden von je einem gegabelten Rollen-Kipphebel geöffnet, die beide über eine Zentral-Nocke laufen. Der besondere technische Gag an der Sache: Da für die Einlass- und Auslasspartner ein und derselbe Nocken zur Steuerung fungiert, erfolgt die Einstellung der Steuerzeiten über eine pfiffige Exzenter-Justierung der beiden Kipphebelwellen. Der Vorteil: So lassen sich die Steuerzeiten bei Bedarf praktisch in Minutenschnelle auf die jeweilige Strecke abstimmen.

Die Einlassventile (Durchmesser 38,5 mm) und die Auslasspartner (Durchmesser 32,5 mm) entliehen man vom Sechszylinder-Reihenmotor des BMW-Supersportwagens M1, und sie stehen in asymmetrischem Winkel (Einlass 28 Grad, Auslass 34 Grad) zueinander.

Zur Vergrößerung der Bodenfreiheit zog man ebenfalls alle Register, und so baute der Motor mit 690 Millimetern nicht nur glatte 5,5 Zentimeter schmalere als beispielsweise der R 100-



■ Bis auf Zylinder und Zylinderkopf sind sämtliche Gehäuseteile der FM 1000 aus hochwärmefestem Magnesium gegossen.

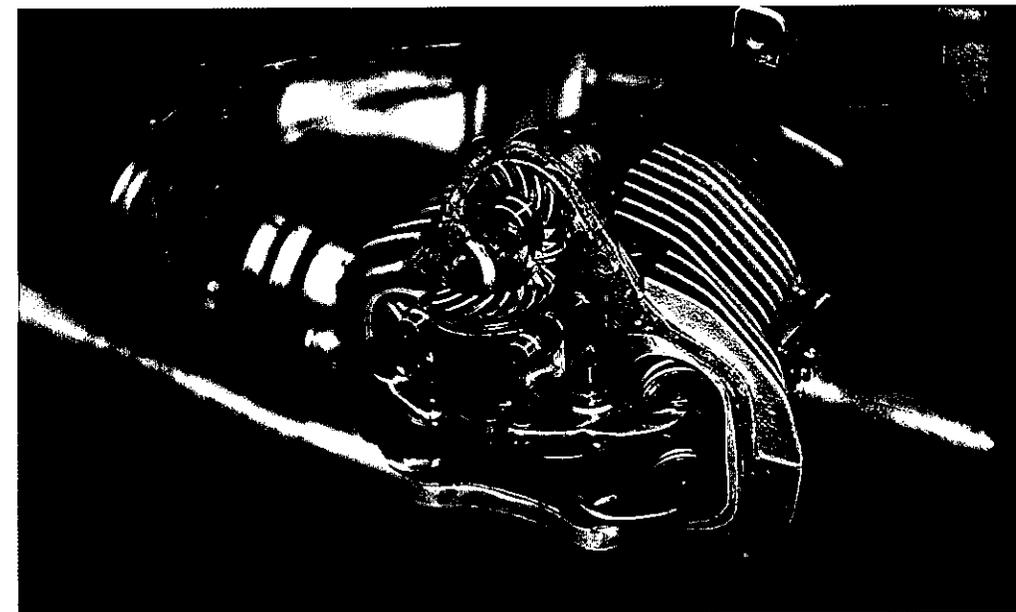
Motor, sondern erlaubte mit einem Zylinderwinkel von 170 Grad noch ein paar Grad zusätzliche Schräglage. Obwohl rein rechnerisch ein idealer Ausgleich der Massenmomente wie beim 180 Grad-Boxer damit nicht gegeben war, registrierte man dennoch kaum Vibrationen.

Das aus Magnesium gefertigte Motorgehäuse half zusammen mit weiteren gewichtsoptimierenden Maßnahmen, das Gewicht des Motors ohne Anlasser und Kupplung auf lächerlich geringe 51 Kilogramm zu drücken. Und das trotz aufwändiger und schwerer Königswellen nebst Kegelrädern. Während das Motorgehäuse bereits für die Aufnahme eines Mittellagers für die Kurbelwelle ausgelegt war, verfügte der erste, 110 PS starke Prototyp jedoch noch über eine erleichterte, polierte und zusätzlich Tenifergehärtete Serien-Kurbelwelle. Wegen zu geringen Öldrucks reihte sich jedoch ein Lagerschaden an den anderen, und so konstruierte Fallert für den späteren, 122 PS leistenden FM 1000-Motor eine eigene, nun rollengelagerte Kurbel-

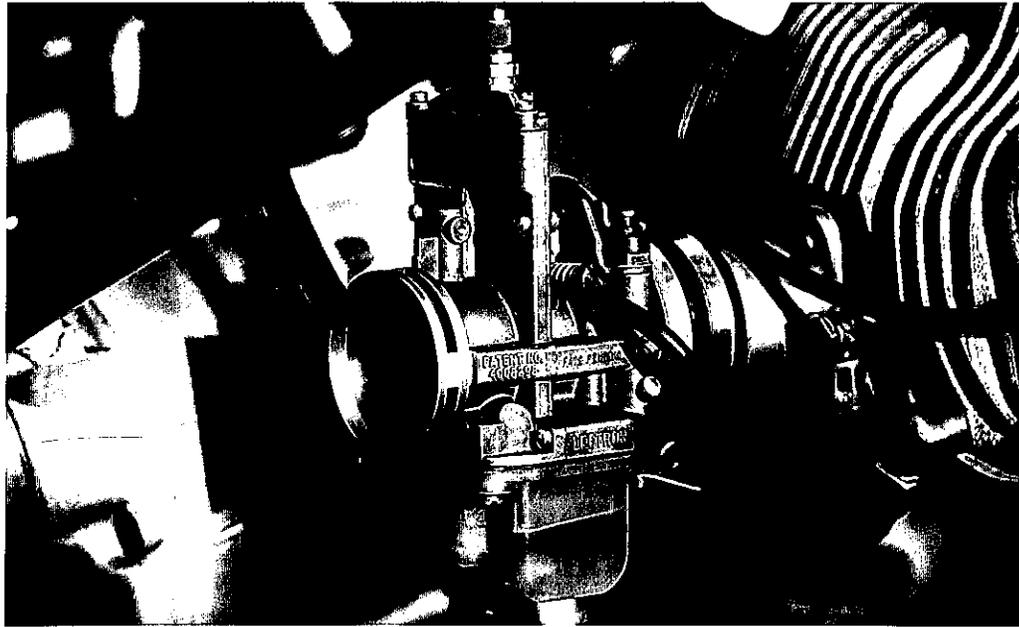
welle mit Mittellager, die damit absolut resistent gegen Durchbiegungen bei hohen Drehzahlen war. Als Lagerschild im Gehäuse fungierte dabei eine eingesetzte Zwischenplatte aus Aluminium. In dieser Form war der FM 1000-Motor nun standfest, und das Fallert-Team ging die Renneinsätze an.

Von 1978 bis 1981 wurden mit der FM 1000 verschiedene Berg- und Rundstreckenrennen bestritten. Fallerts damaliger Fahrer Konrad Stückler siegte bei einigen Bergrennen in Österreich, gewann zweimal in St. Wendel und auf dem Nürburgring, und 1981 wagte man dann sogar den Start beim Langstrecken-Klassiker Bol d'Or. Dort, im südfranzösischen Le Castellet, musste die Fallert-Mannschaft jedoch nach sechs Stunden mit einem Ventilschaden aufgeben.

Weitere Fahrer, die die FM 1000 bei Berg- und Rundstreckenrennen bewegten, waren Uwe Brunzel, Hartmut Müller und Walther Maier. Dafür baute Werner Fallert dann in den 80er-Jahren eine zweite, gelb lackierte Maschine mit



■ Blick auf die Zentral-Nocke sowie die beiden Gabel-Kipphebel. Man beachte die Exzenter-Lagerung der beiden Kipphebelwellen.



■ Zwei mächtige 40er-Lectron-Vergaser kümmern sich am FM 1000-Motor um die Frischgas-Aufbereitung.

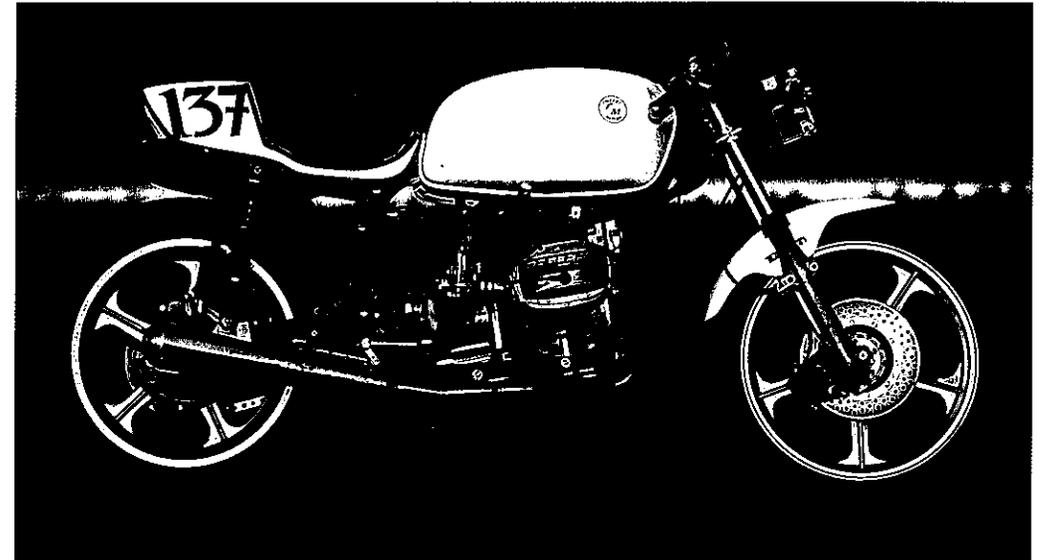
einem Doppeldreieck-Rohrrahmen anstatt des bisher verwendeten BMW-Rennsport-Rahmens beziehungsweise der Dreiecks-Konstruktion (O-Ton Fallert: „Der Telegrafmast“) von Dieringer. Diese zweite Maschine verfügte dann auch bereits über die moderne BMW-Paralever-Hinterradschwinge zur Minimierung der Kardanreaktionen.

„Ursprünglich hatte ich sogar den Gedanken, den Motor in Kleinserie zu bauen, doch wie ich einsehen musste, ließ sich das kostenrechnerisch in keinem Fall vernünftig darstellen“, erklärt Werner Fallert, warum vom FM 1000-Motor gerade mal eine Handvoll gebaut wurden und lediglich noch die beiden erwähnten Maschinen existieren. „Immerhin jedoch profitierten wir von den Erkenntnissen aus Konstruktion und Bau der FM 1000 für unsere Tuning-Arbeiten an den BMW-Serienboxern“, zieht Fallert positive Bilanz. Doch zurück ins Hockenheim Motodrom. Zwischenzeitlich stanzen Fallert und die FM

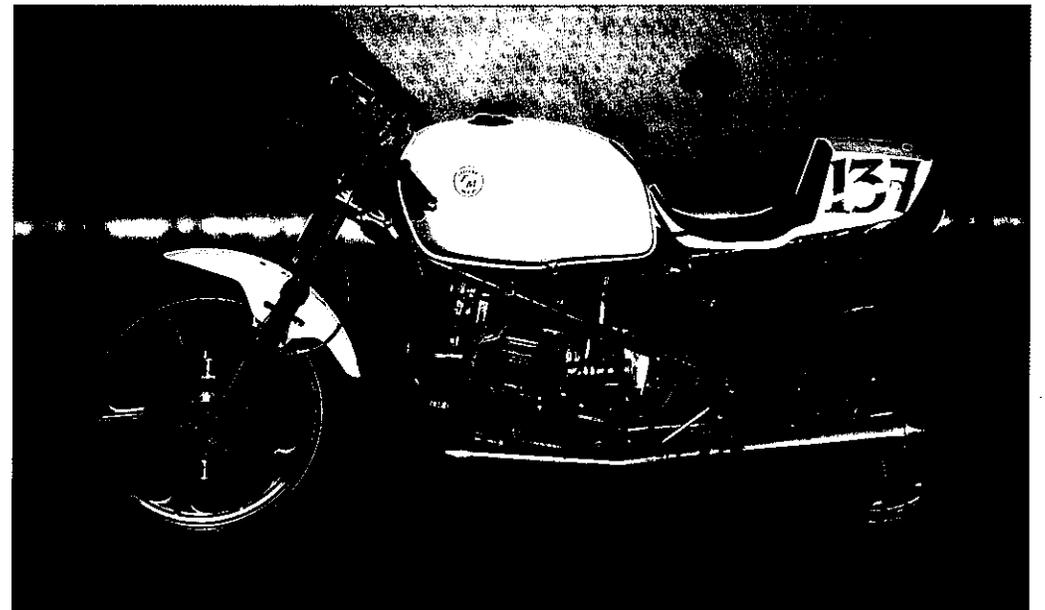
1000 hier bereits ihre zehnte Runde in den Asphalt, als sie an die Box zurückkehren. Jetzt darf ich.

Wie sich gleich beim Platznehmen herausstellt, ist die FM 1000 in der aktuellen Form nichts für Menschen mit Gardemaß. Die Fußrasten sind für mich und meine 1,93 Meter viel zu extrem angebracht. Weiter hinten und auch einen Tick weiter unten müssten sie liegen, dann wär' alles gut. Irgendwie falte ich mich auf der FM 1000 aber zusammen und lasse mich auf die schaurig schön wummernde Zweizylinder-Granate ein.

Kaum auf der Strecke, fallen gleich mehrere Dinge zugleich auf. Der Motor etwa, der oberhalb 2000/min wunderbar sensibel am Gas hängt und einem eine fast schon schalffaule Fahrweise aufdrängt, so herrlich breit ist sein Band. Und dann das Getriebe. Ich mag mich nicht erinnern, einen BMW-Boxer kennen gelernt zu haben, dessen Übersetzungsstufen sich hätten derart sä-



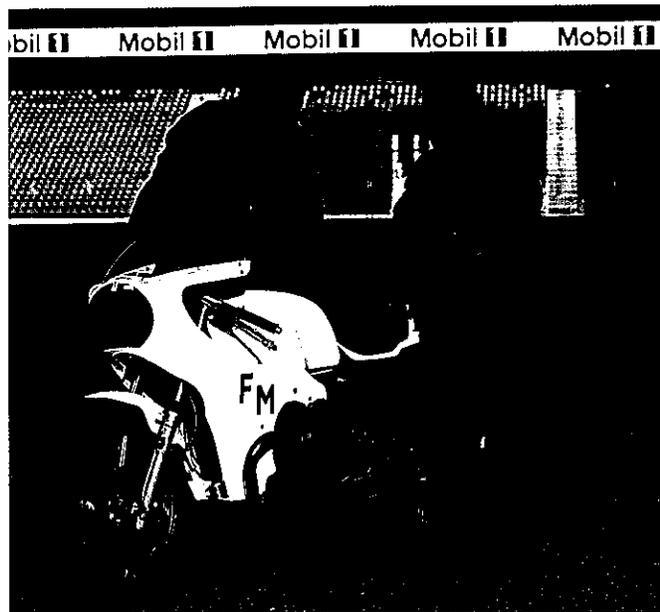
■ Der lediglich 51 kg schwere Motor ermöglicht der FM 1000 ein sensationell geringes Trockengewicht von 150 kg.



■ Die mächtige Ölwanne unter dem Motor wurde praktisch zum Fallert-Markenzeichen und findet sich bis heute an zahlreichen Zweiventil-Boxern wieder.

mig wechseln lassen. Ein Gang flutscht fast kraft- und völlig geräuschlos in den anderen. Nach drei Runden schenken mir die Pneu vom Typ Avon Roadrunner trotz widriger Außentemperaturen viel Vertrauen, und die Gangart wird forscher. Schlicht begeistert ist die Handlichkeit, die das trocken gerade mal 150 Kilogramm leichte Motorrad im Verein mit den schmalen Reifen an den Tag legt. So gerät die hakige Schikane vor dem Eingang auf den großen Kurs zu einer recht angenehmen Übung, die sich mit erstaunlich geringem Kraftaufwand meistern lässt. Die folgende Eingangskurve ins Motodrom durchheilt die FM 1000 wie auf der Linie festgenagelt, und beim Anbremsen der Sachskurve quittiert sie das harte Anbremsen bei gleichzeitigem Herunterschalten mit nur geringen Reaktionen der Kardan-bewehrten Hinterhand. Abwinkeln, Gas anlegen, nur wenig hebt sich das Heck aus den Federn, und ab geht es durch den folgenden Linksknick hinein in die Opelkurve, deren Linie Fallerts Renner erneut wie mit dem Zirkel gezogen pariert. Hin- aus auf die Zielgerade beschleunigend, darf der 170 Grad-V schließlich seine Muskeln spie-

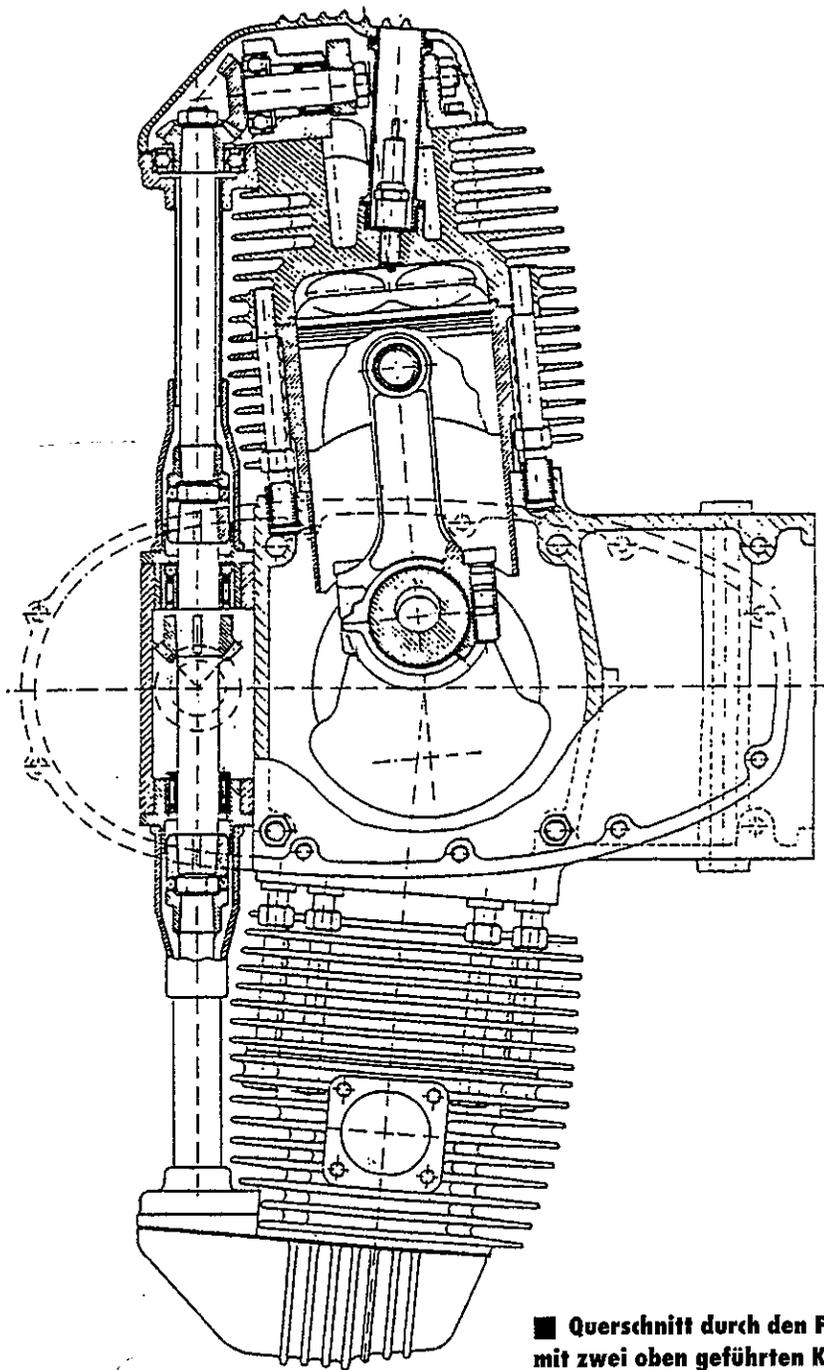
len lassen. Bei 8500/min wird geschaltet, und kurz vor dem Bremspunkt reicht es knapp bis in den fünften Gang des rennmäßig eng gestuften und kurz übersetzten Getriebes. Ich fange an, mich kurz an den ersten Ducati-Vierventiler zu erinnern, die 851, die fast zehn Jahre nach der FM 1000 das Licht der Welt erblickte. Ähnliche Charakteristik, ähnliche Performance. Fallert war damals wirklich weit gekommen. Sehr weit. Sekunden später folgt schließlich ein heftiges Bremsmanöver ausgangs Start-Ziel mit der praktisch serienmäßigen BMW-Schwimmsattel-Anlage, die ordentliche, wenngleich nicht berauschen- de Wirkung bei sauberer Dosierbarkeit zeigt. So treiben wir es noch einige weitere Runden, freuen uns über die gute Haftung der Avons und kehren rundum erwärmt an die Box zurück. Was von dieser Fahrt bleibt, ist die Erkenntnis, dass es diese BMW – pardon, es ist ja gar keine – eigentlich in Serie hätte geben müssen. Vielleicht auf 85 oder 90 PS zurecht gestutzt und ohne Magnesiumteile freilich. Sie hätten Angst bekommen, die Japaner und Italiener – geflüchtet wären sie aber wahrscheinlich doch nicht.



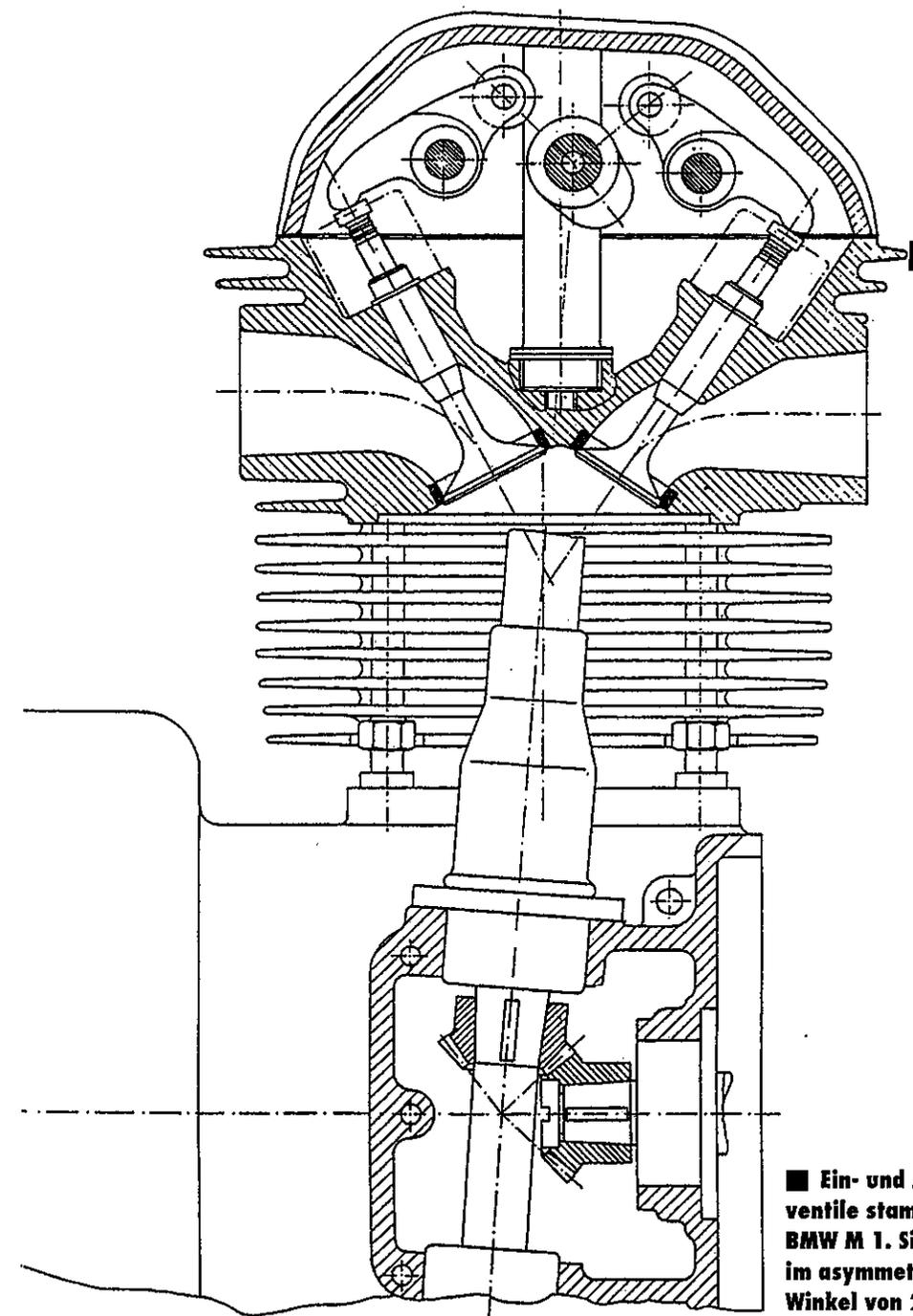
■ Der Autor (li.) beim Fahrtermin in Hockenheim mit FM 1000-Schöpfer Werner Fallert.



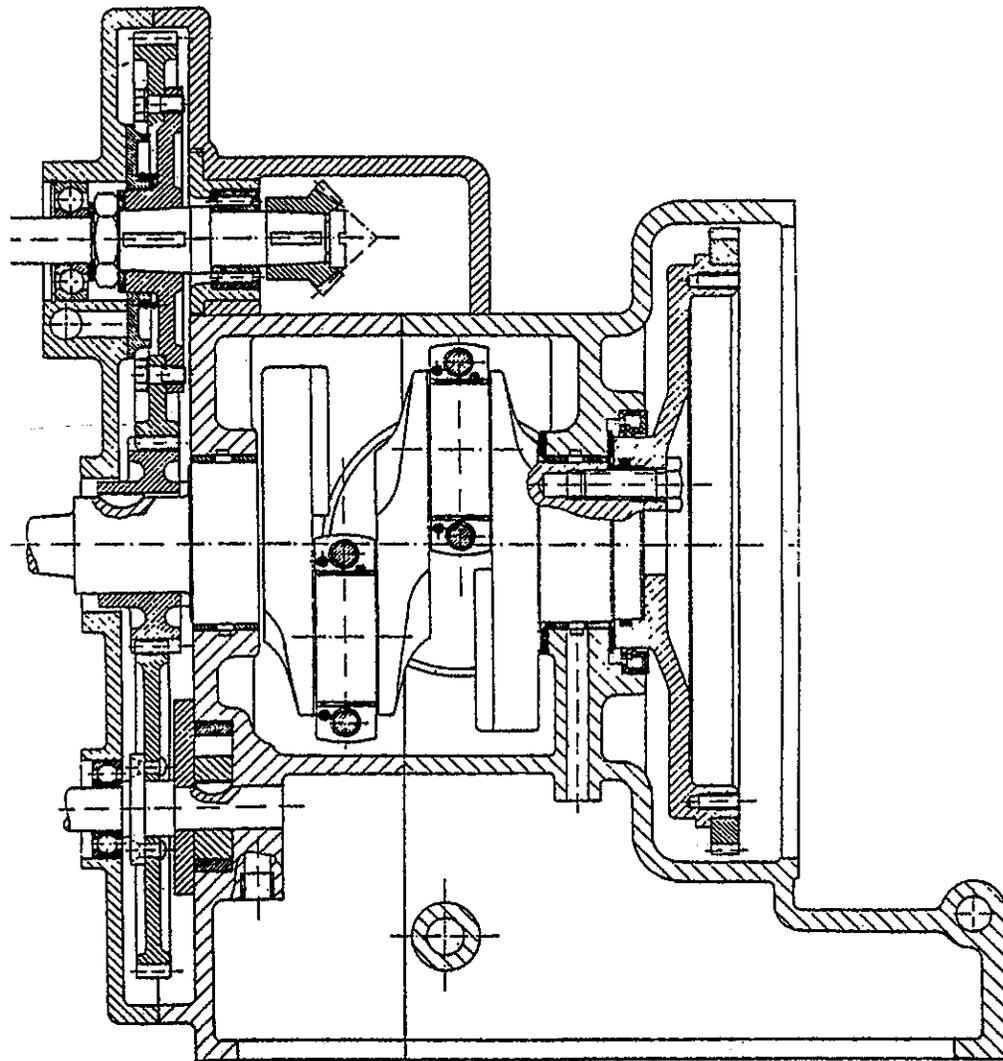
■ Auch Werner Fallert höchstpersönlich kann dem 122-PS-Renner noch heute viel abgewinnen. Hier ausgangs der Sachskurve.



■ Querschnitt durch den FM 1000-Motor mit zwei oben geführten Königswellen und 170° Zylinderwinkel.



■ Ein- und Auslassventile stammen vom BMW M 1. Sie stehen im asymmetrischen Winkel von 28° (E) und 34° (A) zueinander.



■ Längsschnitt durch das FM 1000-Gehäuse. Hier noch die Version mit Kurbelwelle ohne Mittellager. Später wurde hier an der Trennlinie eine Platte als Lagerschild eingesetzt.

Technische Daten

Fallert FM 1000-Königswellen-Boxer	
Bauart	Luftgekühlter Zweizylinder-Viertakt-Boxermotor mit 170 Grad Zylinderwinkel mit je einer oben liegenden Nockenwelle
Bohrung	95 mm
Hub	70,6 mm
Hubraum	999,8 cm ³
Max. Leistung	110 /122 PS bei 7600/min (Prototyp / Rennmaschine)
Max. Drehmoment	k.A.
Verdichtung	10,5:1
Gemischaufbereitung	Zwei Lectron-Flachschiebervergaser
Venturi-Durchlass	40 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	32,5 / 38,5 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	8,8 / 10,0 mm
Motor-Gewicht	51 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Schafleitner-Fünfganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Trockenkupplung
Baujahr	1978

HARLEY-DAVIDSON V-ROD-MOTOR

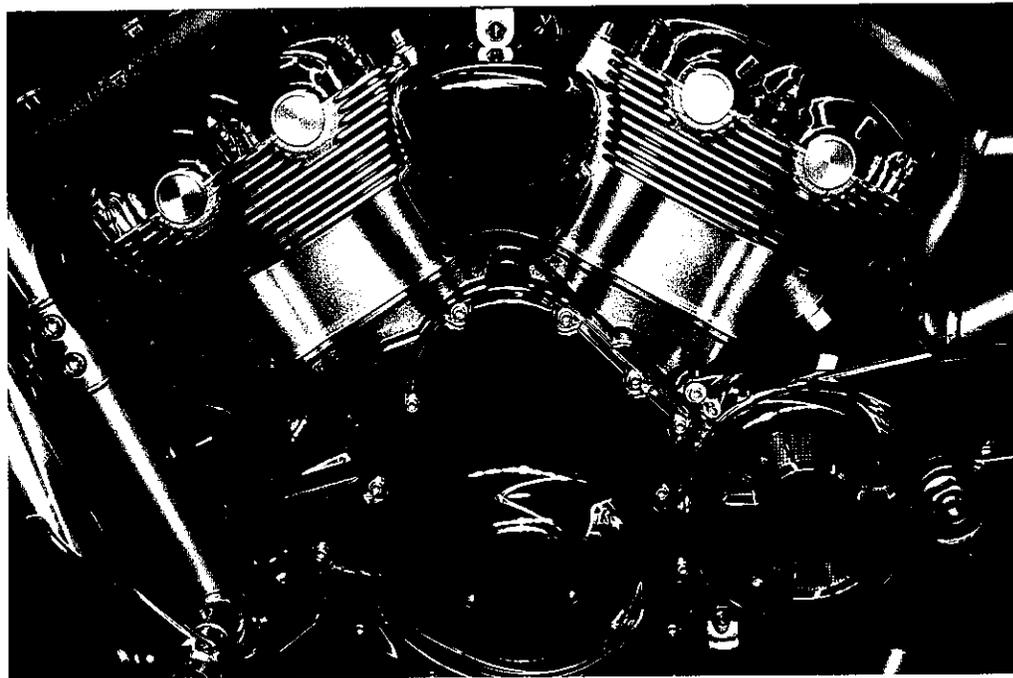
Porsche macht's möglich

Mit 117 PS stieß der neue Harley-V2 im Jahr 2001 in Leistungsdimensionen vor, die sich für Harley-Fans ungefähr so anfühlen mussten wie die 420 PS eines Porsche Turbo für Otto-Normal-Autofahrer. Doch wen wundert's: Die Sportwagen-Schmiede in Stuttgart-Zuffenhausen hatte bei der Entwicklung ihre Finger im Spiel.

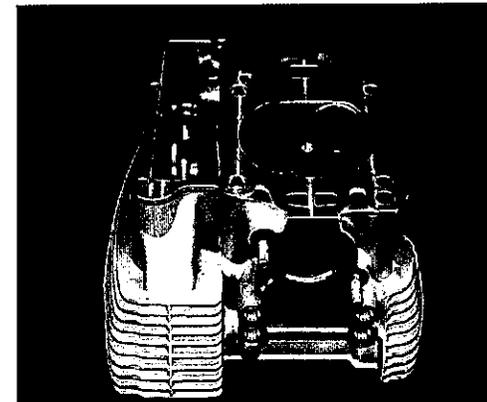
Wer's gemächlich, aber stilvoll liebt, für den ist eine Harley genau das Richtige. So das Vorurteil, das sich in der Praxis bisher auch meist be-

stätigte. Mit dem Erscheinen der V-Rod hatte sich dies jedoch dramatisch geändert. Auf einmal besaß ein Bike aus Milwaukee glatte 117 PS, beschleunigte in 3,6 Sekunden von Null auf Hundert und rannte 221 km/h Spitze. Dazu ein stabiles Fahrwerk, gesegnet mit einer – zumindest für Harley-Verhältnisse – akzeptablen Bodenfreiheit. Grund genug, den von Porsche auf Basis des wassergekühlten V2 des Superbikes VR 1000 entwickelten Zweizylinder im Detail zu betrachten.

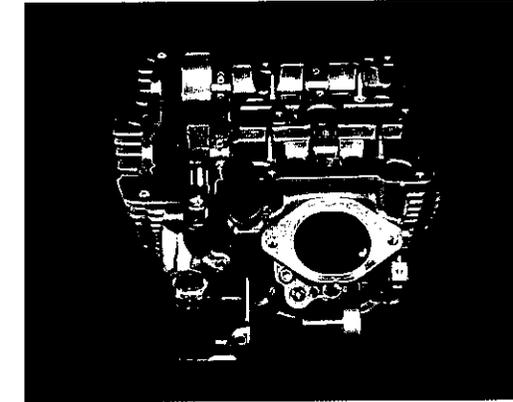
Konstruktiv blieb von der bisherigen Harley-Bauweise nicht mal der traditionelle Zylinderwinkel von 45 Grad übrig. Er beträgt nun 60 Grad. Vorbei auch die Zeiten unten liegender Nockenwellen und ellenlanger Stoßstangen hinauf zu den Kipphebeln. Beim V-Rod-V2 übernehmen pro Zylinder zwei oben liegende und via Rollenketten angetriebene Nockenwellen die Betätigung der Ventile über Tassenstößel mit



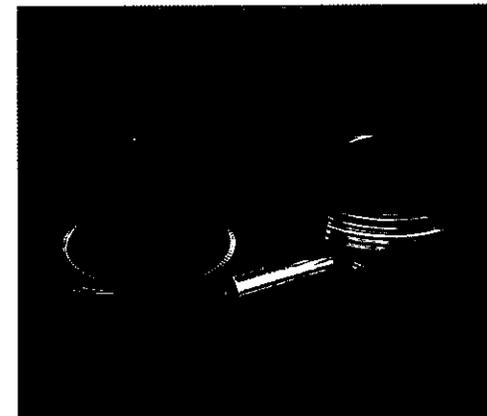
■ Auf Basis des wassergekühlten V2 des Superbikes VR 1000 entwickelte Porsche den 60°-V2 der V-Rod.



■ Im Vierventil-Brennraum sitzen Einlassventile mit 40 mm und Auslasspartner mit 34,5 mm Teller-Durchmesser.



■ Die Lagerung der beiden Nockenwellen erfolgt direkt im Zylinderkopf. Aufwändige Lagerblöcke entfallen.



■ Die Kolben mit zwei Kompressions- und einem Ölabstreifring stammen von Mahle.



■ Die Gusseisen-Laufbüchsen sind „nass“, also direkt vom Kühlwasser umspült.

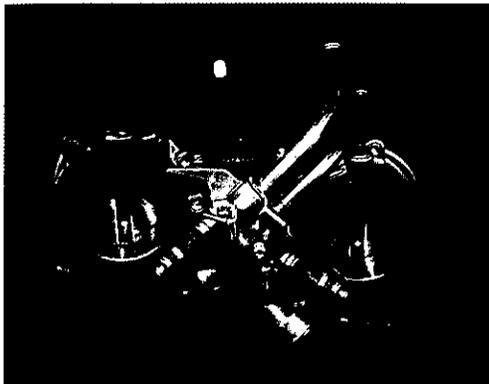
unteliegenden Shims. Zweigeteilte Ventildeckel ermöglichen den wartungsfreundlichen Zugang zum Ventiltrieb bei eingebautem Motor. Den Startvorgang erleichtert eine automatische Dekompression, die das rechte Auslassventil beim Anlassen um etwa 1 Millimeter geöffnet hält. Erreicht die Motordrehzahl 600 bis 800/min, rückt der federbelastete Mechanismus auf der Nocken-

welle wieder ein und schließt das Ventil. Für einen effizienten Gasdurchsatz spendierte man dem neuen, mit 89,5 Kilogramm aber schweren Motor vier Ventile je Brennraum. Einlassseitig beträgt ihr Durchmesser 40, auslassseitig 34,5 Millimeter bei 23,5 Grad Ventilwinkel.

Zeitgemäß zeigt sich der neue Harley-V2 auch bei der Gemischaufbereitung. Zwei mächtige



■ **Blick auf den Ventiltrieb mit Nockenwelle, Ventilen, Stößel-tassen, Federn nebst Tellern und Steuerkette.**



■ **Zwei üppige Drosselklappenstücke mit 53 mm Durchmesser und je zwei Einspritzdüsen versorgen den V2 mit Frischgas.**

Drosselklappenstücke mit 53 Millimeter Durchmesser und jeweils zwei Einspritzdüsen versorgen ihn mit der vom Motormanagement berechneten Menge Frischgas.

Im Oberteil des horizontal geteilten Motorgehäuses sitzen die nassen und direkt vom Kühlwasser umspülten Gusseisen-Laufbuchsen, in denen sich die beiden flachen Mahle-Kolben mit 100 Millimeter Durchmesser – übrigens das Bohrungsmaß, das auch der aktuelle Porsche 911 Turbo aufweist – bewegen und die Kraft über gebrochen geteilte Stahlpleuel auf die

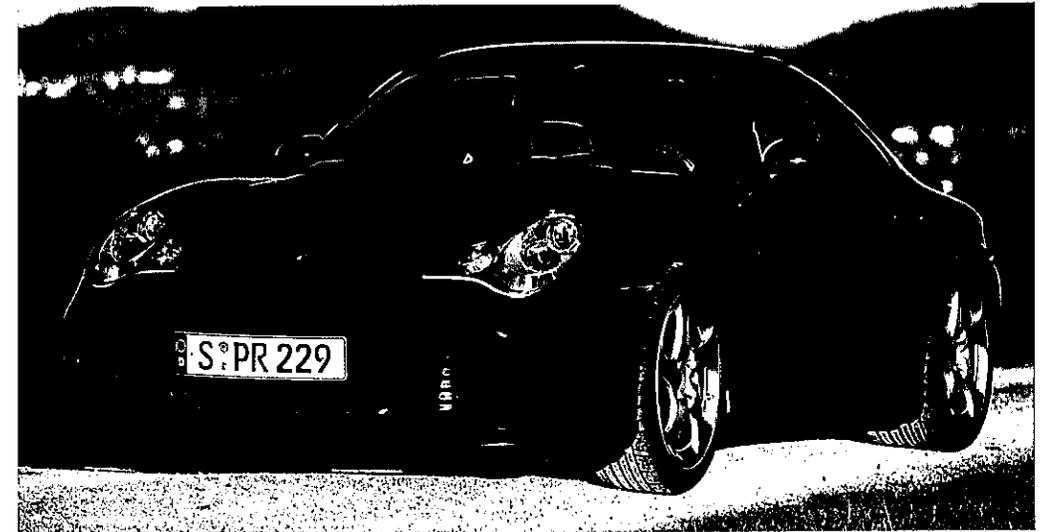
7 Kilogramm schwere und voll gleitgelagerte Kurbelwelle übertragen.

Die einteilig geschmiedete Kurbelwelle trägt auf der linken Seite das Antriebsritzel für die kurze Kette hinauf zum Zwischenrad, von dem aus die beiden Steuerketten angetrieben werden. Zudem sitzt links der Konus zur Aufnahme von Lichtmaschinenrotor und Anlasserkupplung.

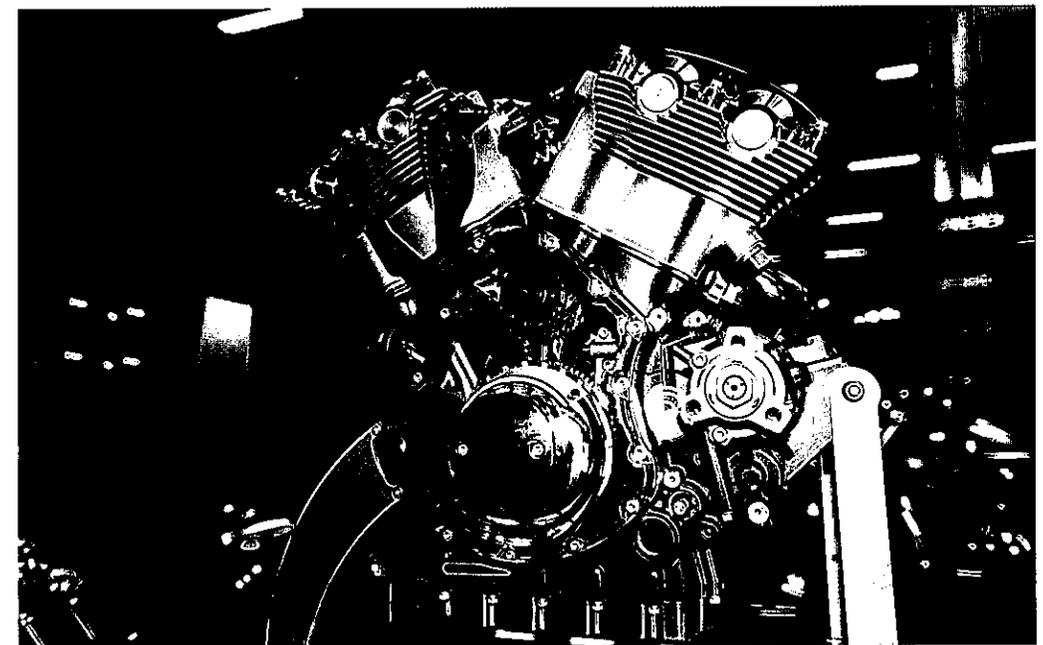
Rechts – und damit genau anders herum als bei Harley üblich – liegt das aufgeschraubte Primärrad, das in den zur Reduzierung des Laufgeräusches geteilten und gegensinnig verspannten Zahnkranz des mächtigen Kupplungskorbes greift. Außerdem treibt es die zwischen Getriebe und Kurbelwelle liegende Ausgleichswelle an.

Das mit hintereinander liegender Antriebs- und Abtriebswelle konzipierte Fünfganggetriebe ist kräftig dimensioniert und könnte wohl klaglos mehr Leistung vertragen.

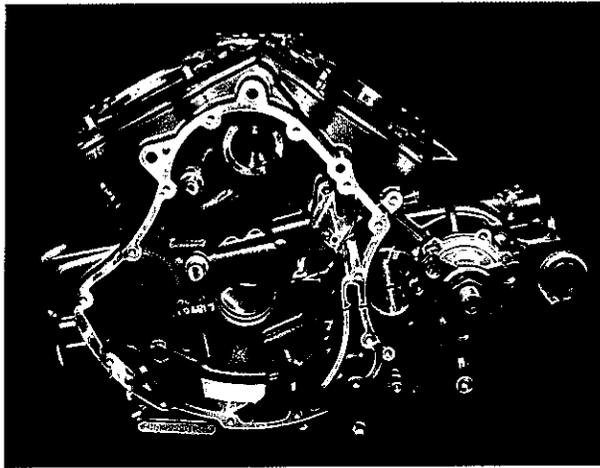
Nicht allein deshalb dürfte es vielleicht nur eine Frage der Zeit sein, bis Harley dem starken Power-Cruiser V-Rod eine noch stärkere und sportlichere Variante mit diesem Motor zur Seite stellt. Vielleicht keinen extremen Supersportler, aber möglicherweise ein mit viel Dampf gesegnetes, sportliches Naked Bike. Warten wir's ab, denn die potente Basis dafür haben die Amerikaner mit schwäbischer Unterstützung von Porsche ja geschaffen.



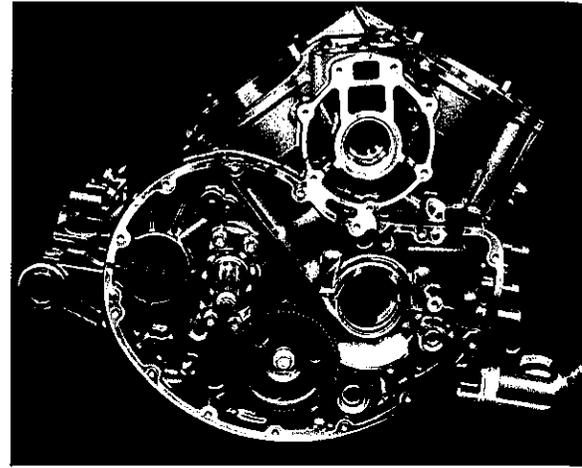
■ **Porsche entwickelte den V2 für Harley. Wohl eher zufällig ergab sich, dass die Zylinderbohrung von 100 mm exakt jener des 996 Turbo entspricht.**



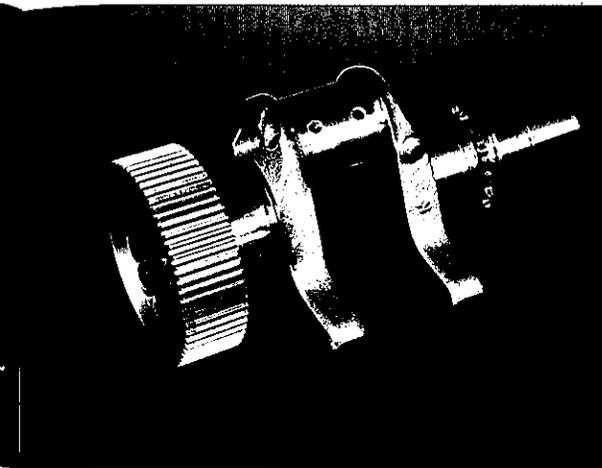
■ **Der 60°-V2 der V-Rod baut überaus kompakt und könnte durchaus noch die Basis für weitaus sportlichere Maschinen bilden.**



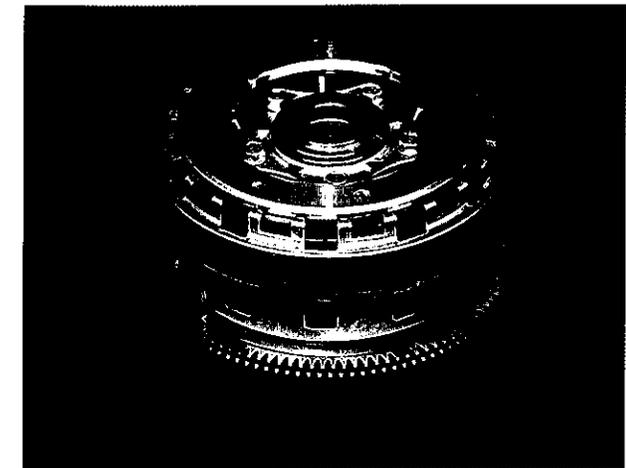
■ Das horizontal geteilte Motorgehäuse integriert wie bei Ducati die Lagerung der Hinterradschwinge.



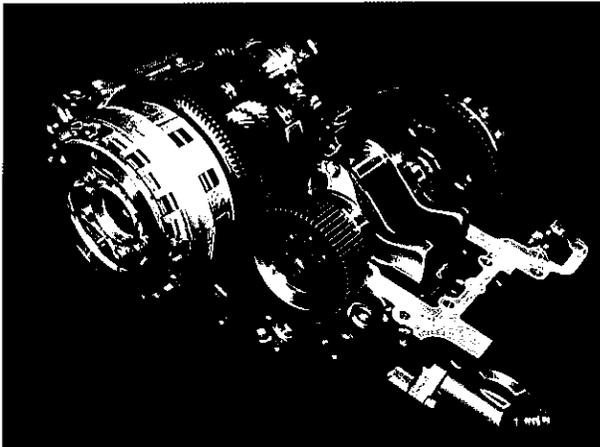
■ Anders als bei Harley-Davidson sonst üblich, ist die rechte Motorseite die Primärseite.



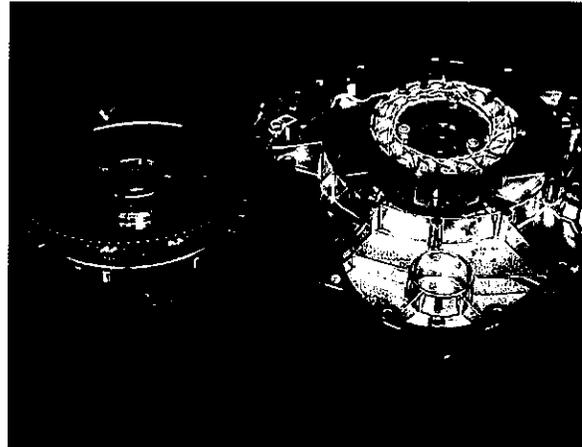
■ Die Kurbelwelle ist kurz, steif, aber mit 7 kg Gewicht auch schwer geraten.



■ Das mächtige Kupplungs-Paket, das wie das Getriebe locker mehr Leistung verdauen könnte.



■ Blick auf Kurbelwelle, Primärtrieb und das kräftig dimensionierte Fünfgang-Getriebe.



■ Rotor und Stator der großen Drehstrom-Lichtmaschine.

Technische Daten

Harley-Davidson V-Rod-Motor

Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Zweizylinder-Viertakt-60 Grad-V-Motor mit zwei oben liegenden Nockenwellen je Zylinderpaar
Bohrung	100 mm
Hub	72 mm
Hubraum	1130 cm ³
Max. Leistung	117 PS bei 8300/min
Max. Drehmoment	105 Nm bei 6600/min
Verdichtung	11,3:1
Gemischaufbereitung	Zünd-Einspritzanlage
Venturi-Durchlass	53 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	34,5 / 40 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	10,0 / 10,9 mm
Motor-Gewicht	89,5 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Fünfganggetriebe
Kupplung	Hydraulisch betätigte Olbakcupplung
Baujahr	2001

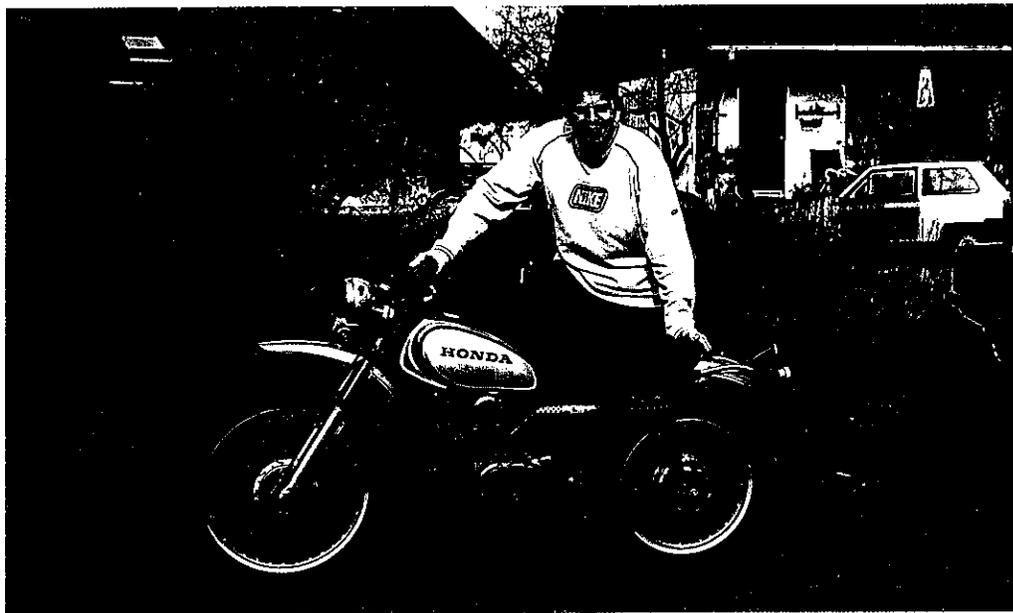
Honda XL 250 Motosport-Motor

Sportförderung

Auch eine sportliche Enduro kann zu einem begehrenswerten Oldtimer werden, wie die mittlerweile selten gewordene Honda XL 250 Motosport zeigt. Ganz besonders dann, wenn es sich um den ersten in Serie gebauten Vierventiler japanischer Prägung handelt.

Was, eine Enduro restaurieren, und dann auch noch richtig aufwändig? Meine beiden Freunde in unserem Restaurierungstrio, Galvaniseur Wolfgang Rohde und Schrauber Rainer Röschel, tippten sich an die Stirn. Hatte ich mit dem Kauf der Honda XL 250 Motosport, Baujahr 1974, tatsächlich etwas falsch gemacht? Immerhin ist sie Hondas erster in Serie gebauter Vierventiler und aus meiner Sicht daher al-

leine schon motorentechnisch ein Schankerl. Zudem garnierte Honda sie, wohl auch um den Beinamen Motosport zu rechtfertigen, mit leckeren Accessoires wie Halbnaben-Trommelbremsen, leichten D.I.D.-Aluminiumfelgen und sogar aus Magnesium gegossenen Motorgehäusedeckeln links wie rechts. Dazu ein sportives Design im typisch amerikanischen Offroad-Look der frühen 70er-Jahre. Fertig war der 140 Kilogramm schwere und nominell 20 PS starke Feger fürs Gelände, den Honda weniger hierzulande, sondern vor allem in den USA feil bot. Mir persönlich war die XL 250 Motosport schon kurz nach ihrem Erscheinen ans Herz gewachsen, war sie doch das erste Motorrad, mit dem ich als Zwölfjähriger auf einer Streuobstwiese erste Fahrversuche unternehmen durfte. Irgendwie blieb das über die folgenden Jahrzehnte mit zahlreichen anderen Maschinen so nachhaltig haften, dass ich mich im Jahr 2002 gut ein Jahr lang auf die Suche nach einem dieser mittlerweile raren Stücke begab.



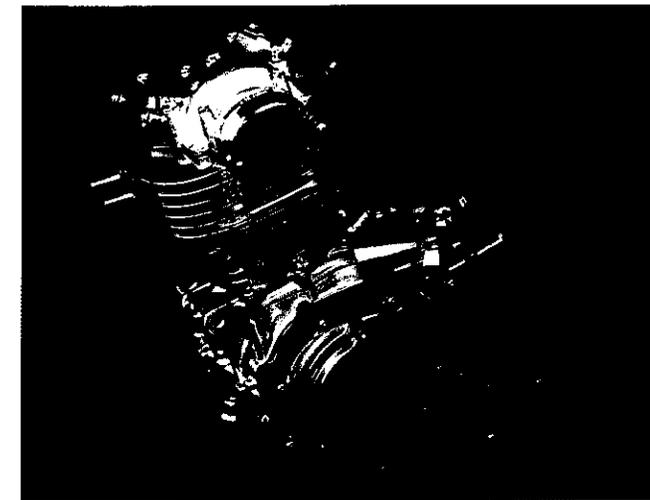
■ Der Autor mit seiner XL 250 Motosport, Hondas erstem Serien-Motorrad mit Vierventil-Technik.

Fündig wurde ich im Internet-Auktionshaus Ebay, wo die Firma Sayonara Cycles in Köln, von Berufs wegen spezialisiert auf Teile für klassische Hondas, das scheinbar gute Stück für 800 Euro schließlich an mich verkaufte. Wenige Tage später holte ich die Motosport ab. Ganz hinten stand sie, gut abgeschirmt von wertvollen Sahnestückchen wie einigen CB 750 Sandguss-KO oder nahezu neuwertigen Starrrahmen-Monkeys.

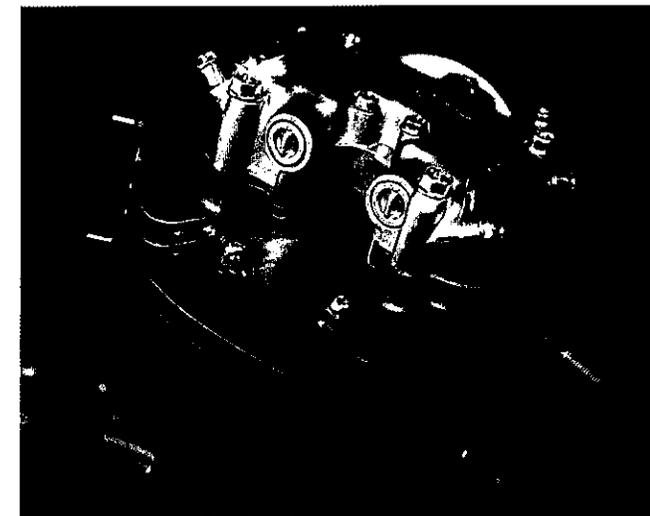
Gut, die Sitzbankgrundplatte samt Bezug war übel verrottet, der Gaszug klemmte, und die fehlende Sekundärkette hätte eine Probefahrt ohnedies nicht zugelassen. So betrachtet war es mir in diesem Moment auch völlig egal, ob der Motor nun laufen würde oder nicht. Zumindest drehte er durch, und die Honda war ansonsten komplett. Und das ist bekanntermaßen ja eine wesentliche Voraussetzung für eine erfolgreiche Restaurierung. Also 800 Euro auf den Tresen geblättert, noch den fehlenden Ketenschutz sowie ein Zündschloss eingepackt, und ab mit ihr ins Schwäbische. Auf der Heimfahrt blätterte ich dann noch im KFZ-Brief und stellte fest, dass der letzte Besitzer sogar aus einem Nachbarort stammte. Spätestens jetzt stand für mich fest: Dieser Kauf musste Gold wert sein.

Zuhause in der Werkstatt ging's schließlich ans Zerlegen und an die Bestandsaufnahme. Die Kunststoff-Schutzbleche ohne Risse, der kleine Tank ohne Dellen, aber die Lackierung doch arg abgenützt. Bereits leicht vom Rost angegragt zeigte sich der Einschleifen-Rohrrahmen, der mitsamt Schwinge und Lampenhaltern erst zum Sandstrahlen und anschließend zum Kunststoffbeschichten geschickt wurde. Freilich nicht, ohne vorher die noch erstaunlich gut erhaltenen und wieder verwendbaren Schwingen- und Lenkkopflager abzudecken.

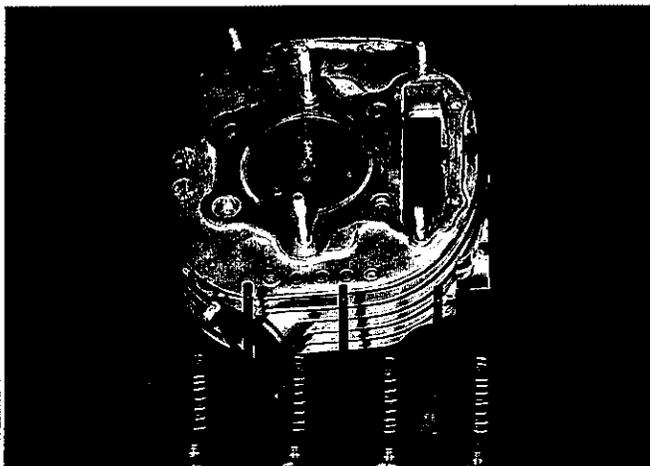
Völlig hinüber waren indes die Zink-Oberflächen sämtlicher Schrauben, Muttern und Schellen, die deshalb, zusammen mit dem Kettenblatt und der hinteren Bremsankerstrebe sowie der vorderen Radachse den Weg in Wolfgang



■ Hondas erstem Vierventiler gönnten die Ingenieure gar Gehäusedeckel aus Magnesium.



■ Blick auf den Zylinderkopf, der eine gleitgelagerte Nockenwelle, vier Ventile und zwei Gabel-Kipphebel beherbergt.



Rohdes Galvanik anzutreten hatten. Mit im Gepäck dorthin auch gleich sämtliche Chromteile wie auch die hintere Radachse, die teils schon Rostnarben aufwies und ebenfalls eines neuen Überzugs bedurften.

Rund vier Stunden brachte ich alleine mit dem Waschen der verzinkten Schrauben et cetera sowie deren makellose Säuberung an einer rotierenden Stahlbürste zu. „Ein Zeitaufwand, den die meisten Kunden überhaupt nicht berücksichtigen und sich anschließend über die höhere Rechnung wundern. Dabei sind gerade das Reinigen und Bürsten der Kleinteile Arbeiten, die jeder leicht selbst verrichten kann“, berichtet Wolfgang Rohde als Galvaniseur aus seinem Restaurierungs-Alltag.

Ebenfalls nicht zu unterschätzen ist das Aufhängen und Aufbinden jedes einzelnen Teils an speziellen Galvanisierungs-„Bäumen“ zum späteren Einhängen in die jeweiligen Bäder. Auch dafür ist eine Arbeitsstunde rasch verbraten.

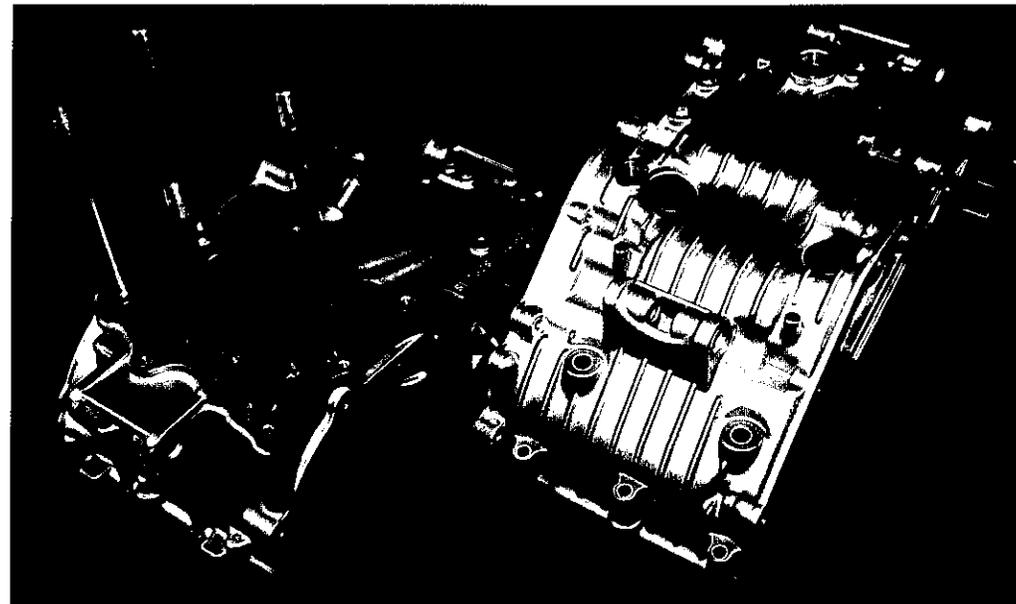
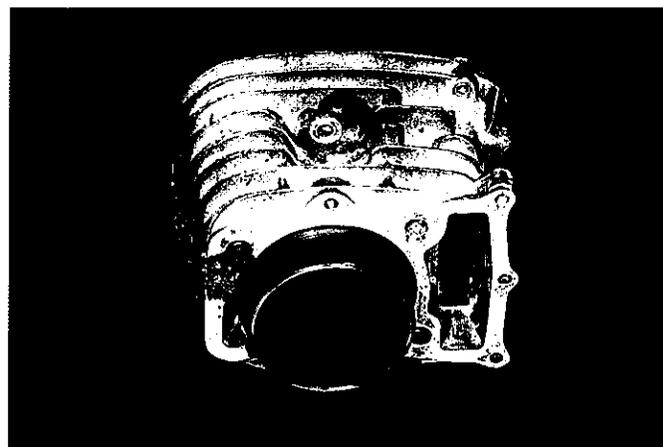
Das eigentliche Vernickeln geht indes rasch. Erst wird im Abziehbad mit Salzsäure der noch vorhandene Zink entfernt, und bevor die neue Zinkschicht aufgetragen wird, folgt noch ein kurzer Spülgang im basischen Entfettungsbad. Schließlich wird die neue Zinkschicht aufgebracht, das Teil anschließend in Wasser gespült und im Ofen getrocknet. Sämtliche so behandelten Teile unserer Motosport präsentierten



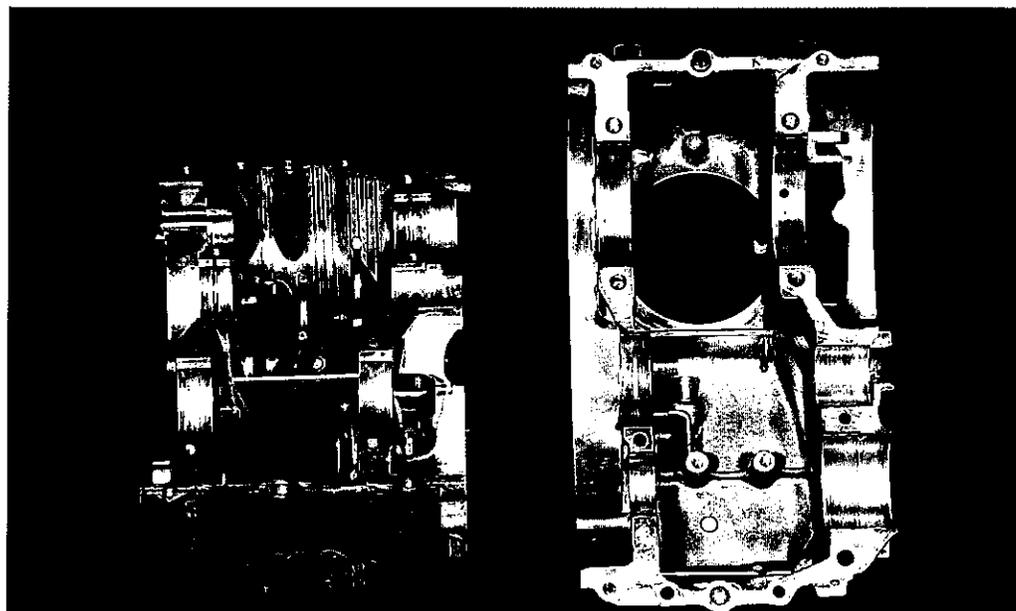
■ **Oben:** Der Zylinderkopf mit den vier verkohlten Ventilen vor der notwendigen Überholung.

■ **Mitte:** Das Kipphebelgehäuse, das aufgrund eines Ventilschadens schon einmal geschweißt wurde.

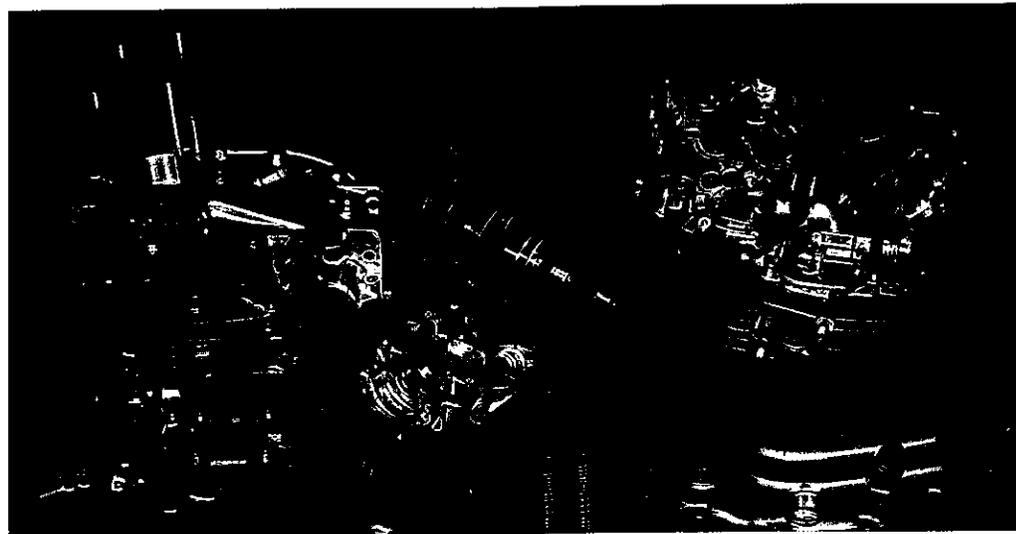
■ **Rechts:** Der Zylinder musste wegen eines Kolbenklemmers zum Ausschleifen.



■ **Das horizontal geteilte Motorgehäuse der XL 250 Motosport wurde im Zuge der Restaurierung neu lackiert.**



■ **Blick ins Innere des Gehäuses mit noch montierter Schaltwalze.**



■ Die wesentlichen Baugruppen des XL-Motors beim Foto-Termin vor der Überholung.

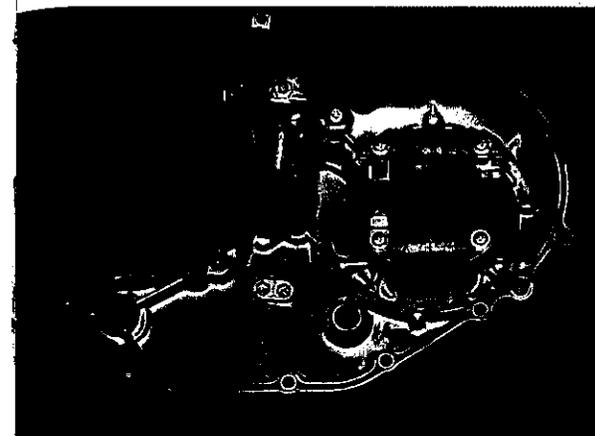
sich nach dieser Kur praktisch wie im Neuzustand.

Doch nun zum Motor. Der erste Eindruck täuscht manchmal doch, wie wir beim Zerlegen des Einzylinder-Motors unserer Honda-Enduro feststellen mussten. Ein Kolbenfresser machte dem Single irgendwann den Garaus. Die Montage des Ventildeckels, der neben den beiden Kipphebeln auch die Lager-Gegenseiten für die Gleitlagerung der Nockenwelle enthält, gab zunächst Anlass zur Freude. Denn entgegen den landläufigen Erfahrungen mit diesem Motortyp präsentierten sich insbesondere die Gleitlager, aber auch die Nockenwelle selbst in gutem Zustand. Keine Einlaufspuren, die auf eklatanten Schmiermangel hingewiesen hätten. Entsprechend deutete alles darauf hin, dass wir beim Wiederausammenbau des Einzylinders wohl mit neuen Dichtungen und diversen Simmerringen auskommen würden. Doch es kam anders.

Beim Abnehmen des Zylinders trauten wir unseren Augen kaum, kam doch der Kolben des Vierventilers mit starken Fressspuren auf der hinteren Zylinderseite zum Vorschein. Glück im

Unglück dabei: Das Pleuelauge blieb unverändert, und auch der Zylinder selbst ist zusammen mit einem neuen Kolben problemlos auf das nächste 0,25er-Übermaß zu bringen. Blieb die Frage, wie dieser Fresser zustande kam.

Beim Öffnen des Motorgehäuses nahen sich dann diesbezüglich gewisse Spekulationen. Eine erkleckliche Menge an Resten von Dichtungsmaterial fand sich in der Ölwanne und im Kurbelgehäuse unterhalb des Ölhobels. Möglicherweise führte das Einspülen solcher Partikel in den Ölkreislauf zum Fresser. Da die Fressspuren aber ausschließlich an der heißen Zylinder-Rückseite zu finden sind, scheint auch ein Überhitzungsschaden wahrscheinlich. Erstaunlich ist in diesem Zusammenhang jedoch, dass ausgerechnet die am weitesten von der Ölpumpe entfernte Schmierstelle, nämlich die für die Gleitlagerung der Nockenwelle keine Beanstandung aufwies. Nennen wir es also Glück im Unglück, denn ein neuer Zylinderkopf wäre teuer geworden, und den Zylinder hätten wir im Zuge unserer Revision möglicherweise ohnehin gehont und einen neuen Kolben spendiert.



■ Linker Magnesium-Gehäusedeckel mit den beiden Spulen des Schwunglicht-Magnet-Zünders.



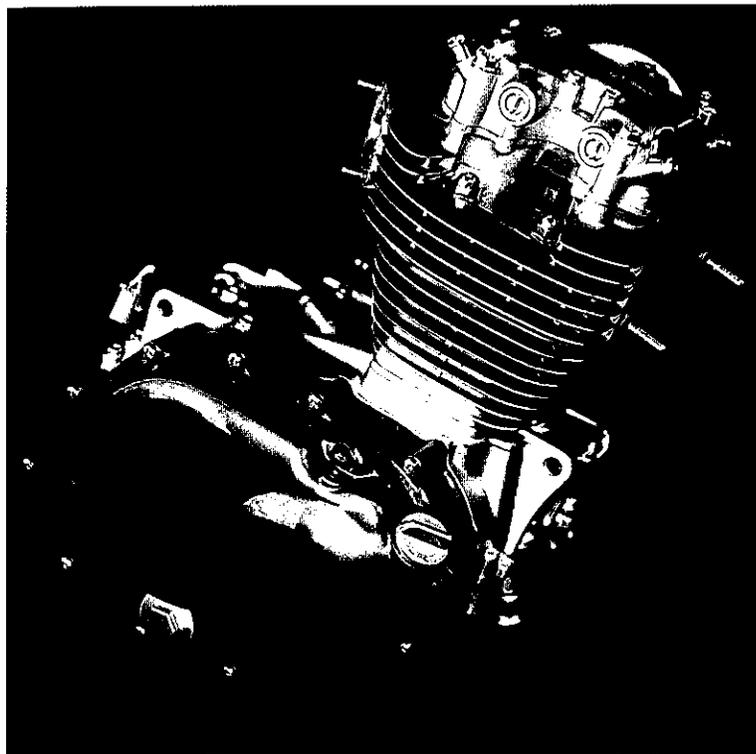
■ Voll rollengelagerte Kurbelwelle mit Schwungrad-Magnet.



■ Die beiden Magnesium-Gehäusedeckel wurden von Honda später aus Kostengründen durch Alu-Pendants ersetzt.

Und nehmen wir uns sicherheitshalber eine mahnende Stelle aus dem Honda-Fahrerhandbuch zur Brust. Dort wird explizit darauf hingewiesen, das kleine Ölsieb rechts unten am Gehäusedeckel hinter der mächtigen Leichtmetall-Sechskantschraube so oft wie möglich zu reinigen, um eine perfekte Ölversorgung zu gewährleisten.

Die übrigen Baugruppen des Einzylinders waren hingegen ohne Bedenken weiter zu verwenden. So etwa die in zwei großen Kugellagern laufende Kurbelwelle, die sich in ausgezeichnetem Zustand zeigte, die Ventile samt Federn sowie das Getriebe nebst Primärtrieb in Gestalt von gerade verzahnten Stirnrädern und Kupplung. Lediglich die Kickstarterwelle muss



■ Der fertig restaurierte XL-Motor zeigt, wie schön Einzylinder-Technik sein kann.

getauscht werden, da ein „Experte“ in einem Reparaturversuch offenbar einmal versucht hatte, den Kickstarter auf der Verzahnung fest zu schweißen. Die Verzahnung ist damit freilich hinüber. Zum Austausch ist auch bei der bereits erwähnten kleinen Eaton-Ölpumpe geraten, deren Läufer starke Riefen aufweist. Und nur wer gut schmiert, fährt auch gut. Und vor allem lang. Dass im Zuge des Wiederzusammenbaus freilich auch dem Äußeren unseres Singles wieder zu frischem Glanz verholfen wurde, versteht sich von selbst. So wurden die Gehäusedeckel aus Magnesium neu lackiert, wobei deren Farbton anhand einer Abstimmung mit der Farbkarte ausgewählt wurde. Ebenso wurde das Motorgehäuse, wie original von Honda damals selbst, wieder silbern lackiert. Lediglich Zylinder und Zylinderkopf ließen wir nach besten Erfahrungen mit dieser Art von Oberflächenbehandlung mit feinem Korund Reini-

gungs-Strahlen. Den letzten optischen Schliff erhielt unser Einzylinder schließlich mittels neu verzinkter Gehäuseschrauben sowie hochglanzpolierten Zündungs- und Kipphebel-Dekkelchen.

Dazu muss man wissen, dass eine Vielzahl japanischer Motoren, auch unser XL 250-Eintopf, ab Werk mit einem alufarbenen Lack überzogen sind. Dass dieser nach 30 Jahren nicht mehr frisch aussehen kann, liegt angesichts der relativen Nähe zur Fahrbahn, den daraus resultierenden Steinschlägen und vor allem auch der herrschenden Motortemperaturen auf der Hand. Kurzum: Schmutz und Staub backen im Laufe der Jahre fest und sind nur mehr unzulänglich zu entfernen. Eine neue Lackierung tut also Not.

Im Falle unserer XL 250 wanderten daher Motorgehäuse, Zylinder und -kopf, Kipphebelgehäuse sowie die Motordeckel in die Sandstrahl-

box. Hierbei setzten wir absichtlich sehr altes und damit stumpfes Strahlgut ein, das, ähnlich wie beim Reinigungsstrahlen mit Ballotini-Glasperlen, eine sehr feine Oberfläche ergibt. So stellen wir sicher, dass der unlackierte Zylinder und -kopf sich später immer wieder problemlos reinigen lässt, ohne dass sich Öl- oder Fettflecke zu hartnäckig in der Oberfläche festsetzen. Auf eine Lackierung verzichten wir bei diesen beiden thermisch hoch belasteten Baugruppen schlicht deshalb, weil handelsübliche hitzefeste Lacke zumeist ihre Schwierigkeiten mit der Resistenz gegenüber Kraftstoffen und Kaltreinigern haben und der Einsatz einer zwingend notwendigen Aluminium-Grundierung als Haftvermittler wiederum an den hohen Temperaturen scheitert. Davon abgesehen bilden diese beiden Bauteile in „Aluminium natur“ später einen schönen Kontrast zu den übrigen Gehäuseteilen.

Sowohl die beiden Magnesiumdeckel links und rechts, die Abdeckung für das Kettenritzel als auch das Motorgehäuse nebst Kipphebelgehäuse erhielt dann zunächst eine Schicht Alu-Grundierung.

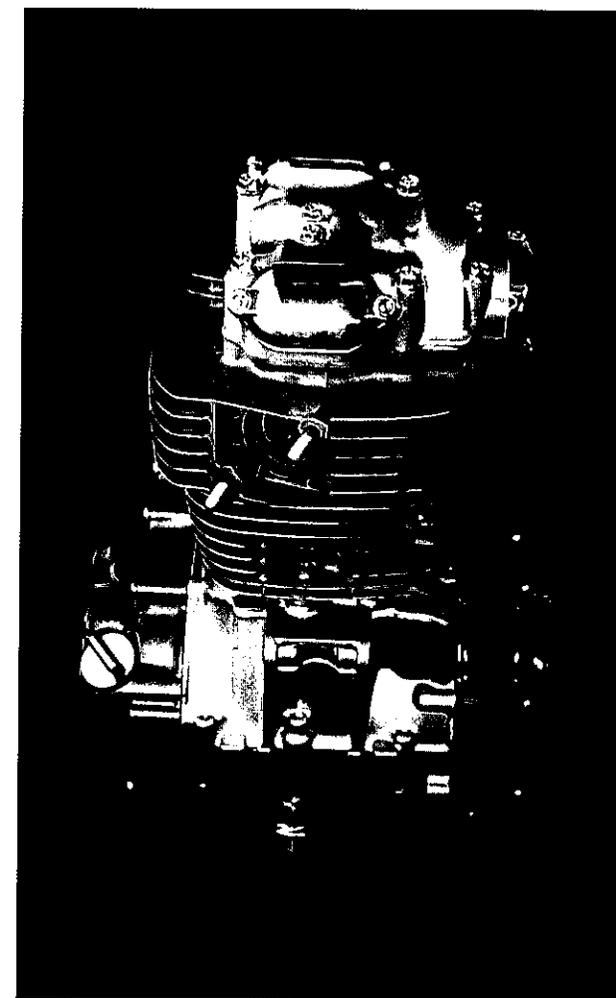
Nach eintägigem Abtrocknen erfolgte ein nasser Zwischenschliff (Körnung 1000) sowie im Falle der anthrazitfarbenen Gehäusedeckel anschließendes Lackieren mit dem entsprechenden Metallic-Lack. Nach 20-minütigem Antrocknen erhielten diese Teile dann einen Klarlacküberzug, dem in Abständen von 24 Stunden unter jeweiligem nassen Zwischenschliff (Körnung 1200) noch zwei weitere folgten.

Bei Motor- und Kipphebelgehäuse machten wir es absichtlich etwas komplizierter, denn sieht man sich den original von Honda verwendeten Lack an, so fällt auf, dass er matt Aluminium-

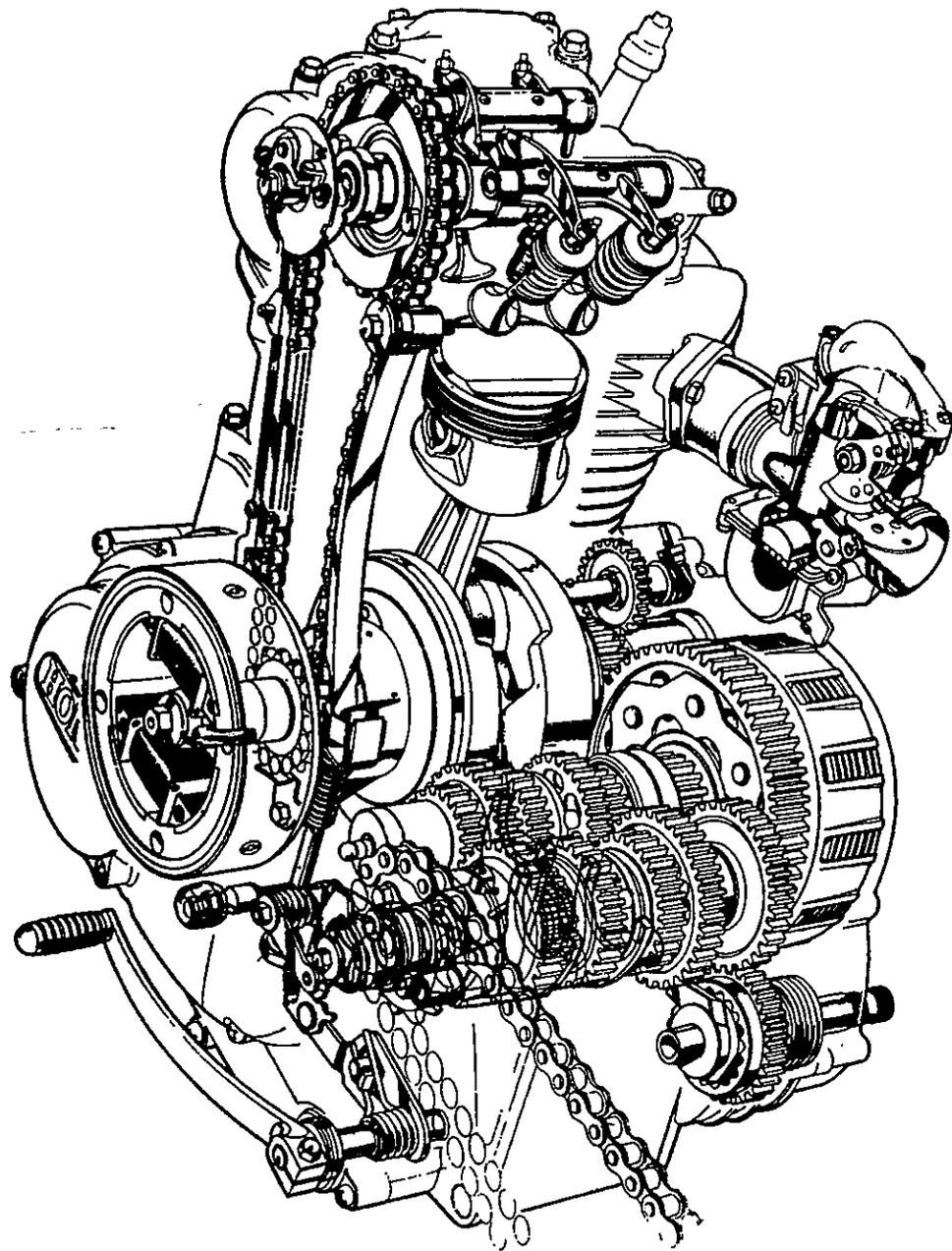
Farben, jedoch keineswegs metallic schimmert. Also scheidet hier der Einsatz von herkömmlichem Silbermetallic-Lack unter der Maßgabe größtmöglicher Originalität aus.

Ein einfacher, jedoch in zahlreichen Versuchen herausgearbeiteter Trick bringt hier schließlich die Lösung, die auch angesichts der bei diesen Bauteilen vorherrschenden Temperaturen dauerhaft funktioniert.

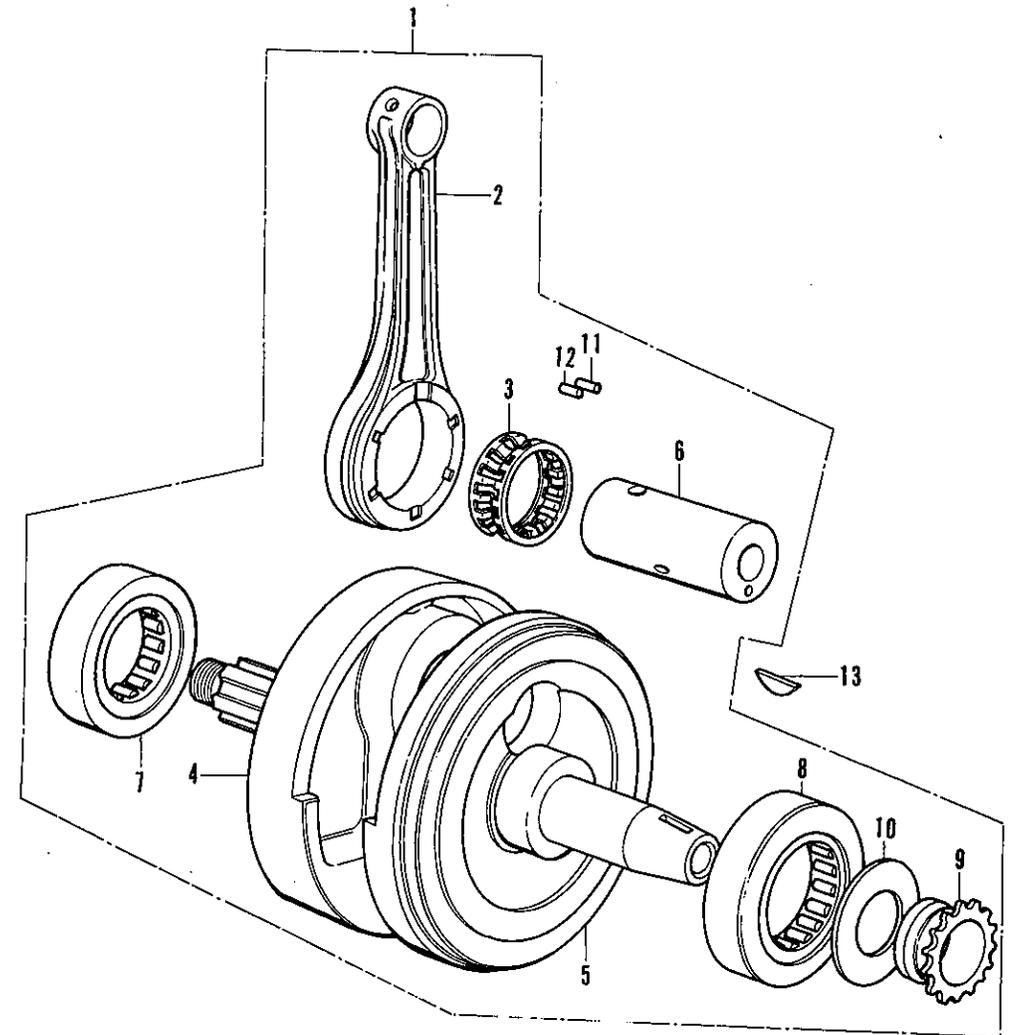
Man lege eine Schicht Chrom-Effekt-Lack vor und lasse diese hochglänzende Schicht etwa zwei bis drei Stunden antrocknen. An-



■ Der Blick von vorne zeigt den schräg geführten Auslasskanal. Bei diesem Modell war auch der Einlasstrakt noch schräg geführt. Spätere XL 250-Modelle erhielten dann den gerade geführten „Center Port“-Einlass.



■ Schnittzeichnung des XL 250-Motosport-Motors.



■ Aufbau der voll rollengelagerten Kurbelwelle:

- 1. Kurbeltrieb
- 2. Pleuel
- 3. Pleuellagerkäfig
- 4. Rechte Kurbelwange mit Stumpf
- 5. Linke Kurbelwange mit Stumpf
- 6. Hubzapfen
- 7. + 8. Kurbelwellen-Hauptlager
- 9. Ritzel für Steuerkette
- 10. Scheibe
- 11. + 12. Lagerrollen
- 13. Keil

schließlich folgt ein Lackiergang mit mattem Klarlack, der dem Chromeffekt seinen speckigen Glanz nimmt – fertig ist die täuschend echte Aluminium-Oberfläche. Der Klarlack-Überzug lässt sich dann im Grunde beliebig oft wiederholen. Wir ließen es schließlich bei drei Schichten gut sein. Zu guter Letzt wanderten sämtliche verrotteten Gehäuseschrauben und -Mutter noch in Wolf-

gang Rohdes Galvanik und wurden frisch blauverzinkt. Wie das Ganze zusammengebaut aussieht – urteilen Sie selbst. Und sollten Sie feststellen, dass Schalt- und Kickstarterwelle nicht an ihrem Platz sind – bei Drucklegung des Buches waren wir gerade beim Einbau der Innereien. Damit unsere Motosport-Honda möglichst rasch wieder rennt.

Technische Daten

Honda XL 250 Motosport-Motor	
Bauart	Luftgekühlter Einzylinder-Viertakt-Motor mit einer oben liegenden Nockenwelle
Bohrung	74 mm
Hub	57,8 mm
Hubraum	248 cm ³
Max. Leistung	20 PS bei 8000/min
Max. Drehmoment	k.A.
Verdichtung	9,1:1
Gemischaufbereitung	Ein Keihin-Rundschiebervergaser
Venturi-Durchlass	28 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	25/28,5 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	6,0/6,2 mm
Motor-Gewicht	30 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Fünfganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Ölbadkupplung
Baujahr	1974

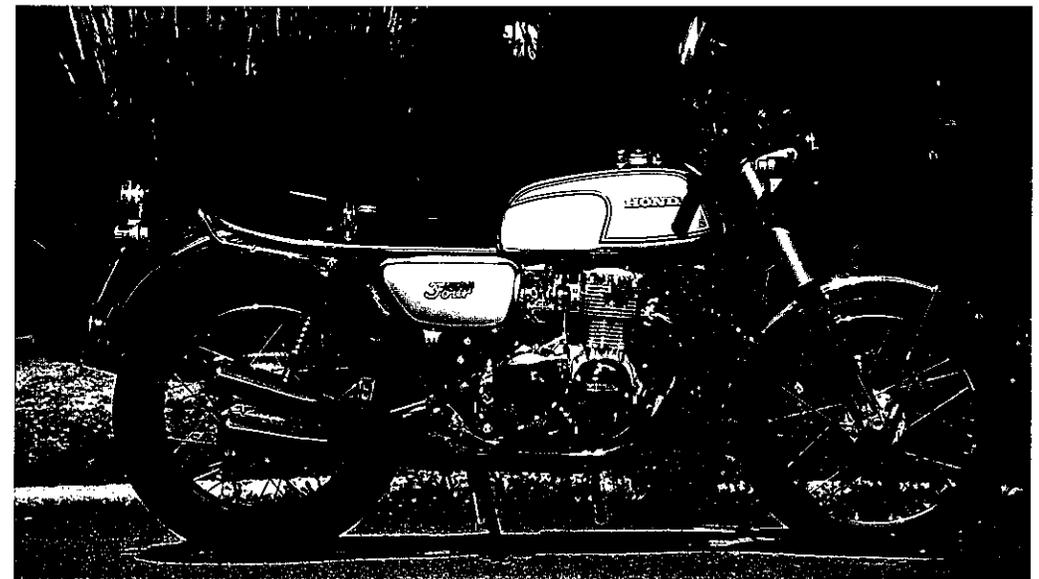
Honda CB 350 Four-Motor

Schöne Bescherung

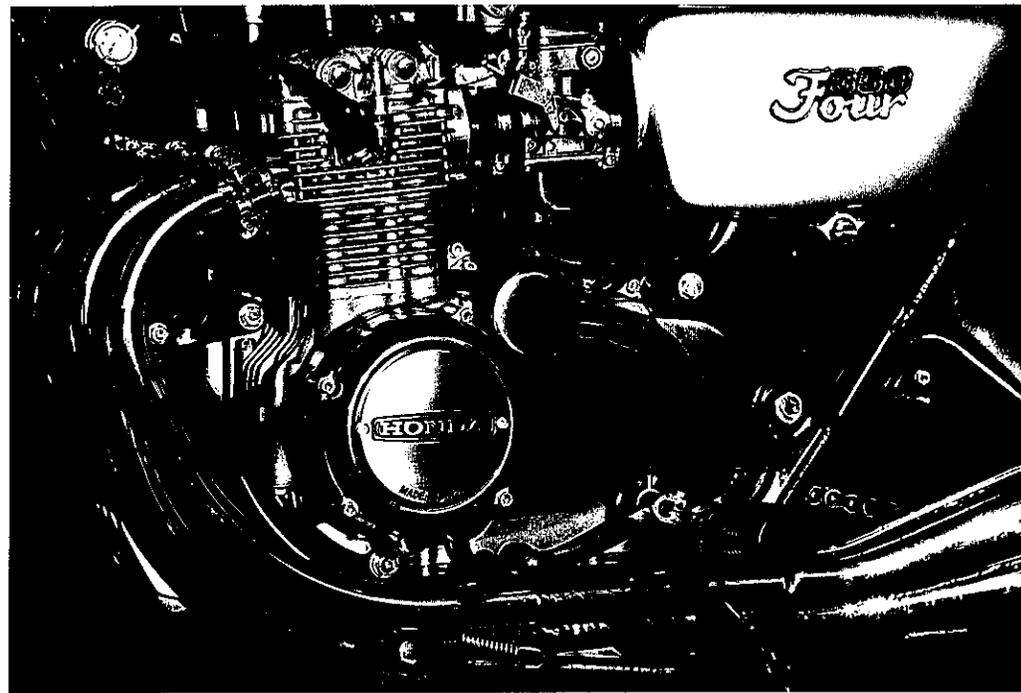
Optisch wunderschön anzusehen, mit atemberaubendem Klang aus den vier Endrohren und einer vorbildlichen Laufkultur bestach Hondas kleinster Serien-Vierzylinder in den 70ern. Kunststück, dass Firmengründer Soichiro Honda ihn „meinen liebsten Vierzylinder“ nannte. Bei einer Restaurierung gingen wir dem teils etwas ramponierten Innenleben auf den Grund.

Die letzte Restaurierung eines Honda-Motors hatten wir noch in allzu guter oder vielmehr schlechter Erinnerung. Zylinderkopf runter, Zylinder abziehen – und prompt fallen uns eine handvoll gebrochene Kolbenringe entgegen. Eine umfassende Überholung des Eckert-Honda CB 750-Vierzylinders (siehe ab Seite 123) war angesichts dessen nicht zu umgehen. Zumal er

bei vorhergehenden Startversuchen wüst rauchend ankündigte, dass es um sein Innenleben nicht zum besten stehen dürfte. Derart vorbelastet hatten wir auch im Falle unserer CB 350 Four unsere Bedenken, was die Innereien des kleinen Vierzylinders betraf. Startversuche beantwortete er nämlich nicht nur sehr unwillig, sondern lieferte zudem gefühlsmäßig höchstens 20 der in den Papieren ausgewiesenen 34 PS ab. Ölaustritte im Bereich der Zylinderfuß- und Kopfdichtung zeugten ebenfalls nicht vom sonderlich guten Zustand des Motors. Was indes beim Zerlegen zum Vorschein kam, überraschte uns dann doch. Angesichts der vom Vorbesitzer bestätigten Laufleistung von circa 43.000 Kilometern präsentierten sich die vier Kolben nebst Ringen und Zylinderlaufbuchsen in unerwartet gutem Zustand. Lediglich erkleckliche Ölkohleablagerungen auf den Kolbenböden sowie in den Brennräumen und auf den Ventil-Tellern wiesen auf die Verbrennung von Schmiermittel hin. Wie sich heraus stellte, war dies den verschlissenen Ventilschaft-Abdichtungen zuzuschrei-



■ Die Honda CB 350 Four nimmt das Konzept ihrer berühmten Ahnin, der CB 750 Four, auf. Reihenvierzylinder mit einer obenliegenden Nockenwelle, dazu vier Auspuffrohre.



■ **Das 350er-Triebwerk in seiner ganzen Pracht. Muntere 34 PS und Drehzahlen bis 11000/min garantieren Fahrspaß der besonderen Art.**

ben. Der Einbau von Neuteilen sollte hier aber wirksam Abhilfe schaffen. Weniger erfreulich verlief hingegen die Begutachtung der acht Kipphebel im Zylinderkopf. Allesamt wiesen sie Ausbrüche und Pitting-Bildung an den hartverchromten Gleitflächen auf. Glück im Unglück dabei: Die Nockenwelle erfreute durch guten Zustand, sowohl was die Lagerstellen als auch die Nockenlaufbahnen betraf. Dennoch schlug allein der Austausch der Kipphebel seinerzeit mit über 250 Euro recht schmerzhaft zu Buche. Wie bereits bei der Eckert-Honda CB 750 lieben wir auch dem Zylinderkopf der CB 350 Four etwas Feinarbeit zukommen. So wurden etwa auch hier die Ventilteller nebst Kolbenböden und Brennräumen hochglanzpoliert und die Ein- und Auslasskanäle im Bereich der Guss-Nahten und Ventilsitze geglättet beziehungsweise angeglichen.

Dies nicht deshalb, weil wir uns etwa ein erkleckliches Plus an Leistung versprochen hätten, sondern vielmehr, damit die Ölkohle zukünftig nicht mehr so leichtes Spiel haben sollte. Abschließend wurden die Ventile, deren Sitzbreiten allesamt noch deutlich innerhalb der Toleranz lagen, neu eingeschliffen und anschließend mittels in die Kanäle injizierten Acetons auf Dichtheit geprüft.

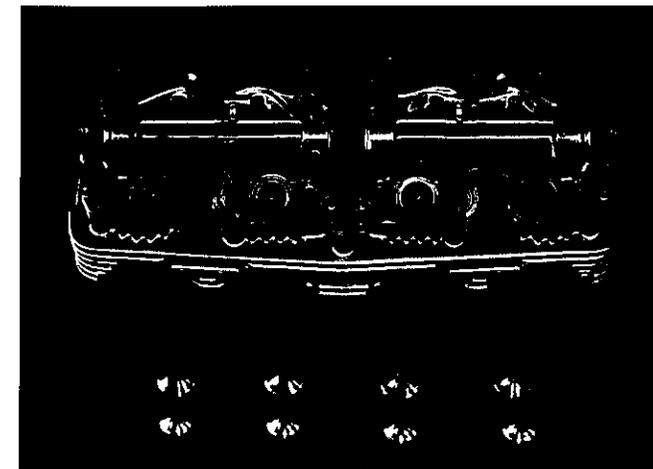
Vorher jedoch erhielt der Zylinderkopf nebst Ventildeckel wie auch Zylinder und Motorgehäuse unsere bewährte Oberflächen-Behandlung in Form von Reinigungs-Strahlens unter Verwendung eines extrem feinkörnigen Strahlgutes (Ballotini-Glasperlen). Wie sich bereits beim Motor der Eckert-Honda in der Praxis gezeigt hatte, ist die Oberfläche später immer wieder tadellos zu reinigen, was gerade beim Strahlen mit gröberem Strahlgut sonst nicht ge-

währleistet ist. Zur optischen Auffrischung der offenbar durch Winter-Fahrten stark angegriffenen Motor-Deckel wurden diese mittels einer großen Schwabbel-scheibe auf Hochglanz poliert. Lediglich bei Zündungs- und Lichtmaschinendeckel kamen wir aufgrund von Dellen und tiefen Kratzern nicht um die Anschaffung von Neuteilen herum. Den perfekten optischen Feinschliff für unseren Motor lieferten schließlich die komplett frisch verzinkten, in einigen Fällen frisch verchromten Gehäuseschrauben. Aus rein praktischen Erwägungen heraus zogen wir in vielen Fällen jedoch die Montage von Innensechskant- anstatt der originalen, aber butterweichen Kreuzschlitzschrauben vor. Das ist zwar ein Bruch mit der Originalität, doch bereits zur damaligen Zeit der CB 350 Four rüsteten nicht wenige Fahrer ihr Motorrad dahingehend um. Einigen wir uns in diesem Falle also auf „zeitgenössisches Zubehör“.

Ein „Stockwerk tiefer“, im Bereich von Kurbeltrieb und Getriebe überraschte der Vierzylinder uns hingegen erfreulich. Alle Lager okay, die Zahnräder mit sauberen Tragbildern, und auch die Schaltgabeln des Fünfganggetriebes zeigten sich von ihrer besten Seite. Hier lautete, wie auch im Falle der Ölpumpe, die Devise nur: Laufen lassen!

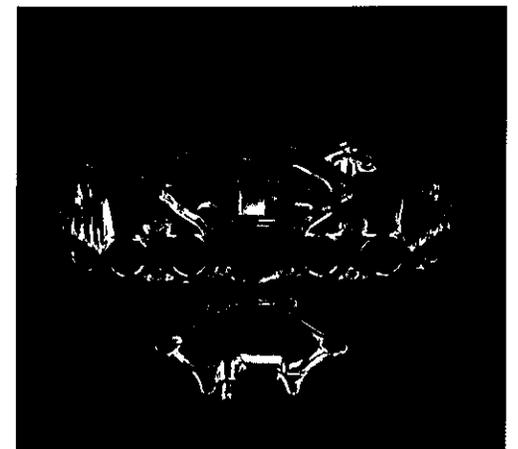
Lediglich aus Sicherheitsgründen ersetzten wir Steuer- und Primärkette sowie deren Spannbeziehungsweise Gleitschuhe durch Neuteile. Vorab sei gesagt, dass alle ohc-Vierzylinder von Honda dies mit einer deutlich geringeren Geräuschkulisse, vor allem im Leerlauf, danken.

Wieder zusammen gebaut, widmeten wir uns schließlich den Vergasern. Äußerlich machten sie zwar einen schmutzigen, jedoch brauch-



■ **Blick auf die Nockenwellen-Lagerung direkt im Zylinderkopf sowie auf die hochglanzpolierten Ventile.**

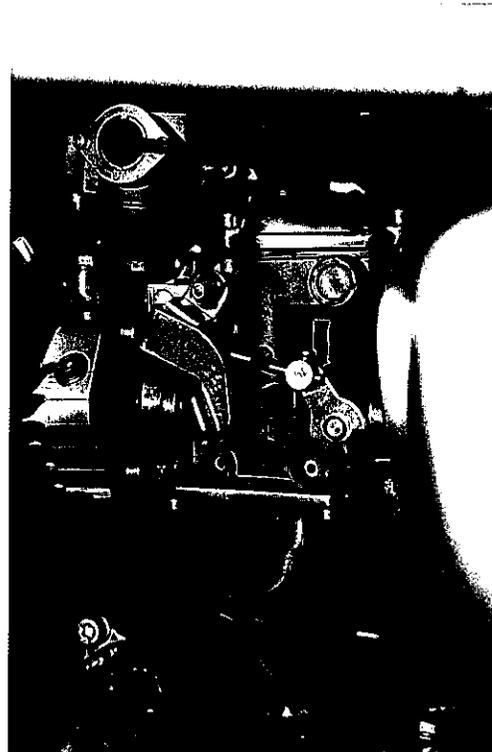
baren Eindruck. Dass genau dieser täuschen kann, entdeckten wir gleich bei der Demontage der Schwimmerkammer. Eine der beiden angegossenen Halterungen für die Schwimmerachse war, wohl aufgrund mechanischer Gewalteinwirkung des Vorbesitzers, abgebrochen, und



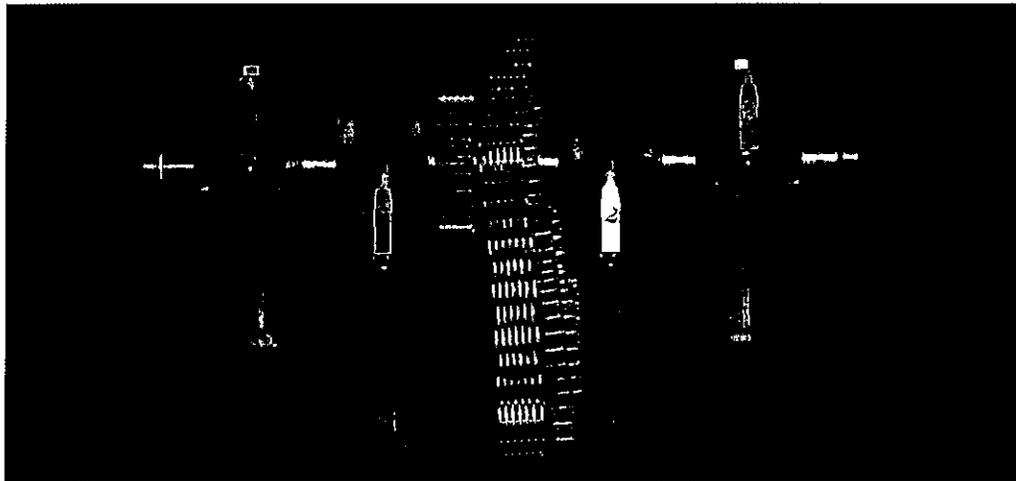
■ **Durchgehender Ventildeckel mit Lager-Gegenseite für die Nockenwelle. Darunter der Entlüftungsdom.**



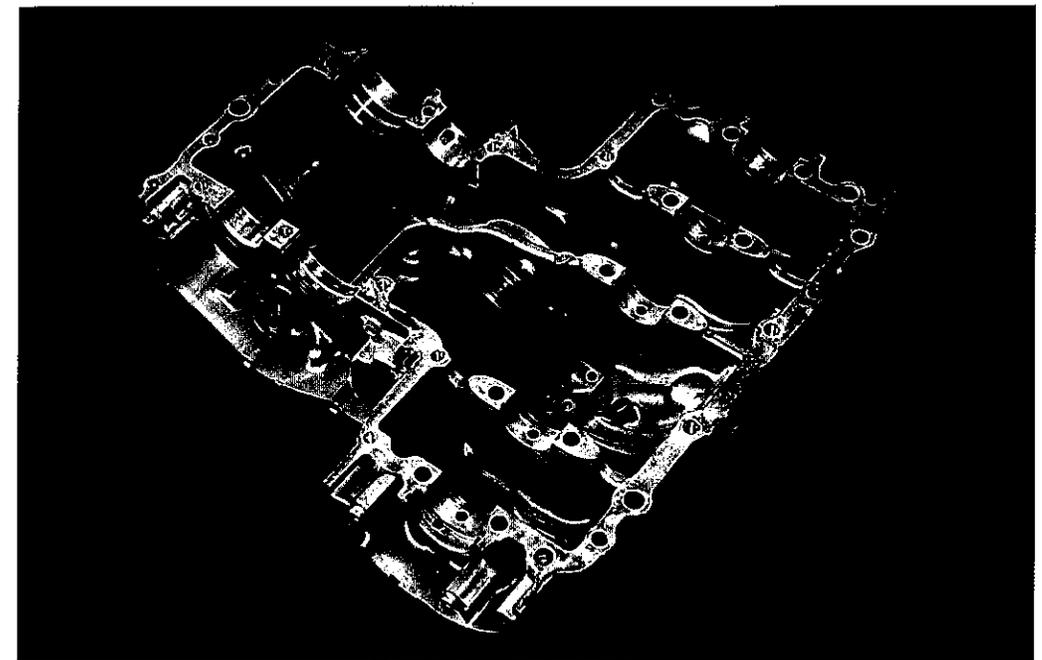
■ Oben: Ein 350 Four-Kolben mutet geradezu winzig an.



■ Rechts: Keihin-Unterdruck-Vergaser mit 22 mm Durchlass und via Hebel betätigtem Choke.

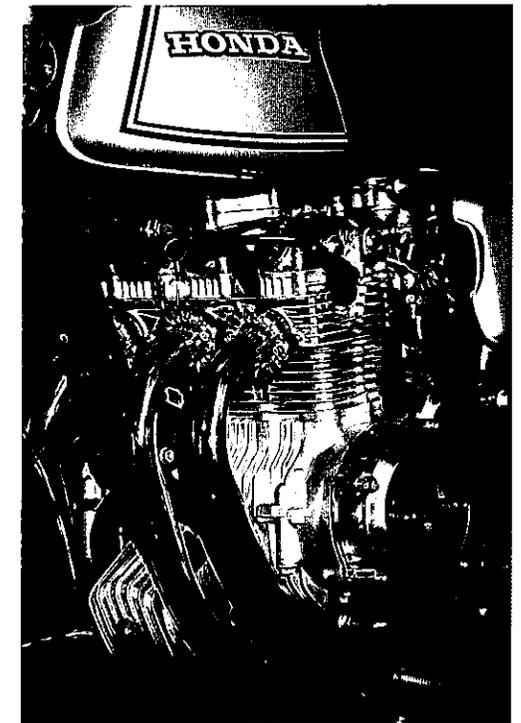


■ Blick auf die voll gleitgelagerte Kurbelwelle mit mittig platziertem Zahnketten-Primär-antrieb.

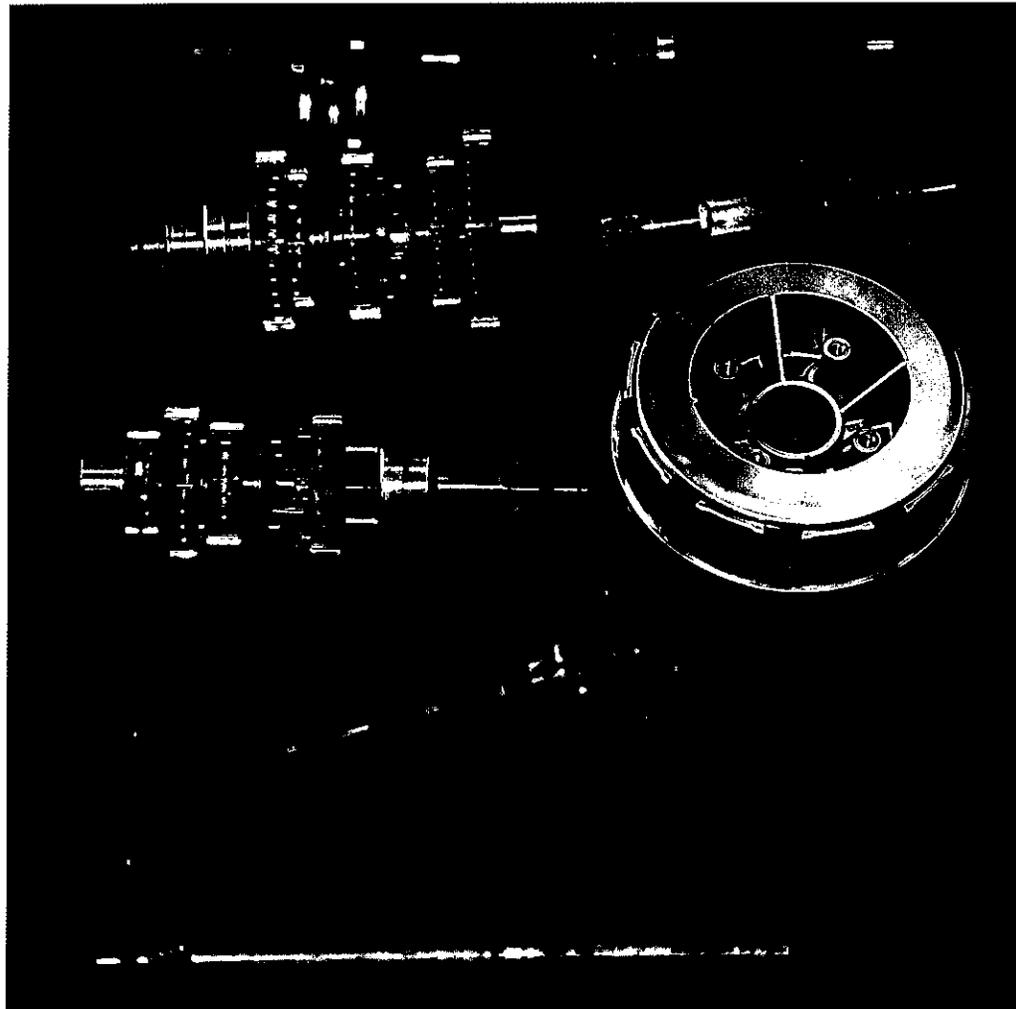


■ Das Gehäuseunterteil mit den Lagerstellen für Kurbel-, Primär- und Sekundärwelle.

der Schwimmer taumelte herrenlos in seinem Gehäuse. Kein Wunder also, dass der kleine Vierzylinder bei unserem eingangs erwähnten Motortest nur mehr gefühlte 20 PS abgab. Also griffen wir bei der Reparatur zu einem Mittel, bei dem ich bis vor kurzem skeptisch war. Nachdem auch die Vergasergehäuse mittels Reinigungsstrahlens und Politur von Schwimmerkammern und Schieberdeckeln optisch wieder hergestellt waren, klebten wir die abgebrochene Aufnahme einfach mit Metallkleber wieder dran. Dass so etwas – unter Einwirkung von Kraftstoff und Vibrationen – langfristig tat-



■ Honda-Fans älteren Semesters geraten bei diesem Anblick ins Schwärmen.



■ **Die Getriebe-Komponenten der 350 Four, wie Schaltwalze und Schaltgabeln, Primär- und Sekundärwelle, Schaltautomat und Kickstarterwelle sowie das Kupplungspaket!**

sächlich hält, bezweifelte ich nachhaltig. Doch bis heute hat die kleine Honda mehr als 3000 Kilometer zurück gelegt – ohne jegliche Probleme, wie ich vorweg nehmen möchte. Den optischen Feinschliff erhielt unsere Vergaserbatterie wie so oft in der Galvanik, wo sämtliche Stahlteile, Schrauben und Muttern neu verzinkt wurden.

Last not least machten wir uns über die Vier-in-Vier-Auspuffanlage her. Fraglos ist sie bei den meisten heute im Gebrauchmarkt angebotenen CB 350 Four der Pferdefuß schlechthin, gilt sie doch als besonders korrosions-anfällig und ist nicht selten sogar komplett durchgerostet. Auch hier hatten wir (fast) Glück. Drei der vier Schalldämpfereinheiten, bestehend aus Krüm-



■ **Die CB 350 Four bei flotter Fahrt über schwäbische Landstraßen.**

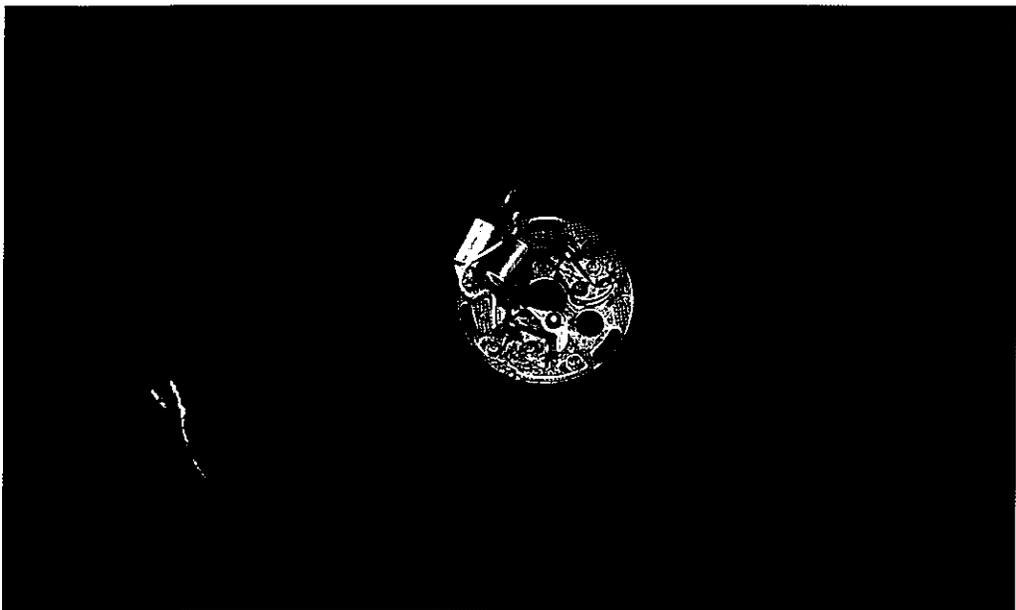
mer mit zusammengeschweißtem Endtopf, schaffte der Vorbesitzer nämlich vor nicht allzu langer Zeit neu an, und so konnte sich die optische Auffrischung auf die Behandlung mit Chrompolitur beschränken.

Lediglich der linke untere Auspuff bescherte uns dann doch noch Arbeit. Er wies auf der Innenseite, nur wenige Zentimeter nach der Zu-

sammenführung mit dem Krümmer, ein Fünf-Mark-Stück großes Loch auf. Hier half also nur Entchromen des guten Stücks im elektrolytischen Abzieh-Bad, anschließendes Zuschweißen unter Verwendung eines Bleches sowie nachträgliches Schleifen und wieder Verchromen. Ein Aufwand von circa 200 Euro, für den sich üblicherweise sicherlich auch ein ge-



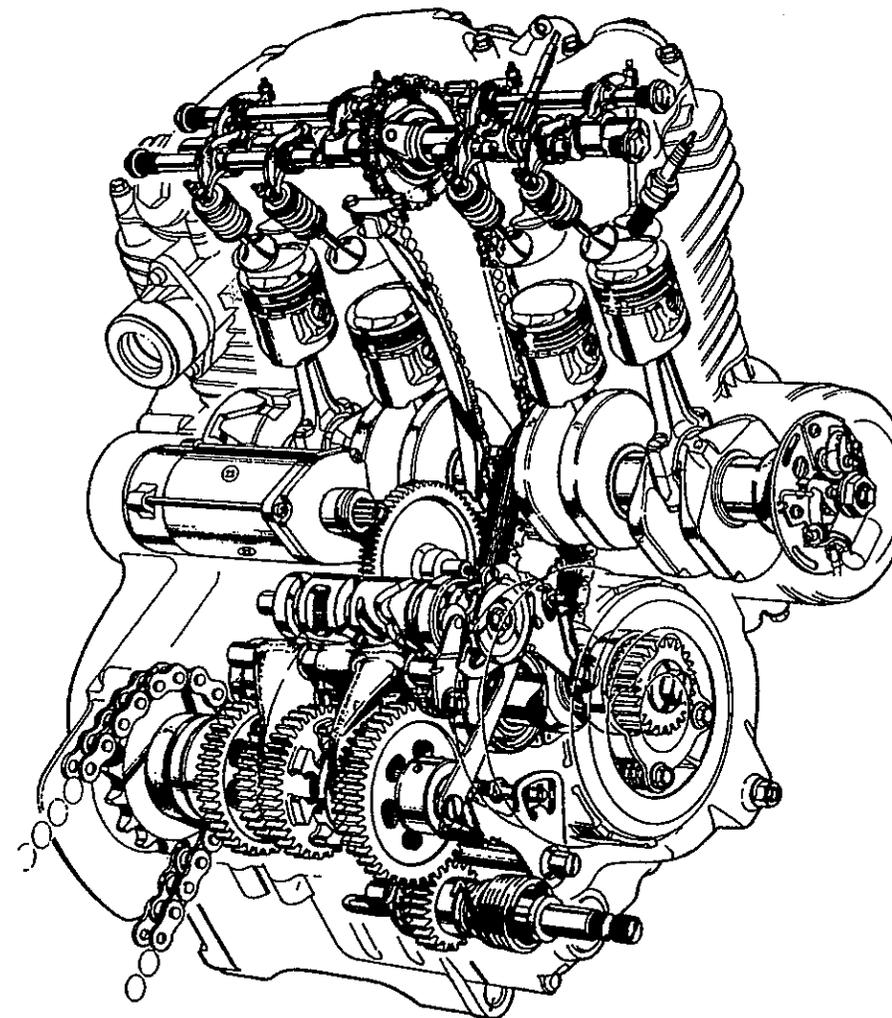
■ Lichtmaschine nebst zugehörigem Deckel und Anlasser.



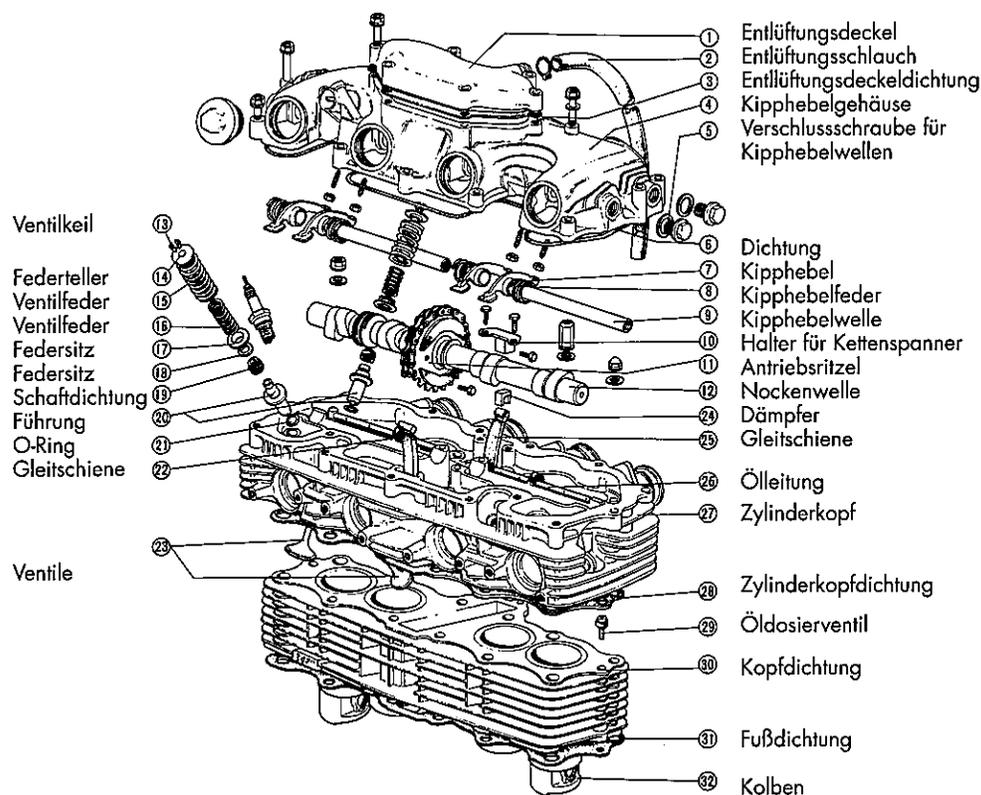
■ Unterbrecher-Grundplatte der CB 350 Four.

brauchter Auspuff erstehen lässt – wenn man einen findet. Wir jedenfalls fanden keinen intakten zu akzeptablem Preis. Letztlich erzielten wir aber auch so das gewünschte Resultat und freuten uns denn einige Wochen später auf den ersten Probegalopp des Vierzylinders. Etwa 30

Sekunden orgelte der Anlasser, dann gab der Motor die ersten Lebensäußerungen von sich, und wir konnten nachvollziehen, weshalb Sochiro Honda diesen Motor so mochte! Er läuft weich, hängt gut am Gas und wirkt vor allem bei hohen Drehzahlen quicklebendig.



■ Schnitt durch den kompakt aufgebauten Vierzylinder der Honda CB 350 Four.



Technische Daten

Honda CB 350 Four-Motor	
Bauart	Luftgekühlter Vierzylinder-Viertakt-Motor mit einer oben liegenden Nockenwelle
Bohrung	47 mm
Hub	50 mm
Hubraum	347 cm ³
Max. Leistung	34 PS bei 9500/min
Max. Drehmoment	28 Nm bei 8000/min
Verdichtung	9,5:1
Gemischaufbereitung	Vier Keihin-Rundschiebervergaser
Venturi-Durchlass	22 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	k.A.
Ventilhub Auslass/ Einlass	k.A.
Motor-Gewicht	49 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Fünfganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Ölbadkupplung
Baujahr	1974

Honda CB 750/ Eckert-Honda CB 750-Motor

Ein wahrer Meilenstein

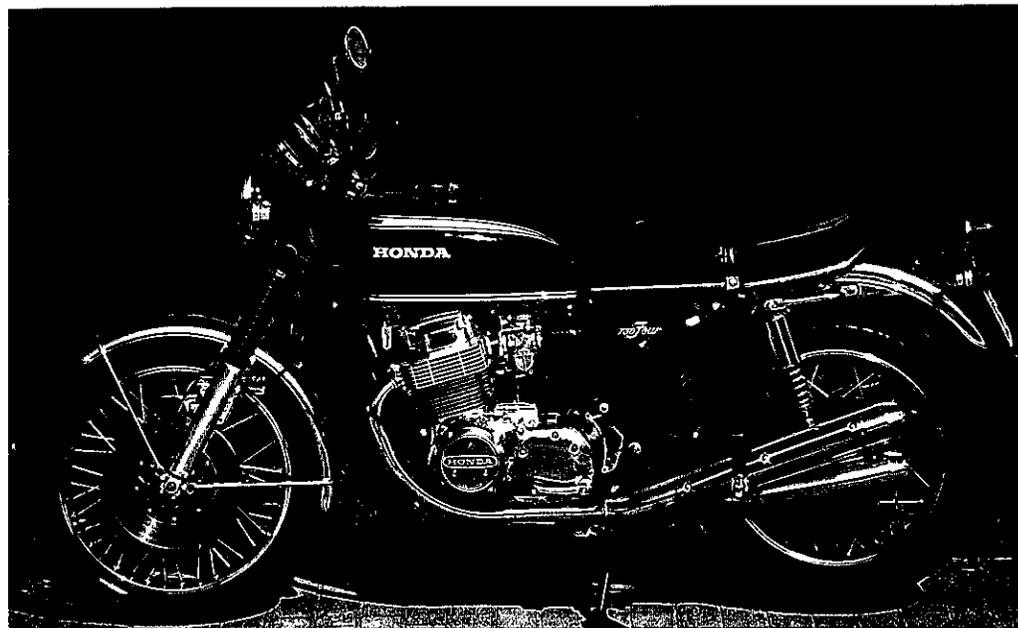
Der als problemlos geltende CB 750-Vierzylinder entpuppte sich bei einem meiner Restaurierungs-Objekte schon bei der ersten Hörprobe als wenig gesundes Exemplar. Bei der Öffnung kamen denn auch erhebliche Defekte an dem als unverwüstlich geltenden Vierzylinder zum Vorschein.

Die Szenerie des ersten Motor-Checks an meiner Eckert-Honda CB 750 werde ich wohl kaum jemals vergessen. Gerade wie ein Dieselmotor mit defekter Einspritzpumpe schickte der Honda-Vierzylinder laut röhrend gewaltige Rußschwaden durch die verrostete Vier-in-eins-Auspuffanlage und untermalte seine Lebensüberberungen mit einem kränzlich klingenden Ge-

brüll. Einhellige Diagnose: Da dürfte etwas kaputt sein – was sich beim anschließenden Zerlegen denn auch rasch und nachhaltig bestätigte. Der Zylinderkopf selbst sah samt Nockenwelle und Lagerböcken noch sehr gut aus, und einmal mehr erfreute mich seine Konstruktion. Die oben liegende Nockenwelle läuft nämlich nicht direkt in Gleitlagern des Zylinderkopfes, sondern in zwei auf den eigentlichen Zylinderkopf aufgeschraubten Lagerböcken, die zusätzlich auch noch die beiden Kipphebelwellen für insgesamt acht Kipphebel aufnehmen. Lediglich die stark mit Ölkohle verkrusteten Ventile bedurften einer Überarbeitung, während sich die Bronze-Ventilführungen in gutem Zustand präsentierten. Dazu spannten wir die Teile ins Futter einer fest montierten Bohrmaschine, arbeiteten – zunächst mit rauem 40er- bis hin zu feinstem 1200er-Schmirgellein – die Verbrennungsrückstände herunter, und abschließend folgte mit Schwabbelwachs und Baumwolltuchlein eine ansehnliche Hochglanzpolitur. Nein, nicht dass wir vordergründig auf die Suche nach zusätzlicher Motorleistung gegangen wä-



■ In den frühen 70er-Jahren galten die Eckert-Hondas nicht nur als besonders schöne und exklusive Exemplare, sondern vor allem als schnelle, sportliche Maschinen. 204 km/h „Spitze“ waren ein Wort.



■ Die Honda CB 750 K1 im Urzustand, wie sie als Basis für die Eckert-Honda diente.

ren, verhindert die spiegelglatte Oberfläche aber doch zukünftig wirksam neuerliche Rußansätze. Gerade bei etwas älteren Motorkonstruktionen mit größerem Ventilwinkel, entsprechend halbkugelförmiger Form des Brennraums und daher ungünstigeren Voraussetzungen für eine wirklich effektive Verbrennung. Bei dieser Gelegenheit wurden auch die Ein- und Auslasskanäle im Zylinderkopf bearbeitet, wobei das Einebnen der serienmäßig vorhandenen Gussnuten im Vordergrund stand. Das abschließende Einschleifen der Ventile – zunächst mit Grob-, dann mit Feinschliffpaste – sowie die Dichtigkeitsprüfung mit in die Kanäle eingespritztem Aceton beschloss schließlich diesen ersten Akt der Motorenrevision.

Was in diesem Zusammenhang übrigens sofort auffiel war die Nockenwelle. Sie trägt die eingegrasteten Initialen „Norris RS“ und besitzt einlassseitig 0,5 Millimeter mehr Ventilhub, was zunächst Rätsel aufgab. Eifriges Nachfragen

bei Freunden brachte zunächst auch nichts, erst Kollege Sigggi Güttner von der Redaktion MOTORRAD wusste Rat. Er fand schließlich heraus, dass die Firma Norris Cycle Cams im kalifornischen San Rafael sitzt und sich auf Nockenwellen für Parilla, Ducati und – man staune – eben Honda spezialisiert hatte. Neben der kontaktlosen Piranha-Zündanlage verfügte unser Vierzylinder also sogar über eine offenbar seltene und vor allem schärfere Nockenwelle.

Doch zurück zum Vierzylinder. War der Zylinderkopf nebst Innereien noch in akzeptabler Kondition, bot sich beim Abnehmen des Zylinders hingegen ein eher trauriges Bild. Pling-Plang-Plong – da lagen sie, die Kolbenringe. Gleich an allen vier Kolben war jeweils der oberste Ring gebrochen. Im Laufe vieler Kilometer – wie viele genau weiß wohl niemand – arbeiteten die Ringe ihre Nut dermaßen auf, dass sie schließlich darin auf- und abzuschwingen begannen und irgendwann brachen. Daher die

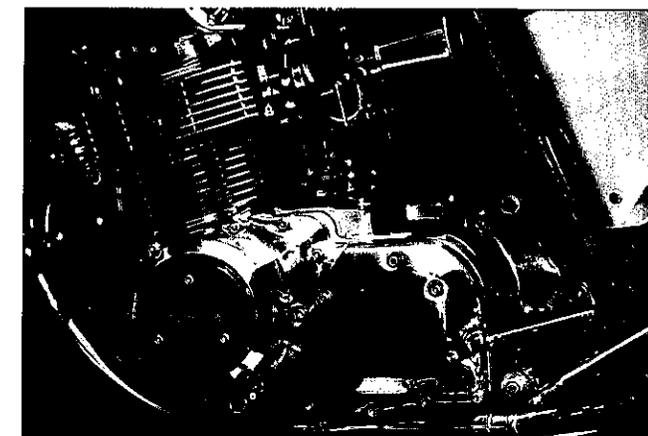
■ Augenfalliges Merkmal eines Eckert-CB 750-Triebwerks ist der schrumpflackierte Lichtmaschinendeckel.

starke Ruß-Entwicklung eingangs bei unserem Startversuch. Da bereits das erste Kolben-Übermaß verwendet wurde, mussten die Zylinderlaufbahnen für den Einbau neuer Kolben also auf Übermaß Nummer zwei aufgebohrt und gehont werden. Eine Standard-Arbeit, die wir bei Jürgen Besenbeck und seiner Firma BBM Power im schwäbischen Großbettingen bei Stuttgart vornehmen ließen. Der erfreuliche Nebeneffekt dieser Frischkolbenkur: Von ehemals serienmäßigen 736 cm³ wuchs der Hubraum durch Erhöhung der Bohrung von original 61 auf nunmehr 61,5 mm auf knappe 750 cm³.

Neben dieser Arbeit entdeckten wir im Bereich von Kurbelwelle und Getriebe zu unserer Freude aber keine weiteren kapitalen Beschädigungen. Die Lagerschalen der gleitgelagerten Kurbelwelle waren bis auf eine noch in gutem Zustand, und so wurden lediglich der strapazierte Steuerkettenspanner nebst Gleitschiene und Steuerkette selbst sowie einige Simmerringe ersetzt. Selbstverständlich spendierten wir dem ohc-750er auch eine neue Primärkette – ein eher leidiges Thema bei getunten CB 750-Triebwerken.

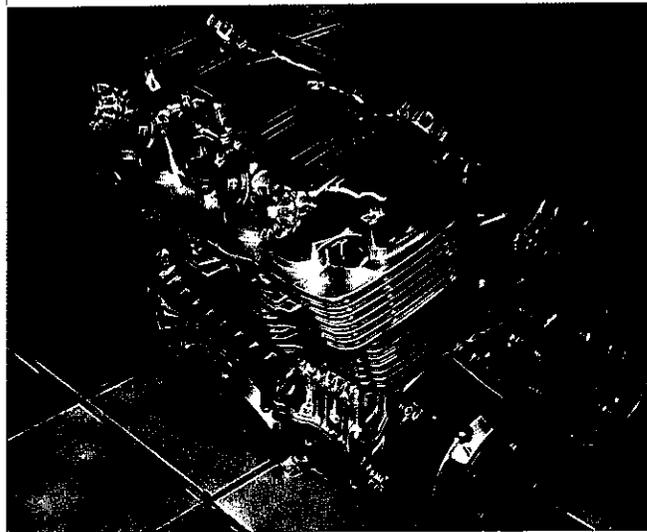
Motorleistungen von deutlich mehr als 85 PS quittiert die Duplex-Kette mittelfristig mit deutlicher Längung, was zu reichlich Spiel im Antriebsstrang führt. Honda-Tuner Roland Eckert favorisierte daher bei den von ihm aufgebauten 970er-Motoren für den Rennsport die Kurbel- und Primärwelle der CB 750 Automatik. Diese verfügt über ein Primärrad, das für eine breitere Zahnkette vorgesehen ist. Damit, so ist bekannt, ließen sich Motorleistungen von 105 bis 110 PS übertragen, wengleich eine wirklich dauerhafte Lösung des CB 750-Primärtriebs erst das zwischengeschaltete Stirnrad beim RCB-Motor von 1976 bis 1978 darstellte.

Im Falle unserer Restaurierung, bei der wir diesbezüglich nichts änderten, konnte das Trieb-

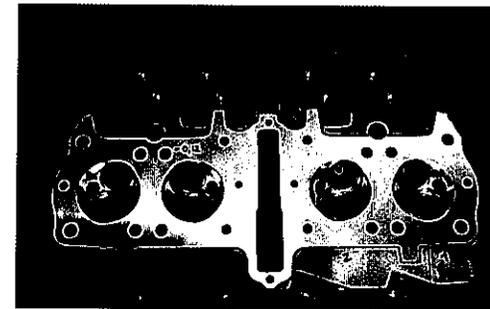
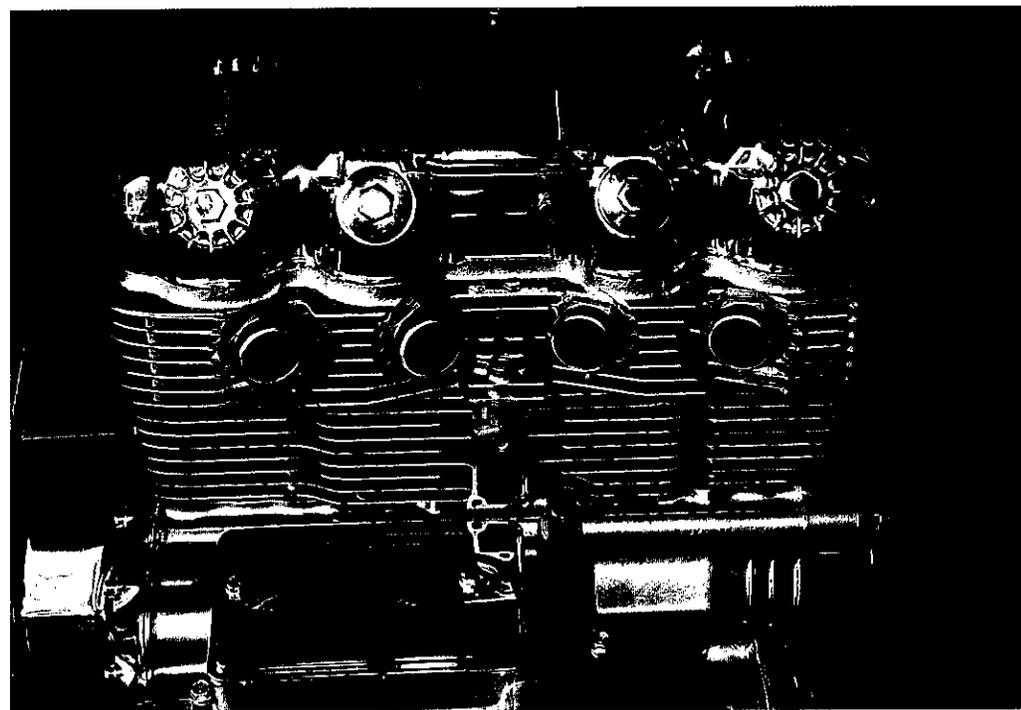
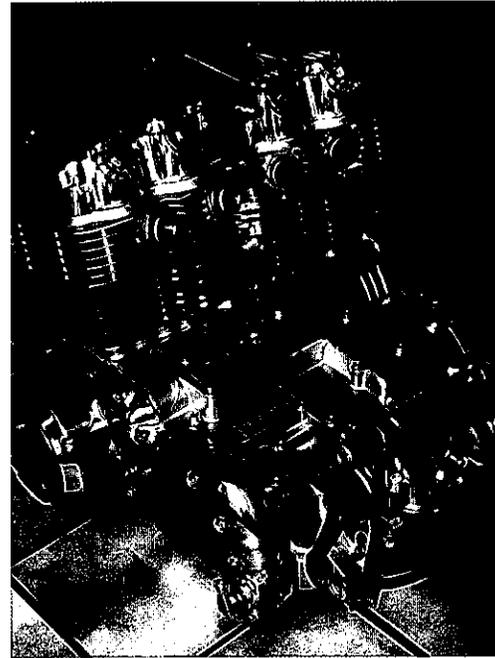


werk – nachdem das Motorgehäuse glasperlen-gestrahlt und die diversen Motordeckel hochglanzpoliert wurden – rasch wieder zusammengebaut werden.

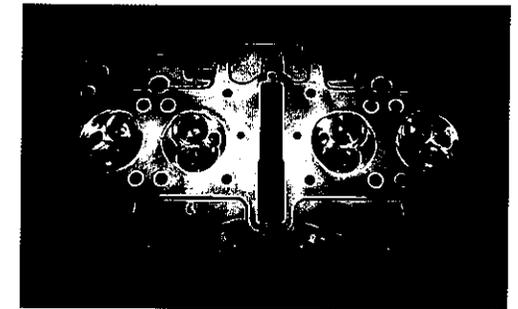
Kaum weniger Arbeit als der Motor erforderte die Vergaserbatterie. Stark verschmutzt, verlangte sie nach einer kompletten Demontage und gründlichen Reinigung. Bei dieser Gelegenheit wurden sämtliche Stahlteile wie Schrauben, Hebel und Gestänge frisch verzinkt, Deckel und Schwimmerkammern poliert, und nach dem Einbau neuer Schwimmmadelventile erstrahlten die vier 28er von Keihin in schon fast edlem Glanz. Ganz im Stile der frühen 70er Jahre verwendeten wir – nach einer eingehenden Politur, versteht sich – auch die langen offenen Ansaugtrichter wieder. Wie sich später herausstellen sollte, sind gerade bei diesem Motor lange Ansaugtrichter Gold wert. Zwar physikalisch ungünstig beschaffen für hohe Drehzahlen, doch das wird bei einem Zweiventiler dieser Bauart ohnehin kaum angestrebt. Serienmäßig bis etwa 8500/min ausgelegt, dreht das Eckert-Exemplar maximal 9400/min, wobei die konstruktive Drehzahlgrenze des Ventiltriebs anhand zahlreicher Erfahrungen aus dem Rennsport selbst mit leichten Ventilen und Ventiltellern bei höchstens 10300/min liegt. Mit den langen Ansaugtrichtern begeistert der ohc-750er mit viel Kraft im unteren und middle-



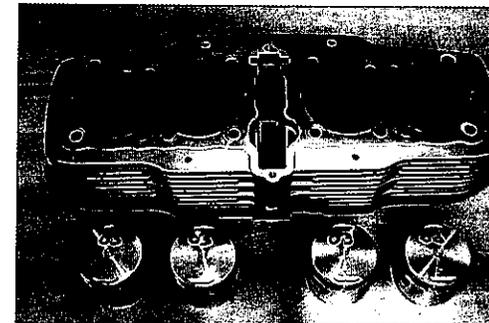
■ Der frisch renovierte Eckert-Motor kann sich aus allen Lagen sehen lassen.



■ Ventile und Brennräume wurden poliert und die Kanäle geglättet.

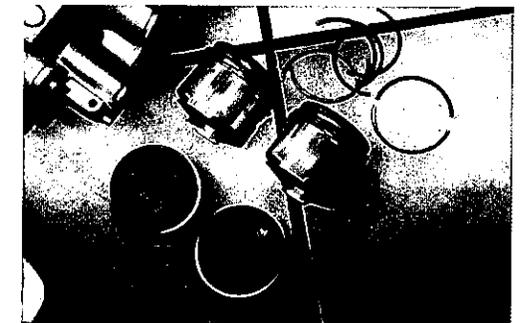


■ Blick in die Brennräume mit bereits montierten Ventilen.



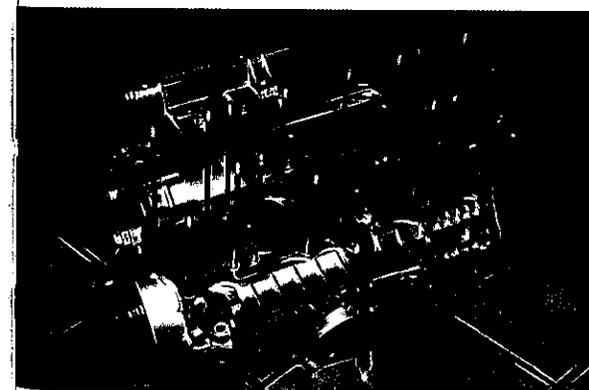
■ Oben links: Die Laufbuchsen erhielten 0,5 mm mehr Bohrung und entsprechende Kolben.

■ Oben rechts: Die originalen Kolben nebst gebrochenen Ringen hatten nur noch Schrottwert.



ren Drehzahlbereich, während er oben herum dennoch nicht zugeschnürt wirkt. Ganz anders mit drastisch gekürzten Trichtern. Damit ergibt sich zwar ein winziger Gewinn an Leistung zwischen 8000 und 9400/min, der jedoch unter Verwendung der serienmäßigen oder auch der erwähnten Norris-Nockenwelle mit einem erheblichen Leistungsverlust zwischen 3000 und 8000/min erkauft wird.

Bevor der Vierzylinder aber schließlich seine ersten Lebensäußerungen von sich geben durfte, fehlte freilich noch die schicke Eckert'sche Vier-in-Vier-Auspuffanlage, die sich optisch sehr nahe an dem Rohrwerk der MV Agusta 750 S orientiert. Hierbei profitiert der CB 750-Motor von den langen, schlanken Megaphonen, deren kleiner Diffusorwinkel die so genannte Megaphonitis, ein Drosselphänomen bei einer ganz bestimmten Drehzahl, hervorgerufen durch Resonanz, wirksam unterbindet.

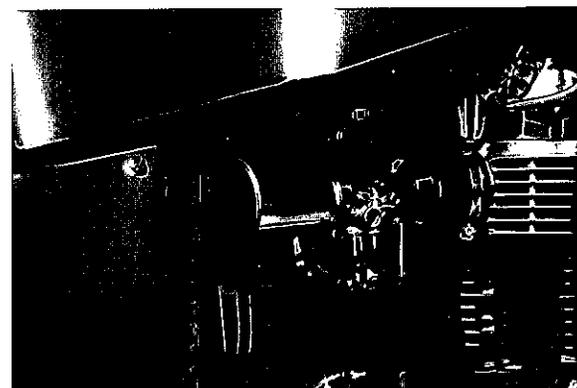
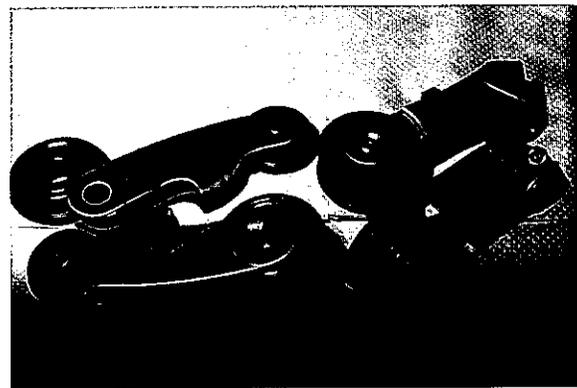
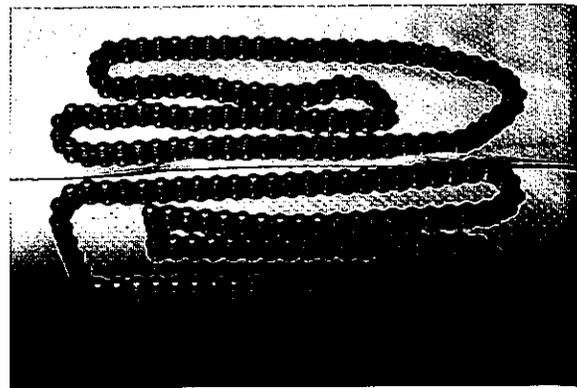




■ Roland Eckert selbst nennt die Megaphone die „Trompeten von Jericho“.



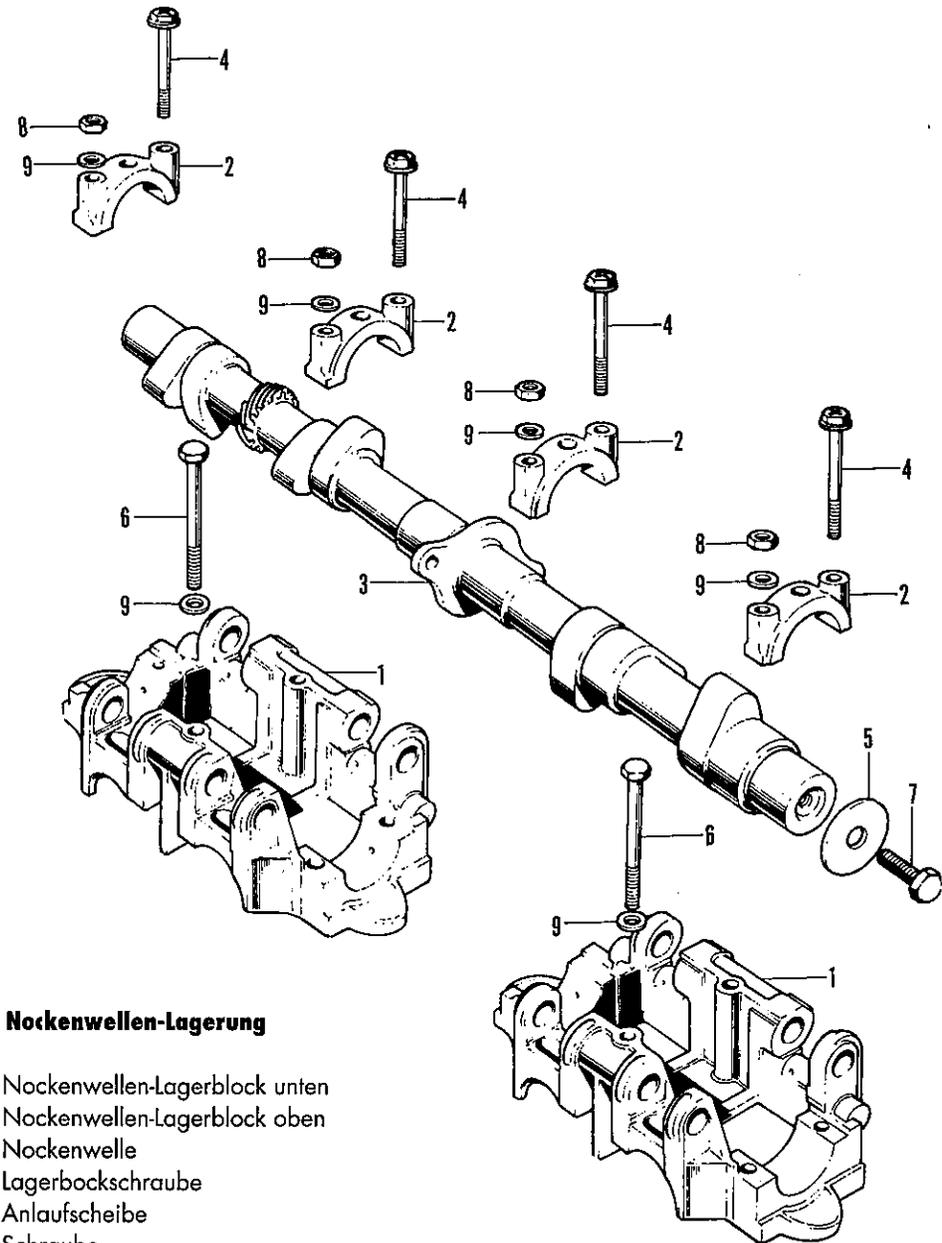
■ Nicht zuletzt die Eckert-Halbschale verhilft zu 204 km/h Höchstgeschwindigkeit.



■ Oben: Einfach-Rollenkette des Nockenwellen-Antriebs.

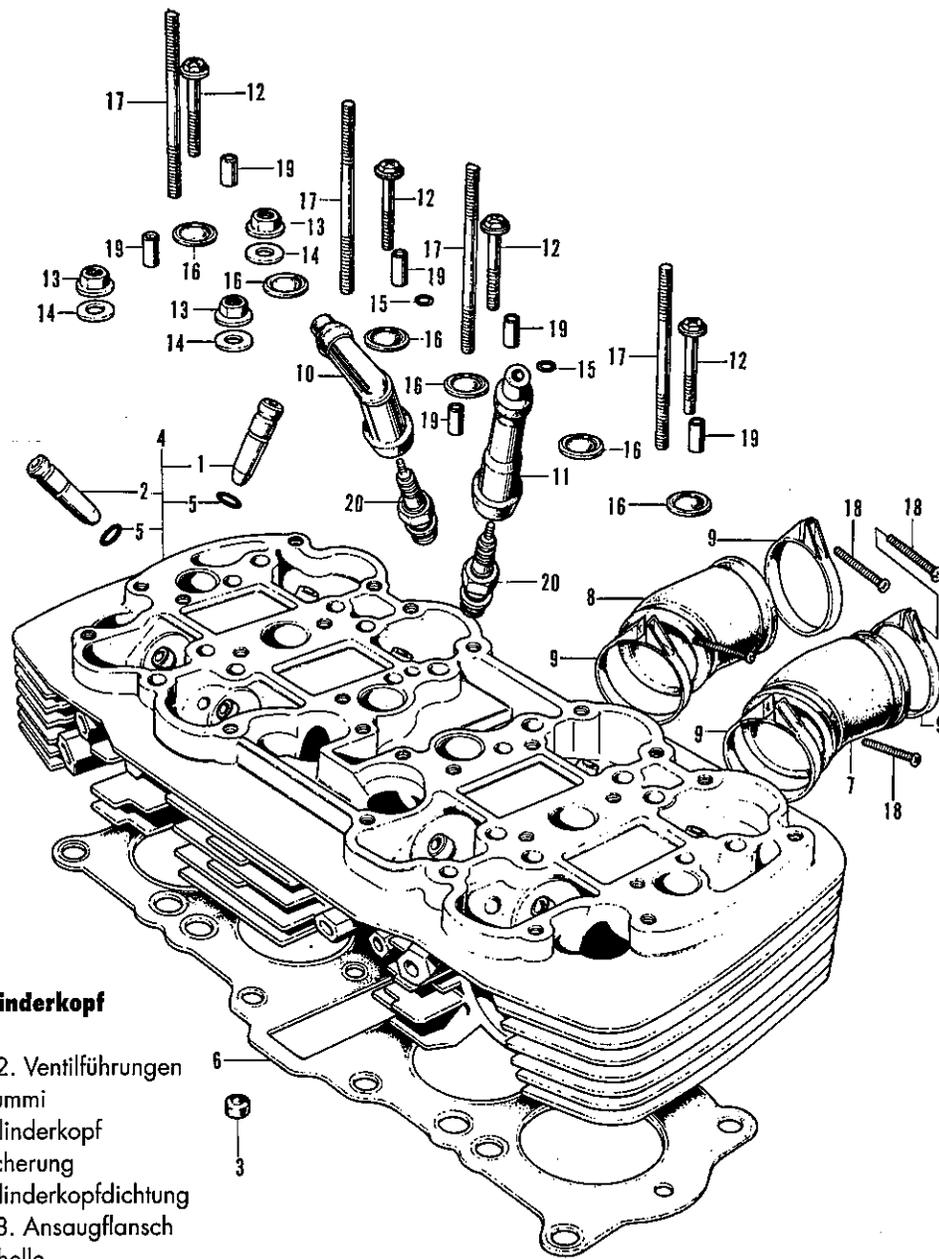
■ Mitte: Spannrollen für die Steuerkette.

■ Unten: Lange Ansaugtrichter für eine füllige Leistungscharakteristik.



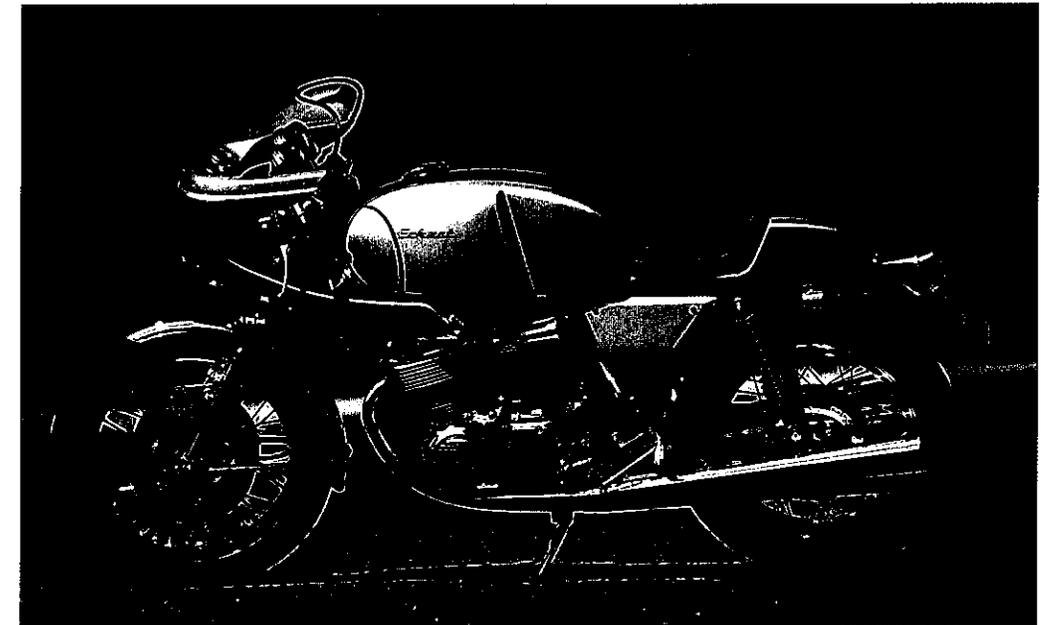
■ Nockenwellen-Lagerung

- 1. Nockenwellen-Lagerblock unten
- 2. Nockenwellen-Lagerblock oben
- 3. Nockenwelle
- 4. Lagerbockschraube
- 5. Anlaufscheibe
- 6. Schraube
- 7. Schraube
- 8. Mutter
- 9. Scheibe



Zylinderkopf

- 1. + 2. Ventilfehrungen
- 3. Gummi
- 4. Zylinderkopf
- 5. Sicherung
- 6. Zylinderkopfdichtung
- 7. + 8. Ansaugflansch
- 9. Schelle
- 10. + 11. Zündkerzenstecker
- 12. Schraube
- 13. Mutter
- 14. Scheibe
- 15. O-Ring
- 16. Gummi
- 17. Zuganker
- 18. Schraube
- 19. Zentrierbolzen
- 20. Zündkerze



■ Anno 1972 zählte die Eckert-Honda zu den besten und vor allem schnellsten Motorrädern, die es für Geld zu kaufen gab.

Technische Daten

Honda CB 750/ Eckert-Honda CB 750-Motor	
Bauart	Luftgekühlter Vierzylinder-Viertakt-Reihenmotor mit einer oben liegenden Nockenwellen
Bohrung	61/61,5 mm
Hub	63 mm
Hubraum	736/750 cm ³
Max. Leistung	67/70 PS bei 8500/min
Max. Drehmoment	69 Nm bei 6000/min
Verdichtung	9,5:1
Gemischauflbereitung	Vier Keihin-Rundschiebervergaser
Venturi-Durchlass	28 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	28/32 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	8,0/8,3/8,0/8,8 mm
Motor-Gewicht	87 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Fünfganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Ölbadkupplung
Baujahr	1972

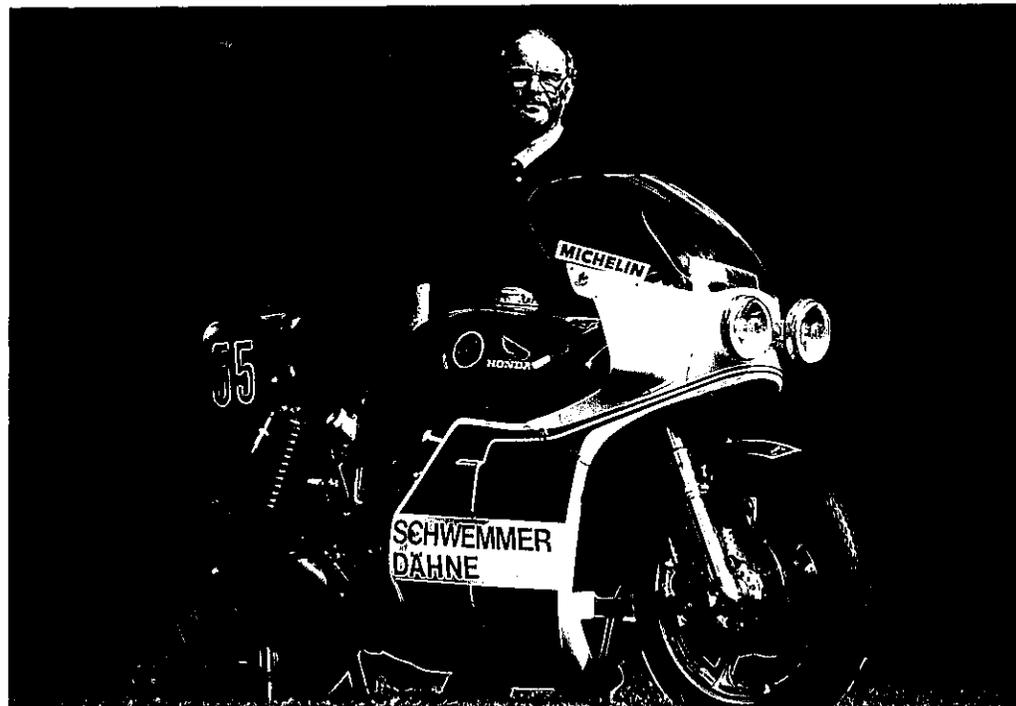
Honda RCB-Motor von Roland Eckert

Vier gewinnt

Mit der RCB 1000, einer Langstrecken-Rennmaschine auf Basis der CB 750, kehrte Honda 1976 werksseitig offiziell in den Rennsport zurück. Die im Betriebshandbuch ausgewiesene „Fähigkeit zum Gewinnen von Langstreckenrennen“ stellte der Vierzylinder auf Anhieb unter Beweis. Honda-Spezialist Roland Eckert war der Einzige, der die hochwertige RCB-Technik unter deutscher Flagge einsetzen durfte.

Neun Jahre nach Hondas Rückzug aus dem Motorradrennsport stieg der japanische Gigant

1976 wieder in's Geschehen ein. Allerdings tat er dies nicht, wie vielleicht von vielen zunächst erhofft oder erwartet, im Grand Prix-Zirkus, sondern im Langstreckenrennsport in der Endurance-Europameisterschaft. RCB 1000 hieß die vierzylindrige und luftgekühlte Rennmaschine, von der das französische Honda-Werksteam vier Exemplare erhielt und mit Christian Léon und Jean-Claude Chemarin auf Anhieb den Titel einfuhr. Zweifellos war dies für Honda eine Rückkehr nach Mass in den offiziell werksseitig unterstützten Motorradrennsport. Die bisherigen Anstrengungen der japanischen Firma beschränkten sich bis zu diesem Jahr darauf, überzeugten Honda-Rennfahrer in Form der CR 750 eine quasi für Rennzwecke aufgewertete Serien-CB 750 bereitzustellen. Mit allem Nachdruck hinter diesem Projekt stand Honda von Anfang bis Mitte der 70er



■ Roland Eckert war der Einzige, der die Werks-RCB in Deutschland von Honda erhielt.

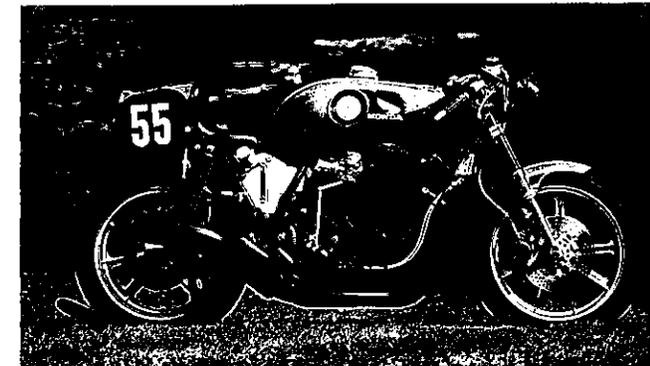
Jahre jedoch nie. Das war jetzt anders. Der Marktführer bekannte sich offiziell wieder zum Sport, wollte siegen und tat dies auch.

Ein Jahr später, 1977, erhielt die siegreiche französische Langstrecken-Armada freilich neue Motorräder - ebenfalls wieder RCB 1000. Vom Vorjahresmodell unterscheideten sich diese aber lediglich durch eine geänderte Krümmerzusammenführung, die von „Vier-in-Eins“ auf die drehmomentgünstigere „Vier-in-Zwei-in-Eins“-Lösung umgestellt wurde. Ausserdem trug die '77er RCB 1000 ein Verkleidungsoberteil mit zusätzlichem Lufteinlass für den Ölkühler sowie neuartige Com Star-Räder aus vernieteten Aluminium-Pressblechprofilen, die die Magnesiumräder ersetzten.

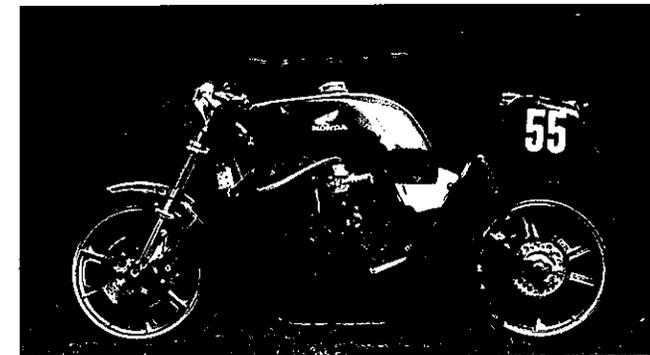
Die vier Motorräder, die Honda France 1976 einsetzte, verließ Honda 1977 an vier europäische Endurance-Teams. Ein Motorrad bekam der belgische Honda-Händler und -Spezialist Jean D'Hollander vom belgischen Importeur, ein weiteres ging zum niederländischen Händler van der Wahl, eine Maschine erhielt der schweizerische Honda-Importeur Frehrichs, und die Maschine mit der ganz besonderen Werknummer 001 fand in Roland Eckerts Langstrecken-Team einen Platz.

„Im Mai 1977 bekamen wir die RCB 1000, die eigentlich ja eine 941er war. Doch das Werk lieferte gleich einen Kit mit zwei Millimeter grösseren Kolben sowie eine Aufbohr-Anleitung mit. Aufweiten der Bohrung von 68 auf 70 Millimeter ergab in Verbindung mit 64,8 Millimeter Hub dann 997 cm³ Hubraum“, berichtet Eckert von seinem ersten Kontakt mit dem Werksrenner.

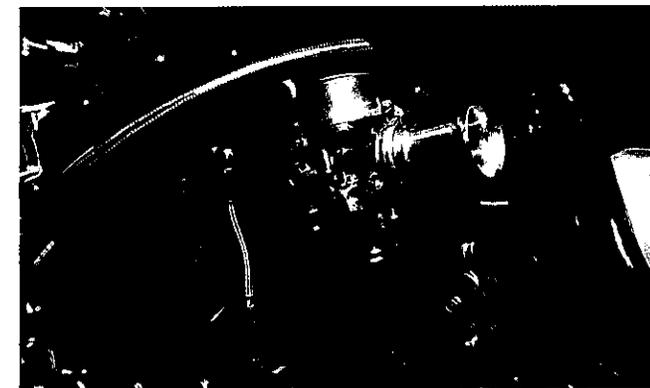
■ Der Zylinderkopf wurde auf der Suche nach Leistung mit zwei Nockenwellen und vier Ventilen pro Zylinder versehen. Die Gleichdruck-Vergaser bestehen aus Magnesium.

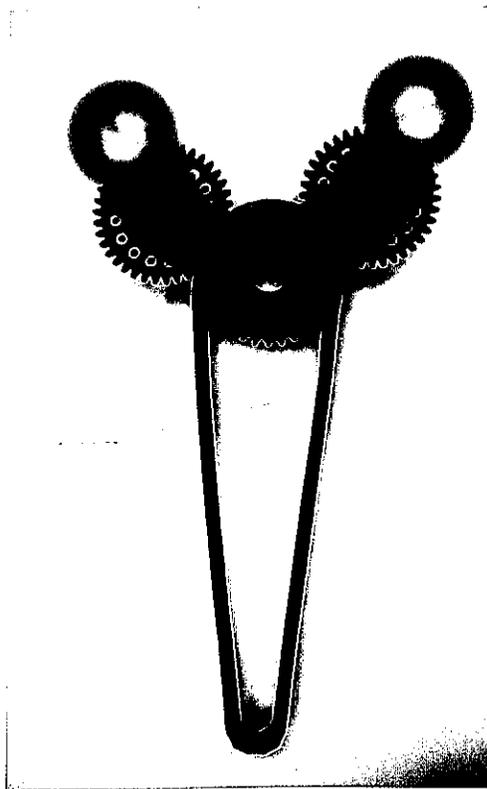


■ Die RCB von ihrer Schokoladenseite. Das Sandguss-Motorgehäuse entstammte der CB 750.



■ Linksseitig ist wie bei der CB 750 die Lichtmaschine auf dem Kurbelwellen-Stumpf montiert.





■ **Nockenwellenantrieb der RCB mit Kette zu einer Zwischenwelle mit Stirnrad.**

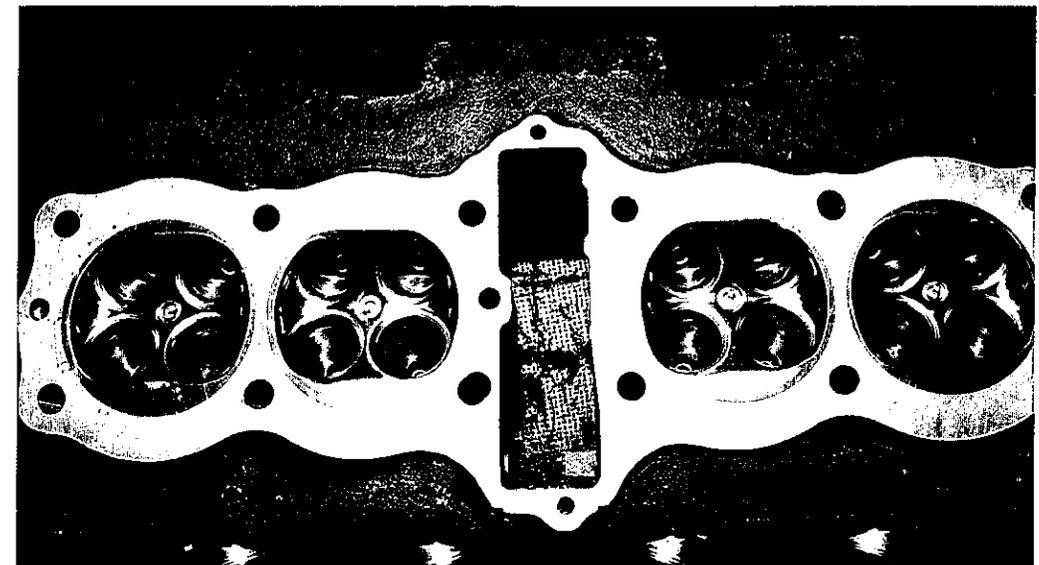
Konstruktiv verfügte der RCB-Vierzylinder im Prinzip über das Motorgehäuse der Serien-CB 750, allerdings war das RCB-Gehäuse im Sandgussverfahren – einer typischen Lösung für Kleinstserien – hergestellt. Einzige konstruktive Unterschiede zwischen CB- und RCB-Gehäuse waren indes die gegossenen Aufnahmen für einen sehr massiven Zahnrad-Lagerbock zwischen Kurbel- und Primärwelle sowie eine zusätzliche 6 Millimeter-Schraube an der Primär-Zwischenradseite für die Verbindung der beiden Gehäusehälften. Im Verein mit dem mittig auf der Kurbelwelle aufgeschraubten und zusätzlich noch verschweissten Zahnrad ersetzte die neue Primärtrieb-Konstruktion die ehe-

mals viel zu schwach ausgelegte Duplex-Rollenkette, wie sie in der CB 750 zum Einsatz kam. Zu diesem Zeitpunkt setzte Eckert bei seinen getunten Motorrädern bisweilen die Kurbelwelle vom Automatik-Modell der CB 750 nebst einer verlängerten Zahnkette ein, die aber leider keine 24 Stunden halten wollte, da sie sich durch ihre grosse Länge selbst zerstörte.

Starke verwandtschaftliche Bande zwischen CB und RCB zeigen sich auch in den Abmessungen von Zylinder und Zylinderkopf. Wie bei der CB 750 baute der Zylinder 85, der Kopf hingegen 102 Millimeter hoch. Letzteres war umso erstaunlicher, da die RCB 1000 ja über vier Ventile pro Brennraum verfügte, die CB 750 hingegen nur als Zweiventiler mit einer zentral oben liegenden Nockenwelle aufwartete.

Entgegen der Kipphebel-Philosophie für die Ventilbetätigung, wie sie bei der CB 750 herrschte, vertrauten die japanischen Ingenieure diesmal auf drehzahlfestere Tassenstössel mit oben liegenden Shims, von denen werksseitig 1,4, 1,5 und 1,6 Millimeter dicke Exemplare zur Einstellung mitgeliefert wurden. Die letztendlich korrekte Justierung des Ventilspiels bei angezogenem Nockenwellenhalter von einlassseitig 0,18 und auslassseitig 0,23 Millimeter erreichte man aber über zusätzliche Shims, deren Dicke in 0,05 Millimeter feinen Abstufungen zwischen 1,0 und 1,3 Millimetern lag. Aus heutiger Sicht mutet diese aufwendige, drehzahlfeste Lösung in der Tat etwas überzogen an, denn laut RCB-Betriebshandbuch „wurde der Motor auf ein Drehmoment für niedrige und mittlere und nicht für hohe Drehzahlen eingestellt, um Ermüdungserscheinungen des Fahrers möglichst zu reduzieren“. Kaum mehr als 9000/min wurden dem 1976 115 und 1977 118 PS starken Triebwerk abgefordert, das seine Nennleistung bei 8800/min und sein maximales Drehmoment von 100 Nm bei 8000/min abgab.

„Unseren ersten Einsatz mit der RCB 1000 führten wir im Juni 1977 beim 8-Stunden-Rennen auf dem Nürburgring durch. Unsere Stammbesetzung Harald Merkl / Egid Schwemmer be-



■ **Die große Besonderheit des RCB-Motors ist der Verzicht auf Ventilsitzringe. Statt dessen verfügt er über eingegossene Brennraum-Kalotten aus Grauguss.**

kam die Wahl zwischen der RCB und unserem zweiten Motorrad, einer auf 970 cm³ und 110 PS gebrachten CB 750 mit selbstgebaute Gitterrohrfahrwerk, die wir bereits 1976 unter Egid Schwemmer und Dieter Braun eingesetzt hatten. Nach wenigen Runden auf der Nordschleife lobten die Fahrer wohl den Motor, nicht aber das Fahrwerk. Es wackelte schon ziemlich“, erinnert sich Eckert an das erste Fahrerlebnis mit der RCB 1000.

So kam es, dass Peter Hartenstein, Eckerts allererster Rennfahrer, zusammen mit einem gewissen Franz-Josef Schermer in den Genuss einer Werks-Honda RCB 1000 für das prestigeträchtige 8-Stunden-Rennen kam. „Ich glaube, sie wurden damals 14te. Für uns war viel wichtiger, dass unser Nummer Eins-Team zeitweise vor den offiziellen Werks-Hondas in Führung lag. Wir begannen schon eine Sensation zu wittern, als dann gegen Ende eine Ölbohrung verstopfte und die Nockenwellenlagerung einlief. Am leidigen Primärtrieb war die Ketten-Gleitschiene gebrochen, die Kette schlifft am

Gehäuse, und so gelangten schliesslich Späne in den Ölkreislauf. Mit stark nachlassender Leistung wurden wir aber trotzdem noch Siebte“, erinnert sich der damals 35jährige Eckert. Wie gut das RCB-Konzept aber war, bewiesen die Engländer Stan Woods und Charlie Williams. Mit einem Schnitt von 141,54 km/h scheuchten sie die Werks-RCB 1000 nach 8 Stunden, 3 Minuten und 59 Sekunden Nordschleifen-Marthyrium über die Ziellinie. Vierte und beste Deutsche wurden damals übrigens Helmut Dähne und Dieter Nagel auf einer BMW.

Einsatz Nummer zwei für die Eckert-RCB 1000 lief wenig später beim Bol d'Or, der als 24 Stunden-Rennen damals noch in Le Mans ausgefahren wurde. „Das war das erste Rennen, das der Helmut Dähne für uns fuhr. Zusammen mit Egid Schwemmer ging er vor 150000 Zuschauern auf die 3235 Kilometer“, erzählt Eckert. Nach missglücktem Start – „der Egid trat wie ein Wilder auf dem Kickstarter herum, der übrigens über ein geschmiedetes Titan-Gelenk verfügt, und bekam das Ding einfach nicht sofort an's Laufen“ – no-

tierte man das Eckert-Team nach der ersten Stunde lediglich an Position zwölf. Nach vier Stunden war man aber schon Siebter, nach sechs Stunden Sechster, und nach zehn Stunden lag man auf Rang fünf. Kontinuierlicher Fahrweise und vor allem der Zuverlässigkeit des RCB-Vierzylinders war es zu verdanken, dass man nach 15 Stunden auf Rang vier vorstieß und zwei weitere Stunden später von der Zeitnahme sogar auf Podestrang drei geführt wurde. „Dort lagen wir bis zur 20. Stunde, aber dann gab es konditionelle Probleme. Dähne und Schwemmer fuhren ja im Ein-Stunden-Turnus – an Schlaf war also nicht zu denken“, sagt Eckert und erinnert sich noch genau an die Schlussphase: „Der Schwemmer war fix und foxi und lag mit krebsrotem Kopf auf der Liege hinter der Box und wollte, dass der Helmut zwei Turns fährt. Doch der war davon auch nicht arg begeistert.“

Nach 24 Stunden gewannen schliesslich Christian Léon und Jean-Claude Chemarin auf der Werks-RCB 1000 von Honda France, und die Eckert-Mannschaft erkämpfte einen tollen vierten Platz. Léon/Chemarin wurden in diesem Jahr auch Europameister vor Woods und Williams. Ausserdem gewann Honda auch überlegen die Markenwertung vor Japauto, die ebenfalls Hondas einsetzten, und Kawasaki.

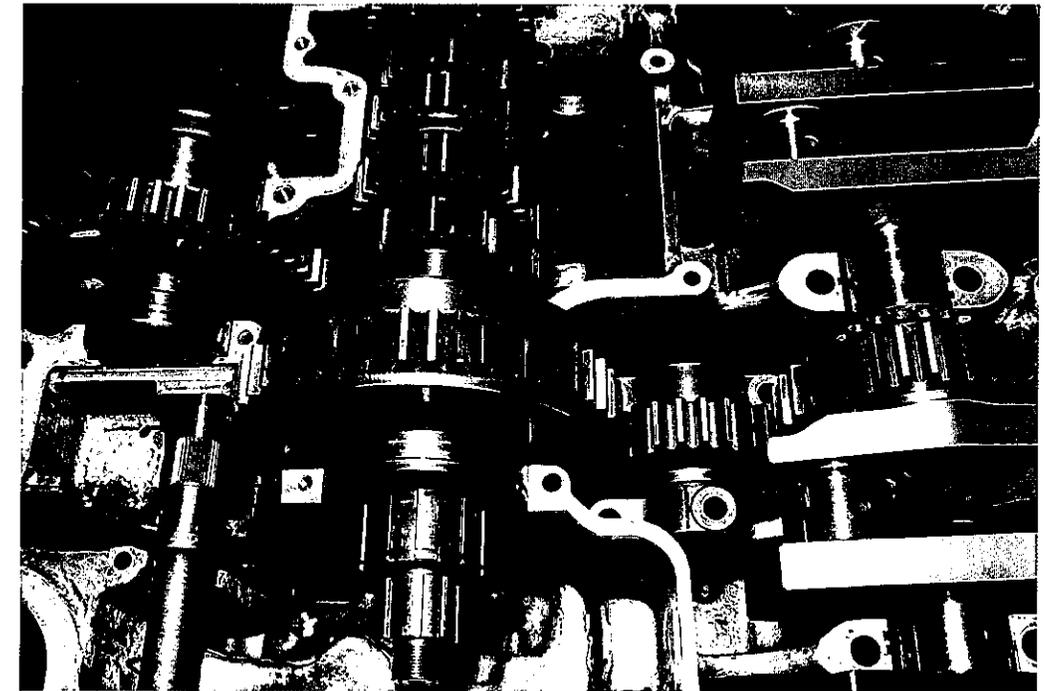
„Der Motor ging ja schon sehr schön, aber's Fahrwerk war einfach gräuslig. Mir san ja viel lieber das Eckert-Chassis g'fahn“, erinnert sich Helmut Dähne heute nur allzu gut an den RCB-Einsatz.

Aus diesem Grunde konstruierte Roland Eckert ein eigenes Fahrwerk für den RCB-Motor, den er trotz nur zweier Einsätze so schätzen gelernt hatte. „In punkto Zuverlässigkeit gab es damals nichts besseres. Zwar hatten die Zweiventil-Hondas fast genausoviel Leistung, aber gerade wegen des Primärtriebes waren sie doch auch anfälliger. Kawasaki hatte ebenfalls einen hohen Stand, doch auch sie gingen gerne mal kaputt. Eine RCB 1000 - die hielt eben“, sagt er und holt ein altes Gitterrohrfahrwerk aus dem Lager. „Im Prinzip ist es dasselbe Chassis, das

wir ab 1975 bereits für den Zweiventiler einsetzten. Nur mussten die Oberzüge etwas höher verlaufen, da der RCB-Zylinderkopf mit seinen beiden Nockenwellen wesentlich breiter baute“, erklärt er. Die Kombination aus RCB 1000 und Eckert-Fahrwerk kam schliesslich auch 1978 zum Einsatz, obwohl die Honda-Rennabteilung RSC (Racing Service Corporation) bereits den Motor der Serien-CB 900 F Bol d'or als neues Wundermittel für die Endurance-EM propagierte. „Doch den nenne ich auch heute nur 'Prospekt-Ventiler'“, sagt Eckert, „denn der Zylinderkopf mit seinem weiten Ventilwinkel war alles andere als leistungsfreundlich. Für uns kam daher für 1978 nichts anderes als der RCB-Motor in Frage. Das verschaffte uns auch etwas Luft, um den neuen RSC-Motor für die Saison 1979 in Ruhe zu entwickeln“, erklärt er weiter.

Schaut man sich das Innenleben des RCB-Triebwerkes genauer an, ist leicht zu verstehen, weshalb Roland Eckert damals wie heute von diesem Triebwerk begeistert ist. Der Ventiltrieb etwa ist nicht simpel mittels Steuerkette ausgeführt, sondern von der Kurbelwelle aus wird mittels einer doppelreihigen Rollenkette eine Zwischenwelle auf Höhe der Zylinderkopf-Dichtfläche angetrieben, von wo aus die Nockenwellen via Zahnräder betätigt werden. „Eine Lösung, die auch bei hohen Drehzahlen sehr präzise, dazu reibungsarm und mit sehr wenig Spiel arbeitet“, weiss Eckert. Ausserdem war der Zylinderkopf eine im Viertaktbereich aussergewöhnliche Konstruktion. Herkömmliche Ventilsitzringe fehlen völlig, denn der gesamte Brennraum inklusive Ventilsitzen und zentralem Gewinde für die kleinen Rennkerzen ist als in den Alu-Kopf eingegossene Graugusskalle ausgeführt - mit sehr strömungsgünstigen Kanalübergängen zu den Ventilsitzen.

Eine weitere Besonderheit des RCB-Viérzylinders betrifft die Zündung. Vom Primärrad auf der Getriebewelle aus treibt ein Zahnrad eine CDI-Kondensator-Zündung an der Rückseite des Kurbelgehäuses mittig hinter den Zylindern an.



■ Der auffällige Primärtrieb der CB 750 via Kette wurde im RCB-Motor durch Stirnräder mit Zwischenrad ersetzt.

Auf der Gegenseite der Zündung, aber auf derselben Welle, sitzt gleichzeitig auch ein kleiner Generator für den Zündimpuls. Eine kleine Lichtmaschine sitzt auf dem linken Kurbelwellenstumpf in einem Magnesiumgehäuse, leistet 150 Watt und versorgt damit die Beleuchtungseinrichtung, bestehend aus zwei 55 Watt-Frontscheinwerfern, zwei 5 Watt-Rückleuchten, einer 10 Watt-Blinkerbirne sowie einer 3 Watt starken Instrumentenbeleuchtung. Die kleine 5 Ah-Batterie im GfK-Heckbürzel fungiert dabei nur als Puffer.

Die Beatmung des auf ein Verhältnis von 10,5:1 verdichteten Vierzylinders übernehmen vier offene, 35 Millimeter grosse Keihin-Gleichdruckvergaser, die aus purem Magnesium gefertigt sind und in der damaligen Zeit das kleine Vermögen von 13000 Mark kosteten.

Wie für fast alles, was den Betrieb des RCB-Mo-

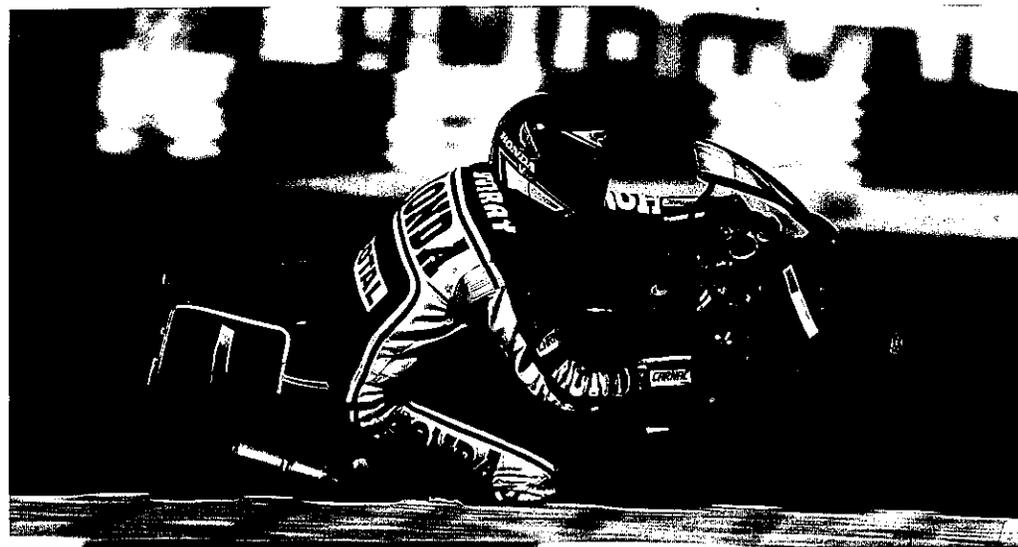
tors betraf, gab Honda werksseitig auch für die Vergaser handbuchseitig genaue Richtlinien vor. Ein Auszug: „Übermässig hohe Temperatur des Motoröls führt zu Festfressen der Kurbelwelle, so dass die Hauptdüse so ausgewählt werden muss, dass das Motoröl im Öltank nicht auf mehr als 110 Grad Celsius erwärmt wird. Hauptdüsen unter Nr. 110 nicht verwenden. Einstellung mit Düse Nr. 112 vornehmen. Falsche Vergasereinstellung führt zu Nachteilen bei der Lärmkontrolle, so dass mit einer Spritze gemessen werden muss, wenn die Vergaser synchronisiert werden.“ Alles klar? So oder ähnlich schreibt sich diese versuchte Vergewaltigung der deutschen Sprache im RCB-Handbuch fort, und auch für die Einstellung des Ventilspiels oder des Zündzeitpunktes wurden, so Eckert „absolut idiotensichere und für den versierten Techniker gleichsam amüsante Kapitel“ verfasst.

Honda RS 750 R-Motor von Roland Eckert

Die Granate

Im Jahre 1984 setzte Honda in der Endurance-WM mit der RS 750 R einen Meilenstein. Als einer der wenigen weltweit durfte das Team um Roland Eckert diesen Werksrenner einsetzen. Was den schwäbischen Genius nicht daran hinderte, noch eins drauf zu setzen und für den Superbike-Rennsport einen 1000er-Motor zu bauen.

Nachdem Honda den Viertakt-V4 im Grand Prix-Sport Ende 1982 endgültig zu den Akten legte und 1983 mit Freddie Spencer und der Dreizylinder-NS 500 R eine lange anhaltende, erfolgreiche Zweitaktkarriere startete, widmeten sich die Viertakt-Experten mit dem V4-Konzept anderen sportlichen Bereichen. In der Langstrecken-Weltmeisterschaft und bei Superbike-Rennen wollte man nun zeigen, dass der V4



■ Mit der überlegenen, unter Insidern auch „Moby Dick“ genannten Honda RS 750 R, gewannen Gerard Coudray und Patrick Igoa 1984 die Langstrecken-WM.

ein nahezu unschlagbares technisches Konzept sein konnte.

Parallel zu den Serienmodellen VF 750 S und VF 750 F entwickelte Honda aus diesem Grunde daran angelehnte Rennmotoren. Das Renn-debut gab der Amerikaner „Fast“ Freddie Spencer im März 1983 bei den 200 Meilen von Daytona auf einer FWS 1000. Einem Motorrad, dessen wassergekühltes V4-Triebwerk auf dem Motorgehäuse der VF 750 F basierte, aber 998 Kubikzentimeter Hubraum aufwies. Im Gegensatz zum NR 500-Debut von 1979 glückte der Honda-Auftritt diesmal perfekt und Spencer wurde Zweiter.

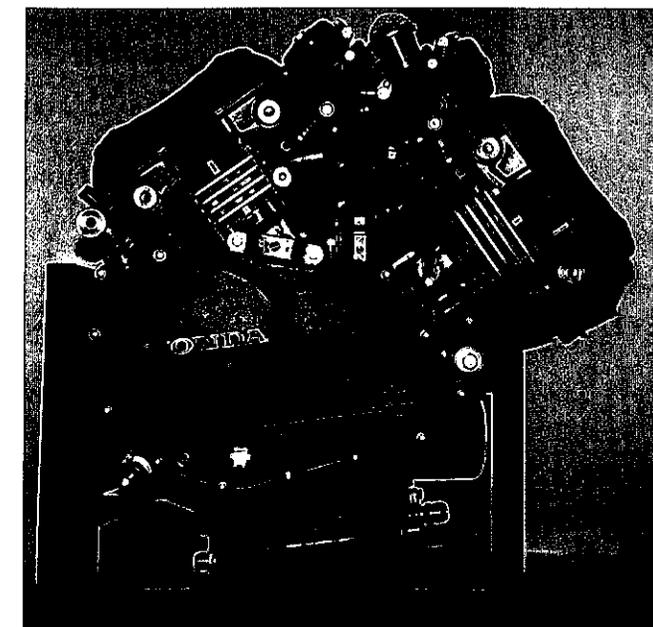
Nach einer langen Test- und Entwicklungsphase nahm Honda 1983 schliesslich die Langstrecken-WM in Angriff, bei der bislang die luftgekühlten Reihenvierzylinder aus eigenem Hause dominierten. Zunächst jedoch startete Spencer beim Saison-Auftakt wieder auf einer speziellen V4-Honda, einer optisch serienmässigen, motorisch aber überlegen präparierten VF 750 F. Diesmal gewann er das prestigeträchtige Superbike-Rennen im Rahmen der 200 Meilen

von Daytona in den USA überlegen. Mit der RS 850 R debütierte man einige Wochen später bei den 24 Stunden von Le Mans. Bei ihr handelte es sich weitgehend um eine im Hubraum reduzierte Version der Daytona-FWS 1000. Der Motor basierte auf dem Triebwerk der siegreichen Daytona-VF 750 F, besass 360 Grad Hubzapfenversatz und schöpfte aus exakt 858,6 Kubikzentimetern 130 PS bei 12 000/min. Recht klobig fielen die Verkleidungsteile des mit Lichtanlage 175 Kilogramm schweren Renners aus. Das Fahrwerk bestand aus einem Doppelschleifen-Brückenrahmen aus Stahl-Rundrohr mit handgefertigter Leichtmetall-Kastenschwinge. Ein voluminöser Wasserkühler quer vor dem Motor montiert sowie ein kleiner Ölkühler im Verkleidungskiel sorgten sich um den Temperaturhaushalt des V4.

Doch die Leistung reichte beim Auftakt 1983 in Le Mans noch nicht aus. Letztmals waren in diesem Jahr 1000 Kubikzentimeter Hubraum zugelassen, und vor allem die luftgekühlten Reihenvierzylinder von Kawasaki und Suzuki verfügten über einen hohen Entwicklungsstand. Honda-Pilot Raymond Roche beschwerte sich: „Aus den Kurven keine Beschleunigung“. In Le Mans schieden beide Maschinen schliesslich durch Stürze aus.

Besser lief es dann bei den 8 Stunden von Suzuka, wo Fred Merkel mit Copilot Bettencourt mit einer auf 930 cm³ vergrößerten Version Rang drei erzielten. Den ersten Sieg für das RS-Konzept gab es schliesslich beim Bol d'Or. Roche & Co heizten der luftgekühlten Konkurrenz auf ihrer mit einem Alu-Rahmen und 930 cm³-Triebwerk bewehrten Honda so kräftig ein, dass diese mit geplatzten Triebwerken nach und nach die Segel strich.

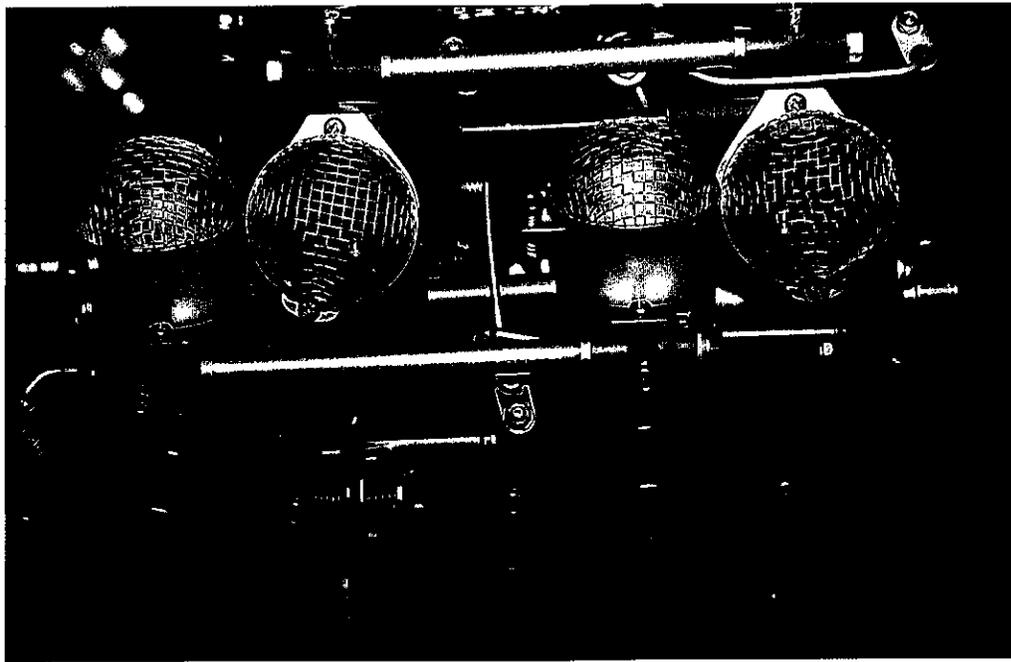
Ein Jahr später, 1984, gab es von der FIM ein neues Reglement, das zwar weiterhin die weitgehend freie technische Gestaltung der Maschinen aber auch ein Hubraumlimit von 750 Kubikzentimetern vorsah. Honda setzte die neuen Statuten perfekt um: Die neue RS 750 R besass einen Aluminium-Doppelschleifenrahmen, der



■ Das RS 750 R-Triebwerk basierte auf dem VF 750 F-Serienmotor und leistete 120 PS.

nach dem Vorbild der Zweitakt-Grand Prix-Renner NS 500 R aus fünfeckigen Strangpressprofilrohren gefertigt war und optisch ähnlich wie der Serienrahmen der VF 750 F aussah. Zwei schmalere Wasserkühler vor dem Motor reduzierten die Baubreite und sorgten für eine zierliche Silhouette des Werks-Renners. Die Verlegung der Auspuffanlage änderte sich gegenüber dem Vorgänger RS 930 ebenfalls. Der Schalldämpfer des hinteren Zylinderpaars führte nun nicht mehr rechts, sondern links unter der Sitzbank heraus. Wie gehabt entsorgten die beiden vorderen Zylinder ihr Abgas über einen rechts unten liegenden Endtopf.

Der V4 mit zahnradgetriebenen Nockenwellen basierte ebenfalls auf dem Motor der VF 750 F und leistete 120 PS bei 12 500/min. Patrick Igoa und Gerard Coudray, die beide von Kawasaki zu Honda gewechselt waren, gewannen mit dem neuen Motorrad die Langstrecken-



■ Vier offene 34er-Gleichdruckvergaser aus Magnesium speisen den V4 der RS 750 R.

WM in überlegener Manier. Triumphale Siege in Zeltweg, Suzuka, Spa, auf dem Nürburgring und beim letzten Lauf in Mugello lieferten eine beinahe makellose Bilanz. Nur zweimal wurden die Werksrenner geschlagen: einmal beim total verregneten Bol d'Or und einmal sogar von Privatfahrer Mile Pajic in Zolder. Mit drei blitzsauberen Siegen und zwei zweiten Plätzen in fünf Rennen sicherte sich Joey Dunlop 1984 zudem den Titel in der TT-Formel 1-Weltmeisterschaft. Ein Jahr zuvor, in dem die WM nur aus drei Läufen bestand, siegte er bei allen Veranstaltungen und holte mit maximaler Punktezah den Titel mit der RS 750 R für das Werksteam von Honda Britain.

Welch gewaltigen Innovationsschub die RS 750 R brachte, wurde aber nicht nur am souveränen Titelgewinn deutlich. Bereits die technische Analyse liess vermuten, dass Honda mit dieser Maschine krass überlegen sein wür-

de, denn die Konkurrenz hatte nicht einmal annähernd gleichwertiges entgegenzusetzen.

Das Fahrwerk beherbergte vorne eine aufwendig gefertigte Showa-Gabel mit justierbarer Dämpfung sowie hydraulischem Anti-Dive-System und 41,3 Millimeter dicken Standrohren. Es handelte sich dabei übrigens um das gleiche Element, wie es bereits in den RS 850 und RS 930 sowie in Freddie Spencers Daytona-VF 750 F Dienst tat. Die Hinterhand federte und dämpfte über das Honda-„ProLink“-Patent mit zentralem Showa-Federbein und zwei Umlenkhebeln. Im Gegensatz zu den bisherigen Endurance-V4-Maschinen rückte Honda jedoch wieder vom 16 Zoll-Vorderrad ab. Vorne wie hinten setzte man auf 18-zöllige Dymag-Dreispiechenräder.

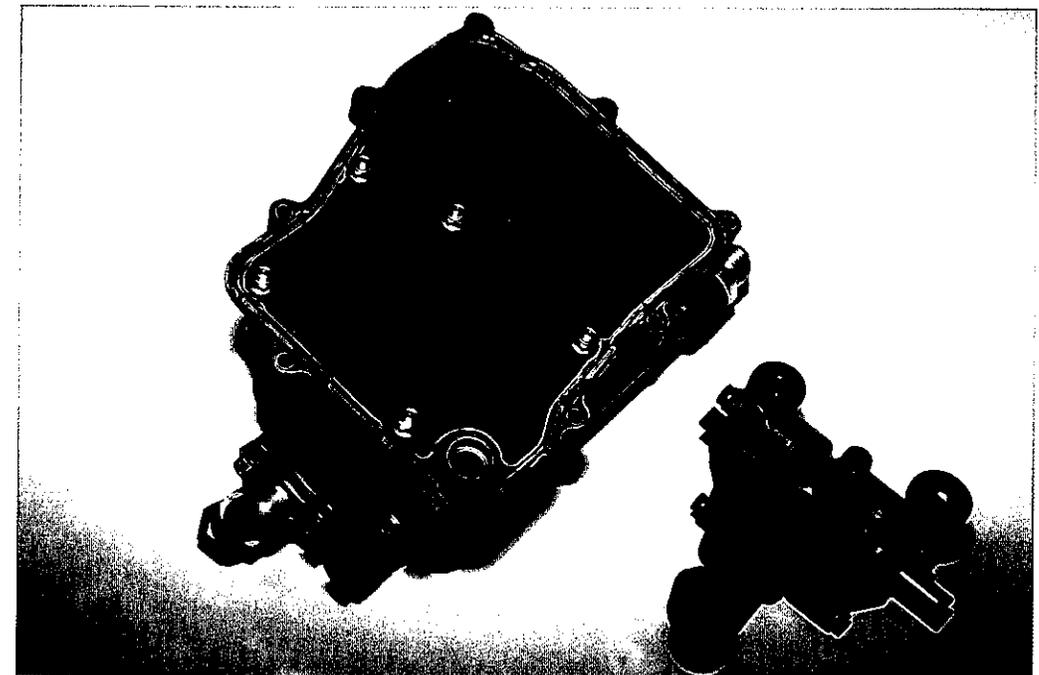
Besonders aufwendig geriet der Vierzylinder der RS 750 R. Zwar verfügte er wie das Serienbild der VF 750 F über ein Bohrungs/Hub-

Verhältnis von 70 zu 48,6 Millimetern, doch den Antrieb der Nockenwellen übernahmen keine Steuerketten, sondern wie schon bei der NR 500 zwischen den Zylindern angeordnete, nicht gegeneinander verspannte Stirnräder. Um den Spitzenbelastungen beim Nocken-Auf- und Abstieg sowie den auftretenden Drehschwingungen bei hohen Drehzahlen Herr zu werden, waren die Nockenwellenräder auf der Innenseite mit einer Torsionsdämpfung aus Gummi versehen und über diese Dämpfungselemente auf die Nockenwellen geschraubt.

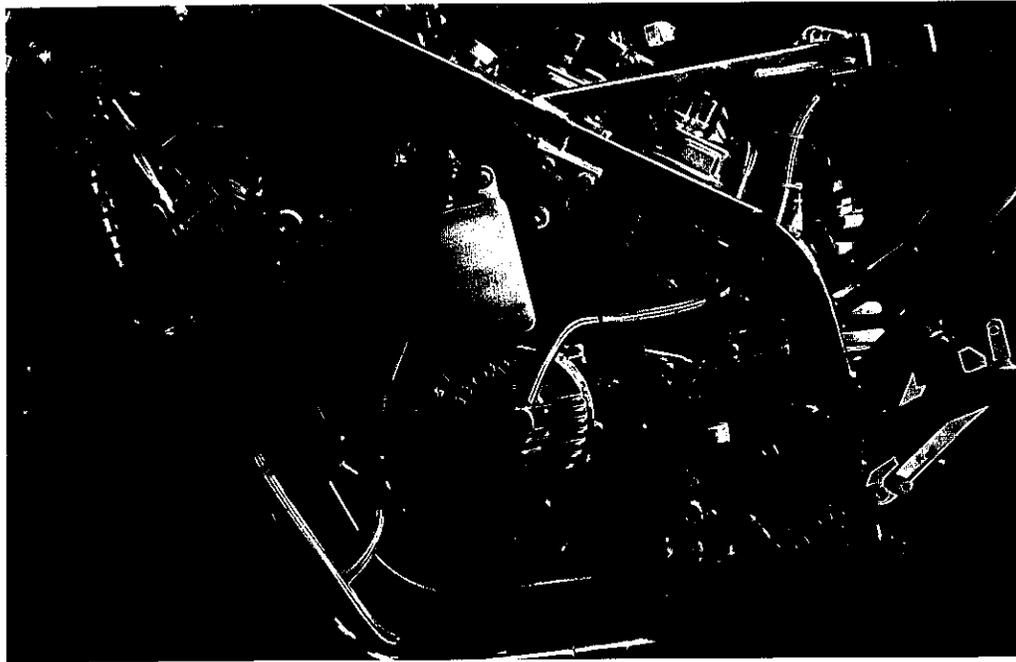
Gegenüber dem Serientriebwerk, von dem die RS 750 R beispielsweise das Motorgehäuse entlehnte, setzte Honda vor allem im Bereich der Gewichtsersparnis und der Motorschmierung erfolgreich den Hebel an. So verbauten die Japaner bei der RS 750 R eine mächtige Doppel-Ölpumpe aus Magnesium, die von

einer Rücklaufkammer Öl in die Versorgungskammer pumpte. Erst von dort förderte die zweite Pumpe den Schmierstoff via Ölkühler an die Schmierstellen im Motor. Da auf diese Weise der Ölsumpf praktisch weitgehend trocken gehalten wurde, nannte man dieses Prinzip „Halbtrockensumpf-Schmierung“ – damals das geflügelte Wort in der Endurance-Szene. Ein grosser Vorteil des Systems war, dass die Förderpumpe so praktisch nie mit Luft durchsetztes Öl ansaugen und somit fördern konnte, was ein grosser Sicherheitsfaktor war.

Aber nicht nur international trumpfte die Werks-RS 750 R auf. Von den offiziell acht gebauten Maschinen – wahrscheinlich waren es doch einige mehr – fand ein Exemplar auch den Weg nach Deutschland. Das bereits seit Jahren im Langstreckensport erfolgreiche Team von Honda-Händler und Technik-Spezialist Roland



■ Blick auf die Doppelölumpe, die in Verbindung mit der Ölwanne und dem darüber montierten Abschottblech die ehemalige Nasssumpfsmierung in eine Trockensumpfsmierung verwandelt.



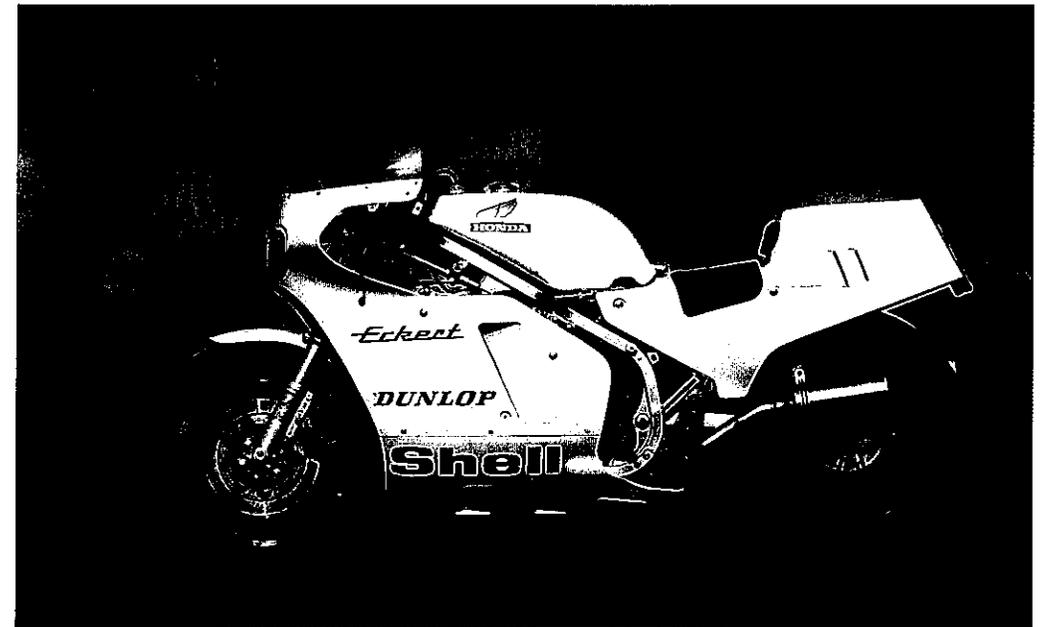
■ Der 90°-V4 der RS 750 R Replica basiert wie das Eckert-Vorbild auf dem VF 1000 R-Motor.

Eckert erhielt eine der raren Maschinen zum Preis von gut 80 000 Mark. Neben dem Einsatz in der Endurance-WM '84 unter Helmut Dähne und Peter Rubatto wurden 1985 auch die Läufe zur Deutschen Superbike-Meisterschaft absolviert. Dort durfte man im Gegensatz zur Langstrecke auch 1985 immer noch mit 1000 Kubikzentimeter Hubraum starten, was Roland Eckert im Winter 1984/85 zu einer besonderen Entwicklungsstufe des RS-Vierzylinders trieb – dem 998 Kubikzentimeter grossen Eckert RS 1000-Triebwerk mit 77 Millimetern Bohrung und 53,6 Millimetern Hub.

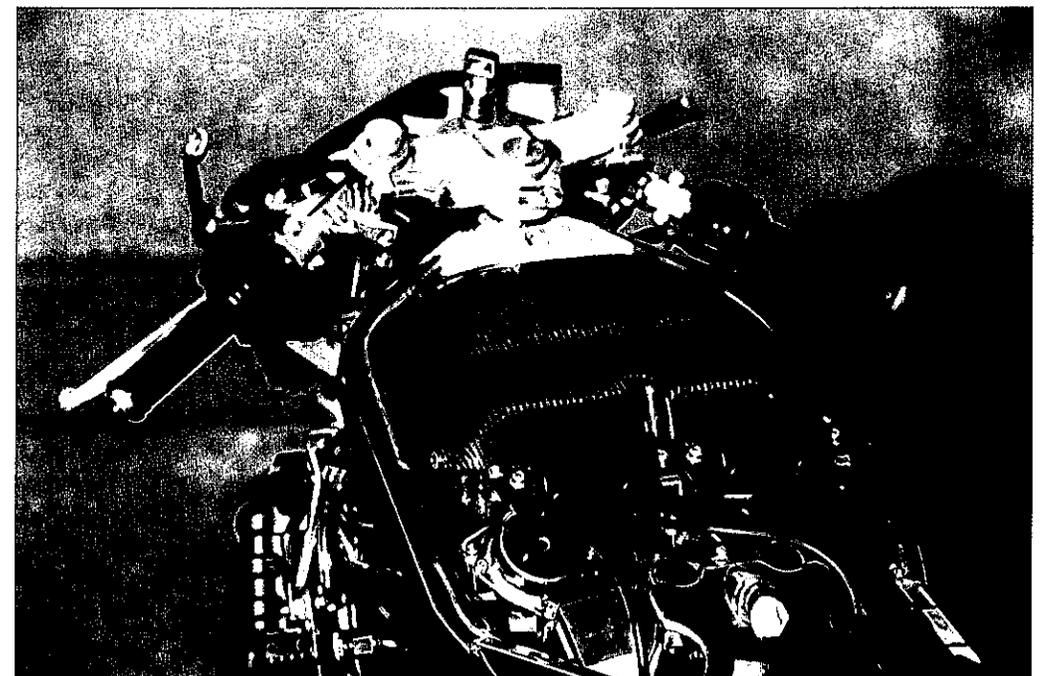
Als Basis für diesen Vierzylinder diente das serienmässige Motorgehäuse der VF 1000 R. Eckert ersetzte zunächst die schweren Guss-Laufbüchsen des Serienmotors durch wesentlich leichtere, Pendants aus hochfestem Aluminium mit Nikasil-beschichteten Laufbahnen, in denen nach seinen Vorgaben gefertigte Mahle-Kolben

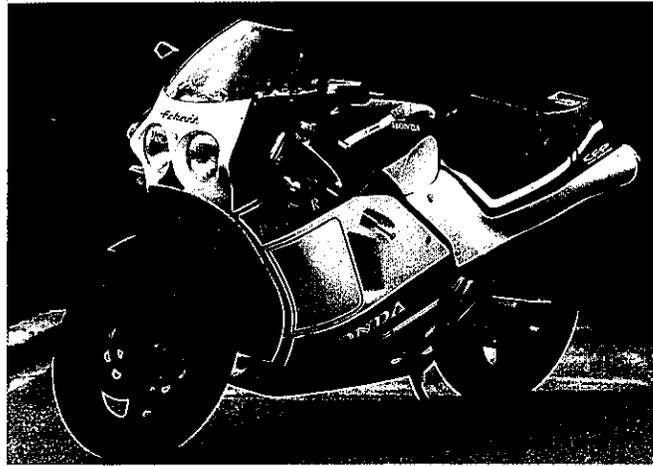
liefen. Die Ventilsteuerung erfolgte über dieselben Nockenwellen, wie sie auch im 750er-RS-Motor Dienst taten. Die Ventile wurden über RS-Schlepphebel betätigt, die im Gegensatz zu den Schlepphebeln der VF 750 F aber nicht über Einstellschrauben mit Kontermuttern sondern über leichtere und damit drehzahlfestere Shims, also Einstellplättchen verfügten. Den Antrieb der Nockenwellen übernahmen die Serien-Radschächte der VF 1000 R, für die Eckert allerdings einen geänderten Modul auf die RS-Nockenwellenräder schleifen musste.

Eine besondere Kreation schuf Eckert im Bereich des Kurbeltriebes. Er verwendete die Serienwelle der VF 1000 R, modifizierte diese aber in wesentlichen Punkten. Da sich aufgrund der von ihm verwendeten Pankl-Titan-Pleuel und der Mahle-Kolben das Gewicht der Pleuel-Einheit etwas verringerte, passte er die Ausgleichsmasse der Kurbelwangen über



■ Die VF 750 F-RK diente als Basis für die RS 750 R Replica. Airbox und Vergaser-Ansaugwanne wurden aus leichtem Carbon-Laminat im Autoklaven gebacken.





■ Beim Aufbau der – in schallgedämpfter Version – straßenzugelassenen RS 750 R Replica griff der Autor auf HRC-Werksteile, viel Eckert-Knowhow sowie etwa 3000 Stunden Eigenleistung zurück.



Wuchtungsbohrungen entsprechend an. Die konstruktiven Vorgaben für den geänderten Massenausgleich lieferten eigens für dieses Triebwerk berechnete und gefertigte Meistergewichte, die das statische Auswuchten der modifizierten Welle ermöglichten. Um den kleinen Läufer der Endurance-Lichtmaschine der RS 750 R aufzunehmen schliff Honda-Spezialist Roland Eckert zudem den linken Kurbelwellenstumpf auf das entsprechende Mass herunter. Vergleichsweise herkömmliches offenbarte der Eckert-V4 dagegen im Bereich der Kraftübertragung, die über den Serien-Primärtrieb und die Kupplung der VF 1000 R auf das HRC-Fünfganggetriebe der RS 750 R erfolgte.

Der von Roland Eckert und seinem Team mit dem 1000er-Triebwerk betriebene Aufwand war beträchtlich, und gewaltige 148 PS bei 10 300/min sicherten bei nur 164,5 Kilogramm Gewicht ohne Benzin aber mit Öl und Wasser 1985 konkurrenzlose Fahrleistungen. Wer sollte Peter Rubatto, den Gewinner der Superbike-Trophy von 1984, stoppen, wenn nicht technische Defekte?

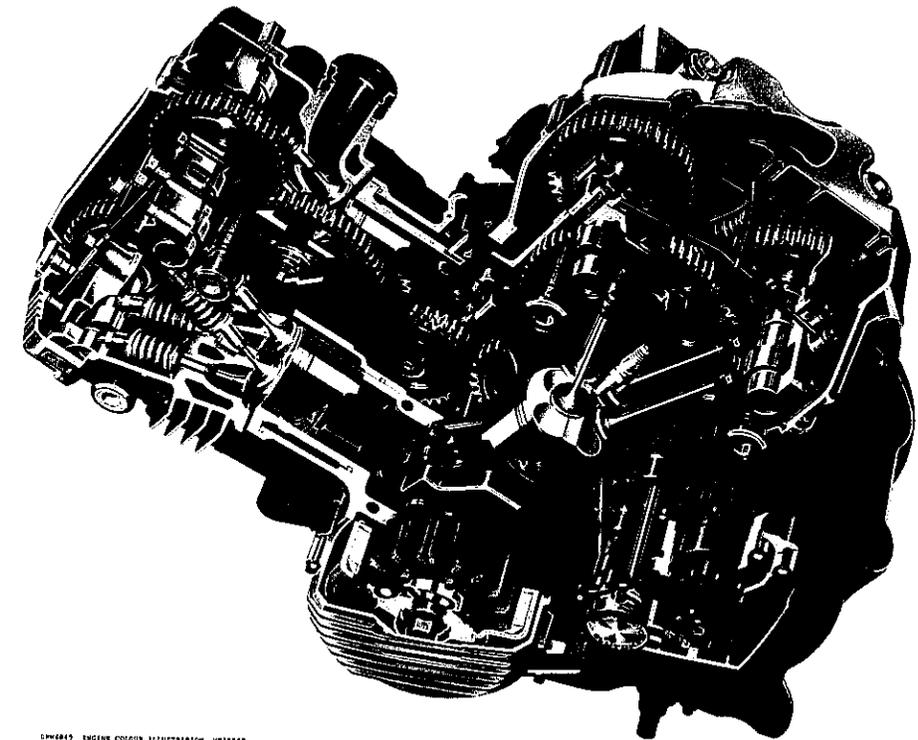
Schließlich hatte das Eckert-Team mit der RS 750 R bei den Läufen zur Langstrecken-WM bereits im Vorjahr seine Schlagkraft mit dem teuren Werksrenner unter Beweis gesetzt. Nach einem verkorksten Auftakt auf dem Österreicherring, wo man mit Überhitzungsproblemen die Segel streichen musste, lief es beim 8 Stunden-Rennen auf dem Nürburgring trotz Bremsenproblemen merklich besser. Helmut Dähne und Peter Rubatto liefen mit dem 750er-V4 auf Rang fünf ein und komplettierten den Honda-Triumph, denn die Werks-Hondas mit Coudray/Igoa und Bertin/Sarron belegten die ersten beiden Plätze in der Eifel.

In der 1985 erstmals ausgefahrenen Deutschen Superbike-Meisterschaft konnte die Eckert-Honda mit dem 1000er-Triebwerk schliesslich gut mitmischen. Bereits zum Saisonauftakt auf dem Nürburgring zeigte Peter Rubatto mit dem zweiten Platz, welches Potential in diesem V4-Hammer steckte. In Speyer, der zweiten Station des

DM-Zirkus, dann der erste Sieg. Ein dritter Platz bei der folgenden Sitzung am Nürburgring, ein Ausfall wegen Sturzes in Augsburg, ein zweiter Platz in Hockenheim und nochmals Rang drei am Nürburgring – das war die DM-Bilanz fürs Eckert-Team und für Peter Rubatto, der in der Endabrechnung Rang fünf belegte. „Die Konkurrenz war damals enorm stark“, resümiert Roland Eckert aus heutiger Sicht, „denn nicht nur wir, sondern auch Suzuki rückte mit zwei reinrassigen Werksmaschinen aus, und auch das

■ Rechts: Seitlich montierter Ölkühler an der RS 750 R Replica.

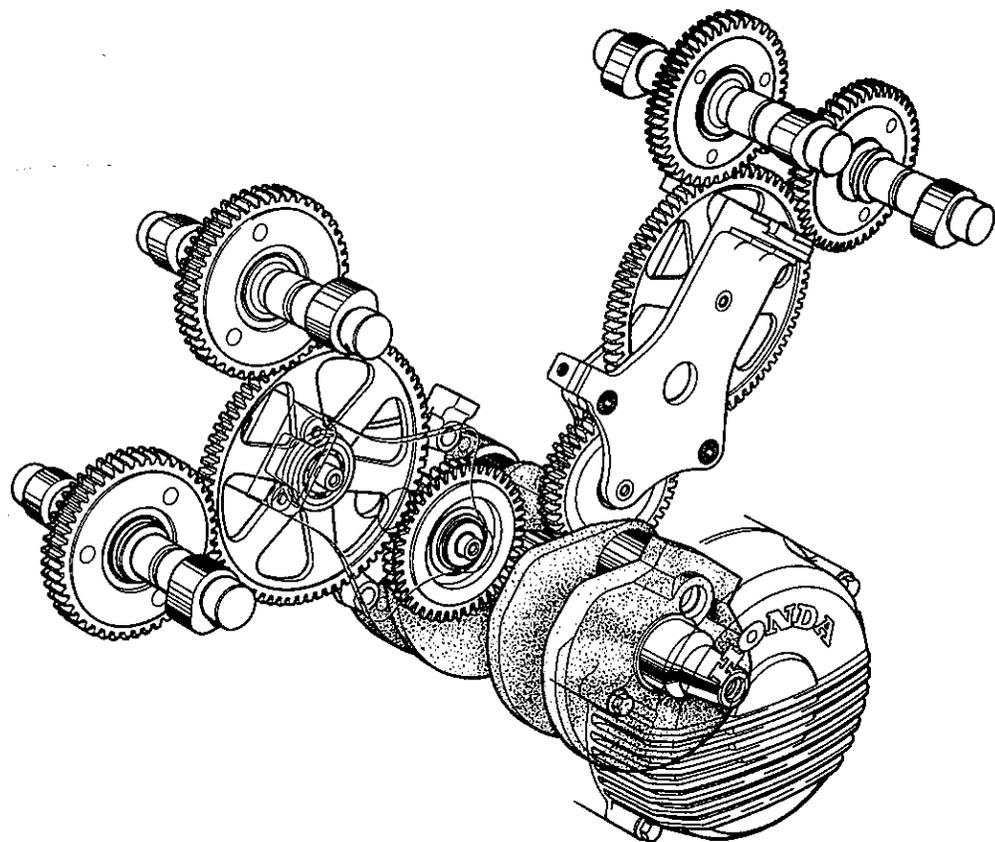
■ Unten: Schnitt durch den VF 1000 R-Motor, der als waschechter Ableger des RS 750 R-Motors gelten darf. Roland Eckert entwickelte auf dieses Basis den 1000er-Motor für die RS 750 R.



OPWERB ENGINE COLOR ILLUSTRATION, VF1000R

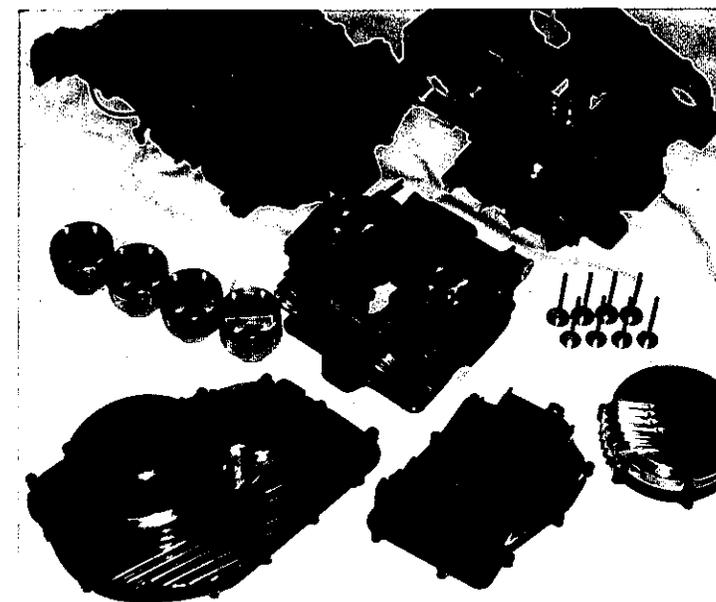
Kawasaki-Material besaß einen ausgefeilten Entwicklungsstand". Kawasaki und Pilot Andreas Hofmann entschieden die erste Superbike-DM schließlich für sich. Für die RS 750 R kam nach dieser Saison aber das definitive Aus, da das Reglement 1986 nur

noch Maschinen auf Serienbasis für die Superbikes zuließ. Zurück blieben Eindrücke von einer Rennmaschine, die für Honda grosse sportliche Erfolge und – vielleicht noch wichtiger – den ganz großen Durchbruch in der V4-Rennteknik brachte.



■ Der Stirnrad-Antrieb der Nockenwellen sorgt auch bei hohen Drehzahlen für präzise Steuerzeiten.

■ Blick auf Motorgehäuse, Deckel sowie die bearbeiteten Kolben, Zylinderköpfe und Ventile des RS 750 R Replica-Triebwerks mit 998 cm³ Hubraum.



Technische Daten

Honda RS 750 R-Motor von Roland Eckert

Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Vierzylinder-Viertakt-90 Grad-V-Motor mit zwei oben liegenden Nockenwellen je Zylinderpaar
Bohrung	70 / 77 mm
Hub	48,6 / 53,6 mm
Hubraum	748 / 998 cm ³
Max. Leistung	120 PS bei 12500/min / 148 PS bei 10300/min
Max. Drehmoment	74 / 102
Verdichtung	12,1:1 / 12,4:1
Gemischaufbereitung	Vier Keihin-Gleichdruckvergaser
Venturi-Durchlass	34/36 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	24,5 (25) / 28,5 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	9,0/ 9,0
Motor-Gewicht	85 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Sechs-/Fünfganggetriebe
Kupplung	Hydraulisch betätigte Ölbadkupplung
Baujahr	1984–1985

Honda VFR 750 R RC30/
Eckert-VFR 836 R RC30-Motor

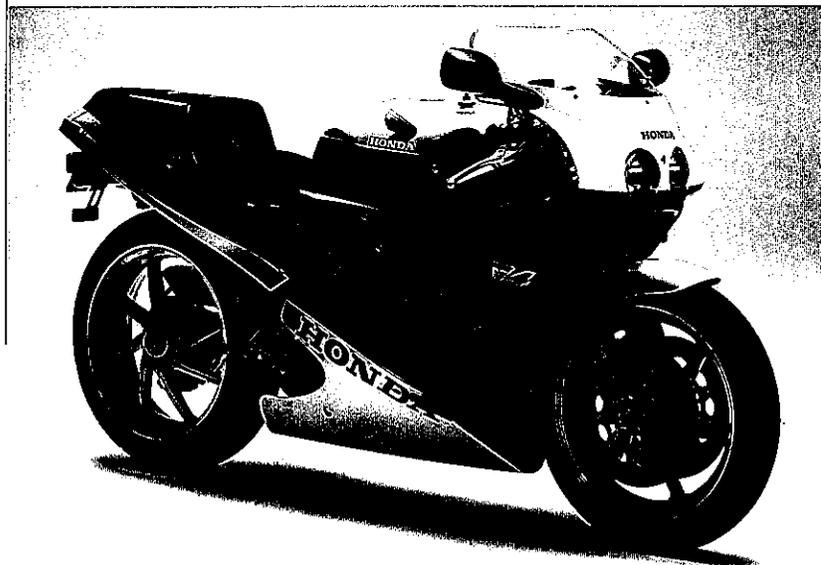
Sportsfreunde

Auf der Basis der Serienmaschine kreierte Honda das bis heute erfolgreichste Vierzylinder-Superbike, das gleich in seinen ersten beiden Produktionsjahren 1988 und 1989 die Weltmeisterschaft erringen konnte. Alan Cathcart testete in Zolder die Werks-RC30 von Stéphane Mertens. Zudem konnten wir uns in all den Jahren ausgiebig mit der Renn- und Serientechnik des legendären V4-Renners befassen. Unter anderem mit der 836er-RC30 von Roland Eckert.

Wurde die Einarmschwinge an der VFR 400 R (NC24) noch als Hondas kleiner, aber exklusiver Vorritt in Sachen Fahrwerkstechnik verifiziert, bekam sie Ende 1987 mit der Vorstellung der VFR 750 R (RC30) eine völlig neue Dimension. Honda hatte alle technischen Register gezogen und ohne grosse Rücksicht auf Kosten

und Mühen nicht nur in diesem Punkt eine konkurrenzlose Supersport-750er geschaffen. Anhand der Einarmschwinge, des Brückenrahmens aus Aluminium und des aufwendigen V4-Triebwerks wurde bereits bei flüchtiger Prüfung klar, dass für die Konzeption der RC30 die RVF-Werksrenner aus der Endurance-WM Pate gestanden hatten.

„Das ist Spitze“, resümierte denn auch MOTORRAD in Heft 6 von 1988 zu recht, als die Technik des neuen Basis-Renners für den Superbike-Sport detailliert ergründet wurde. Gewaltige 112 PS leistete das V4-Triebwerk, das ausser dem Zylinderwinkel von 90 Grad und dem Ventilwinkel von 38 Grad kaum mehr etwas mit den bisherigen V4-Triebwerken zu tun hatte. Zwar wurde das traditionelle Bohrung-Hub-Verhältnis von 70 zu 48,6 Millimetern auch bei diesem 750er-V4 beibehalten, doch wich man zugunsten einer gleichmässigeren Zündfolge und einer besseren Verteilung des Abgasstroms in der aus Edelstahl gefertigten 4-in-1-Anlage wieder von der 180 Grad-Kurbelwelle ab. Die Hubzapfen der RC30-Kurbelwelle waren wieder wie bei der VF 750 F um null Grad versetzt, und der Zündversatz betrug nun auch wieder 360 Grad.

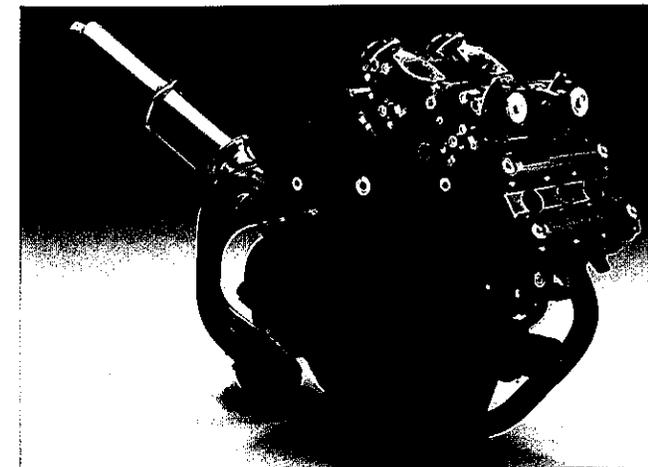


■ Ende 1987 präsentierte Honda mit der RC30 ein ohne große Rücksicht auf Kosten konstruiertes Superbike.

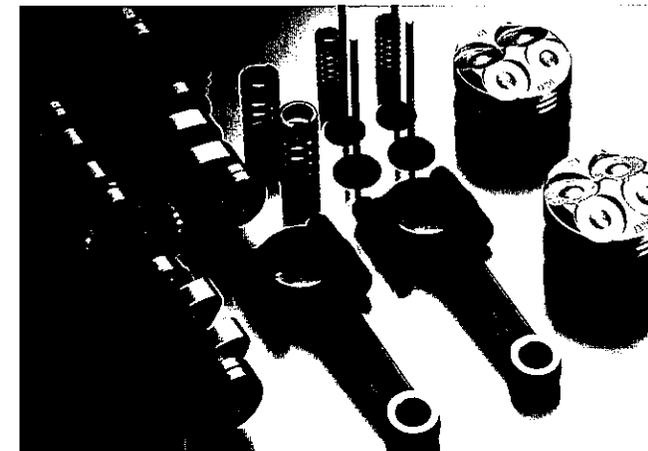
Neben dieser Rückkehr zum ursprünglichen V4-Konzept von Honda wies aber insbesondere die Mechanik des Motors entscheidende und für hohe Spitzenleistung unabdingbare Änderungen auf. Schliesslich waren bei Honda zwei Tuning-Kits der Honda Racing Corporation HRC im Angebot, die die Leistung im Superbike-Trim auf 125 PS und für TT-F 1-Rennen gar auf 133 PS schraubten. Schon von aussen auffälligste Änderung waren die wesentlich kompakter bauenden Zylinderköpfe der RC30. Kamen bei den bis dato gebauten Aggregaten Schleppebel zum Einsatz, präsentierte sich das neue Triebwerk nun mit drehzahlfesteren Tassenstösseln, die einen insgesamt schmaleren Zylinderkopf und noch steilere und damit strömungsgünstigere Kanalführungen erlaubten. Die Ventileinstellung erfolgte nun auch nicht mehr über Einstellschrauben, sondern über Shims (Plättchen), die zwischen Ventil und Stössel lagen. Diese drehzahlfestere Lösung erforderte zum Einstellen des Ventilspiels allerdings den Ausbau der Nockenwellen.

Erfolgte der Antrieb der Nockenwellen bei der VFR 750 F (RC24) noch über ein Zahnrad auf der Kurbelwelle, zwei Zahnradern im Steuerturm und jeweils ein Zahnrad auf den Nockenwellen selbst, wies der Steuerturm der RC30 nun einen Radsatz mit vier Exemplaren in zwei Ebenen auf. Mit dieser aufwendigen Konstruktion wurde beabsichtigt, die Kurbelwellendrehzahl bereits vor der Nockenwelle deutlich zu reduzieren, weshalb die beiden Zahnräder auf den Nockenwellen beinahe so klein wie jenes auf der Kurbelwelle ausfallen konnten und die erforderliche Drehzahlreduzierung von 1:2 gegenüber der Kurbelwellendrehzahl trotzdem erreicht wurde.

Allein um die Reibung im RC30-Triebwerk gering zu halten, waren die Nockenwellen erst- und übrigens auch letztmals bei einem V4-Triebwerk aufwendig wälzgelagert. An den Aussenseiten der Nockenwellen befanden sich jeweils zwei Kugellager, und zwischen Nocke und Steuerschacht übernahm je ein Nadellager

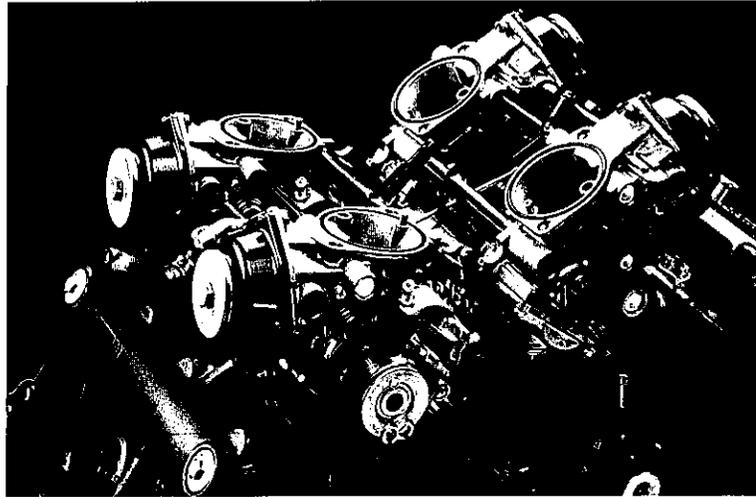


■ Der V 4 der RC30 baut sehr kompakt. Zur Gewichtsreduzierung waren die Ventildeckel aus Magnesium gefertigt.



■ Blick auf die HRC-Leistungsteile wie Kolben und Nockenwellen. Leichte Ventile und Titan-Pleuel hatte die RC30 indes serienmässig.

die Führung der Welle. Nicht weniger als 24 Lagerstellen wiesen die Zylinderköpfe der RC 30 auf, im Gegensatz zu nur 16 Gleitlagerungen in den bisherigen Triebwerken. Die im Gegensatz zu den sonst aus Hartguss gefertig-



■ Gegenüber der Vfr 750 F (RC24) wuchs der Vergaser-Durchlass von 34 mm auf 35,3 mm, und die Membrandeckel erhielten eine Schraubkappe.

ten Nockenwellen bestanden die RC30-Exemplare aus geschmiedetem Chrommolybdänstahl und waren auch fertigungstechnisch besser durchdacht, denn zur Montage der inneren Nadellager waren die Wellen mit gleichen Erhebungskurven für Ein- und Auslass (9 mm Hub) in je zwei Hälften geteilt und über Mittelstücke miteinander verbunden.

Zur Leistungssteigerung gegenüber dem RC24-Motor wuchsen auch die Atemwege. Der Einlassventilteller wurde um einen auf nun 28 Millimeter erweitert, und die Auslasspartner massen nun 24,5 anstatt 23 Millimeter. Einen halben Millimeter mehr als die Ventilschäfte des 1988er-Modells der VFR 750 F massen die RC30-Schäfte mit 4,5 Millimetern. Von 34 auf 35,3 Millimeter erweiterten die Techniker den Venturi-Durchlass der Keihin-Gleichdruckvergaser. Um bei Rennveranstaltungen rasch die Düsenadeln wechseln zu können, waren die Membrandeckel bei der RC30 mit je einer abschraubbaren Kappe versehen, die den heiklen Ein- und Ausbau der Membrane erübrigte.

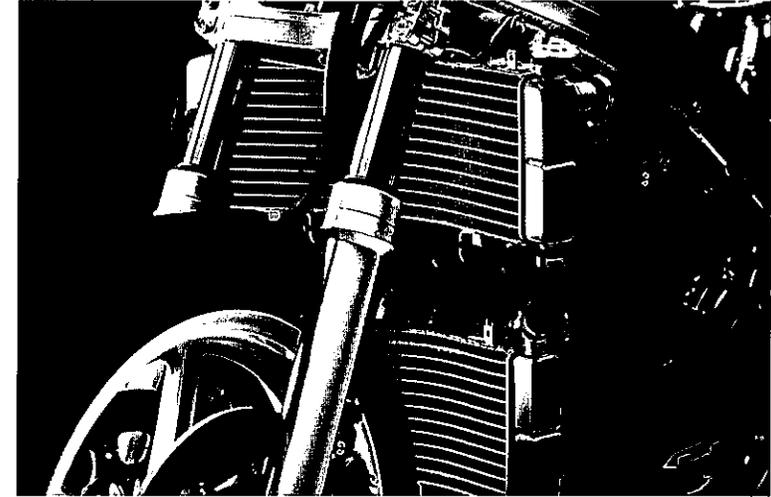
Von 10,5 auf 11 zu eins stieg die Verdichtung im V4 der VFR 750 R. Mit dem Ziel, die Reibung weiter zu reduzieren, verpassten die Entwickler den Kolben nur noch einen Kompressions- und einen Ölabbstreifring. Dadurch verrin-

gerte sich weiterhin die Bauhöhe und damit das Gewicht der Kolben. Vom Ölabbstreifring abwärts waren die Kolben für gute Notlaufeigenschaften mit Teflon-Molybdän beschichtet.

Wie es sich eigentlich nur für hochkarätige Rennmotoren geziemt, waren die Pleuel des RC30-Triebwerks aus Recycling-Titan aus dem Flugzeugbau gefertigt. Das geringere Gewicht von jeweils 235 Gramm (VFR 750 F: 285 Gramm) reduzierte die Massenkräfte. Zwar war angesichts der Tatsache, dass Titan bei gleicher Festigkeit rund 43 Prozent leichter als Stahl ist, zu erwarten, dass die Gewichtseinsparung drastischer hätte ausfallen müssen, doch wurden die Schmiede-Pleuel wegen des gestiegenen Drehzahlniveaus erheblich steifer gefertigt. Ebenso wie die Kolben waren die seitlichen Berührungsflächen der Pleuel wie die Kolben mit Teflon-Molybdän beschichtet.

Das Motorgehäuse selbst wies bei der RC30 gegenüber der RC24 minimale Abweichungen auf. Das zeigen beispielsweise die beiden un bearbeiteten Gussflansche, die bei der RC24 die Leitungen zum Ölkühler aufnahmen. Das RC24-Triebwerk leistete sich nämlich eine doppelte Ölpumpe, die das heiße Öl aus dem Sumpf zunächst durch den Ölkühler und von dort in die Saugkammer von Pumpe zwei förderte. Die zwei-

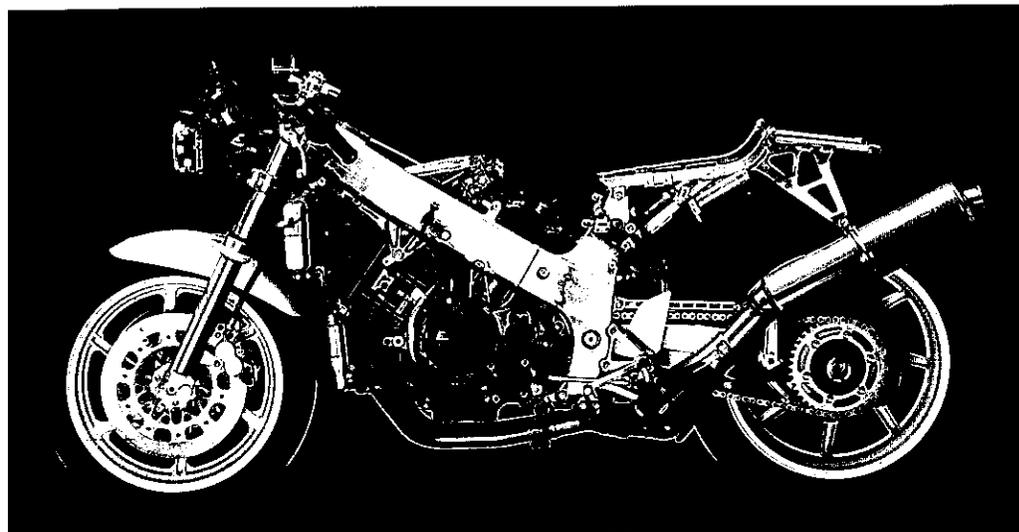
■ Obwohl mit zwei Wasserkühlern ausgestattet, beklagten RC30-Fahrer stets Überhitzungsprobleme, was zu nachlassender Leistung führte.



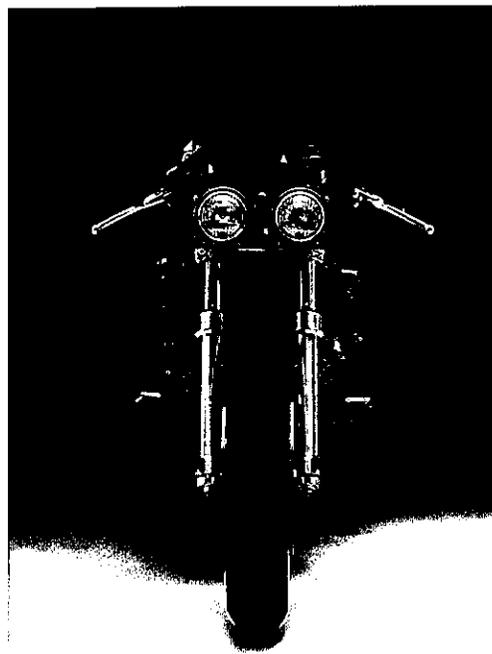
te Pumpe versorgte die Lagerstellen dann mit Öl. Dagegen besass die RC30 nur eine einfache Ölpumpe, die das heiße Öl aus dem Sumpf zunächst durch den um den Ölfilter herum angeordneten Wärmetauscher schickte und dann an die Lagerstellen förderte. Sowohl das Triebwerk der RC24 als auch der V4 der RC30 verfügte über eine weitere Ölpumpe, die den Schmierstoff zu den Getrieberädern leitete. Erfolgte die Schmierung der Zylinderlaufbahnen und die Kühlung der Kolben im RC24-Triebwerk noch über Bohrungen im Pleuel, besass die RC30 Spritzbohrungen im Hauptölkanal, die von unten direkt auf die Kolben gerichtet waren.

Unangetastet blieb hingegen der Primärtrieb, aber die Getriebeübersetzungen lagen dichter beisammen mit langem erstem Gang. Für schnelles und sauberes Schalten waren die Klauen der Gangräder nun hinterschlifft. Zwar entsprach die Kupplung in der Dimensionierung der RC24, wies aber eine Bremsmoment-Begrenzung, die sogenannte Anti Hopping-Clutch, zur Vermeidung des Hinterradstempelns beim Herunterschalten auf. Arbeitete der Schaltautomat bei der RC24 noch mit einem Planetensatz, so wurde bei der RC30 wieder ein Rastenmechanismus mit Gleitschienen verwendet.

Gegenüber der RC24, die mit nur einem Wasserkühler auskam, trug man den gestiegenen thermischen Ansprüchen im neuen V4 mit zwei Kühlern Rechnung. In der Praxis stellte sich die verfügbare Kühlkapazität des RC30-Systems aber rasch als zu gering heraus. Bei hohen Aussen-temperaturen standen alsbald 85 Grad Celsius und mehr auf dem Wasserthermometer, was der Leistung natürlich abträglich war. Manche RC30-Fahrer rüsteten ihr Motorrad deshalb mit den grossen Kühlern aus dem HRC-Kit aus, die eine Wassertemperatur von 70 bis 75 Grad schufen. Ausser diesem Punkt gab es im Fahrbetrieb an der VFR 750 R jedoch nur wenig zu mäkeln. Aufgrund des geringen Gewichts, des kurzen Radstands, des steilen Lenkkopfwinkels und – nicht zu vergessen – des schmal bauenden V4-Triebwerks glänzte die RC30 mit formidablen Handling-Qualitäten, gepaart mit stabilem Geradeauslauf und glänzendem Kurvenverhalten. Hinzu kam eine sportliche Sitzposition – ähnlich der auf einer Grand Prix-Maschine und hochwertige fahrwerkskomponenten wie die in Zug- und Druckstufe einstellbare Telegabel mit 43 Millimeter starken Standrohren und Schnellklemmfäusten für die Achsklemmung, die schnelle Radwechsel ermöglichten. Die Einarmschwinge wies – im Gegensatz zum ähnlichen



■ Die Ansicht ohne Verkleidungsteile zeigt eindrucksvoll, wie konsequent die RC30 auf Rennsporteinsätze ausgelegt war.

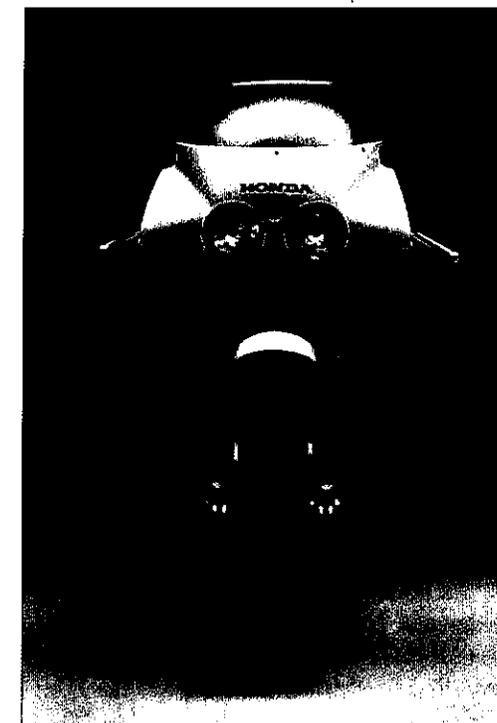


■ Die Frontansicht zeigt, wie schlank die RC30 geriet.

Pendant an der VFR 400 R (NC24) – sogar eine Zentralmutter zur Befestigung des 5,5 mal 18 Zoll grossen Hinterrades nach Vorbild der RVF-Werksrennmaschinen auf. Der gegossene Schwingarm stützte sich über ein voll einstellbares und via Hebeleie angelenktes Zentralfederbein ab. Ausstattungsdetails wie die handlami-nierten Verkleidungsteile aus Glasgewebe oder der aufwendig gearbeitete Aluminiumtank rundeten den Eindruck von der Hochwertigkeit der RC30 nachhaltig ab.

Das eigentliche Salz in der Suppe war – und ist heute noch – aber der Motor der RC30. Trotz seiner konsequenten Auslegung auf Spitzenleistung brillierte er mit exzellenten Durchzugsqualitäten, legte bereits knapp über Standgas kontinuierlich an Drehzahl und Leistung zu, um bei rund 8 000/min massiv an Power zuzulegen. Bis über 12 000/min reichte sein nutzbares Drehzahlband. Die enormen Durchzugsqualitäten gerade im mittleren Drehzahlbereich heben ihn noch heute wohlthuend kräftig von allen Reihenvierzylindern ab, die den richtigen Biss erst in oberen Drehzahlregionen entwi-

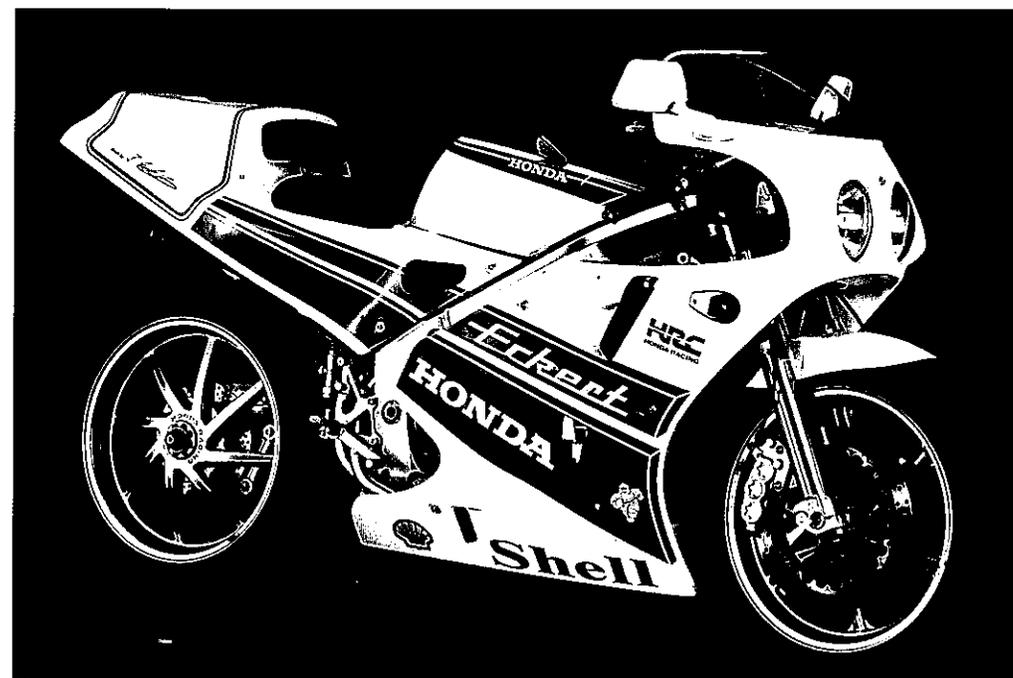
■ Frontansicht der RC30 mit zeitgenössischen Doppelscheinwerfern im typischen Endurance-Stil.

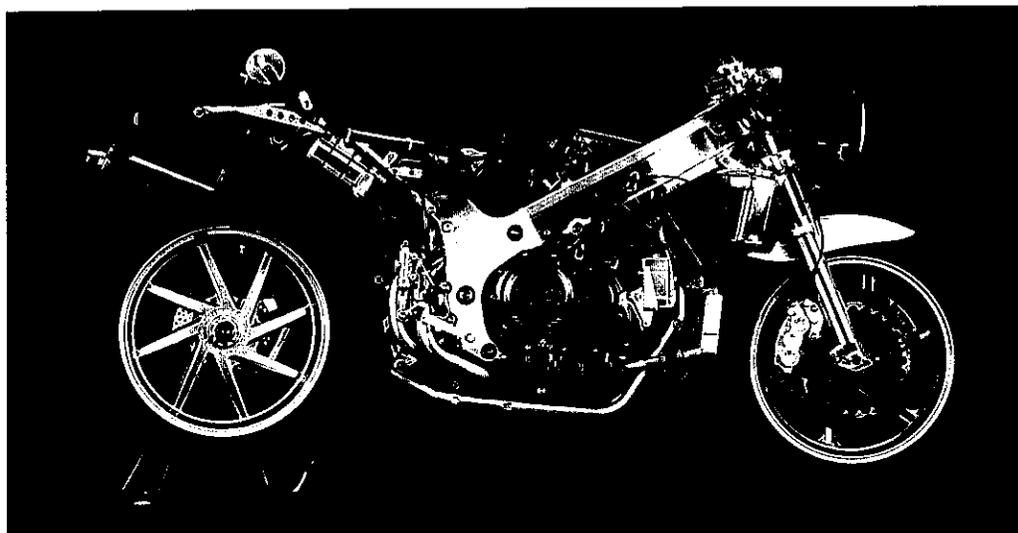


ckeln und mit merklich mehr Aufmerksamkeit bewegt werden wollen.

Die RC30 gilt sowohl fahrwerks- wie motortech-nisch immer noch als enorm gutmütig. Im Ver-ein mit der hervorragenden Verarbeitungsqua-lität und der exklusiven Renntechnik scharte die als Basis-Renner für den Superbike-Sport konzi-pierte Honda in kurzer Zeit eine grosse und vor allem treue Fan-Gemeinde um sich. Die VFR 750 R wurde noch während ihrer Bauzeit von 1988 bis 1993 zum Inbegriff des Superbikes, was auch die Gründung spezieller Clubs und Interessengemeinschaften unterstreicht. Pünkt-lich zur erstmals 1988 ausgetragenen Superbi-ke-Weltmeisterschaft präsentierte Honda mit

■ Mit der VFR 836 R (RC30) schuf Roland Eckert den höchsten Stand der RC30-Ent-wicklung.





■ Die Eckert-RC30 verfügt, wie die hauseigenen Rennmaschinen, über leichte Zutaten wie Räder und Gehäusedeckel aus Magnesium.

der VFR 750 R (RC30) die damals schlagkräftigste Homologations-Maschine, die der Privatmann für 25000 Mark beim Honda-Händler kaufen konnte. Ausgerüstet mit dem HRC-Kit erhielten die Rennfahrer dann ein Motorrad, das international im Konzert der schnellsten Superbikes der Konkurrenz mitblasen konnte – und zumindest auf nationaler Ebene damit für Siege gut war. Aus internationaler Sicht waren die Erfolge in erster Linie mit zwei Namen verknüpft: Der Amerikaner Fred Merkel gewann mit der vom italienischen Rumi-Team aufgebauten Werks-RC30 1988 und 1989 die Superbike-WM, und der Engländer Carl Fogarty startete mit zwei TT-F1-Weltmeisterschaften in diesen beiden Jahren seine beispiellose Karriere.

Neben diesen beiden Fahrern vermochte sich 1989 aber noch ein dritter Pilot prächtig in Szene zu setzen. Der Belgier Stéphane Mertens, der sich die Jahre zuvor vor allem als Sturzpilot bei 250er-Grand Prix einen Namen gemacht hatte, sass erstmals auf diesem großvolumigen Viertakter und schloss die Saison gleich als Vize-Weltmeister ab. Wäre der

30jährige Belgier nicht die ganze Saison von einer schweren Verletzung, einem Beckenbruch, gepeinigt worden, den er sich zu Saisonbeginn bei einem Unfall zusammen mit Honda-Pilot Joey Dunlop in Brands Hatch zuzog, hätte er allerbeste Voraussetzungen für den Gewinn der Weltmeisterschaft gehabt. In der Folge gewann er in diesem Jahr immerhin drei WM-Läufe auf der RC30, die der belgische Rennstall um Jean D'Hollander aufgebaut hatte. Bei diesem Motorrad handelte es sich um eine von drei Werks-RC30, die nach Belgien geliefert wurden, und nur seine Konkurrenten Fred Merkel und Roger Burnett wurden in diesem Jahr in der Superbike-WM von Honda mit derartigem Material versorgt.

„Ich weiss nicht genau, was das Rumi-Team an Fred Merkel's RC30 geändert hat, aber ich nehme an, dass sie das Motorrad genau so fahren, wie es von HRC kommt“, erklärt Jean D'Hollander, als wir uns an diesem Morgen 1989 in Zolder zum Fahrtermin treffen. „Ich habe versucht, den Werks-Motor noch etwas zu verbessern, aber die einzigen Teile, die wir dabei wirklich

selbst gemacht haben, sind die Ventillfedern. Alle anderen Teile stammen von Honda und wurden hier und da lediglich etwas modifiziert“, erklärt er weiter. Das Ergebnis konnte sich 1989 sehen lassen. In Paul Ricard etwa erreichte die RC30 genau dieselbe Höchstgeschwindigkeit wie die superschnelle Yamaha OW-01 von Fabrizio Pirovano, und auf dem ebenfalls sehr schnellen Österreicherling in Zeltweg vermochte Mertens sogar mit der Ducati-Rakete von Raymond Roche mitzuhalten. D'Hollanders Tuning-Philosophie, die Motor-Innereien so leicht wie möglich zu machen und die innere Reibung zu reduzieren schien also voll aufgegangen zu sein. Entsprechend gespannt sind wir auf die bevorstehende Probefahrt.

Charakteristisch für diese – wie auch viele andere rennfertig aufgebaute RC30 – ist das phänomenal breite Leistungsband und die gleichförmige Art, wie der wassergekühlte 90 Grad-V4 seine Leistung abgibt. Bereits unterhalb von 6000/min steht verwertbare Power zur Verfügung, und ab 8500/min setzt spürbarer Schub ein, der erst bei Erreichen der Drehzahlgrenze von 13800/min sein Ende findet. Seine Maximalleistung von 136 PS gibt der V4 bei exakt 13000/min ab.

Die schon erwähnte Art der Leistungsabgabe und das gute Durchzugsvermögen der RC30 kommen gerade hier in Zolder eindrucksvoll zur Geltung. Nach einem morgendlichen Schauer ist die Strecke nämlich noch etwas feucht, und nur ein paar Kurven sind bereits abgetrocknet. Hier hilft in entscheidendem Maße, dass sich die Honda praktisch mit derselben Leichtigkeit fahren lässt wie die Straßen-Version aus der heraus sie entwickelt wurde. Sehr feinfühlig geht das Triebwerk ans Gas, wunderbar zu dosieren und mit keinerlei Einbrüchen in der Leistungskurve, die möglicherweise zu heftigem Ausbrechen des Hinterrades führen könnten.

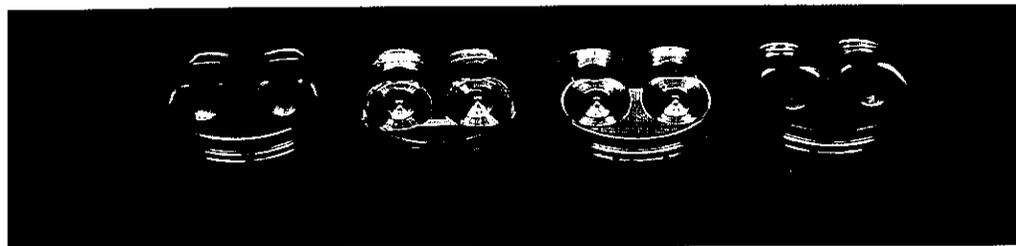
Bei dem Triebwerk, das D'Hollander für den heutigen Test eingebaut hat, handelt es sich um einen Motor, der speziell für enge, winklige Kurse wie Zolder präpariert wurde. Noch et-

was weniger Schwungmasse bedeutet noch bessere Beschleunigung, und spürbar legt das Triebwerk bei 10800/min nochmals energisch an Leistung zu, wohingegen seine anderen Rennmotoren bei 10000/min etwas sanfter an Leistung zulegen. Mit dem hervorragend zu schaltenden und sehr eng gestuften Kit-Getriebe von HRC ist es dementsprechend eine Freude, die RC30 für schnelle Gangart im leistungsfrächtigen Bereich zwischen 10000 und 13800/min zu halten.

Einen deutlichen Vorteil gegenüber den RC30, die für weitaufwendigere und schnellere Strecken präpariert sind, verschaffen auch die um 15 Millimeter kürzere HRC-Schwinge, die überarbeitete Lenkkopf-Geometrie und das aufgefütterte Sitzpolster, das eine deutlich höhere Sitzposition ermöglicht. All diese Punkte resultieren in einem leichtfüßigen Handling, das der RC30 in dieser Form sonst fremd ist. Fast schlagartig lässt sie sich selbst in engste Kurven hineinziehen und brilliert mit hoher Wendigkeit in schnellen wie langsamen Wechselkurven. Hier sind der steilere Lenkkopfwinkel, der kürzere Radstand von nur 1390 Millimeter und der reduzierte Nachlauf deutlich zu spüren.

Doch dies sind nicht alle Unterschiede, die die D'Hollander-Maschine von anderen RC30-Superbikes abheben. Auch die Bremse vorne ist etwas spezielles. AP-Lockheed-Vierkolben-Sättel sind hier mit Bremsscheiben von Brembo kombiniert, und die Wirkung ist fraglos beeindruckend. Wohl dosierbar, standfest und brachial verzögernd gehören diese Stopper zum besten, was ich bis zu diesem Tag jemals bewegen durfte.

Unterm Strich besitzt die D'Hollander-RC30 in diesen Tagen fraglos die Qualitäten zum Match-Winner. Dass alles anders kam, wissen wir heute. 1990 gewinnt Raymond Roche für Ducati die erste Superbike-WM, Fabrizio Pirovano wird mit der Yamaha OW-01 Vize-Weltmeister, und Stéphane Mertens belegt mit der D'Holda-Honda RC30 den dritten WM-Rang. Dieses Ergebnis bedeutet gleichzeitig den besten



■ Die Modell-Stadien der Eckert'schen Kolben-Entwicklung vom ursprünglichen 70er-Kolben links zum endfertigen 74er-Kolben rechts.

Endrang, den ein RC30-Pilot nach den beiden WM-Titeln 1988 und 1989 einfahren konnte, und fürderhin bedeutet es auch den Beginn der Ducati-Ära in der Superbike-WM. Die RC30 ist zu diesem Zeitpunkt an der Grenze ihrer Entwicklungsmöglichkeiten angekommen, und so stellt Stéphane Mertens' Maschine fraglos den technischen Höhepunkt der RC30-Geschichte dar.

Ein im Verein mit offenen Vergasern und einer durchsatzfreudigen Auspuffanlage derart optimierter Superbike-Motor sollte schließlich auch die Basis für die straßenzugelassene Eckert-RC30 bilden. „Allerdings wollte ich gerade für den Straßenbetrieb spürbar mehr Leistung und Drehmoment im unteren und mittleren Drehzahlbereich bekommen, denn die Leistungsentfaltung des reinrassigen Renntriebwerks war mir für meine Zwecke doch zu spitz“, erklärt Roland Eckert den Grundgedanken bei der Entwicklung des speziellen Motors.

Basis für die Leistungs- und vor allem Drehmomentkurve des mit 70 Millimeter Bohrung und 48,6 Millimeter Hub 749 cm³ großen Triebwerks war schließlich nur der Weg über eine Hubraumerhöhung. Unter Berücksichtigung aller technischen Gegebenheiten lag die sinnvolle technische Obergrenze für das Aufbohren bei 74 Millimeter Zylinderbohrung.

Mittlerweile seit mehr als 25 Jahren Tradition, erfolgte dieser technische Arbeitsgang wie fast alle Arbeiten im Eckert-eigenen Fertigungsbetrieb für Präzisionsteile. Allerdings konnte sich Eckert bei der Bohrungserhöhung nicht ledig-

lich darauf beschränken, die vorhandene, eingegossene Laufbuchse zu erweitern. Von dieser wäre bei 74 Millimeter Bohrungsmaß nämlich nur eine unregelmäßige, dünne und damit instabile Wandung übrig geblieben. Also fertigte er vier neue Laufbuchsen an, die am oberen Ende mit einem Bund versehen sind und in den verbliebenen Hals des ursprünglichen Zylinders eingeschrumpft wurden. Der freistehende Zylinderhals wurde entsprechend um die Bundstärke der Laufbuchse gekürzt. Diese Version wurde für die ersten Erprobungen eingesetzt.

Der Vorgang des Einschrumpfens der Grauguss-Laufbuchsen selbst erscheint recht simpel. Ziel ist es, ohne jeglichen mechanischen Zusatz eine steife und formschlüssige Verbindung zwischen der Laufbuchse und dem Motorgehäuse – in diesem Falle der Rest des verbliebenen Zylinders – herzustellen. Dazu macht man sich die unterschiedlichen Wärmeausdehnungen von Grauguss und Aluminium zunutze. Im Prinzip wird das Gehäuse beispielsweise in einem Backofen erwärmt, und die Laufbuchse etwa in flüssigem Stickstoff gekühlt. Dabei dehnt sich das Gehäuse aus, und die Laufbuchse zieht sich zusammen. Führt man die neue Laufbuchse nun ins Gehäuse ein, gleichen sich die Temperaturen der Bauteile an. Damit ist eine solide Verbindung hergestellt. Grundlage für die hierfür notwendigen Berechnungen bilden die Wärmeausdehnungskoeffizienten von Grauguss und Aluminium.

Das endgültige Zylindermaß erhielten die Laufbuchsen anschließend auf der Hohnmaschine. Parallel zu dieser Grauguss-Variante entwickelte Eckert aber alternativ auch eine Lösung mit leichteren, nikasilbeschichteten Aluminium-Laufbuchsen, die mit ihrer wesentlich dickeren Zylinderwandung eine deutlich höhere Radialstabilität aufweisen. Letzterer Punkt reduziert in erster Linie das „Arbeiten“ der Laufbuchse im Bereich der Zylinderkopfdichtfläche und verringert das Risiko einer Beschädigung der Zylinderkopfdichtung erheblich.

Neben dieser anspruchsvollen mechanischen Modifikation am RC30-Motorgehäuse musste Roland Eckert noch passende Kolben für die 74 Millimeter große Bohrung finden. „Leider fand sich aber kein geeigneter leichter Kolben eines bewährten Motors, den man hätte entsprechend modifizieren können. So blieb nur der Weg, die Kolben selbst zu entwickeln“, verrät Eckert schmunzelnd. Dazu fertigte er sich auf der Basis eines RC30-Superbike-Kolbens einen Musterkolben. Zunächst drehte er aus Aluminium eine Hülse mit 70 Millimeter Innen- und 74 Millimeter Außendurchmesser und stülpte diese über den originalen Kolben. Im Bereich des Kolbenbodens wurde dieser zusätzlich verschweisst. Außerdem erfolgte ein Schweißauftrag auf dem Kolbenboden, der die nachträgliche Bearbeitung des Kolbenbodens im

Hinblick auf eine optimale Brennraumform erlaubte.

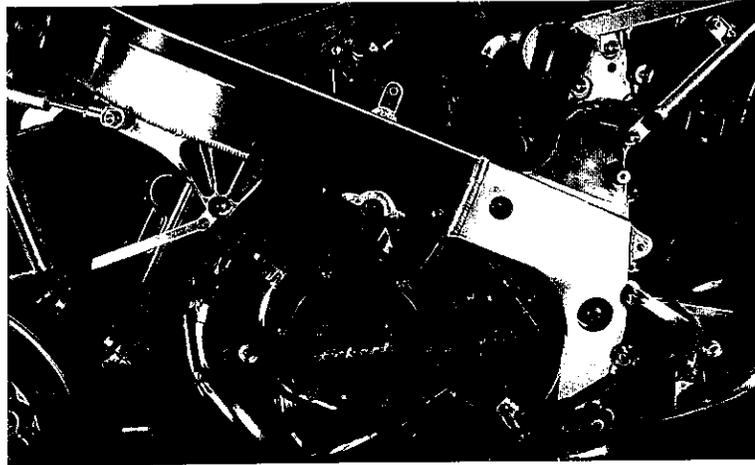
Auch hierzu bediente sich Roland Eckert wieder einer ganz speziellen Methode. Er nahm einen alten RC30-Motor und sägte an einem Zylinder ein 90 Grad-Element heraus und stellte damit praktisch einen Schnitt-Motor her. So war es möglich, den Kolben letztlich unter Berücksichtigung der Ventilöffnung optimal abzustimmen, und überdies konnte er so gleichzeitig erkennen, wo auch der Zylinderkopf-Brennraum noch Spielraum für Optimierungsarbeiten bot. Letzterer erhielt durch die 74 Millimeter-Bohrung eine breitere Quetschkante. „Der neue Brennraum erscheint viel homogener und glattflächiger als das Original, was in erster Linie dem Drehmoment zu Gute kommt. Drehmoment war ja auch mein Hauptziel bei dieser Entwicklung, und so verzichtete ich auch auf größere Ventile, die sich ja ohnehin nur in Form einer gesteigerten Spitzenleistung bei hoher Drehzahl als günstig erwiesen hätten“, erklärt der Techniker.

Die Kolben fertigte letztlich die in der Rennszene bekannte Firma Wahl in Stuttgart anhand des Eckert-Modells auf der Basis eines Kolbenrohrlings der ebenfalls in Stuttgart ansässigen Firma Mahle.

Neben diesen leistungsbestimmenden Arbeiten widmete sich Eckert aber auch der Lichtmaschi-



■ Für die 74er-Bohrung wurden auch die Brennräume entsprechend bearbeitet. Diese erhielten nun eine breitere Quetschkante.



■ Hinter dem eigens gefertigten Eckert-Magnesium-Deckel verbirgt sich die kleine HRC-Lichtmaschine der RC45, die die Schwungmasse deutlich verringert.

ne des V4-Aggregates. Um dem Motor spontanes Hochdrehen zu ermöglichen, entfernte er die Serienlichtmaschine mit dem großen und schweren Außenrotor, der gleichzeitig als zusätzliche Schwungmasse dient und ersetzte sie durch ein feines kleines Pendant aus dem HRC-Endurance-Rennkit für die RC45. Diese nicht einmal halb so große Lichtmaschine verfügt über einen sehr kleinen Innenrotor, was die Schwungmasse auf ein Minimum reduziert. Zur Montage dieses Rotors auf dem konischen Kurbelwellenstumpf der RC30 musste Eckert allerdings eine konische Ausgleichshülse für den größeren Konus des RC45-Rotors mit nur 0,4 Millimeter starker Wandung drehen. Wer jemals versucht hat, solch ein filigranes Teil zu fertigen, weiß, dass auch dies wieder eine sehr knifflige Aufgabe war. Für den kleinen äußeren Stator fertigte Roland Eckert schließlich eigens einen Gehäusedeckel aus Magnesium, der in Punkto Design dieser technischen Änderung den letzten Schliff gab.

„Damit war das Projekt aus Sicht der mechanischen Arbeiten eigentlich beendet, und ich war sehr gespannt, wie sich der aufgebohrte Motor auf dem Prüfstand benehmen würde“, erzählt Roland Eckert. Nach dem Zusammenbau folgten aber zunächst rund 250 Kilometer zum Einfahren sowie zur Vergaserabstimmung, um einerseits das nagelneue Triebwerk nicht gleich auf

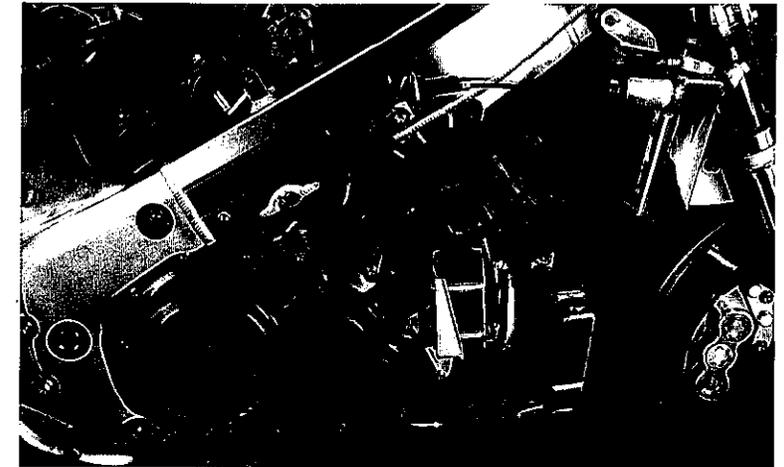
dem Prüfstand zu schädigen sowie andererseits natürlich das Leistungsverhalten des Motors nach der Hubraumerhöhung selbst zu beurteilen.

„Bereits nach wenigen Kilometern wusste ich, dass ich auf dem richtigen Weg war, denn im Vergleich zum Renntriebwerk bot der überarbeitete Motor gerade im mittleren Drehzahlbereich sehr viel mehr Leistung. Das konnte eine Prüfstandsmessung eigentlich nur noch bestätigen“, freut sich Eckert über das Ergebnis dieser aufwendigen Arbeit.

Enorme 151 PS Spitzenleistung, das sind gut fünf Prozent mehr als das Superbike-Renntriebwerk, ergaben sich aus der Hubraumerhöhung von 87 cm³, und das sind wiederum etwas mehr als elf Prozent. Außerdem, und ihm noch viel wichtiger, steigerte Eckert das Drehmoment über den gesamten Bereich.

Müßig ist nun eher, über die Fahrleistungen der Maschinen zu berichten. Das Serienmotorrad rennt etwa 230 km/h Endgeschwindigkeit, wohingegen sich die Rennmaschine bei den Superbike-WM-Läufen in Hockenheim zu 280 km/h aufschwung. Das straßenzugelassene und etwa gleich schwere Entwicklungsmotorrad ist angesichts von sechs bis acht PS Mehrleistung nun für rund 290 km/h gut. „Viel schwerer wiegt aber die hervorragende Fahrbarkeit des Motors aufgrund seiner gleichmäßigen

■ Wie immer bei einer Eckert-Maschine besticht auch die 836er beim Blick auf die Details. Wahre Schmankerln für Technikfans bietet sie zuhauf.



Kraftentfaltung. Seine Stärke ist ganz klar die Beschleunigung unten heraus“, relativiert Eckert die eher philosophischen Betrachtungen über erzielbare Höchstgeschwindigkeiten.

Einen hohen Einfluss auf die Fahrbarkeit eines Motorrades hat vor allem auch die Vergaserabstimmung des Motors. Dieser Umstand wird umso wichtiger, je stärker das Antriebsaggregat ist. Aus diesem Grunde widmete sich Roland Eckert auch nachhaltig penibler Abstimmungsarbeit auf dem Prüfstand und im Fahrbetrieb. „Zunächst nahm der Motor im Bereich von 7000/min schlecht Gas an. Dies war bedingt durch den für den reinen Rennbetrieb abgestimmten Kit-Vergaser. Zugunsten des letzten Quäntchens Spitzenleistung verzichtete Eckert bei der damaligen Vergaserabstimmung ganz bewusst auf kurrative Maßnahmen für dieses Symptom, denn der im Rennbetrieb relevante Leistungsbereich liegt ohnedies bei 9000 bis 13200/min. „Zwar ließ sich der ruppige Übergang bei 7000/min im Fahrbetrieb auf der Straße analog zum Betrieb auf der Rennstrecke durch die Wahl eines niedrigeren Ganges kompensieren, aber störend ist es doch allemal“, berichtete Roland Eckert.

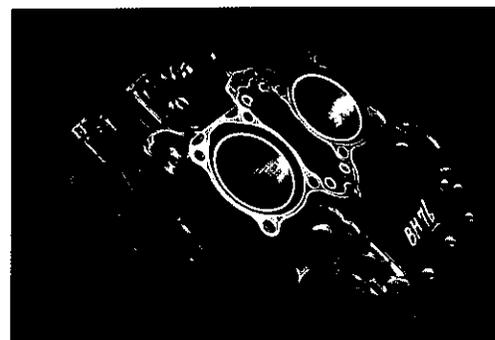
Bei der Suche nach der idealen Vergaserbatterie kamen prinzipiell vier Varianten in Frage. Einmal die herkömmlichen Serienvergaser, die

mit ihrem kleinen Luftfilterkasten einer leistungsfreundlichen Beatmung des Vierzylinders aber im Wege standen und deshalb von vorne herein als untauglich eingestuft wurden.

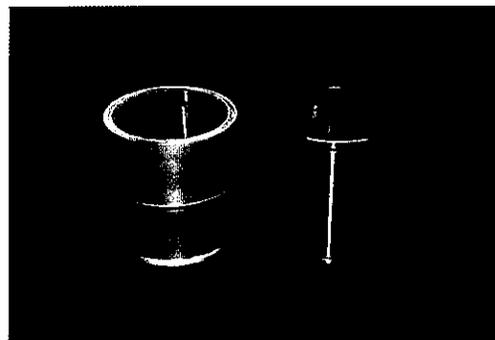
Alternative zwei bildeten vier 39 Millimeter große Keihin FCR-Flachschieber-Vergaser. Bauartbedingt ließen sich über diese Einheit zwar sechs bis acht PS mehr Spitzenleistung in das Triebwerk einhauchen, doch im Gegensatz zu den sehr weich ansprechenden Gleichdruckvergäsern erfolgt der Leistungseinsatz bei dieser Variante generell härter und ungestümer. Außerdem produzieren Flachschiebervergaser einen unkultivierten Leerlauf.

„Da mir größtmögliche Fahrbarkeit und damit ein seidenweiches Ansprechen des Motors in jedem Drehzahlbereich wichtiger war als einige PS Spitzenleistung, blieben letztendlich nur die Superbike-Vergaser als Alternative übrig“, erklärt Roland Eckert. Aus Gründen der Lärmemission, und um dem Motor ein möglichst langes Leben zu bescheren, kamen diese Vergaser aber nicht in ihrer offenen Version zum Einsatz, sondern erhielten einen großen Plattenluftfilter des amerikanischen Herstellers K&N, der neben ausgezeichneter Filterwirkung auch einen vorzüglichen Luftdurchsatz bietet.

Der Motor lief im Urzustand der Superbike-Vergaser vor allem im unteren und mittleren Dreh-



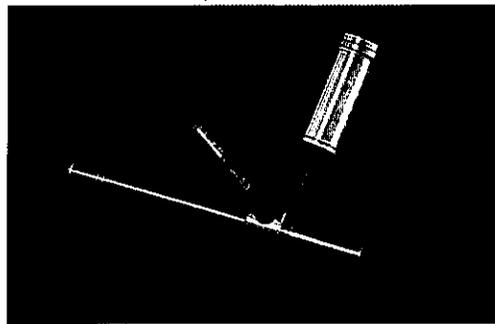
■ Die für den Einzug der 74er-Büchsen vorbereiteten Zylinder.



■ Stahl-Laufbüchse rechts und Alu-Nikasil-Pendant links.



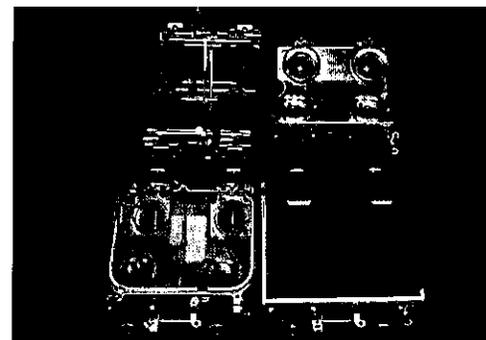
■ Neuer 836er-Kolben mit aufgesetzten Ventilen.



■ Spezialwerkzeug zum Einziehen der Laufbüchsen ins Gehäuse.

zahlbereich zunächst zu fett, und ein schlechtes Ansprechen auf die Befehle der Gashand waren die Folge. Durch kleinere Leerlaufdüsen und dickere Düsenadeln für die Gasschieber der Gleichdruckvergaser wurde dies aber rasch behoben. „Die Hauptdüse beliees ich aber nahezu im Originalzustand der Rennversion, denn unter Vollast empfiehlt es sich stets, mit etwas fetterem Gemisch die Verbrennungstemperatur in gesunden Grenzen zu halten“, erklärt Eckert. Überdies realisierte Roland Eckert eine technische Lösung, die ihm schon länger vorschwebte. „Bereits 1990, als wir in der DM und WM noch Rennen fuhren, überlegte ich mir, wie ich einen leistungsfreundlicheren Luftfilterkasten, ei-

ne Airbox, realisieren könnte. Schließlich landete ich gedanklich bei einem Ansaugsystem, wie es seit einigen Jahren im Superbike-Rennsport gemeinhin üblich ist.“, berichtet der kreative Techniker. Das Prinzip dieser Airboxen sieht mittlerweile die Kapselung der kompletten Vergaserbatterie vor. Dies zahlt sich besonders unter dem Aspekt der Kühlung aus, denn oftmals heizten sich die Vergaser in der Vorzeit durch die Motorabwärme extrem auf, Dampfblasenbildung und daraus resultierendes schlechtes Ansprechverhalten gepaart mit Leistungsverlust waren die Folge. Außerdem ging man bei der Konstruktion der Airboxen unisono dazu über, die Luft im Bereich des Verklei-



■ Vier Vergaser-Varianten von 39er-Keihin-Flachschiebern (o. li.) über 38er-Gleichdruck (o. re.), die Superbike-Vergaser von 1989/1990 (u. li.) sowie rechts unten mit Platten-Luftfilter.



■ Schwere Original-Lichtmaschine (li.) und leichtes RC45-HRC-Teil rechts.

dungsoberteils ansaugen zu lassen. Dies verhinderte erfolgreich, dass dem Motor warme anstatt kühle und damit leistungsfördernde Ansaugluft zugeführt wird.

Freilich ist es gerade unter dem handwerklichen Aspekt keine Kleinigkeit, eine derartige Airbox nebst Luftzuführung zu konstruieren und herzustellen, und deshalb will ich auf Eckerts Vorgehensweise in diesem Punkt etwas näher eingehen. Basis für die spätere Airbox bildete ein Positiv-Modell, das es zunächst zu entwickeln galt. Dazu verwendete Eckert eine bereits vorhandene Vergaserwanne aus Glasfaserlaminat als Basis. Die Formgebung des Ansaugkanals nach vorne zur Unterkante des Verkleidungsoberteils empfand er mit gebogenem und verlötetem Schweissdraht nach, der nach und nach ein regelrechtes Gitterdrahtwerk ergab. Später wurde das filigrane Tragwerk mit Modellschaum ausgefüllt, mehrfach gespachtelt und geschliffen. Für die Herstellung der endgültigen Airbox stellte er aus GfK eine Negativform her. In dieser wiederum entstand schließlich aus Kohlefaserlaminat im Autoklaven (Hochdruckofen) des Carbon-Spezialisten CFP Driesch im pfälzischen Neustadt das endgültige, superleichte und stabile Formteil.

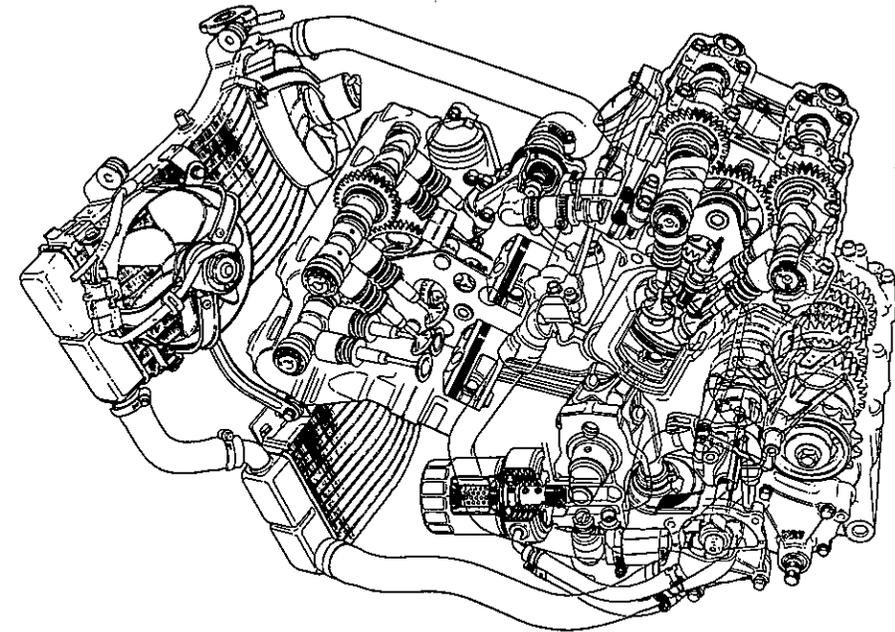
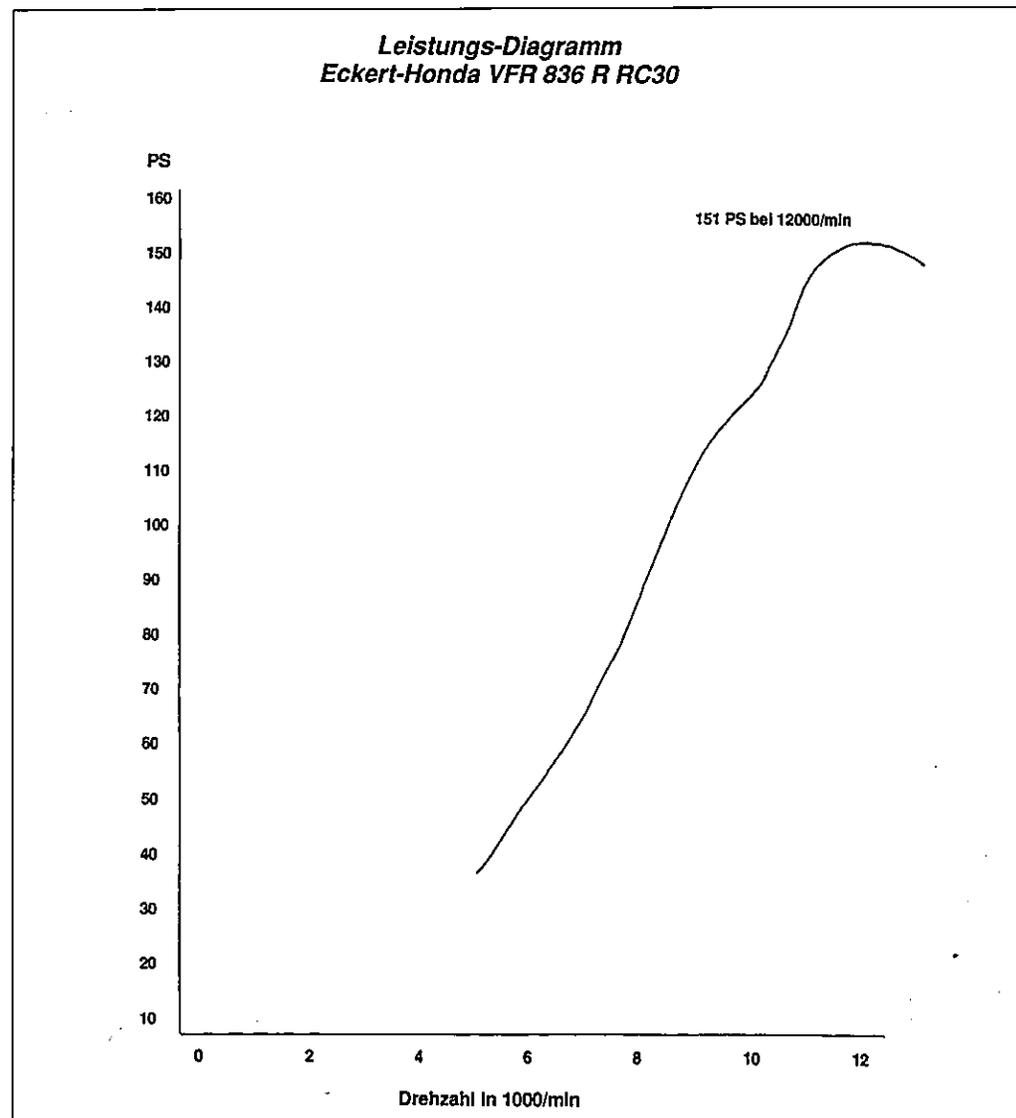
Neben dem erwähnten Kühlungsvorteil für die Vergaserbatterie addierte sich durch Montage der Airbox aber freilich auch der bekannte Ram-Air-Effekt, der im Hochgeschwindigkeitsbereich für einen leichten Staudruck und damit für verbesserte Füllung sorgt. Druckmessungen bei verschiedenen Superbike-Rennmaschinen haben Überdruck-Werte im Bereich von 20 bis 30 mbar bei einer Geschwindigkeit von 250 km/h ergeben. Auch das System der Eckert-Honda bewegt sich in diesem Bereich.

Zum Abschluss dieser umfangreichen Motorüberarbeitung spendierte Roland Eckert dem thermisch höher belasteten Triebwerk auch noch einen größeren zweiten Wasserkühler im Verkleidungskiel. Dieser stammte ursprünglich aus der Superbike-Basismaschine RVF 750 RC45 und musste für die Montage an der RC30 an den Seiten schmaler gemacht werden. Dies erfolgte durch Heraustrennen von schmalen Streifen im Blechmantel der seitlichen Wasserkästen des Kühlers und anschließendem Zusammenschweißen im WIG-Verfahren.

Eine weitere Änderung des Kühlsystems betraf den oberen, unterhalb des Steuerkopfes montierten Kit-Kühler. Um die bereits beschriebene Luftzuführung der Airbox nach vorne zum

Verkleidungsoberteil hin zu realisieren, bedurfte der Wasserkühler einer entsprechenden Aussparung. Dazu sägte Eckert einige Wasserkanäle nebst zugehöriger Kühllamellen heraus und verschweisste die Schnittstellen wieder. Selbstverständlich prüfte er beide Kühler nach diesen Arbeiten mittels Abpressen unter einem Überdruck von 0,5 bar im Wasserbad auf Dichtigkeit. Wie die späteren Testfahr-

ten zeigten, verbesserte sich der thermische Haushalt des erstarrten Triebwerkes sogar etwas. Die Leistungssteigerung wurde durch den Einbau des größeren RC45-Kühlers mit deutlich höherer Wärmekapazität also überkompensiert. Je nach Außentemperatur zeigte das Wasserthermometer gesunde 60 bis 75 Grad an, was als optimaler Arbeitsbereich für einen wassergekühlten Viertakter gelten darf.



■ Blick in das aufwändig konstruierte V4-Triebwerk der Honda RC30.

Technische Daten

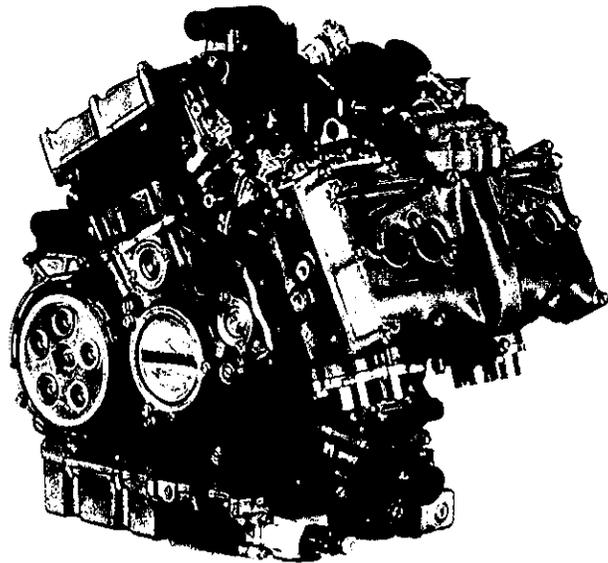
Honda VFR 750 RC30- / Eckert-VFR 836 R RC30-Motor	
Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Vierzylinder-Viertakt-90 Grad-V-Motor mit zwei oben liegenden Nockenwellen je Zylinderpaar
Bohrung	70 / 74 mm
Hub	48,6 mm
Hubraum	748 / 836 cm ³
Max. Leistung	Bis zu 143 / 151 PS bei 13000/12000 min (Serien-Motor: 100 PS bei 11000/min)
Max. Drehmoment	Über 85 Nm (Serien-Motor: 69 Nm bei 10500/min)
Verdichtung	12,4:1 (Serien-Motor: 11:1)
Gemischaufbereitung	Vier Keihin-Gleichdruckvergaser
Venturi-Durchlass	35,3 / 39 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	24,5 / 28 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	9,0 / 9,0 mm
Motor-Gewicht	67 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Sechsganggetriebe
Kupplung	Hydraulisch betätigte Ölbadkupplung
Baujahr	1988-2000

Honda-Ovalkolben-Motoren NR 500/
NR 750 R / NR 750

Bilder aus der Wissenschaft

Hochtechnologie pur setzte Honda 1979 bei der Rückkehr in den Grand Prix-Sport ein. Mit der Ovalkolben-Honda NR 500 und acht Ventilen pro Zylinder wollte man den Zweitakt den Kampf ansagen, was nicht gelang. Später brillierte dieses Konzept nochmals in Form des Endurance-Prototypen NR 750 R sowie dessen Serien-Ablegers NR 750.

Als Honda 1960 den Einstieg in den Grand Prix-Sport anvisierte und erste Erfahrungen bei der TT auf der Isle of Man sammelte, belächelten viele Insider das Unterfangen der Japaner. Doch Honda blieb die richtige Antwort alles andere als schuldig und stellte ein Jahr später den 125er- und 250er-Weltmeister. Bis 1967



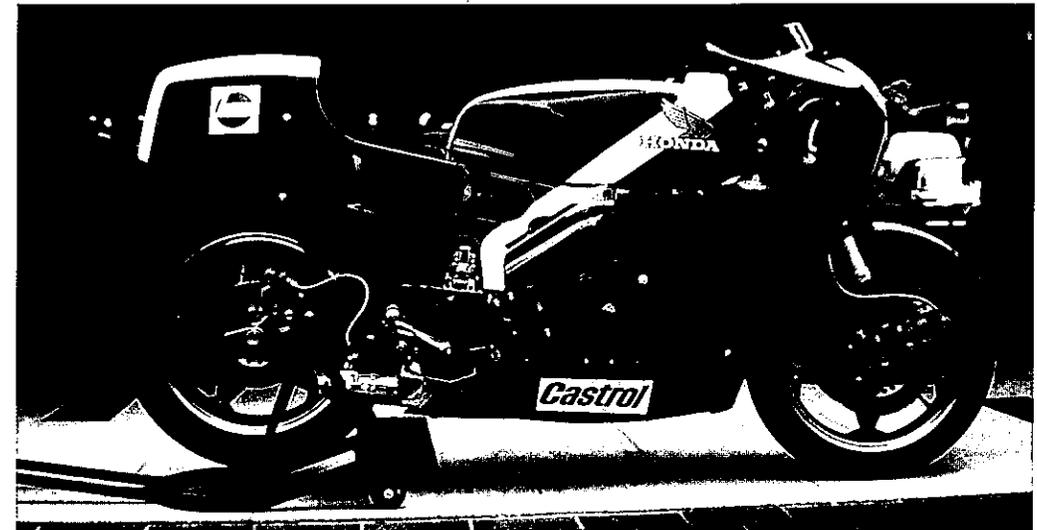
hielt dann die Erfolgsära an, die dem japanischen Werk 16 Weltmeistertitel bescherte. Dann zog sich Honda 1967 aus der Grand Prix-Szene zurück.

Über zehn Jahre dauerte die Abstinenz, bevor man sich in Japan zur Rückkehr in den Motorrad-GP entschloss. Honda-Präsident Kyoshi Kawashima signalisierte Ende 1977 der FIM (Fédération Internationale Motocycliste) die Bereitschaft, sich wieder im Grand Prix-Rennsport zu engagieren; dies allerdings nur, wenn die geltenden Geräuschbestimmungen für Viertakter neu überdacht würden.

Was dahinter steckte: Ende 1976 wurde die Geräuschgrenze für Grand Prix-Maschinen auf 110 dB(A) festgelegt – den Donner der Viertakt-MV Agustas maß man zu dieser Zeit noch mit 135 dB(A). Dieser Einschnitt bedeutete automatisch das Aus für Viertaktmotoren, da sie diesen Beschneit weit weniger klaglos als Zweitakter wegzustecken vermochten. Honda aber wollte in guter Tradition mit einem Viertakter auf die Grand Prix-Kurse dieser Welt zurückkehren. Also erließ die FIM auf ihrem Weltkongress in Posen im Herbst 1978 Marscherleichterung für die Viertakter: 115 dB(A) durften sie fortan laut sein.

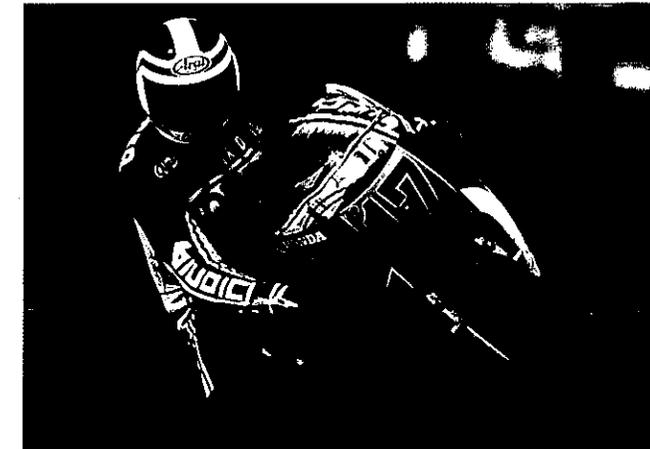
Dies war für Honda der Startschuss zu einem gigantischen Rennsport-Projekt, das alleine für die Entwicklung des Motorrads runde 10 Millionen Dollar verschlang. „Nach Plan“, wie der damalige Honda-Grand Prix-Chef Soichiro Irimajiri versicherte, fuhren bis Mitte Mai 1979 nur Ingenieure der Forschungs- und Entwicklungsabteilung die Prototypen, ehe dann der 350er-Weltmeister von 1977, Takazumi Katayama, und der Brite Mick Grant Testfahrten auf dem Honda-eigenen Kurs in Suzuka unternahmen.

■ Die so genannten „2X“- und „3X“-Motoren von 1981 und 1982 besaßen den Nockenwellenantrieb in der Mitte und nicht mehr rechts auf der Primärseite. Der Zylinderwinkel betrug nun auch 90 anstatt 100 Grad.



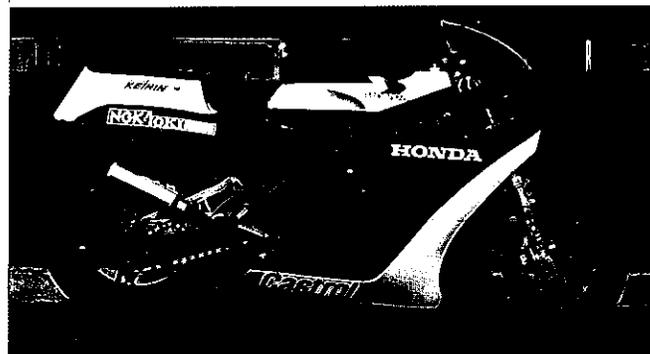
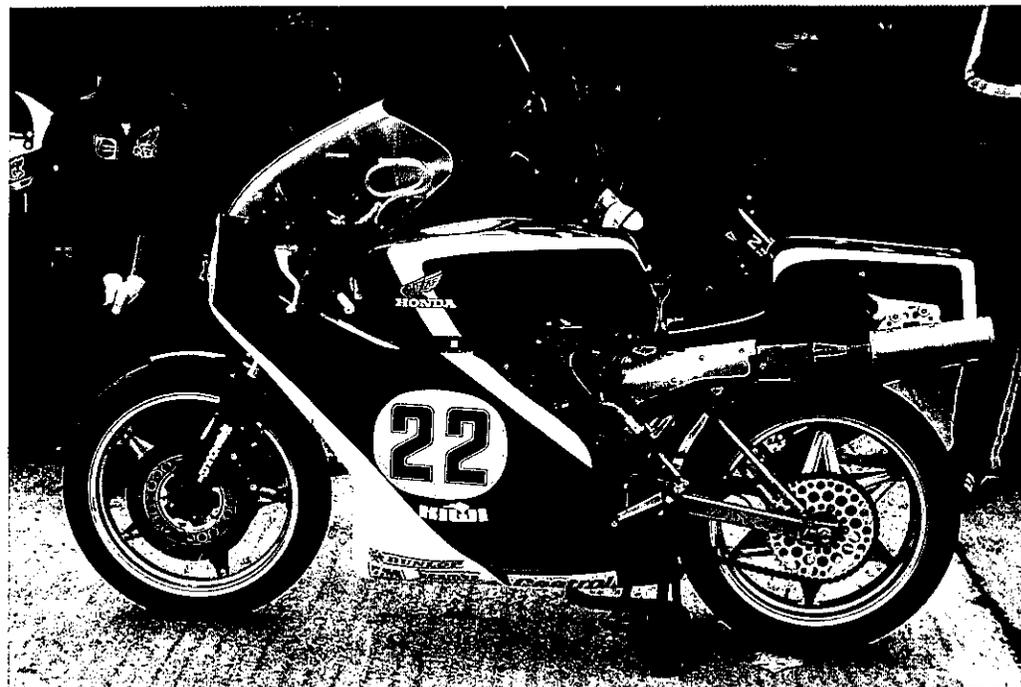
■ Mit dieser „OX“-Version kehrte Honda 1979 in Silverstone auf die Grand Prix-Bühne zurück. Die Leichtmetallverkleidung fungierte als volltragendes Chassis-Element.

Doch der erste angekündigte Start für den GP von Holland wurde nochmals verschoben. Erst beim WM-Lauf am 12. August 1979 in Silverstone kam die NR 500 „OX“, wie der Viertakter inklusive dem internen Kürzel hieß, zum Einsatz. Mick Grant schwang sich nach dem Schiebestart in den Sattel der rot-blau-weiß lackierten Werks-Honda und donnerte los, als das restliche Feld, angeführt vom Holländer Wil Hartog auf seiner Square-four-Suzuki, bereits außer Sichtweite war. Trotz freier Bahn – weit kam Grant nicht. Bereits im zweiten Gang verstummte der brummige V4 schlagartig, und eine blaue Ölwolke kündete vom kapitalen Motorschaden. Grant rutschte auf seinem eigenen Öl aus, schlitterte von der Bahn, und die sündhaft teure Werks-Honda ging in Flammen auf. Sein koreanischer Team-Kollege Takazumi Katayama kam ebenfalls nur drei Runden weit – dann streikte die Vorderradbremse. Das unrühmliche Ende einer revolutionären Premiere. Kernproblem der NR 500 war es, konkurrenzfähige Leistung bei zwangsläufig höherem Maschinengewicht realisieren zu müssen. Etwa 130



■ „Fast“ Freddie Spencer 1981 auf der „2X“-Version.

PS leisteten seinerzeit die besten Zweitakt-500er von Suzuki und Yamaha. Honda brachte die NR 500 aber lediglich auf 115 PS bei 17 500/min. Die Schwierigkeit, sich mit dem aufwendigen Viertakter in die Zweitakt-Phalanx zu katapultieren, wurde von Rennen zu Rennen deutlicher.



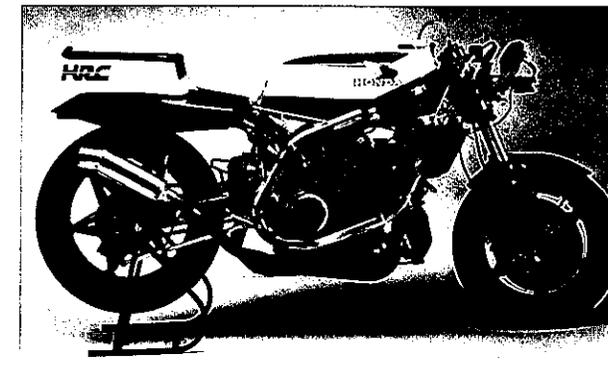
■ Der „2X“-Typ von 1981 mit erneut völlig neuem Rahmen nebst Federelementen und Bremsen.

Mangelndes Engagement als Grund für die Erfolglosigkeit der geheimnisumwitterten GP-Honda konnte Honda aber niemand vorwerfen. Das technisch Machbare auf dem Viertaktsektor hatten sie auf zwei Räder gestellt. Von Platendrehchiebern anstatt eines herkömmlichen

■ Bei der „1X“-Version von 1980 setzte Honda bereits wieder auf ein konventionelles Fahrwerk.

Ventiltriebs war in Insiderkreisen die Rede, von sechs Ventilen pro Zylinder sprachen manche Journalisten. Doch all dies waren wilde Spekulationen – Honda ließ die Katze erst viel später aus dem Sack.

Beim „OX“-Vierzylinder-Triebwerk der NR 500 handelte es sich um einen wassergekühlten V-Motor mit 100 Grad Zylinderwinkel und quer zur Fahrtrichtung liegender, voll nadelgelagerter Kurbelwelle. Die Abweichung vom traditionellen Zylinderwinkel von 90 Grad ergab sich aus dem Wunsch, den Vergasern möglichst viel Platz zu schaffen. Der Versatz der Hubzapfen zueinander betrug null Grad. Die Realisierung maximaler Spitzenleistung erforderte extreme freie Ventilquerschnitte, und nach dem Motto „je mehr Ventile, desto größer die freie Querschnittsfläche“ entstand ein ovaler Brennraum



■ „3X“-Version von 1982 mit Aluminium-Brückenrahmen und 135 PS bei 18500/min.

„OX“-, „1X“ und „2X“-Motoren, sowie in der letzten „3X“-Stufe mit 30 Millimetern Durchmesser, Beschleunigerpumpen zur Gemischanreicherung sowie hartverchromten Flachschiebern. Wie Takeo Fukui, der damalige Entwicklungschef des NR-Projektes angab, brachte ihn eine Verkehrsampel auf der morgendlichen Fahrt ins Büro auf die Idee, den Ovalkolbenmotor zu bauen. „Warum muss denn ein Kolben rund sein?“, fragte er sich. „Wenn zwei oder mehr runde Kolben, ähnlich wie bei einer Verkehrs-

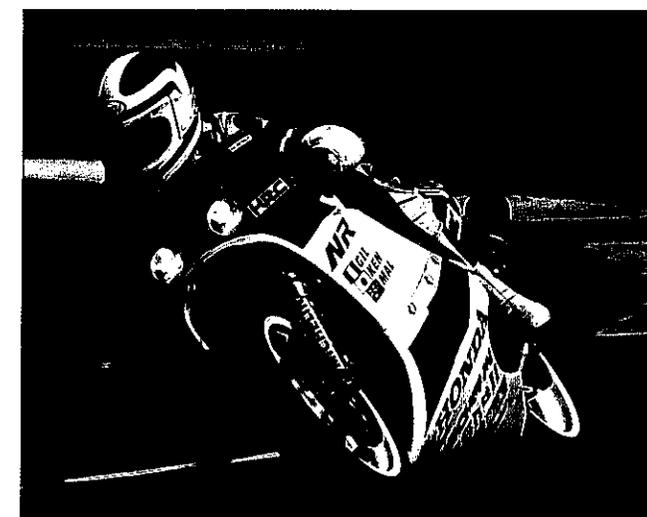
mit vier 19,5 Millimeter großen Einlassventilen aus Titan und vier 17,5 Millimeter großen Auslasspartnern aus hochwarmfestem Stahl sowie zwei Acht-Millimeter-Zündkerzen. Die Schaftdicke der Ventile im Zweipfennigstück-Format betrug zarte 3,8 Millimeter; die beiden einteiligen Zylinderköpfe waren zunächst aus Aluminium, später aus Magnesium gefertigt und beherbergten Bronze-Ventilsitze.

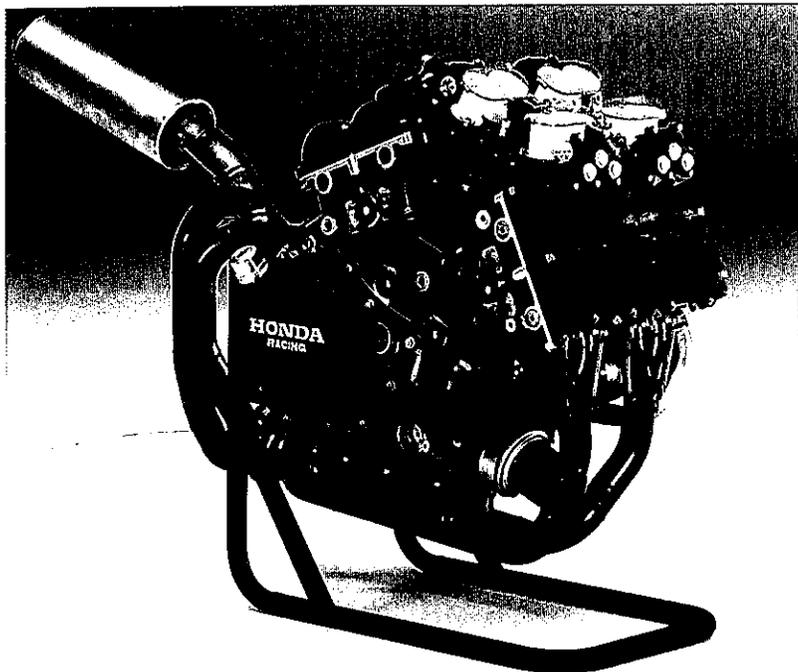
Die Betätigung der Ventile, die im Winkel von 38 Grad zueinander standen, erfolgte zur Überraschung vieler Experten konventionell über zwei oben liegende und via Stirnräder angetriebene Nockenwellen pro Zylinderpaar. Bei der ersten „OX“-Motorversion befand sich der Nockenwellenantrieb noch auf der rechten Primärseite; wie auch bei der Entwicklungsstufe „1X“ (1980). Erst die späteren „2X“- und „3X“-Entwicklungsstufen von 1982 hatte ihn in der Mitte. Wer mutmaßte, Honda müsse angesichts der anfangs anvisierten Drehzahlen von fast 20 000/min auf eine andere Steuertechnik ausweichen, wurde nachhaltig eines Besseren belehrt.

Auch die Kolben und die Zylinderbohrungen fielen oval aus. Die 93,4 Millimeter langen und 41 Millimeter breiten Kolben mit zwei Kompressionsringen und einem Ölabbstreifer übertrugen ihre Kraft über einen elf Millimeter dicken Kolbenbolzen und jeweils zwei Pleuel auf die Kurbelwelle. Der Hub des V4 war entsprechend kurz: Nur 36 Millimeter bewegten sich die Kolben auf und ab. Die Zylinderlaufbüchsen waren nicht, wie oft angenommen, mit einer Beschichtung versehen. Bei ihnen handelte es sich um Exemplare aus Stahlguss.

Die Frischgas-Aufbereitung übernahmen vier aus Magnesium gefertigte Keihin-Doppelvergaser mit zunächst 26 und später 28 Millimeter in den

■ Beim Debüt 1987 schockierte die NR 750 R die Konkurrenz mit Startplatz 2. Mit 157 PS bei 15500/min ließ sie die Konkurrenz auf den Geraden einfach stehen.

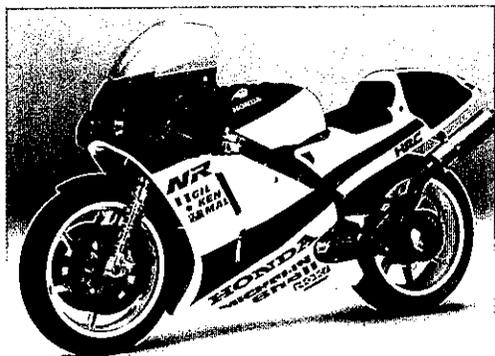




■ Selbst im Langstrecken-
Trimm prözte der NR 750
R-V4 mit 157 PS.

ampel, zu einem Oval zusammengefasst werden, handelt es sich im Sinne des Reglements immer noch um einen einzigen Kolben. Er bietet den Konstrukteuren aber die Möglichkeit, genauso viele Ventile darüber anzuordnen wie bei einem Achtzylinder“.

Zwar bereitete der Motor auf dem Gebiet der Kolbenringe anfangs große Probleme, doch man bekam die Schwierigkeiten mit der Abdichtung rasch in den Griff und konnte auf Lei-



stungssuche gehen. Beim Debut 1979 in Silverstone trat Honda noch mit 115 PS an. Dies bedeutete ein Leistungsdefizit von etwa 15 bis 20 PS gegenüber den stärksten Zweitaktern und war einerseits der Grund für die mangelhafte Konkurrenzfähigkeit der NR 500, deren Initialen sich von „New Racer“ ableiteten. Neben dem schieren Leistungsproblem hatte man anfangs auch Malheur mit dem Ventiltrieb. Drehschwingungen zerstörten die Zahnräder des Nockenwellenantriebs, sobald längere Zeit über 14000/min gedreht wurde. Nach und nach entwickelte Honda Antriebsdämpfer, die bis 20500/min tauglich waren. Für die Fahrer stellte sich zu Beginn das Problem des schmalen nutzbaren Leistungsbandes. Später, als es verbreitert wurde, zog der Motor hingegen be-

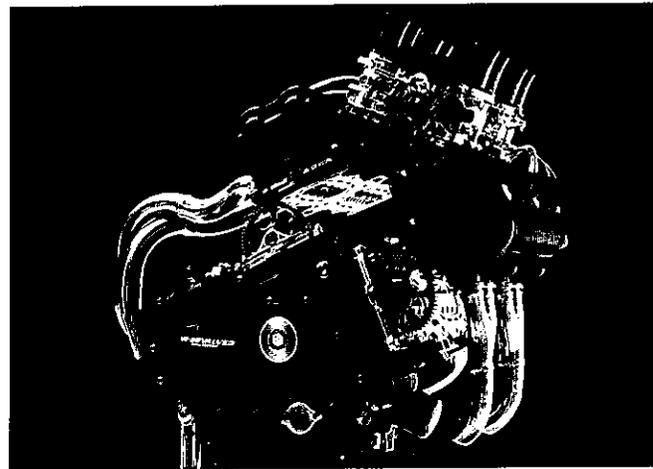
■ Formgebung und Chassis der NR 750 R orientierten sich stark an den damaligen RVF-Rennmaschinen.



■ Glatte 100.000 Mark verlangte Honda Ende 1991 für die NR 750, den Serien-Ableger der NR 750 R-Rennmaschine.



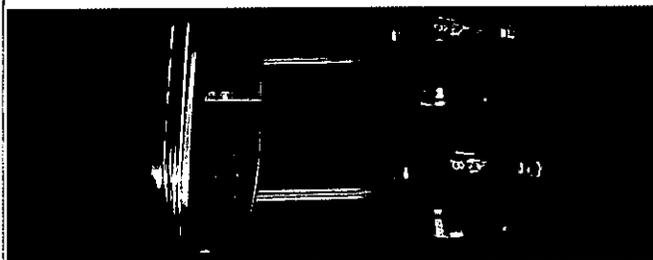
■ Während der 125-PS-Motor der NR 750 sich als äußerst harmonischer Antrieb erwies, litt das Fahrwerk unter seiner viel zu weichen Abstimmung.



■ **Demonstrationsmodell des NR 750-V4. Der Stirnradantrieb für die Nockenwellen saß bereits rechts.**



■ **Der Kolben maß 101,2 x 50,6 mm.**



■ **Kolben und Pleuel wogen zusammen 571 g.**

reits ab 8000/min so stark, dass wiederum die Reifen überfordert waren.

Aber auch das Fahrwerk bereitete den Honda-Ingenieuren im Anfangsstadium erhebliches Kopfzerbrechen. In revolutionärer Aufbruchstimmung schuf der Ingenieursstab für die erste Rennversion 1979 ein Monocoque-Chassis, bei dem die Vollverkleidung aus Aluminium gefertigt war, sämtliche Aufnahmen für Schwinge, Motor und Lenkkopf beinhaltete und tragende Funktion übernahm. Die Teleskopgabel arbeitete nach dem Upside-down-Prinzip, bei dem das herkömmliche Gabelkonzept umgedreht wurde und sich die ehemaligen Standrohre nun unten befanden. Um das Ansprechverhalten durch die Verringerung der Losbrechmomente zu verbessern wanderten die Dämpferkartuschen samt der Federn nach außen und erlaubten so gleichzeitig schnelle Abstimmungsänderungen. So revolutionär das Konzept zweifellos war, so problematisch war es in der Praxis, und Honda rückte bereits 1980 davon ab. Den grundlegenden Änderungen fielen auch die 16"-Räder zum Opfer, die durch konventionelle 18-Zöller ersetzt wurden. Im Juni 1980 konstruierte man einen Doppelschleifen-Brückenrahmen aus Stahlrundrohr, der bei Maxton in England gefertigt wurde, aber schon im September setzte das Honda-Team auf ein selbstgefertigtes Rohrwerk. Die Entwicklungsschritte am Fahrwerk beschränkten sich in dieser Phase auf die Feinabstimmung konstruktiver Details. Rückte man 1980 beispielsweise noch mit einer vernickelten Cantilever-Stahlschwinge und Brembo-Zweikolbenbremsen sowie einer Marzocchi-Gabel aus, setzte man 1981 bereits auf eine Leichtmetallschwinge, eine aufwendiger gefertigte Gabel sowie Nissin-Vierkolbenbremsen. In diesem Jahr reduzierte man auch den Zylinderwinkel beim „2X“-Vierzylinder auf 90 Grad und ordnete die Einlasskanäle steiler an.

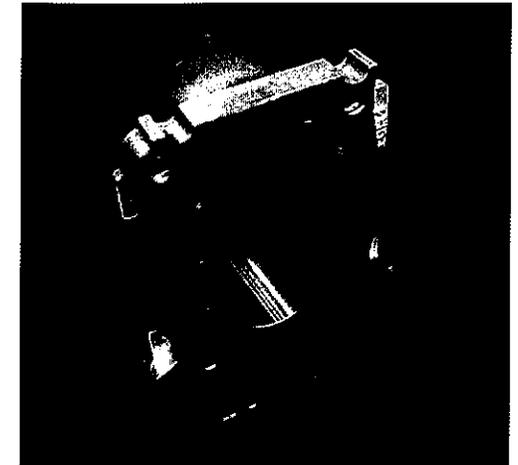
Im letzten Rennjahr 1982 verpflanzte die NR-Crew den mittlerweile auf 135 PS bei 18500/min erstarkten, nur 50 Kilogramm schweren Vierzylinder schließlich in ein Dop-

pelschleifen-Brückenchassis aus Aluminium-Strangpressprofilen mit fünfeckigem Querschnitt.

Aber auch dieser letzten im Rennsport eingesetzten Version blieb der Erfolg versagt. Das beste Resultat erzielte der Brit „Rocket“ Ron Haslam beim GP von Belgien, bei dem er auf Rang elf einlief. Außer einigen Siegen in der japanischen Meisterschaft, wie zum Beispiel erstmals unter Testfahrer Kengo Kiyama und sporadischen guten Trainingszeiten war die NR 500 zum Fehlschlag geworden, wanderte ins Museum und diente fortan als Technologieträger bei der Erprobung neuer Techniken sowie neuartiger Werkstoffkonzepte. Aus dem NR 500-Projekt leitete sich beispielsweise Hondas TRAC-Patent ab – ein Anti-Dive-System, das beim Bremsen das Eintauchen der Gabel verlangsamte und 1982 bei der VF 750 S in die Serie einfließt. Ebenso präsentierte Honda 1984 eine NR 500 mit Doppelschleifen-Brückenrahmen, Rädern und Bremsen aus Kohlefaser.

Für den Serienbau war die im Sport so erfolgreiche Viertaktmaschine dennoch ein ungeheuer wichtiger Schritt, läutete sie doch die V4-Ära bei Honda ein. Außerdem erfuhr die Investition von angeblich 30 Millionen Dollar in das NR-Projekt noch zweimal nachträgliche Rechtfertigung: Die Endurance-Rennmaschine NR 750 R wie auch das spätere Serienmodell NR 750 stammten vom Urvater NR 500 ab. Zwar erlangten auch sie nie eine große Bedeutung in sportlicher oder kaufmännischer Hinsicht, aber sie setzten technisch gesehen Zeichen: Erstmals nämlich gelang es, einen Viertaktmotor ohne Aufladung zu konstruieren, der eine Literleistung von 270 PS realisierte. Heute, lange nach dem Startschuss zur NR 500 erreichen selbst die Motoren der Formel 1-Renner kaum mehr.

Die Geschichte der potenziell schlagkräftigsten V4-Rennmaschine von Honda ist rasch erzählt, bezieht sie sich im Grunde nämlich nur auf ein einziges Rennen: die 24 Stunden von Le Mans 1987. Dort demonstrierte Honda mit der Ovalkolben-Rennmaschine NR 750 nochmals ein-

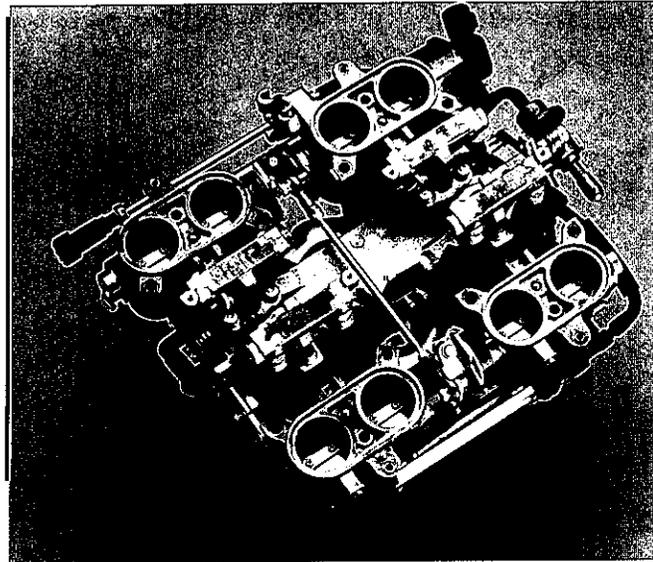


■ **Zylinder der Serien-NR 750.**



■ **Aufwändiges NR 750-Kassettengetriebe.**

druckvoll, was das Werk technisch zu leisten vermochte, wenn es nur wollte – oder durfte. Zwar fiel das Werksteam mit Nemoto / Campbell / Roy bereits nach drei Stunden aufgrund



■ Während die NR 750 R noch vier Doppelvergaser besaß, verfügte die NR 750 über eine Einspritzung (PGMFI).

einer losen Pleulfusschraube aus, doch zeigte sich allein mit der zweitbesten Trainingszeit und der mit Abstand höchsten Topspeed, dass die Besatzung der Über-Honda über eines nicht klagen musste – und das war Spitzenleistung. Gewaltige 157 PS bei 15500/min produzierte der wassergekühlte V4 mit 85 Grad Zylinderwinkel in der zweiten Entwicklungsstufe NZO^B. Seit dem Konstruktionsbeginn im März 1985 entwickelte Honda im Eiltempo den Ovale Kolben-750er, und bereits im Dezember dieses Jahres lief der erste NZO^A-Prototyp auf dem Prüfstand. Im darauffolgenden Jahr entwickelte man das aufwendige Triebwerk, das eng an den Vierzylinder der glücklosen NR 500 angelehnt war, Schritt für Schritt zur rennfertigen NZO^B-Variante weiter, die im Oktober 1986 fertiggestellt war und ihr Debut 1987 in Le Mans gab. Wie die bisherigen Ovale Kolben-Triebwerke des NR 500-Projektes beherbergten die Brennraum

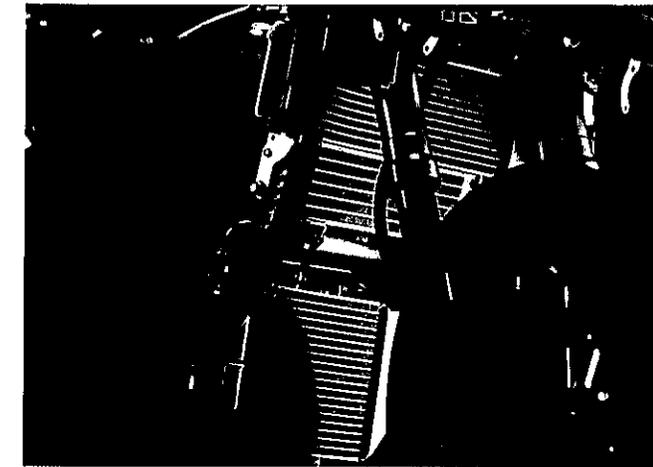
me der NR 750 acht Ventile sowie zwei kleine 8 mm-Zündkerzen. Lediglich beim Zahnradantrieb der vier oben liegenden Nockenwellen setzte Honda wieder auf einen rechts außen liegenden Antrieb, wie ihn schon der allererste NR 500-Motor besaß. Wir erinnern uns: Die letzten NR 500-Entwicklungsstufen besaßen den Steuertrieb mittig zwischen den Zylindern. Die Frischgasversorgung übernahmen vier Doppelvergaser von Keihin mit Flachschiebern. In guter V4-Tradition betrug der Versatz der Hubzapfen auf der Kurbelwelle null Grad, was bei der 8-in-4-in-2-in-1-Auspuffanlage eine Zusammenführung der Krümmer jeweils pro Zylinderpaar nach sich zog.

Das Fahrwerk nahm aktuelle Anleihen beim Endurance-Renner RVF 750 und trug als Herzstück einen Leichtmetall-Brückenrahmen, der den V4 als tragendes Element integrierte. Das Hinterrad führte – ebenfalls nach RVF-Vorbild – eine Einarmschwinge. Bereits gut bekannt war die Showa-Telegabel: Sie war eine Weiterentwicklung des aufwendigen Bauteils mit Anti-Dive-System, wie es bereits in der RS 750 R sowie den Kit-Rennern VF 750 RK und VFR 750 RK Dienst tat. Das Fahrwerk war von vornherein auf 17 Zoll-Räder ausgelegt.

So plötzlich die NR 750 in Le Mans debütierte, so schnell verschwand sie auch wieder von der Bildfläche, von einigen Rennen in Australien einmal abgesehen. Dort bestritt das Werksteam die „Swan Series“ und holte mit dem Duo Campbell / Scolyer bei drei Einsätzen im November und Dezember 1987 einen Sieg sowie einen zweiten und einen dritten Platz.

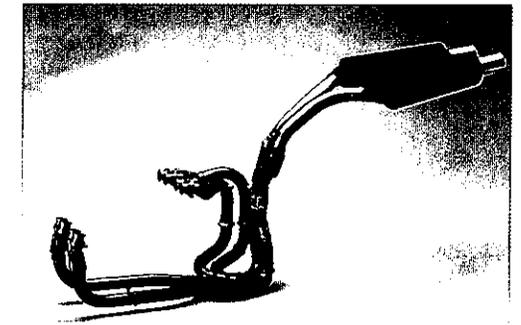
Ohne Zweifel: Diesem Motorrad wäre eine rosige Zukunft beschieden gewesen, denn der Vierzylinder, der ja eigentlich ein Achtzylinder war, stellte in Punkto Leistung zu dieser Zeit alle anderen 750er-Viertakter mit 15 bis 20 PS Vorsprung in den Schatten. Zu allem Überfluss wog die Maschine dann auch noch lediglich 145 Kilogramm ohne Benzin, jedoch mit Öl und Wasser. Wer sollte dieses Motorrad mittelfristig schlagen? Sicher spielten eine Menge Gründe eine große

■ Zwei mächtige Wasserkühler sorgten sich in Honda-V4-Tradition um den Wärmehaushalt des NR 750-Triebwerks.



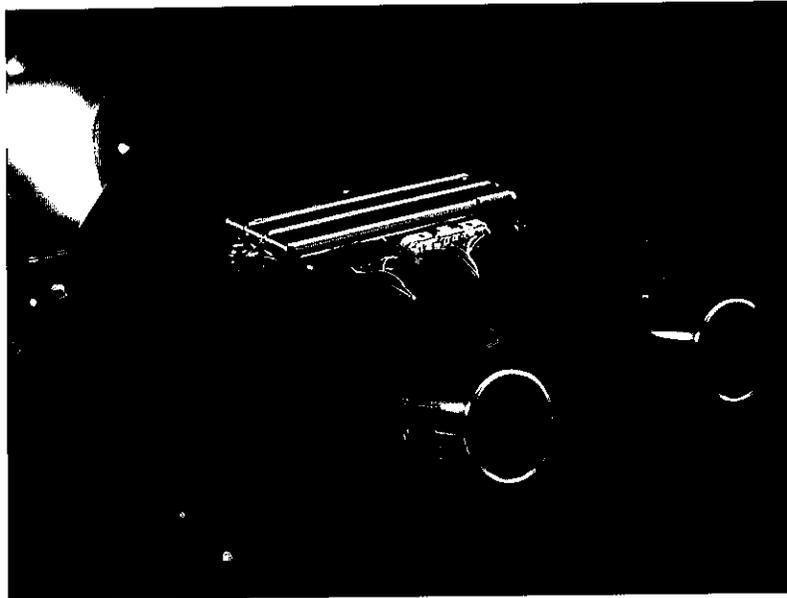
Rolle, die zur Einstellung des NR 750-Projektes führten. Die immensen Wartungs- und Revisionskosten für den Motor beispielsweise wären für private Teams damals nie und nimmer tragbar gewesen. Außerdem munkelte man von heftigen Einsprüchen der Konkurrenz hinter den Kulissen, die die FIM letztlich dazu bewegen haben sollen, ein Verbot für Ovale Kolben-Triebwerke auszusprechen. Wie auch immer: Der Spannung im Viertakt-Rennsport tat die Abstinenz der NR 750 in den Folgejahren sicherlich nur geringen Abbruch, doch in technischer Hinsicht war der Abtritt des Ovale Kolbenrenners von der Rennbühne höchst bedauerlich. Schließlich handelte es sich beim 157 PS starken NR-Motor noch um eine 24 Stunden-Variante, die auf Haltbarkeit ausgelegt war. Von über 170 PS sprachen die Ingenieure für Kurzstrecken-Triebwerke, und gar 200 PS waren mittelfristig anvisiert.

Den vorläufigen Schlusspunkt unter die NR-Entwicklung setzte im Herbst 1991 der Straßensportler NR 750. Allerdings handelte es sich bei diesem Triebwerk keineswegs um eine astreine Replica des Rennmotors, sondern um eine daraus weiterentwickelte Variante. So betrug der Zylinderwinkel nun 90 statt 85 Grad, und die Kolbenmaße wichen deutlich von der ursprünglichen Bemaßung ab. Und auch für die



■ 8-in-4-in-2-in-1-in-2-Auspuffanlage der Serien-NR 750.

Straßenmaschine galt dasselbe wie für den Renner: Zum Durchbruch kam es für beide nie, und dennoch setzten sie technisch Zeichen. Oftmals sind es gerade die unvernünftigen Dinge, die uns im Leben soviel Freude bereiten. Unvernünftig weil teuer, erfreuend weil extravagant. Genau so ein unvernünftiges Ding stellte Honda im Herbst 1991 auf die Räder: die NR 750. Stark angelehnt an die Prototypen-Rennmaschine von 1987 präsentierte Honda endlich den Vierzylinder, der eigentlich ein Achtzylinder war. Vier ovale Kolben, jeweils acht Ventile pro Brennraum im Winkel von 29 Grad zueinander und zwei 8 Millimeter-Zündkerzen pro Zylinder, die erstmals bei der VFR 400 R



■ Die NR 750 war eines der ersten Serien-Motorräder, das die Schalldämpfer unter der Sitzbank trug.

verwendet wurden, setzten neue Highlights im Vierzylinderbau. Allerdings musste sich der Kunde für eine Liaison mit der 125 PS starken und bis zu 16000/min hoch drehenden 750er-Honda von der stolzen Summe von 100 000 Mark trennen. Viel Geld für ein Motorrad – fast schon ein wenig unvernünftig.

Wer allerdings eine astreine Renn-Replica erwartete, wurde enttäuscht. Die NR 750 war nicht für den Kampf um Platz oder Sieg, sondern als supersportliches Straßenmotorrad konzipiert worden. Dementsprechend zwang die NR 750 dem Piloten auch keine zusammengekauerte und angestrenzte Sitzposition auf, sondern verwöhnte mit einem perfekten Ergonomie-Angebot auf der breiten Sitzbank, die Bestandteil eines Tank-Sitzbank-Monocoques aus sündhaft teuer und perfekt verarbeiteter Kohlefaser war.

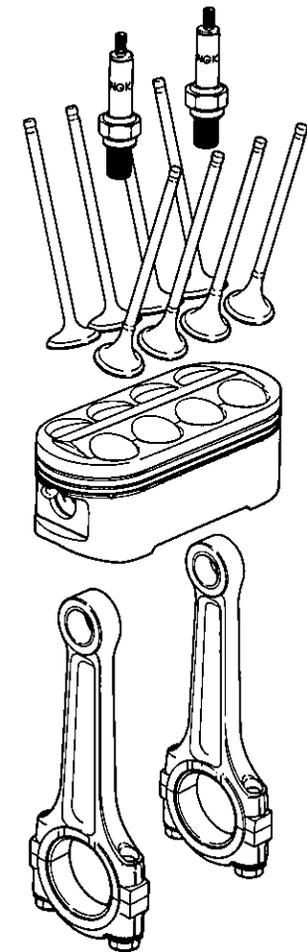
Im Motor selbst wurde allerdings alles verbaut, was der Begriff „Renntechnologie“ zum Thema Viertakter im Hause Honda zu bieten hatte. So wurden die 32, über Tassenstößel betätigten Ventile, über vier von insgesamt elf Zahnradern bewegten Nockenwellen geöffnet. Die beiden Pleuel pro Kolben waren aus hochwertigem Ti-

tan gefertigt und das Getriebe mit sechs Gängen war als bequem herausziehbares Kassettentriebe ausgeführt. Dies war vor allem durch den Einsatz in Barry Sheenes 500er Grand Prix-Suzuki bekannt geworden – Honda griff bei seinem Renner nun wieder auf dieses technische Schmankerl zurück. Bei einem anstehenden Wechsel der Übersetzungen oder einem technischen Defekt musste nicht der Motor ausgebaut und zerlegt werden – das Getriebe konnte einfach nach links herausgezogen werden. Die groß dimensionierte Siebenscheiben-Nasskupplung verfügte wie die Pendants in der VFR 400 R und der VFR 750 R über die Anti-Hopping-Elemente, die im Schiebetrieb das Rückdrehmoment begrenzten und damit das Hinterradstempeln verhinderten. Um dem gestiegenen Bedarf an elektrischer Energie durch die Einspritzung Rechnung zu tragen, entwickelte Honda einen speziellen Generator mit hoher Leistung auf der Basis eines besonders hochwertigen Neodymium-Ferrit-Boron-Magneten, der über ein besonders starkes Magnetfeld verfügte und den leistungsstarken Generator daher trotzdem sehr leicht geraten ließ.

Die Einspritzung mit dem Namen PGM-FI (Programmed Fuel Injection) bemas die Gemisch-aufbereitung auf der Basis von Berechnungen eines 16-Bit-Mikroprozessors, der seine Kennfeld-daten von sieben Sensoren erhielt. Dem Nockenwellen-Sensor, der den Einspritzzeitpunkt für jeden Zylinder meldete, dem Kurbelwellen-Sensor, der die augenblickliche Drehzahl und die Position des Kolbens angab, dem internen Drucksensor, einem Sensor für die Drosselklappenstellung, sowie Sensoren für die Kühlwassertemperatur, die Ansauglufttemperatur und den atmosphärischen Druck. Die zu den jeweiligen Gemischdaten korrespondierenden Zündzeitpunkte errechnete ebenfalls der Prozessor über das PGM-IG-System (Programmed Ignition-System).

Jeden noch so kleinen Dreh am Gasgriff beantwortete der mit 75,3 Millimetern Bohrung (rund gerechnet) und 42 Millimetern Hub (Zylindermaße 101,2 x 50,6 Millimeter) extrem kurzhubig ausgelegte V4 mit spontanem Krafteinsatz. Verblüfft registrierten die Fahrer, dass das wassergekühlte Triebwerk mit null Grad Hubzapfenversatz bereits ab Standgasdrehzahl lochfrei hochzog und mit großer Durchzugskraft glänzte. Hierbei spielte die Saugrohr-Einspritzung mit acht Drosselklappen eine wesentliche Rolle, denn sie stellte stets das richtige Gemisch in Abhängigkeit von Parametern wie Drosselklappenstellung, Motordrehzahl, Luftdruck und Ansauglufttemperatur bereit.

Gleichmäßig beschleunigte die NR 750 und brannte ab 8 000/min ein eindrucksvolles Feuerwerk ab, dem der rote Bereich auf dem Drehzahlmesser erst bei 15 000/min Einhalt gebot. Bis zur 12 000/min-Markierung ähnelte das Motorengeräusch durchaus dem vertrauten Röhren der VFR 750 R (RC 30), darüber entwickelte der Ovalkolben-Brenner einen ganz eigentümlich heulenden, turbinengleichen Ton, wie ihn kein anderer Vierzylinder je bieten konnte. Ein elektronischer Drehzahlbegrenzer schützte die teure Mechanik vor dem Drehzahlkollaps und riegelte über eine Unterbrechung



■ Die breite Auslegung des Kolbens und ein entsprechend hohes Kippmoment erforderte zwei Pleuel.

der Einspritzung bei 16 000/min sanft ab und verhinderte so, dass vielleicht doch eines der acht Titanpleuel den Weg ins Freie suchte. Obwohl nicht als Renn-Replica, sondern als Straßen-Sportler konzipiert, stammten neben dem aufwendig gefertigten Motor viele Fahrwerksdetails aus dem Rennsport. So zum Beispiel die Einarmschwinge aus Aluminium, durch deren linkes Profil die Antriebskette in ei-

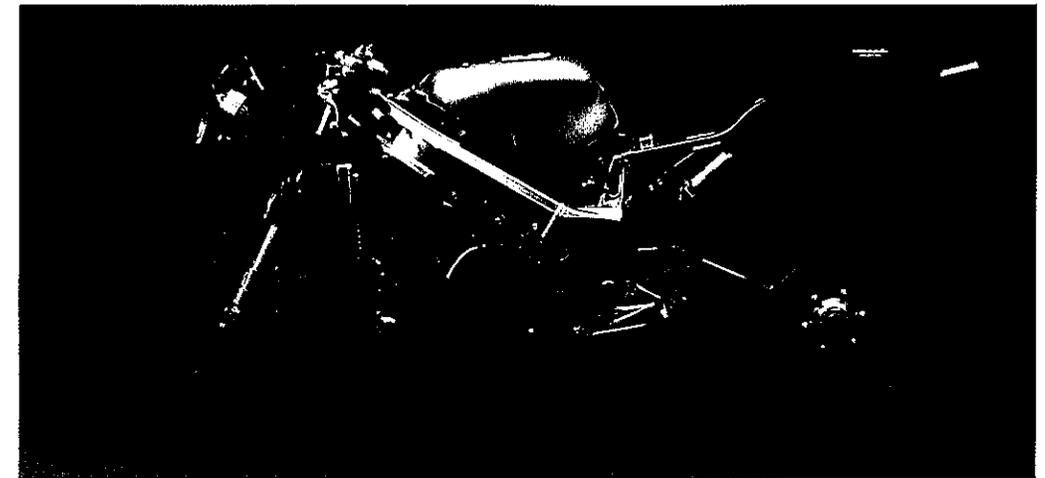
nem Tunnel lief. Eine Rückkehr zu alter Technik feierte Honda mit dem Einbau eines 16 Zoll-Vorderrades, das seinen Ursprung ja ebenfalls im Rennsport hatte. Trotz des superbreiten 130/70 ZR-16-Pneus war das Lenkverhalten sowie die Aufstellneigung beim Bremsen in Schräglage tadellos. Vom gefürchteten Aufstellmoment, wie es die ersten 16 Zoll-Fahrwerke anfangs der 80er-Jahre noch an den Tag legten, war nichts zu spüren. Der eigens für die NR 750 von Michelin entwickelte Vorderradreifen war eine völlige Neukonstruktion. Da sein Durchmesser mit 590 Millimetern geradeum fünf Millimeter kleiner als der eines 120/70-17-Reifens war, unterschied sich das Fahrverhalten demgemäß auch nicht spürbar vom 17-Zöller. Aufgrund der sehr runden Kontur, die der 130er auf der 3,5 Zoll breiten Felge annahm, war zudem die effektive Reifenbreite der eines 120er-Reifens ebenfalls nicht überlegen. Wirkliche Vorteile im Vergleich zu 17-Zöllern zeigte der 16 Zoll-Reifen lediglich durch seine höhere Eigendämpfung, was unter anderem Lenkerschlagen wirkungsvoll unterband.

Als „genialen Kompromiss zwischen der puren Sportlichkeit einer RC 30 und dem ruhigen Fahrverhalten einer Straßenmaschine“, bezeichnete MOTORRAD-Tester Werner 'Mini' Koch den Fahreindruck, den er bei der Präsentation Ende 1991 im französischen Le Castellet gewinnen konnte. Ausgeprägt harmonisch spielten Reifen und Fahrwerk zusammen, was sich in einer hervorragenden Zielgenauigkeit und Handlichkeit der NR 750 manifestierte. Eher konventionell präsentierten sich die Feder-elemente am 100.000 Mark teuren Ovalekollben-Fahrzeug. Die Upside-down-Telegabel entsprach dem damaligen Stand der Motorradtechnik, verfügte allerdings über massive, 45 Millimeter dicke Tauchrohre. Wie es sich für ein solch hochwertiges Fahrzeug wie die NR 750 gehörte, war nicht nur die Gabel, sondern auch das hintere Zentralfederbein sowohl in

der Federvorspannung als auch in der Zug- und Druckstufendämpfung stufenlos justierbar. Im Fahrbetrieb zeigten sich die Elemente den Anforderungen auf der Rennstrecke mäßig gewachsen, dafür glänzten sie aber im ganz normalen Landstraßenbetrieb mit sensiblem Ansprechverhalten und nahezu ideal gewählten Feder-Dämpfer-Auslegungen.

Lediglich das relativ hohe Gewicht von vollgetankt 222 Kilogramm kreideten die Tester dem High-Tech-Boliden an. Zwar schaffte es Honda, die relativ vielen Pfunde durch eine ausgewogene Gewichtsverteilung und eine optimale Schwerpunktlage nahezu optimal zu verbergen, doch fanden sich bei eingehender Betrachtung durchaus konstruktive Fragwürdigkeiten, die den Sportler über Gebühr schwer geraten ließen. Bei abgebauter Verkleidung erkannte man schnell, dass das Gewirr aus Schläuchen und Kabeln rund um den potenten V4 zwangsläufig einige Pfunde bringen musste. Ein großer Brocken in der Gewichts Bilanz war auch die gewaltige Auspuffanlage mit zwei mächtigen, unter der Sitzbank platzierten Schalldämpfern. Gemäß dem Zündversatz von 360 Grad handelte es sich um eine 8-in-4-in-2-in-1-in-2-Anlage, bei der die aus den jeweils zwei Auslasskanälen pro Brennraum entweichenden Abgase wenige Zentimeter nach dem Zylinderkopf über ein Y-Stück in einen gemeinsamen Krümmer aus 1,2 Millimeter dünnem Edelstahl geleitet wurden.

Unterm Strich ist die NR 750 zweifellos das absolute Highlight im bisherigen Serienbau – technologisch wurde sie bislang von keinem anderen Motorrad übertroffen. Das wird sicherlich auch noch lange Zeit so bleiben, denn kein anderer Hersteller wird sich in die komplizierte Ovalekollbentechnik in Honda-Manier vorwagen. Zu extrem sind die Entwicklungsaufwendungen, die Honda im Prinzip ja bereits 1978 für dieses Projekt aufbrachte, als das Werk mit der NR 500 in den GP zurückkam.



■ Die NR 750 war geradezu unübersichtlich vollgestopft mit edelster Technik.

Technische Daten

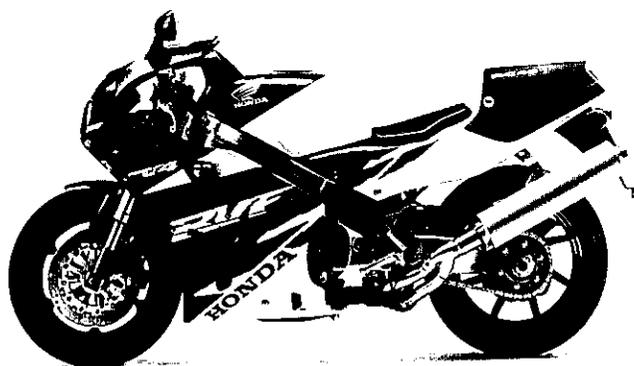
Honda-Ovalekollben-Motoren NR 500 „3X“ / NR 750 (NZO^B) / NR 750	
Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Vierzylinder-Viertakt-V-Motor mit zwei oben liegenden Nockenwellen je Zylinderpaar
Bohrung	(93,4 x 41) mm (rund gerechnet: 66,4 mm) / (106,9 x 46) mm (rund gerechnet: 75,3 mm) / (106,9 x 46) mm (rund gerechnet: 75,3 mm)
Hub	Hub 36 mm / 42 mm / 42 mm
Hubraum	499 cm ³ / 748 cm ³ / 748 cm ³
Max. Leistung	135 PS bei 18500/min / 157 PS bei 15500/min / 125 PS bei 14000/min
Max. Drehmoment	k.A. / k.A. / 70 Nm bei 11500/min)
Verdichtung	Verdichtung 12,5:1 / 11,5:1 / 11,7:1
Gemischauflbereitung	Gemischauflbereitung Vier Keihin-Doppelvergaser aus Magnesium / Vier Keihin-Doppelvergaser aus Magnesium/Einspritzung
Venturi-Durchlass	26 / 28 / 30 mm / 36 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	17,5 / 19,5 mm / k.A. /
Ventilhub Auslass/ Einlass	k.A. / k.A. / k.A.
Motor-Gewicht	50 / 68 / 74 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Sechsganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Trockenkupplung / Hydraulisch betätigte Ölbadkupplung
Baujahr	1982 / 1986 / 1992

Honda RVF 750 RC45-Motor

Höchste Entwicklungsstufe

Am Tag nach dem Superbike-WM-Finale 1997 erschloss das Honda-Werksteam Autor Jürgen Gassebner neue Superbike-Dimensionen. Mit 180 PS am Getriebeausgang war die Werks-Honda RC45 das stärkste Superbike der 90er Jahre. Zudem konnte der Autor bereits 1994 weltweit den ersten HRC-Kit-Motor zerlegt unter die Lupe nehmen.

Wenn es darum geht, neues über einen Honda-Motor zu erfahren, stellte sich unser Kompass in den 80er- und 90er-Jahren blitzartig in Richtung Belzhag im Hohenloheschen ein. Hypergespannt folgten wir im Frühjahr 1994 im Falle des rund 31 000 Mark teuren HRC-Triebwerkes für Hondas neues Superbike RC45 der Einladung von Honda-Papst Roland Eckert zum



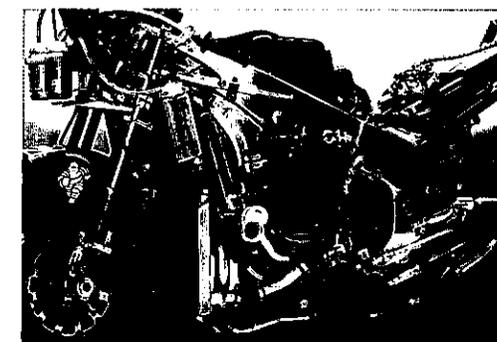
■ Im Jahr 1994 kam die RC45 als designierte Nachfolgerin der RC30 zu den Kunden.

Mess- und Fototermin für den soeben aus Japan eingeflogenen V4. Zweifellos ein Novum in der Honda-Geschichte war die Tatsache, dass für die RVF 750 R RC45 neben einem Motorenkit komplette im Werk montierte und getestete Renntriebwerke frei käuflich waren. Zwar leisteten diese Triebwerke mit nominell 150 PS bei 13 500/min nicht mehr als ein gedopter Serien-V4, doch waren sie bereits erprobt und schlossen zudem mögliche Fehler beim Einbau der Kittleile von vornherein aus.

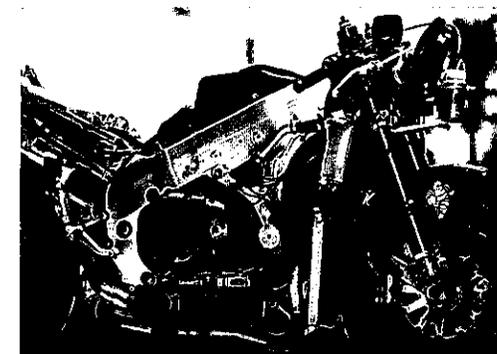
Mit dem Wissen um die Technik der erfolgreichen RC30 im Hinterkopf taten sich bereits beim ersten Hinsehen gravierende Unterschiede auf. Die Zylinderköpfe bauten aufgrund der Reduzierung des Ventilwinkels von 38 auf 26 Grad zwangsläufig kompakter. Unter den Magnesiumventildeckeln offenbarten sie eine dreifache Gleitlagerung der vier Nockenwellen direkt im Aluminium des Zylinderkopfes. Ein großer Lagerdeckel mit Ölspritzdüsen für die Nockenlaufbahnen sorgte für die Führung an den linken und mittleren Lagerstellen. Rechts auf der Steuerseite übernahm dies jeweils ein kleiner Lagerbock. Die ehrwürdige RC30 glänzte auf diesem Terrain noch mit wälzgelagerten Nockenwellen, deren Lagerböcke zudem eingeschraubt waren, was in der Tuning-Praxis einen entscheidenden Vorteil brachte: Die Zylinderköpfe konnten zur Verdichtungserhöhung problemlos abgefräst und der Höhenausgleich für den Stirnradantrieb bequem über Distanzplatten unter den Lagerböcken realisiert werden. Beim V4 der RC45 ließen sich diese Höhendifferenzen lediglich über einen geänderten Steuertrieb für die Nockenwellen egalisieren. Eine heikle Aufgabe, der sich Eckert unter anderem widmete. Auf der rechten Primärseite erfolgte der Antrieb der Nockenwellen über ein kleines, abnehmbares Zahnrad auf der Kurbelwelle. Eckert stellte seiner Kundschaft kleiner geschliffene Varianten zur Wahl, die den entsprechenden Höhenausgleich beim Abplanen der Zylinderköpfe herstellten.

Die Anhebung der Leistung von serienmäßigen 120 auf die versprochenen 150 Pferdestärken geschah nach bekanntem Strickmuster. Die Hübe der Nockenwellen wurden einlassseitig um 1,3 Millimeter auf 9,3 sowie auslassseitig um 0,3 Millimeter auf 8,3 erhöht. Zudem bemühten sich schärfere Steuerzeiten – besonders auf der Einlassseite – um einen effektiveren Gaswechsel bei hohen Drehzahlen (RC45-Serie (Kit): EÖ 15 (23) Grad v. OT/ES 40 (52) Grad n. OT, AÖ 45 (50) Grad v. UT/AS 10 (20) Grad n. OT; gemessen bei 1 mm Ventilhub). Verglichen mit den Werten des HRC-Kits für die RC30 bedeutete dies identische Auslasssteuerzeiten bei längeren Öffnungswinkeln der Einlassventile. Auffällig war, dass die RC30 mit jeweils 9,5 Millimetern deutlich mehr Ventilhub aufwies. Aus Gründen der Gewichtsersparnis und Reibungsminimierung verfügten die HRC-Nockenwellen nicht wie üblich über verspannte Zahnräder. Die Reduzierung des Zahnradspiels auf 6 bis 8 Hundertstel Millimeter übernahm ausschließlich das untere der beiden Antriebsräder.

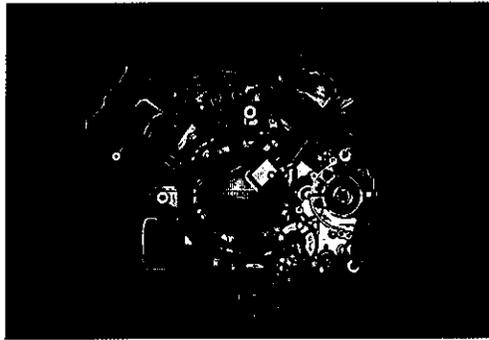
Eine kleine Besonderheit stellt die Bearbeitung der Zylinderköpfe dar. Die im Urzustand noch mit dem Gussbild behafteten Einlasskanäle erhielten von HRC auf einem CNC-gesteuerten Bearbeitungszentrum den letzten Schliff. Etwaige Toleranzen, die der Gussrohling aufweist, glich die rechnergesteuerte Nachbehandlung vollständig aus. Im Automobilrennsport bereits seit Jahren üblich, gewährleistete dies Kanäle von absolut gleicher Form und Oberflächengüte. Gehörten sehr steile und gerade Einlasskanäle bereits seit längerem zum Standard im Rennmotorenbau, waren dennoch gravierende Unterschiede in der Formgestaltung sichtbar. Setzten viele Tuner und selbst Motorenentwickler in den Werken immer noch auf große Ventildurchmesser und stark erweiterte Einlasskanäle, schritt das RC45-Design dem krass entgegen. Im Bereich der Drosselklappe noch rekordverdächtige 46 Millimeter bemessend, verjüngt sich der Einlasskanal drastisch und mündete letztlich in zwei 29 Millimeter große Einlassventile mit 4,5



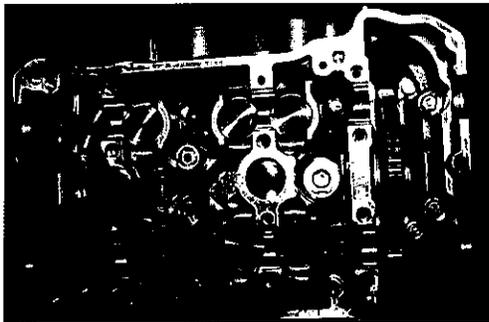
■ Die Werks-Honda RC45, hier 1996 von Carl Fogarty, hatte mit dem Serienmodell kaum mehr etwas zu tun.



Millimetern Schaftdurchmesser (Auslass 24,5 Millimeter; RC30:E: 28/A:25 mm). Dahinter steckte die einfache Überlegung, eine große Menge angesaugtes Frischgas stark zu beschleunigen und möglichst ohne Verlust schnell in den Brennraum zu bringen. Der weitere Vorteil dieser Lösung: Schon bei geringen Drehzahlen wurde eine hohe Gasgeschwindigkeit und damit gute Füllung realisiert. Doch ein niedriges Drehzahlniveau war keinesfalls die Zielsetzung bei der Entwicklung des RC45-Motors. Das von Honda beinahe zementierte Bohrung-Hub-Verhältnis von 70 mal 48,6 Millimetern wich einer Auslegung, die Drehzahlen von weit über 14000/min erwarten ließ. Nur noch 46 Millimeter bewegten sich die Kolben – im Falle des HRC-Triebwerkes übri-



■ Das erste Kit-Triebwerk kam seinerzeit zu Roland Eckert, wo es der Autor zerlegen und vermessen durfte.



■ Während die Nockenwellen der RC30 noch wälzgelagert waren, besaß der RC45-Zylinderkopf eine Gleitlagerung.

gens aus anderen Rohlingen gefertigt – in den Composite-Leichtmetallaufbüchsen auf und nieder. Zusammen mit einer Zylinderbohrung von 72 Millimetern errechnen sich so 749 cm³ Hubraum für den wassergekühlten V4.

Ein Vergleich der bewegten Massen von RC45 und RC30 im HRC-Trimf förderte zunächst Erstaunliches zu Tage. Sowohl Kolben (174/185 g), Bolzen (44/49 g), als auch Kurbelwelle (4580/4840 g) der RC45 fielen deutlich massiver aus als bei der RC30. Und selbst die um 13 Millimeter kürzeren Titanpleuel der Neuen wogen mit 257 Gramm gerade mal zwei Gramm weniger als die Vorgängerpendants.

All dies war kein schlechter Witz der Konstrukteure, sondern deren Zugeständnis an die enormen Drehzahlen. Die Hubzapfen der Kurbelwelle maßen zwar nach wie vor 36 Millimeter im Lagerdurchmesser, waren aber um ein Vielfaches stabiler ausgeführt als bei der RC30-Welle. Das brachte Steifigkeit. Der Durchmesser der Hauptlager blieb mit 34 Millimetern ebenfalls erhalten, allerdings reduzierte sich deren Zahl durch den nun rechts und nicht mehr mittig liegenden Nockenwellenantrieb von vier auf drei.

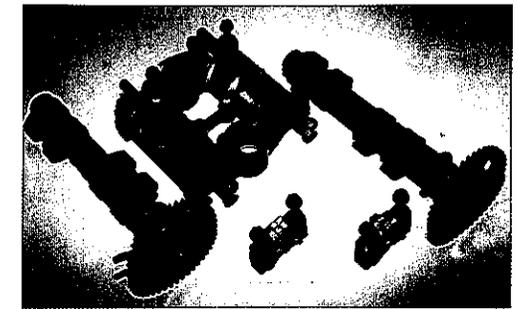
Dass ein erkleckliches Mehr an Spitzenleistung bei gleichem Hubvolumen nur über höhere Drehzahlen erfolgen kann, untermauerte die Konstruktion des RC45-V4 nachhaltig. Die unliebsamen Konsequenzen – nämlich geringeres Drehmoment und mäßige Leistung bei mittleren Drehzahlen – versuchte Honda durch eine ausgeklügelte Gestaltung der Einlasskanäle und nicht zuletzt durch die elektronische Einspritzung zu vermeiden.

Doch die Verwirklichung beider Zielsetzungen, nämlich hoher Spitzenleistung bei gleichzeitig hohem Drehmoment, ließ sich in der gewünschten Form nicht realisieren, wie sich in der ersten Saison der Superbike-WM zeigen sollte. Der zweifache Superbike-Weltmeister Doug Polen und der Vize-Weltmeister von 1993, Aaron Slight, pilotierten die beiden von einem Techniker-Tross betreuten Werks-RC45 zwar meistens unter die ersten fünf, doch einen Sieg gab es 1994 nicht. Die Probleme, mit denen Slight und Polen kämpften, waren offensichtlich: Beim Herausbeschleunigen aus Kurven fehlte es dem V4 an Leistung, und das Fahrwerk machte besonders in punkto Federbeinabstimmung Probleme. Erst nach und nach bekam Honda die Fahrwerkstechnik in den Griff und wirkte mit eingeschweißten Versteifungsblechen im Bereich der Schwingenlagerung, der Schwingen selbst und des Lenkkopfes den auftretenden Rahmenverwindungen entgegen. Außerdem erwies sich die vordere, nach RVF-Vorbild tief herabgezogene Motoraufnahme als Schwachpunkt und wurde ebenfalls versteift.

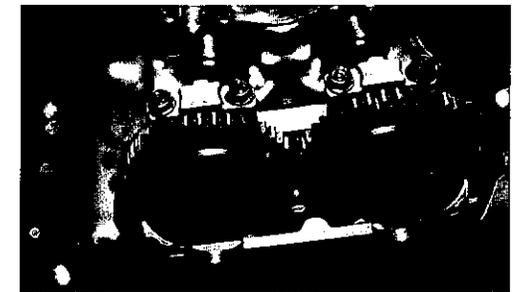
Die Situation von Honda 1994 ließ sich rückblickend sehr gut mit der von 1988 vergleichen. Damals kämpfte Fred Merkel ebenfalls mit technischen Problemen, schaffte es durch konstantes Punkten aber dennoch, den WM-Titel einzufahren. Aaron Slight ging es 1994 genauso. Er punktete in allen Rennen, fuhr öfters auf die Ränge zwei und drei und schaffte ohne Sieg dennoch eine gelungene Premieren-Saison. Wenngleich der WM-Titel beim letzten Lauf im australischen Phillip Island auch an Carl Fogarty auf der favorisierten Ducati ging.

National beschäftigten sich 1994 drei Teams mit der RC45 in der Superbike-WM. Ex-500er-Fahrer Michael Rudroff, der RC30-erfahrene Superbike-Pilot Thomas Franz und natürlich Andy Hofmann, der Meister von 1989 und 1990, setzten auf die brandneue Maschine, die mittels HRC-Teilen vorne dabei sein sollte. Exemplarisch für den Verlauf dieser DM-Saison seien die Erfahrungen des von Hein Gericke unterstützten Thiede-Power-Racing-Teams geschildert, das den Schweizer Andy Hofmann, den ehemaligen Eckert-Piloten, betreute.

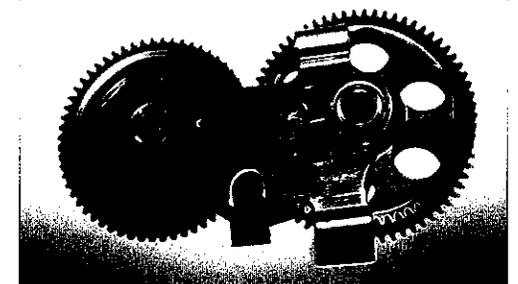
Nach Erhalt des ersten Kit-Triebwerkes kam auf dem Leistungsprüfstand die erste Ernüchterung. Knapp 147 PS leistete der Motor bei 13700/min. Unter Einbeziehung des Aufladungseffektes durch die Luftzuführung ergaben sich daraus etwa die von HRC versprochenen 150 PS. Wesentlich bedenklicher als die im Vergleich zur Kawasaki-Konkurrenz des Importeurs-Teams um etwa zehn PS geringere Spitzenleistung war aber das geringe Drehmoment von nur 81 Nm bei 11 700/min. Enormer Entwicklungsbedarf tat sich daher für den Berliner Motorentuner und Teamchef Gerhard Thiede auf. Mittels geänderten Brennräumen, Kawasaki-Ventilen mit flachem Teller sowie einstellbaren Zahnradern für die Nockenwellen gelang es ihm schließlich, 158 PS Leistung bei 14000/min zu realisieren. Doch die Muskelschwäche im Bereich von 8000 bis 12000/min ließ sich nur bedingt beheben. Verglichen mit der Werks-Yamaha des Schweden Christer Lindholm zu



■ Die beiden Nockenwellen samt Lagergegenstücken.

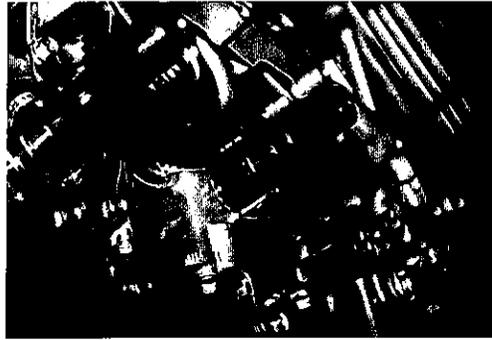


■ Unverspannte Stirnräder beim HRC-Motor.

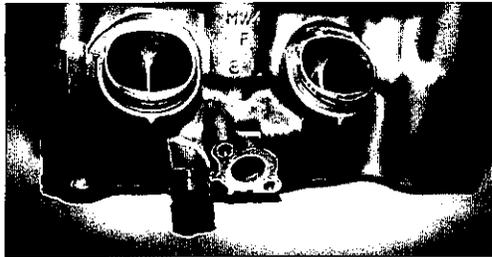


■ Steuerturm mit nur noch zwei Stirnrädern.

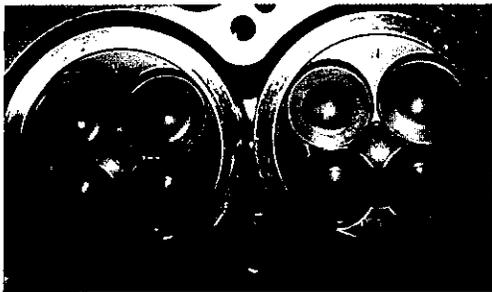
dieser Zeit fehlten der Thiede-Honda in diesem Drehzahl-Korridor durchgehend zehn PS. Bei den Rennen machte sich dieses Leistungsdefizit entsprechend bemerkbar: Andy Hofmann erreichte nur durch seine betont kämpferische Fahrweise Resultate unter den Top-Ten. Hinzu addierten sich enorme Fahrwerksprobleme,



■ Abnehmbares Antriebsrad auf der Kurbelwelle als eine der Schlüsselstellen bei der Leistungssuche.



■ CNC-bearbeitete Einlasskanäle am HRC-Triebwerk.



■ Blick auf die Böden der Kit-Kolben im RC45-Triebwerk.

von denen sich der Autor bei einem Testtermin auf dem kleinen Kurs in Hockenheim selbst überzeugen konnte. Nahezu alle denkbaren Varianten von Federelementen probierte die

Thiede-Crew aus. Beginnend mit QAT-Teilen tastete man sich über White Power-Elemente schließlich an die Produkte des schwedischen Herstellers Öhlins heran, wie sie auch Michael Rudroff in seiner RC45 einsetzte. Diese Kombination zeitigte schließlich ein brauchbares Fahrverhalten – doch leider zu spät, denn die Saison war bei diesem Erkenntnisstand bereits beendet.

Der Autor kam in dieser frühen RC45-Phase beim Hockenheimer Test-Termin in den zweifelhaften Genuss einer Zwischenlösung mit White Power-Gabel vorne und einem Öhlins-Federbein hinten. Beides harmonierte in keiner Weise miteinander, und die Thiede-Honda wollte einen auf der Bodenwelle in der Nordkurve ständig aus dem Sattel werfen. Die Hinterhand war zur Verbesserung der Traktion dermaßen überdämpft, dass der breite Michelin-Slick einen großen Teil des Störeinflusses durch die Welle durch Walkarbeit kompensierte. Was natürlich ein Aufstellmoment und entsprechende Unruhe ins Chassis brachte. Erst nach der Umstellung auf Öhlins-Produkte war diese Eigenart beseitigt.

Ein sehr positives Erlebnis hatte der Autor hingegen mit dem Triebwerk. Aufgrund der Benzineinspritzung hing er sehr sauber am Gas und kredenzte neben einer perfekten Gasdosierung in Schräglage vor allem einen sehr kontinuierlichen und daher gut zu kontrollierenden Leistungsanstieg bis hinauf zur 14500/min-Marke. Das tatsächlich vorhandene Leistungsdefizit im mittleren Drehzahlbereich kaschierte der V4 trefflich mit seiner ungemein gleichförmigen Art der Leistungsabgabe.

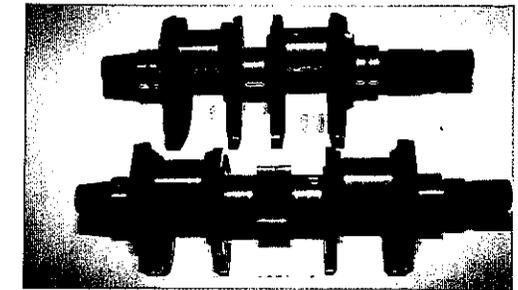
So lässt sich das mäßige Abschneiden von Andy Hofmann auf der Thiede-Honda also durch die Verkettung mehrerer Faktoren erklären: Fahrwerksprobleme und zuwenig Leistung im mittleren Bereich. Was aber noch schwerer wog: Gerhard Thiede war wie andere Privaters bei der Entwicklung der RC45 völlig auf sich alleine gestellt. Das Werk in Japan hatte mit dem Werkseinsatz von Polen und Slight selbst genug zu tun und konnte sich deshalb

nicht auch noch um die Sorgen und Nöte der Privalfahrer kümmern. Angesichts des Stückpreises von etwa 120 000 Mark für eine rennfertige Kit-RC45 wäre etwas mehr Unterstützung aber durchaus gerechtfertigt gewesen. Völlig verfehlt wäre es dennoch, die RC45 letztlich als technischen Flop zu werten. Das erste Rennjahr lief für das Werksteam durchaus erfolgreich.

Ihren unter motorsportlichen Aspekten zu betrachtenden Höhepunkt erreichte die RC45-Entwicklung schließlich 1997 als John Kocinski mit ihr die Superbike-Weltmeisterschaft gewann. Dem Autor war es vergönnt, auf „Little John's“ Maschine im indonesischen Sentul, wo das Finale stattfand, zu testen und zum Vergleich auch die Maschine seines Teamkollegen Aaron Slight zu bewegen.

Der kleine braune Mischlingshund, der sich mir und John Kocinskis Werks-Honda in der schnellen Rechtskurve am Ende der Zielgeraden aufmüpfig mitten in die Ideallinie stellte, spitzte bei jeder Vorbeifahrt fasziniert blickend die Ohren. Kein Zweifel: Das unvergleichliche Viertakt-Röhren von Johns Honda RC45 schien ihm zu gefallen, und scheinbar wollte er der Geräuschquelle deshalb besonders nahe sein. Sein offenbar großes Vertrauen in meine Fahrkünste ehrt mich zwar, doch hätte ich mich beim Fahrtermin mit der Maschine des Superbike-Weltmeisters 1997 doch gerne ausschließlich auf den Umgang mit den 180 PS Leistung am Getriebeausgang konzentriert. Womit wir auch beim eigentlichen Thema wären.

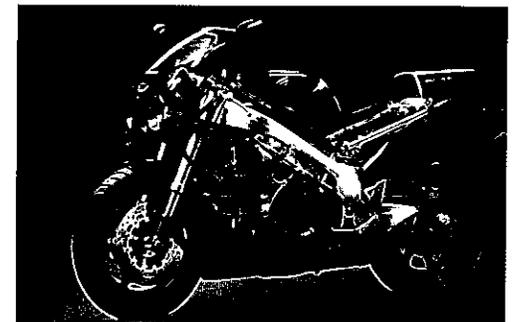
„Wir haben gegenüber dem letzten Jahr einiges an Power gewonnen“, erklärte mir HRC-Chiefengineer Syuhei Nakamoto (heute übrigens Formel 1-Motorenchef bei BAR-Honda in England und dem Motorrad immer noch sehr zugetan), verantwortlich für die RC45-Entwicklung, vor meiner Testfahrt im indonesischen Sentul. Tags zuvor fand hier bei glühender Hitze das Finale zur Superbike-WM statt, und auch heute zeigt das Thermometer bei den Journalisten-Tests über 30 Grad im Schatten.



■ Die Kurbelwelle der RC45 (oben) geriet durch den rechts liegenden Nockenwellen-Antrieb deutlich schmaler und steifer als das RC 30-Pendant.

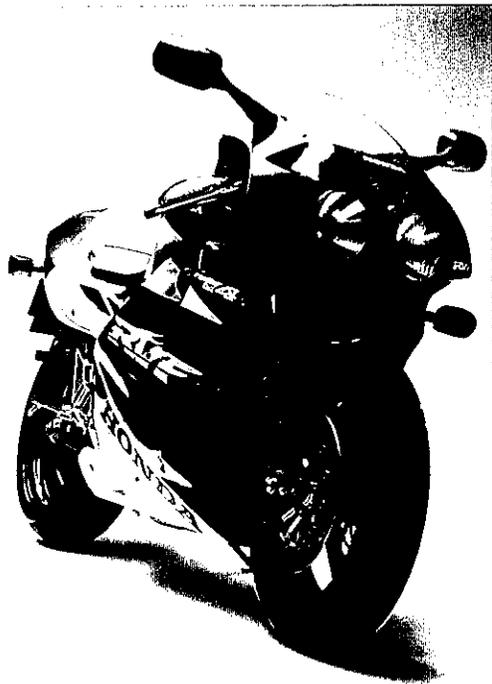


■ Die beiden Werks-Honda RC45 beim Testtermin 1997 im indonesischen Sentul.

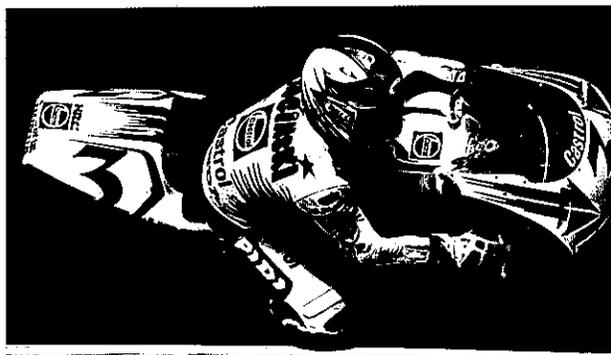


■ Die Serien-RC45, hier einmal „durchsichtig“ präsentiert.

Temperaturprobleme kennt die Honda aber selbst unter diesen extremen Bedingungen nicht. Eher schon der Fahrer, auf den der Umgang mit ohnehin heißen 180 Pferdestärken



wartet. Doch von einer wilden Herde schwerlich zu bändigender Mustangs kann bei der Kocinski-Honda glücklicherweise keine Rede sein, und so gestaltet sich der Ritt zu einem unerwarteten Hochgenuss in Sachen Motorradfahren – trotz des schweißtreibenden Klimas. Hauptgrund für geringe Adrenalinschübe auf der Honda des Weltmeisters ist hauptsächlich der schon aus der Vergangenheit bekannt drehmomentstarke, wassergekühlte V4-Motor, der



■ Im Vergleich zur RC30 gelang es der RC45 nicht, einen Kultstatus zu erlangen.

trotz seiner immensen Spitzenleistung von 180 PS bei 14750/min am Getriebeausgang mit einer unvergleichlich fülligen Leistungscharakteristik glänzt.

Schon ab 4000/min zieht das Aggregat dank Einspritzanlage ruckfrei und sämig durch, und ab 6500/min beginnt der auf der Rennstrecke relevante Bereich des Leistungsbandes. Praktisch ohne spürbaren Kick legt der V4 nahezu linear an Kraft zu, was wiederum das Herausbeschleunigen aus Kurven zu einer relativ leichten, weil gut kontrollierbaren Übung macht. Jeder Millimeter der Gasgriffbewegung wird mit einer exakt dosierten Zunahme an Motorleistung beantwortet, und so bereitet es keinerlei Schwierigkeiten, selbst in gehöriger Schräglage das Gas anzulegen und sich dabei doch voll und ganz auf die Strecke zu konzentrieren. Die Einspritzanlage mit zwei Einspritzdüsen pro Drosselklappenstück ist absolut perfekt abgestimmt, allerdings fällt auf, dass sich das Gas bei John Kocinskis Motor einen Tick sanfter anlegen lässt als beim Pendant seines Teamkollegen Aaron Slight. Dessen Triebwerk scheint etwas giftiger abgestimmt.

Das begeisternde Durchzugsvermögen ist aber beiden Maschinen gemein, und es ist erstaunlich, dass die HRC-Leute dies ohne technische Kunstkniffe wie etwa variable Saugrohrängen geschafft haben, wie sie etwa beim Superbike-WM-Lauf 1996 in Assen verwendet wurden. Bleibt als Hauptursache für die gleichförmige Leistungsabgabe und den dennoch erzielten Gewinn an Spitzenleistung also vor allem die Umstellung von einer auf nun zwei Einspritzdüsen pro Saugrohr zu vermuten.

Ebenso weltmeisterlich wie der druckvolle Motor verhält sich auch die Brembo-Bremse mit den beiden Monoblock-Vierkolbensätteln sowie

■ John Kocinski 1997 auf der Fahrt zum Superbike-WM-Titel.

den 320er-Gussscheiben am Vorderrad. Ein, maximal zwei Finger genügen in allen Fällen, um das Heck der Kocinski-Honda vor den Schikanen leicht werden zu lassen. Grund hierfür ist aber nicht ausschließlich die vehement und ungemein feinfühlig ansprechende Verzögerungseinheit an John Kocinskis Bike, sondern vielmehr das radikale Fahrwerks-Setup, das der kleine Amerikaner für sich ausgetüfelt hat.

Um nämlich Handling und Einlenkverhalten für seine Belange zu optimieren, ließ er im Vergleich zur Maschine seines Teamkollegen Aaron Slight nicht nur das Heck um einige Millimeter anheben, sondern bestand bei den Honda-Technikern auch darauf, die Schwinge im Aufnahme-Exzenter des Rahmens ganz vorne zu platzieren, was für maximal kurzen Radstand, damit etwas mehr Traktion und verbessertes Handling, aber auch für etwas mehr Nervosität bei harten Bremsmanövern sorgt.

Außerdem entwickelt Kocinskis Maschine auf den leichten Bodenwellen in einem schnellen Linksknick, der im fünften Gang mit mehr als 200 km/h durchheilt wird, ein spürbares Eigenleben in der Frontpartie. Zusätzlich zu der auf Handling getrimmten Fahrwerksgeometrie wird hier Kocinskis Wahl des Vorderradreifens spürbar. „Keiner im ganzen Feld fährt einen derart weichen Vorderradreifen wie John. Um zu hohe Temperaturen zu vermeiden, ist die Reifenkarkasse extrem steif ausgelegt. Entsprechend gering ist die Eigendämpfung des Pneus“, erklärt Michelin-Sportchef Jean Herissé die Hauptursache für dieses Symptom.

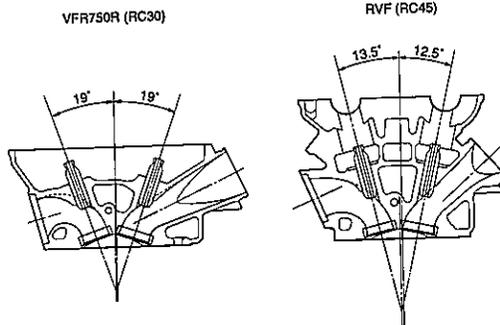
Mit der Wahl des Vorderradreifens wird auch rasch klar, weshalb Kocinski auf das Integralbremssystem Racing CBS verzichtet. Er bremst etwas früher, jedoch sanfter und dafür weiter in die Kurven hinein als Kollege Slight, der als bekanntermaßen harter Bremsler dieses System bis zu seiner Abschaffung 1998 benutzte. Da die Hinterradbremse aber nur bei sehr hartem und schnellem Zug am Handbremshebel mit eingreift, käme sie bei Johns Bremsstil meistens gar nicht zur Wirkung. So vertraute er ganz auf

die konventionelle Bremsmethode, nämlich die, die hintere Bremse mit dem rechten Fuß zu betätigen. Und dass dies immer noch eine sehr erfolgreiche Art und Weise ist, ein Motorrad zu verzögern, hat er hinreichend bewiesen.

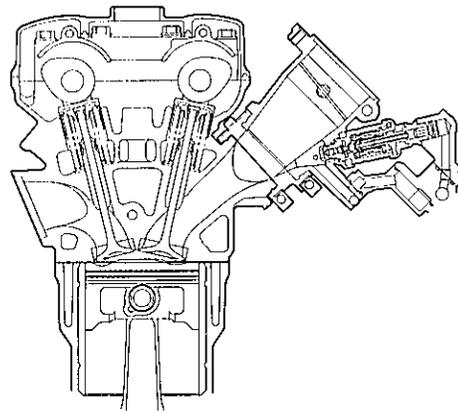
Doch auch wenn der Superbike-Weltmeister 1997 seinen WM-Titel ohne das Bremssystem errungen hat, so wollte HRC dennoch an dieser Lösung weiterarbeiten... „Im nächsten Jahr kommt ein völlig neues System, das mit diesem nichts mehr gemein haben wird, außer der Tatsache, dass beim Betätigen der Vorderradbremse auch der hintere Stopper aktiviert wird“, versicherte Nakamoto-San. Wie ein Mechaniker des Castrol-Honda-Teams erklärte, gebe es auch gleich mehrere Gründe, das System zu ändern. Sehr aufwendig gestaltete sich etwa stets das Entlüften der vorderen und hinteren Anlage. Vorne nämlich ist ein Drucksensor montiert, der ab einer bestimmten Stärke und Zuggeschwindigkeit am Bremshebel einen Bremsbefehl ins Heck der Maschine schickt. Dort sitzt ein Servo-Motor, der diesen Impuls in die Ansteuerung einer Bremspumpe und damit in die Betätigung zweier der vier hinteren Bremskolben umsetzt. Wie schnell und wie stark dies wiederum geschieht, regelt ein stufenlos einstellbares Ventil. Alternativ beziehungsweise zusätzlich werden die beiden anderen Bremskolben herkömmlich über die Fußbremse aktiviert. „Die vielen hydraulischen Komponenten schließen gerne Luftblasen ein, und deshalb ist die Wartung recht aufwendig“, erklärt der Mechaniker weiter.

Das neue System, das Honda 1998 schließlich präsentierte, besaß einen geänderten vorderen Sensor nebst Geber für den hinteren Bremszylinder, doch der Blick auf die Stoppuhen sorgte bei den Tests im Verlaufe der Saison schließlich dafür, dass das System ganz abgeschafft wurde. Mit System oder ohne – einen weiteren WM-Titel vermochte Honda mit der RC45 nicht mehr zu erringen, und so wurde die V4-Maschine Ende 1999 nach zwei Vize-Weltmeisterschaften schließlich ausgemustert. Für die Sai-

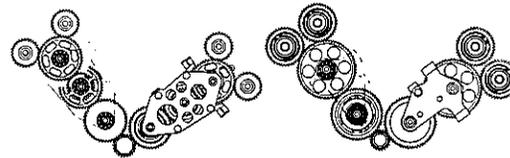
Ventilwinkel RC30/RC45



Kanalführung der RC45



Nockenwellen-Antriebe RC30/RC45



son 2000 rüstete sich der Motorrad-Gigant mit der VTR 1000 SP-1, die wie die siegreichen Ducati-Maschinen über einen 90 Grad-V2 verfügen. Damit klappte es dann unter Colin Edwards mit zwei Superbike-WM-Titeln. Einen einsamen Rekord hält die RC45 dennoch: Mit zuletzt 193 PS bei knapp 16000/min ist sie die stärkste jemals gebaute 750er-Rennmaschine.

Technische Daten

Honda RVF 750 RC45-Motor	
Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Vierzylinder-Viertakt-90 Grad-V-Motor mit zwei oben liegenden Nockenwellen je Zylinderpaar
Bohrung	72 mm
Hub	46 mm
Hubraum	748 cm ³
Max. Leistung	Bis zu 193 PS bei 16000/min (HRC-Kit-Motor: 150 PS bei 14000/min)
Max. Drehmoment	Bis über 95 Nm
Verdichtung	Bis zu 15:1 (HRC-Kit-Motor: 12:1)
Gemischaufbereitung	Zünd-Einspritz-Anlage
Venturi-Durchlass	46 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	24,5 / 29 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	8,3 / 9,3 mm (HRC-Kit-Motor)
Motor-Gewicht	62 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Sechsganggetriebe
Kupplung	Hydraulisch betätigte Ölbadkupplung
Baujahr	1994-1999

Kawasaki H1R-Motor

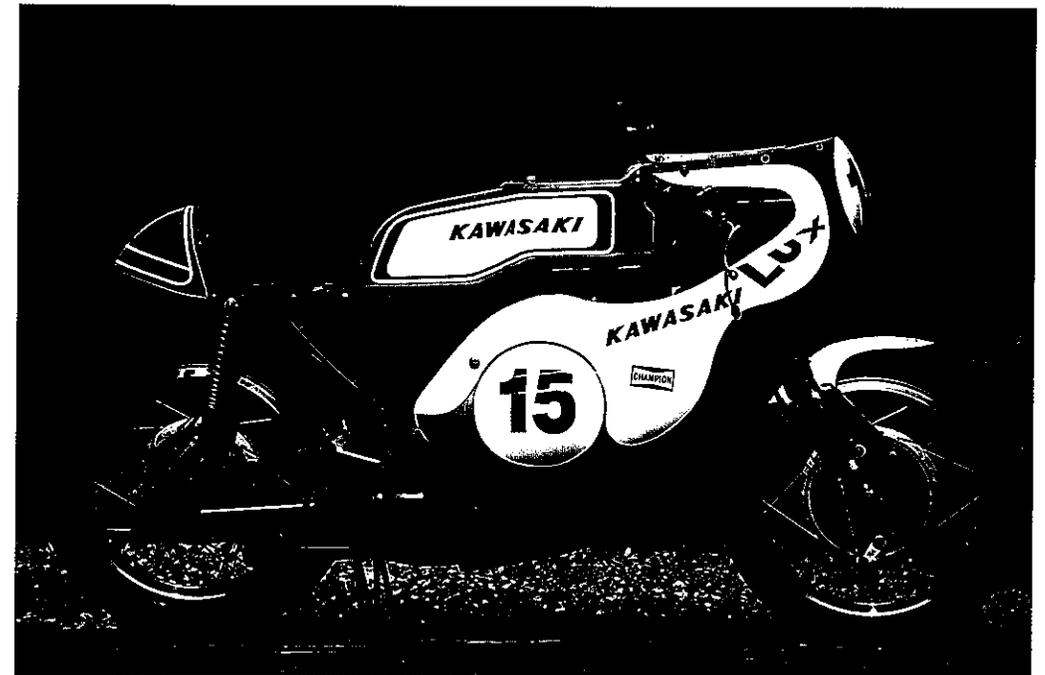
Fulminanter Drilling

Abgeleitet von der legendären Kawasaki H1 500 Mach III entstand bei Kawasaki die Rennmaschine H1R für die 500er-Klasse. Ihr Motor basierte in weiten Teilen auf dem hochinteressanten Serien-Zweitakt-Dreizylinder.

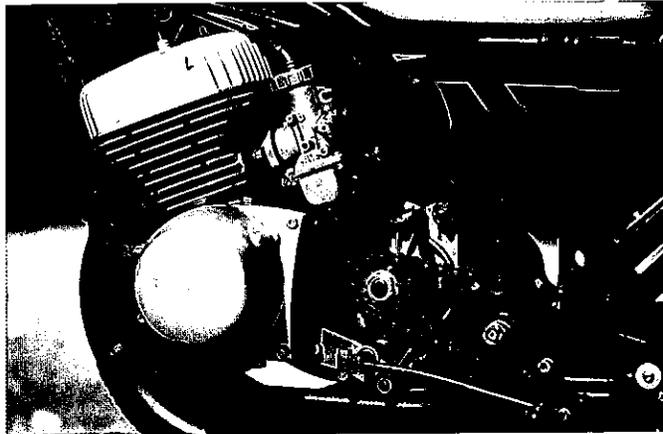
Im Jahre 1969 präsentierte Kawasaki mit der H1 R eine unmittelbar vom Straßenmodell H1 Mach III abgeleitete Rennversion. Im Grunde war kein sehr großer Aufwand von Nöten, um aus der Serienmaschine ein reinrassiges Renngerät zu bauen, urteilten die Experten. Schließlich leistete der 500er-Dreizylinder bereits im

Serien-Trimn respektable 60 PS, und so müssten die angestrebten 75 Pferdestärken wohl leicht zu holen sein. Ähnliche Einschätzungen betrafen das Trockengewicht. Alleine durch Weglassen der gesamten Beleuchtungseinrichtung, die Montage leichter Auspuffe und den Wegfall der schweren Bauteile wie Zweipersonen-Sitzbank, Schutzbleche und Haltebügel sollten die angepeilten 136 Kilogramm spielend erreicht werden.

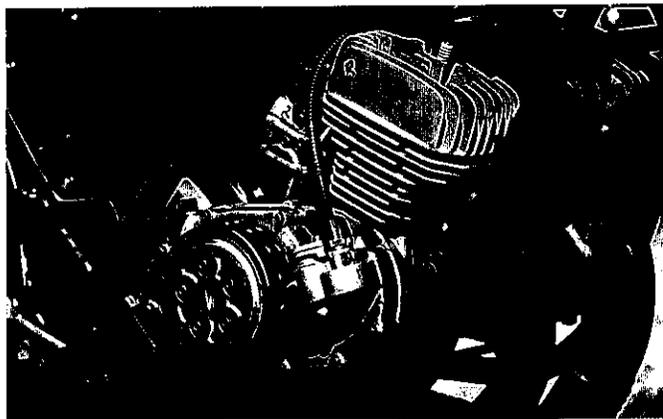
Die Praxis sah freilich etwas anders aus. Motorseitig wurde die Verdichtung von 6,8:1 auf 7,5:1 erhöht, und 35 Millimeter große Vergaser ersetzten die bisherigen 28er-Exemplare. Bemerkenswert war dabei die unterschiedliche Hauptdüsen-Größe für den linken (320), mittleren (310) und rechten (330) Zylinder. Außerdem erhielten die Zylinder schärfere Steuerzeiten, und die Ölbad-Kupplung wurde durch eine



■ Verkleidung, Tank und Sitzbank schmiegen sich wie angegossen um das speziell entworfene H1R-Chassis.



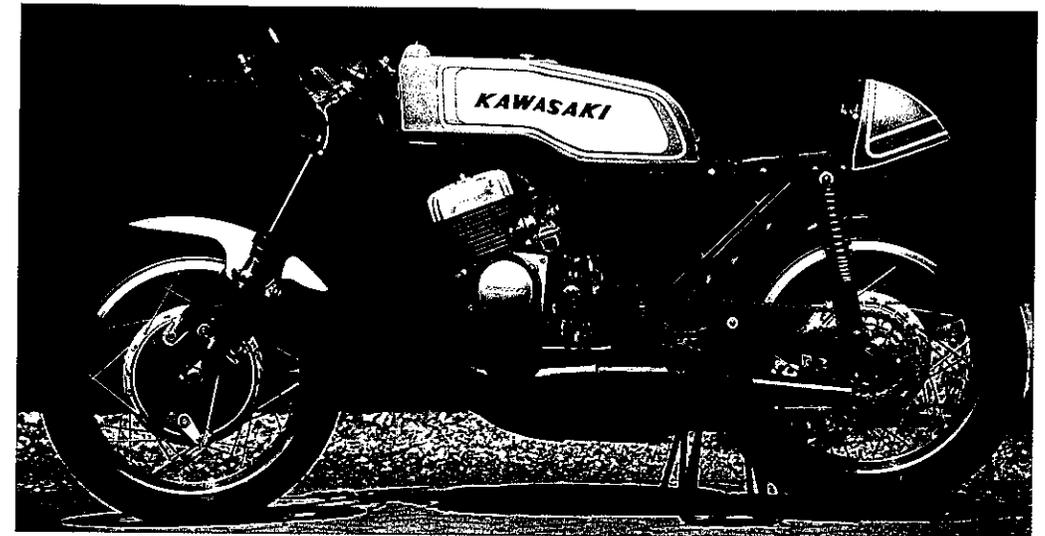
■ Die serienmäßigen 28er-Vergaser wichen bei der H1R leistungsfreudigen 35ern von Mikuni.



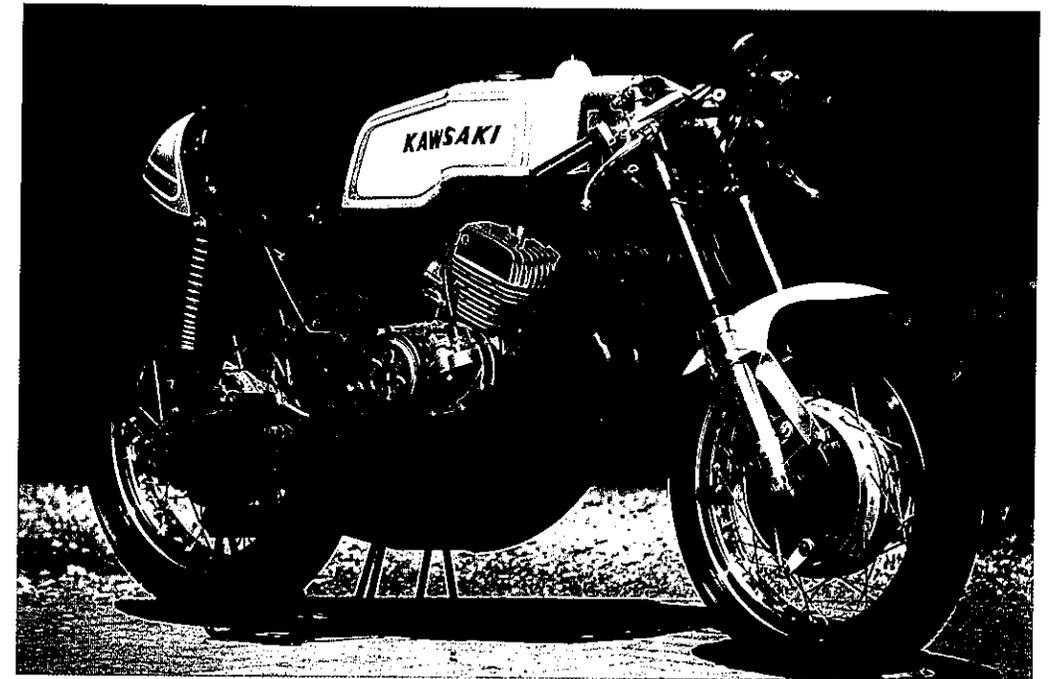
■ Der auf 75 bzw. 80 PS erstarkte H1R-Motor wurde werkseitig auf Trockenkupplung umgerüstet.

Trockenkupplung mit zehn Sintermetall-Reib-scheiben ersetzt. Dazu war ein neu gestalteter rechter Motordeckel notwendig geworden. Wie schon bei der A1 R und A7 R wurde auch bei der H1 R auf „doppelte“ Schmierung gesetzt, und so erhielt die serienmäßige Ölpumpe Unterstützung in Form einer Mischungs-Schmierung im Verhältnis 1:20. Getriebeseitig kam ein eng gestuftes Fünfgang-Getriebe zum Einsatz. Während der mit einer Batterie-Kontakt-Zündung ausgestattete Dreizylinder noch viel Nähe zur Serie bot, kapitulierten die Kawasaki-Ingenieure offenbar vor dem Serien-Rahmen. Im Gegensatz zum Doppelschleifen-Rohrrahmen der H1 Mach III bildeten die beiden Rahmen-Oberzüge bei der H1 R eine Schleife hinunter zum Schwingendrehpunkt, während die hinte-

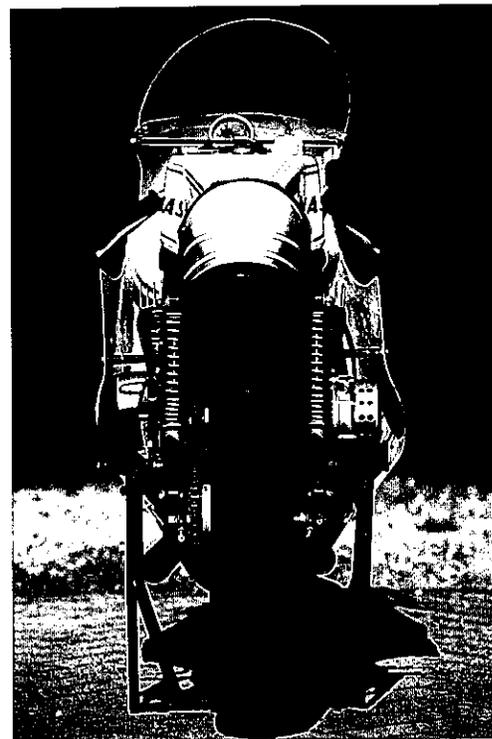
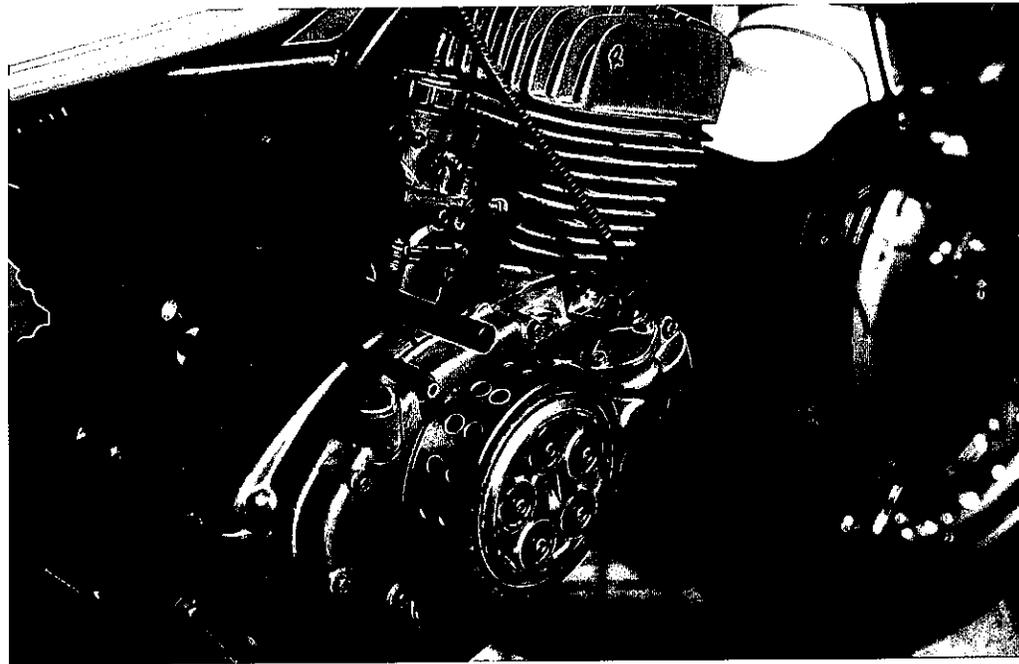
ren beiden Rahmen-Oberrohre für eine tiefere Sitzposition abgesenkt angeschweißt wurden. Höhere Steifigkeit und günstigere Schwerpunktlage waren die Folgen. Weitere, für den Rennbetrieb notwendige Maßnahmen betrafen die Räder und Bremsen. Hierbei setzte man vorne wie hinten auf 18-zöllige Leichtmetall-Hochschulterfelgen, während die Serien-500er noch mit einem 19 Zoll-Vorderrad und Stahlfelgen Vorlieb nehmen musste. Die mächtige vordere Doppel-Duplex-Bremse sah eindrucksvoll aus, verzögerte die H1 R aber nicht besonders wirkungsvoll. Aus diesem Grunde rüsteten zahlreiche H1 R-Eigner ihr Motorrad auf effektivere Scheibenbremsen um. Wie die vordere Trommelbremse war auch die hintere mit Belüftungsschlitzen versehen. Allerdings ver-



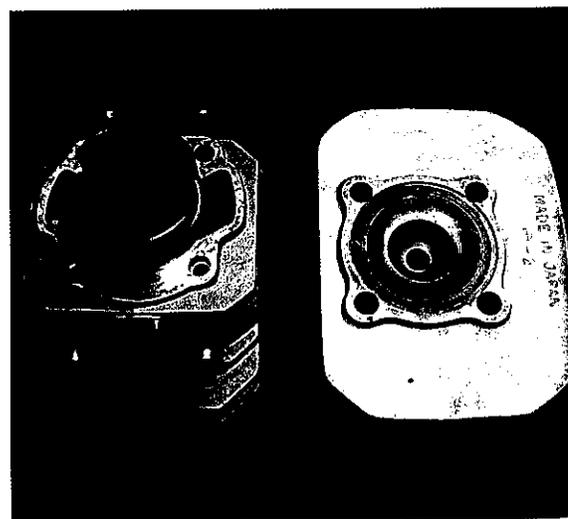
■ Mit 132 bzw. 136 kg Trockengewicht geriet die 500er wie erwünscht leicht.



■ Die vordere Doppel-Duplex-Trommelbremse wirkte nur mäßig und war vielfach der Grund für die Umrüstung auf Scheibenbremse.



■ Die H1R geriet überaus breit (links). Zur Gewichtseinsparung war der Kupplungskorb gelocht (oben). Die H1R-Zylinder sowie der Deckel passten auch auf das Serien-Gehäuse (u.).



richtete diese ihren Dienst so, wie man es von einer Rennbremse auch erwarten durfte. Rasch bewies die H1 R mit einem siebten Platz beim prestigeträchtigen Rennen in Daytona 1970 ihre Konkurrenzfähigkeit. Bis zum ersten Sieg durch Dave Simmonds beim spanischen Jarama-Grand Prix 1971 sollte aber noch über ein Jahr vergehen. Diese H1 R-A getaufte Ma-

schine verfügte über 80 PS bei 9500/min, nochmals schärfere Steuerzeiten sowie eine kontaktlose CDI-Zündung. Einen weiteren Grand Prix-Sieg konnte die H1 R-A nicht mehr erringen. Als Mick Grant im Jahre 1975 die Senior TT auf der Isle of Man gewann, handelte es sich bereits um die auf Wasserkühlung und Sechsganggetriebe umgerüstete H1 R-W.

Technische Daten

Kawasaki H1R-Motor	
Bauart	Luftgekühlter Dreizylinder-Zweitakt-Reihenmotor
Bohrung	60 mm
Hub	58,8 mm
Hubraum	499 cm ³
Max. Leistung	75/80 PS bei 9000/9500min
Max. Drehmoment	k.A.
Verdichtung	7,5/8,0:1
Gemischaufbereitung	Drei Mikuni-Rundschiebervergaser
Venturi-Durchlass	35 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	-
Ventilhub Auslass/ Einlass	-
Motor-Gewicht	47 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Fünfganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Trockenkupplung
Baujahr	1969 - 1971

Kawasaki KZ 1000 R-S1-Motor
von Eddie Lawson

Captain America

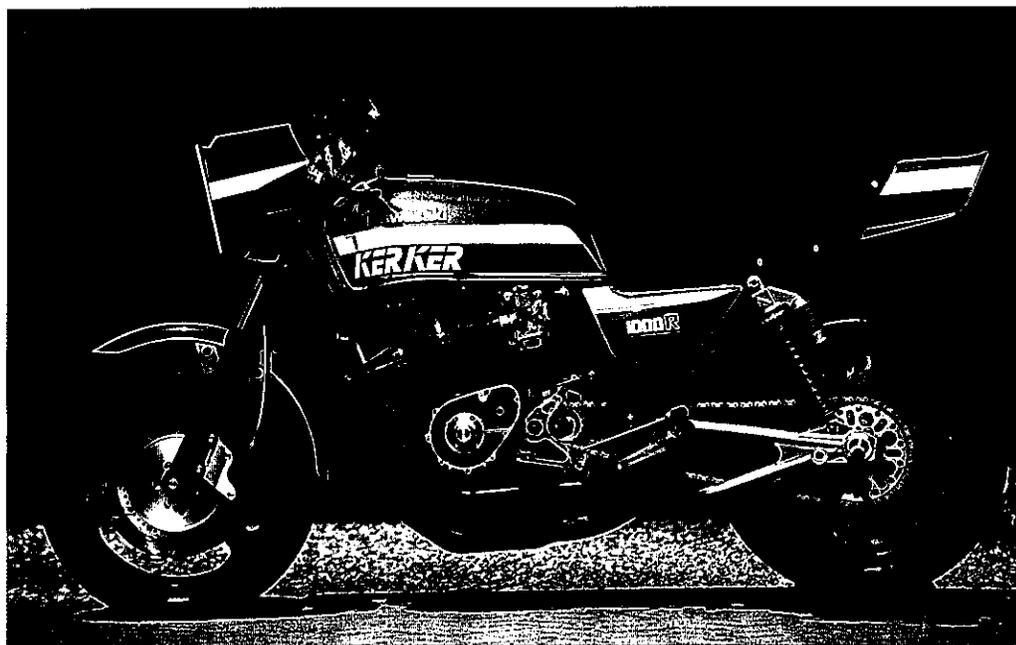
Mit der Z 1000 R-S1 dominierten Eddie Lawson und Wayne Rainey die US-Superbike-Meisterschaft. Eine waschechte Replica dieses Renners steht – inklusive Werksmotor – im Schwarzwald, wo wir ihn weltexklusiv in Einzelteilen analysieren durften.

Der Amerikaner Rob Muzzy aus Oregon, Superbike-WM-Interessierten vor allem durch den Titel-Gewinn des von ihm geleiteten Kawasaki-Werksteams 1993 durch seinen US-Fahrer Scott Russell bekannt, sorgte bereits elf Jahre zuvor in den heimischen USA für hochkarätige Kawasaki-Sport-Erfolge. Im Jahr 1982 galt es

in der amerikanischen AMA-Superbike-Meisterschaft den Meistertitel zu verteidigen, und mit den späteren Grand Prix-Champions Eddie Lawson und Wayne Rainey brachte Muzzy damals nicht nur in fahrerischer Hinsicht erstklassiges „Material“ an den Start. Auch das Kawasaki-Superbike KZ 1000 R-S1 war auf höchst konkurrenzfähigem Niveau.

In seinen Grundfesten von der KZ 1000 J abgeleitet, bildete schließlich die 1982 erstmals als Serien-Motorrad im Handel angebotene KZ 1000 R (in Deutschland Z 1000 R) die Basis für den siegrächtigen Werks-Renner, von denen Kawasaki insgesamt 30 Exemplare fertigte, die auf den Namens-Zusatz S1 hörten.

Der Werks-Kit beinhaltete sowohl für das Fahrwerk als auch für den Motor zahlreiche Spezialteile, die der KZ 1000-R S1 eine Spitzenleistung von 136 PS sowie eine dem Rennsport-Einsatz gerechte Fahrdynamik einhauchen. So erhielt der Werks-Renner etwa eine AP Lock-



■ Mit der KZ 1000 R-S1 wurde Eddie Lawson einst amerikanischer Superbike-Champion in der AMA-Meisterschaft.



■ Mit 136 PS stellte der Werks-Vierzylinder der S1 zu Beginn der 80er-Jahre konkurrenzfähige Leistung bereit.

heed-Doppelscheibenbremse am Vorderrad, deren 320 Millimeter große Bremsscheiben nicht wie bis dato üblich gelocht, sondern zur verbesserten Wärmeabfuhr mit sogenannten Slots (Schlitzen) versehen waren. Zudem wurde das Fahrwerk auf die Verwendung profilloser Slicks abgestimmt, und der Verzicht auf im Serienbau obligatorische Bauteile half, das Trokengewicht des Renners auf weniger als 200 Kilogramm zu drücken.

Motorseitig wurde das Kurbelgehäuse etwa zur Reduzierung von Pump-Verlusten mit zusätzlichen Fenstern versehen und mittels eingeschweißter Verstärkungen auf die höheren auftretenden Kräfte vorbereitet. Zudem erhöhten andere Kolben die Verdichtung von ehemals 9,2:1 auf nunmehr 11,3:1. Ebenfalls leistungsfördernd wirkten sich größere Ein- und Auslass-Ventile

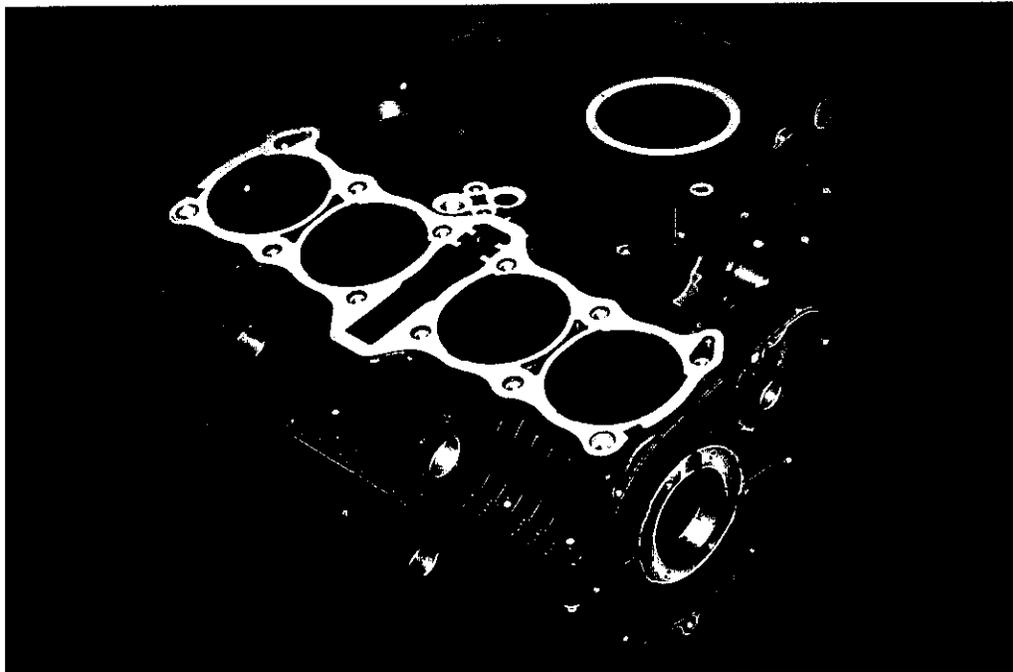
(38/32 Millimeter), schärfere Nockenwellen mit mehr Ventilhub sowie eine kleine, leichte Magnetzündung mit zwei Zündkerzen pro Brennraum aus. Zur gezielten Abstimmung des Fünfganggetriebes auf die jeweiligen Rennstrecken beinhaltete der Kit zudem unterschiedliche Zahnrad-Paarungen. Last not least sorgten sich die bewährten Keihin CR 33 Rundschieber-Vergaser um eine effiziente Gemischaufbereitung.

In diesem Trimm bereits 136 PS stark, gelang es Muzzy, dem Vierzylinder mit weiteren Modifikationen schließlich gewaltige 149 PS zu entlocken. Beste Voraussetzungen also, den begehrten AMA-Superbike-Titel nach 1981 auch 1982 wieder ins Kawasaki-Lager zu holen. Eddie Lawson gelang dies schließlich mit Siegen in Talladega/Alabama, Riverside/Kalifornien, Elkhart Lake/Wisconsin und Monterey/

Motorrad-Motoren im Detail

Kalifornien. Sein Teamkollege Wayne Rainey vervollständigte den Kawasaki-Triumph in diesem Jahr mit einem dritten Platz in der Gesamtwertung nach Siegen in Loudon/New Hampshire und Mount Pocono/Pennsylvania. Der zu Anfang der Saison 1982 als haushoher Favorit

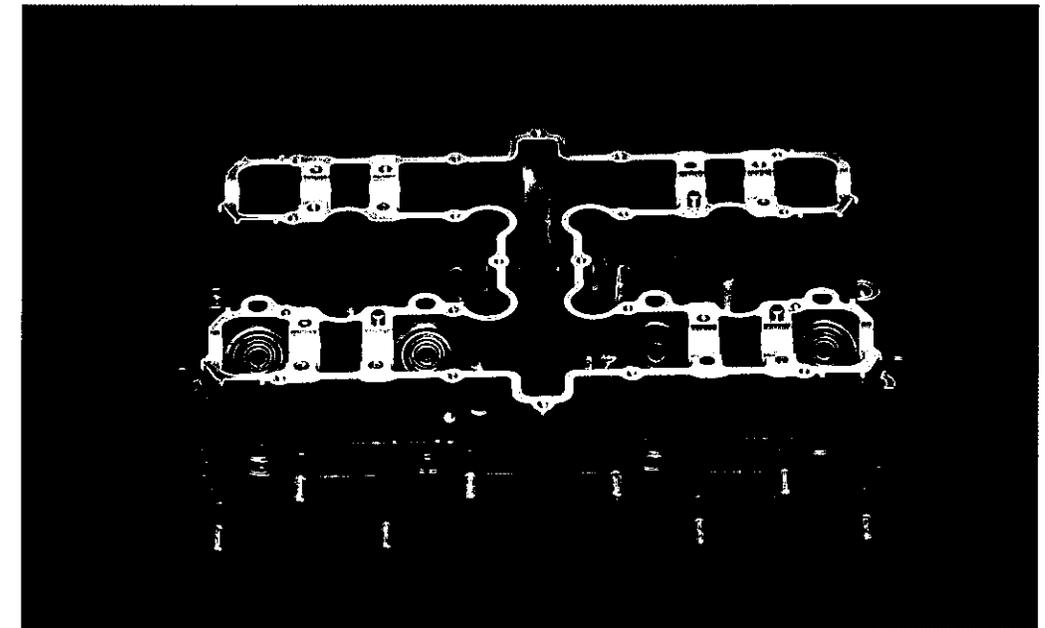
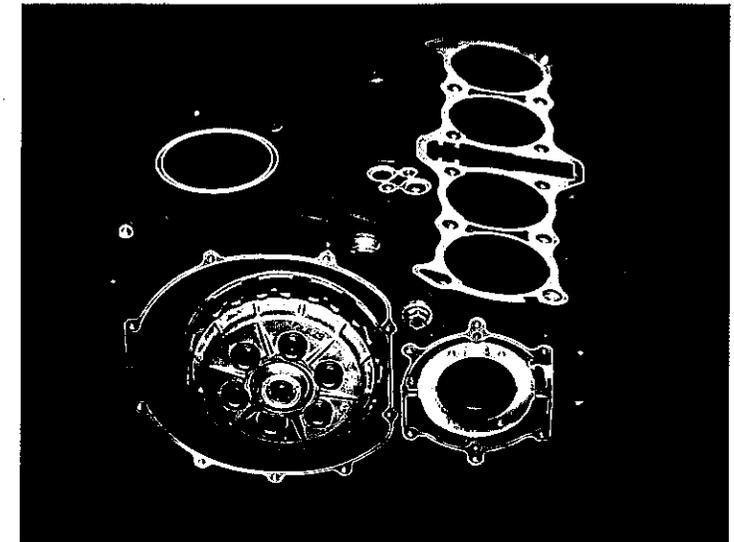
gehandelte Honda-„Wunderknabe“ Freddie Spencer aus Shreveport/Louisiana war geschlagen. Die hier gezeigte Maschine befindet sich übrigens in deutschem Besitz und gehört Ludwig Pfaff, einem im Schwarzwald ansässigen Kawasaki-Sammler.



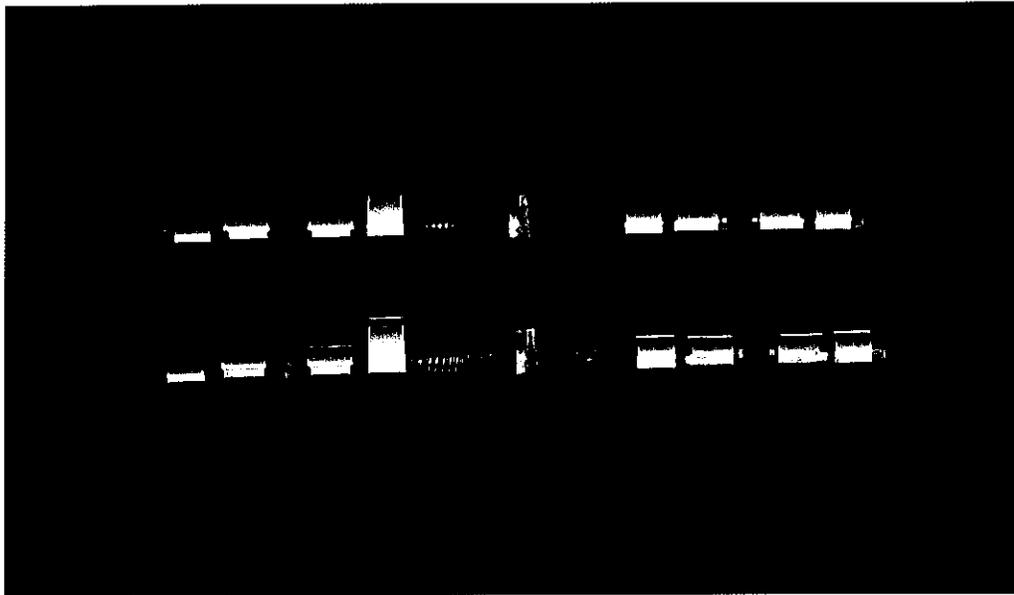
■ Werksseitig wurde das Motorgehäuse mit zusätzlichen Fenstern zwischen den Zylinder-Einheiten versehen, um Pumpverluste zu verringern.

Captain America

■ Blick auf die den Anforderungen angepasste Kupplung.



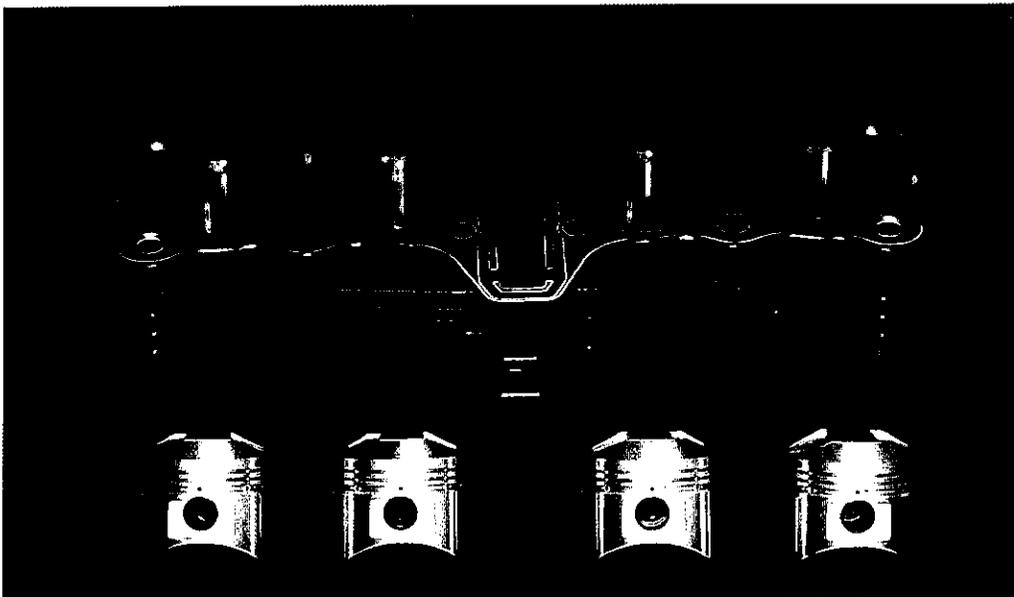
■ Der von der Serien-Z 1000 J abgeleitete Zylinderkopf erhielt werksseitig eine Doppelzündung sowie größere Ventile.



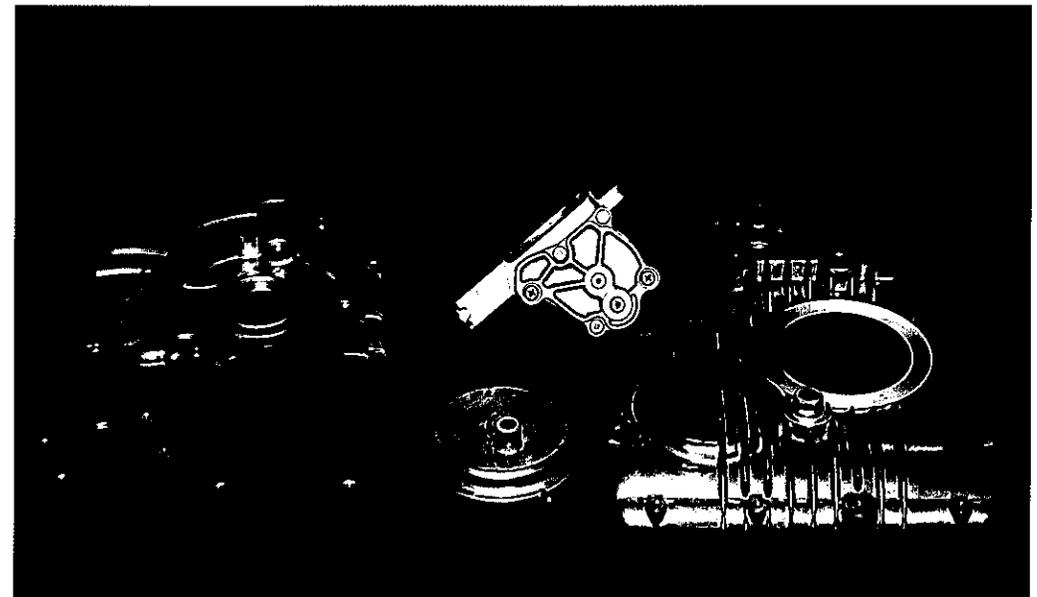
■ Schärfere Nockenwellen mit mehr Ventilhub sorgten für verbesserte Füllung bei hohen Drehzahlen.



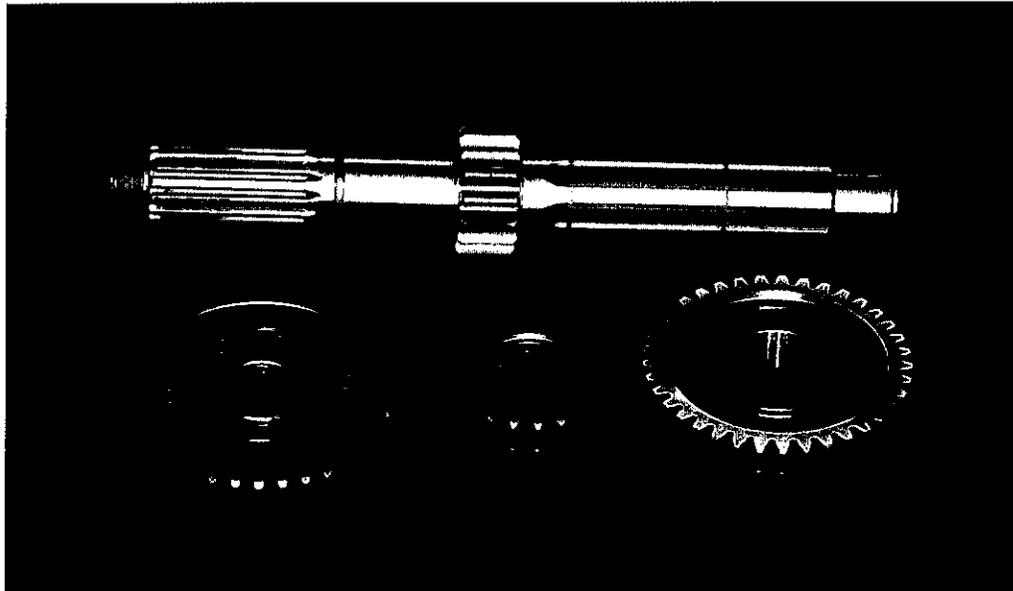
■ Ventil- und Gehäusedeckel der S1 entstammten der Serien-Z 1000 J.



■ Charakteristisch für getunte Kawasaki Z 1000-Motoren sind höher verdichtende Kolben mit ausgeprägtem Dom.



■ Unterer Motorgehäusedeckel nebst Teilen für den verbesserten Ölkreislauf mittels größerer Pumpe.



■ Neben einem Renngetriebe beinhaltet der Kit auch eine geänderte Primärübersetzung nebst Welle.



■ Die kleine, leichte Batterie-Spulen-Zündung des Kit-Triebwerkes.



■ Angepasstes Zündsteuer-Gerät mit mehr Frühzündung für höhere Drehzahlen.



■ Leichte Kit-Kolben mit wenig „Fleisch“ im Innenraum zur Reduzierung der oszillierenden Massen.

Technische Daten

Kawasaki Z 1000 R-S1-Motor von Eddie Lawson	
Bauart	Luftgekühlter Vierzylinder-Viertakt-Reihenmotor mit zwei oben liegenden Nockenwellen
Bohrung	69,4 mm
Hub	66 mm
Hubraum	999 cm ³
Max. Leistung	136 PS bei 10000/min, Muzzy-Version 149 PS
Max. Drehmoment	k.A.
Verdichtung	11,3:1
Gemischaufbereitung	Vier Keihin-Rundschiebervergaser
Venturi-Durchlass	33 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	32 / 38 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	k.A.
Motor-Gewicht	84 kg
Kraftübertragung	Klavengeschaltetes Fünfganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Ölbadkupplung
Baujahr	1982

König-Gespann-Boxer von Rolf Steinhausen

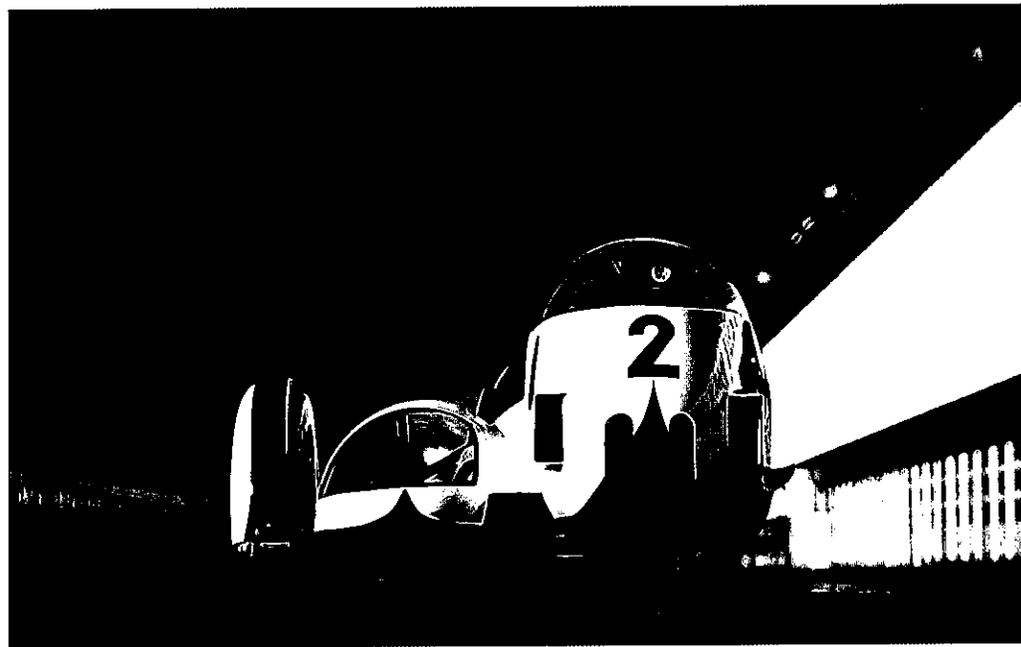
Heute ein König

Drei Räder, 70 PS aus vier Zylindern und mit Rolf Steinhausen in Ameisenkniehöhe über den Hockenheim Asphalt. Autor Jürgen Gaßebner erlebte die Welt des Schmiermaxen. Na denn, Prost!

Es gibt Dinge im Leben, die muss man sich nicht unbedingt antun. Etwa Bungee-Jumping, Freestyle-Bügeln in 30 Meter hohen Baumkronen oder in einem Renngespann mitfahren. Schließlich hat man's ja gerade bei letzterem nicht selbst im Griff, ist dem Steuermann und seinem Dreh am Gasgriff hoffnungslos ausgeliefert. Doch es gibt Ausnahmen. Beispielsweise dann, wenn ein zweifacher Seitenwagen-Welt-

meister zu Dir sagt: „Jürgen, willst mal mit dem König fahren?“ „Mit dem König?“ Bevor ich mir's – Bungee hin, Jumping her – doch noch anders überlege, sage ich freudestrahlend zu, und der Herr mit dem Schnauzer – kein Geringerer als Rolf Steinhausen – grinst nur, und so verabreden wir uns auch gleich zu einem Fahrtermin im Hockenheimer Motodrom. Je näher der Tag der Wahrheit rückt, desto mehr Spannung baut sich auf, und ich erkundige mich mal, wie der Meister sich unsere Fahrt so vorstellt. „Sie hat 70 PS und geht rund 240. 1973 auf der TT sind wir knapp 100 Meilen pro Stunde gefahren. Im Schnitt, weißt Du“, informiert mich Rolf kurz und knapp übers Thema Fahrdynamik. Aha!

Das ist nun über 30 Jahre her, der Rolf ist gerade 60 geworden, und sicher ist er mittlerweile viel ruhiger, sage ich mir. Außerdem will er das wunderschöne Stück mit dem legendären Vier-



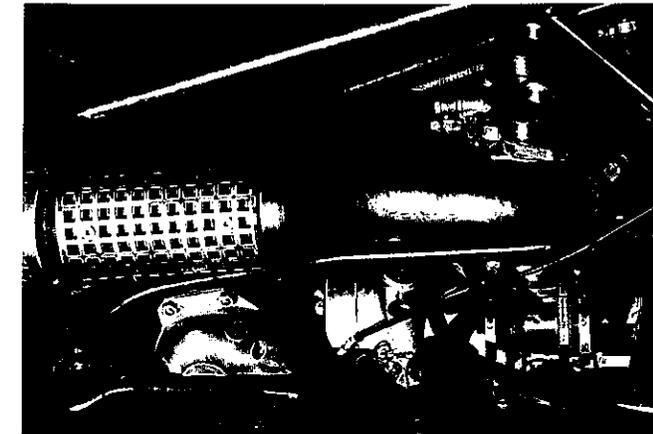
■ Mit dem König-Gespann realisierte Rolf Steinhausen auf der TT 1973 einen Runden-Schnitt von knapp 100 Meilen pro Stunde.

zylinder-Boxer von Bootsmotoren-Bauer Dieter König ja sicher nicht gefährden. Nein, ich muss mir keine Sorgen machen. Nicht wirklich.

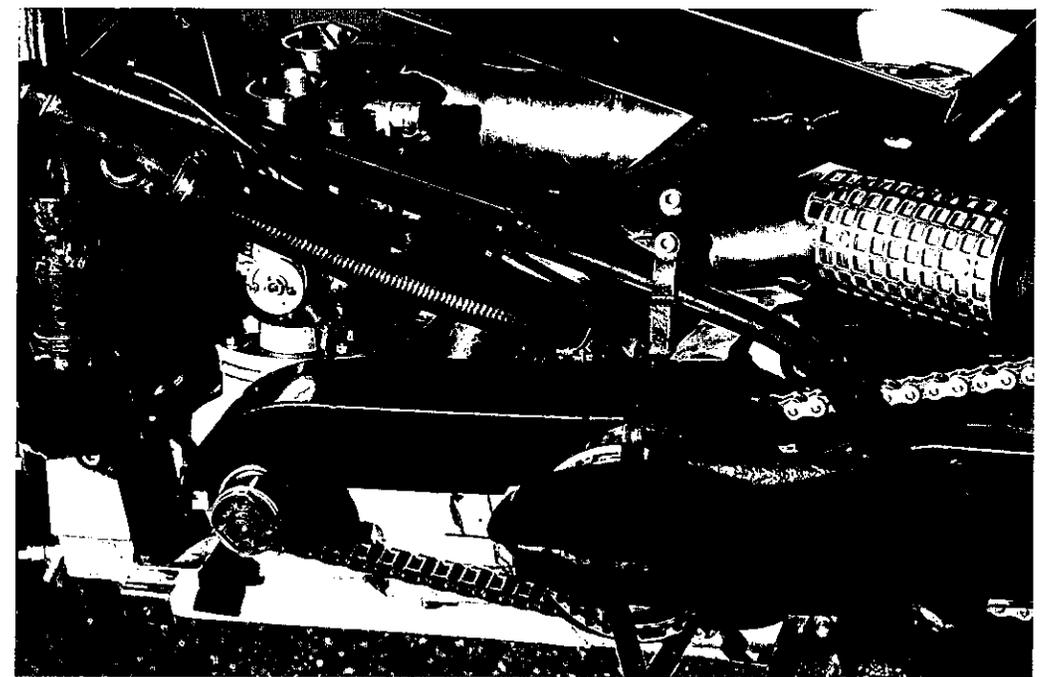
Als wir uns dann bei bestem Spätherbst-Wetter in Hockenheim treffen, geht mir aber irgendwie schon der Stift.

Fast das komplette Team Steinhausen Racing ist angereist. Mit Sohn Jörg, der gerade WM-Dritter und Deutscher Meister bei den Seitenwagen getreten ist. Mit seinem zweiten Sohn Maik, der sich sowohl beim aktuellen, 200 PS starken Suzuki-Gespann wie auch beim fossilen König leidenschaftlich um die Technik kümmert. Und natürlich mit Mutter Ursula, die die Gäste beim heutigen „Track-Day“ umsorgt und bewirbt.

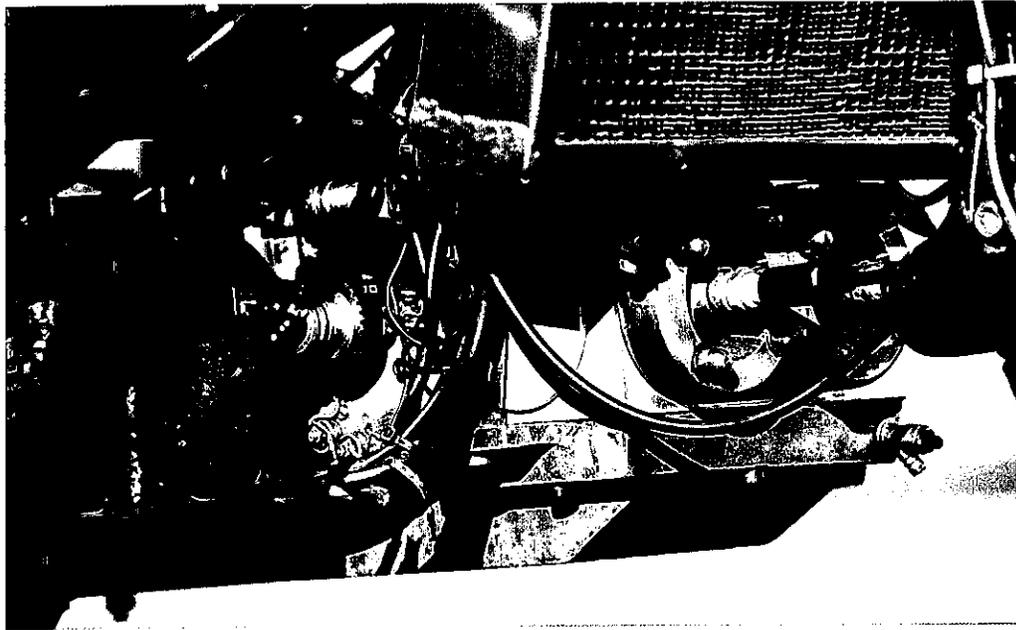
Während Radio-Reporter, Sponsoren und Freunde des Teams die Gelegenheit zu einer „Taxifahrt“ in Jörgs Suzuki-Boliden nutzen und diesem nach drei Runden manchmal mehr



■ Über der Auspuffbirne des vorderen Zylinderpaares ist der Solex-Doppelvergaser zu erkennen. Gleich darunter sieht man die Umlenkung des Zahnriemens für den Platten-Drehschieber.



■ Der offen laufende Primärtrieb via Kette zum Norton-Schafleitner-Fünfganggetriebe.



■ Das vordere Zylinderpaar des quer eingebauten König-Boxers, darüber der Wasserkühler.

schlecht als recht entsteigen, widmen wir uns ganz dem König-Dreirad.

„1971 fuhr ich die Solo-König von Karl Hoppe in Zolder Probe, und dachte mir, dass sich daraus doch bestimmt ein klasse Gespann bauen ließe“, erzählt Rolf aus der Entstehungsphase. Kurz entschlossen wurde der Solo-Rahmen im darauf folgenden Winter schließlich umgeschweißt, bekam ein neues Heck sowie das Rohrwerk für den Beiwagen – und fertig war das Zweitakt-Biest, das in die BMW-Phalanx einbrechen sollte.

Vielversprechend war Rolfs Idee allemal, schließlich wiegt der Vierzylinder-Boxer nicht mal 50 Kilogramm, und mit 70 PS sowie der schmalen und damit windschlüpfigen und von BMW entlehnten Silhouette sollte man gegen die arrivierten Bayern-Boxer vielleicht sogar mehr als nur konkurrenzfähig sein. Weitere Vorteile ergaben sich aus dem sehr niedrigen Schwerpunkt. „Doch im ersten Jahr kämpften

wir dann doch mit allerlei Problemen. So etwa mit der Triplex-Primärkette und dem Antriebs-Ruckdämpfer auf der Kurbelwelle. Zudem hatten wir aufgrund des porösen Gusses oftmals Wassereintrich im Kurbelgehäuse.“ Nichtsdestoweniger belegte Rolf Steinhausen mit den Beifahrern Karl Scheurer und Rolf Kabbe damit Rang 10 in der WM-Endabrechnung von 1972, holte 1974 seinen ersten GP-Sieg in Spa-Francorchamps und wurde WM-Vierter. Ein Jahr später sicherte er sich mit Sepp Huber schließlich den WM-Titel mit dem weiter entwickelten König-Motor, der nun schon in der zweiten Saison im Busch-Fahrwerk mit breiten und niedrig bauenden 10-Zoll-Rädern für Vortrieb sorgte.

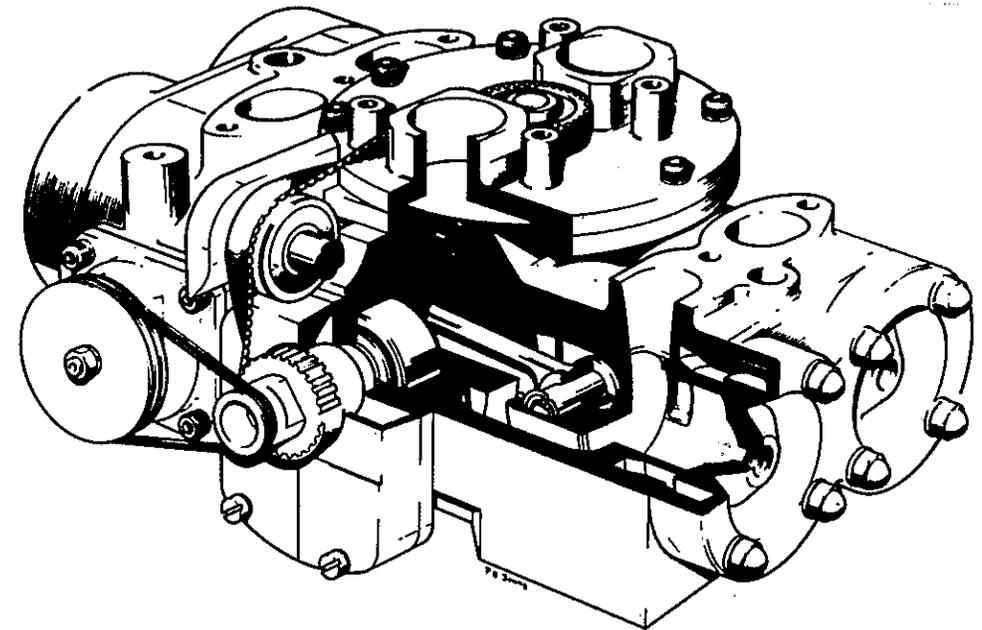
Das König-Gespann von 1972 indes trägt vorne wie hinten schmale und hoch bauende 16-Zöller, und das Beiwagen-Rad misst 12 Zoll im Durchmesser. Direkt von vorne betrachtet drängt sich einem dadurch sofort das Attribut

„gering“ für den Luftwiderstand auf, und schiebt man das 80 Zentimeter hohe Dreirad in der Boxengasse hin und her, fasziniert der minimale Rollwiderstand, bedingt durch die schmale Bereifung sowie die offenbar kaum vorhandene Reibung im Antriebsstrang von König-Motor, Primärtrieb über Zahnkette (vormals Triplex-Rollenkette) zum Norton-Fünfganggetriebe mit Schafleitner-Innereien sowie einer Rollenkette zum Hinterrad.

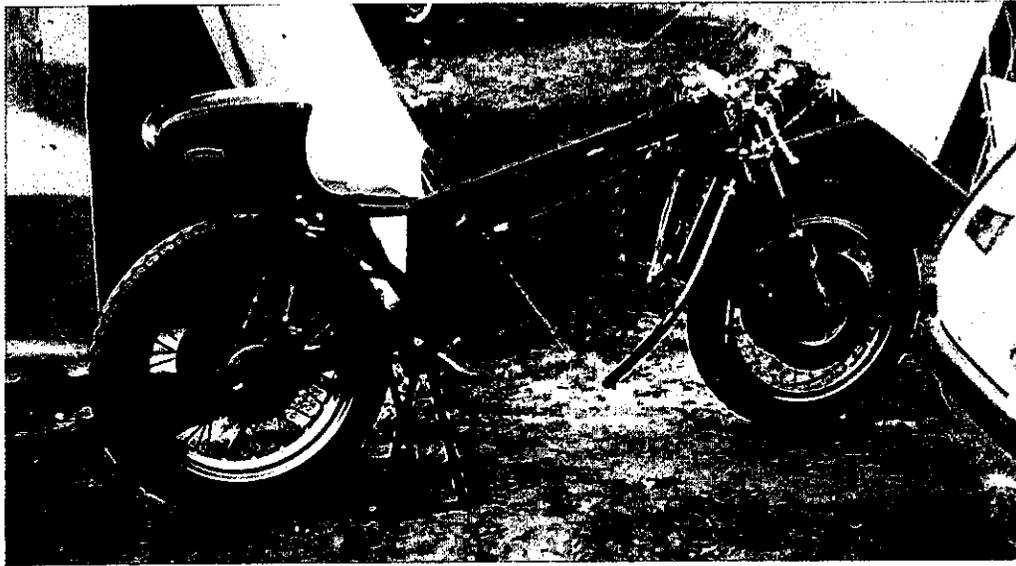
Entsprechend kinderleicht lässt sich das König-Gespann denn auch per Schiebepedal zur Arbeit überreden. Ein paar Meter, kurz die Kuppelung schnalzen lassen, und schon bellt der Vierzylinder aus seinen beiden mächtigen Auspuffbirnen. Obgleich vier Zylinder bei der Arbeit sind, übernehmen nur zwei Auspuffe die Entsorgung der Abgase, und zwar erstaunlicherweise für das jeweils gegeneinander laufende vordere beziehungsweise hintere Zylinderpaar.

Macht in Punkto Gasschwingungen theoretisch zwar keinen wirklich einleuchtenden Sinn, funktioniert, wie wir beim Herausbeschleunigen aus der Boxengasse erleben dürfen, jedoch ganz prächtig.

Sämig hängt der Vierzylinder mit seinem riesigen Plattendreheschieber am Gas und zerrt ab 5000/min spürbar sowie von 7000 bis 10.500/min äußerst nachdrücklich am Hinterrad. Während der Fahrer sich neben fulminantem und konstruktiv bedingt völlig vibrationslos dargereichtem Schub auch am fantastischen Handling erfreut, konfrontieren den König-Neuling im Boot indes merkwürdige Dinge. Ein Blick aus der Kauerhaltung nach links etwa wirft rasch die Frage auf „Was passiert, wenn der kleine, um 90 Grad umgelenkte Zahnriemen des Drehschieberantriebs reißt, der Gummiriemen des Wasserpumpenantriebs davon fliegt oder gar der Motor explodiert? Heinz



■ Schnitt durch den König-Boxer mit aufwändig via Zahnriemen angetriebenem Plattendreheschieber. Ganz links die via Keilriemen von der Kurbelwelle angetriebene Wasserpumpe.



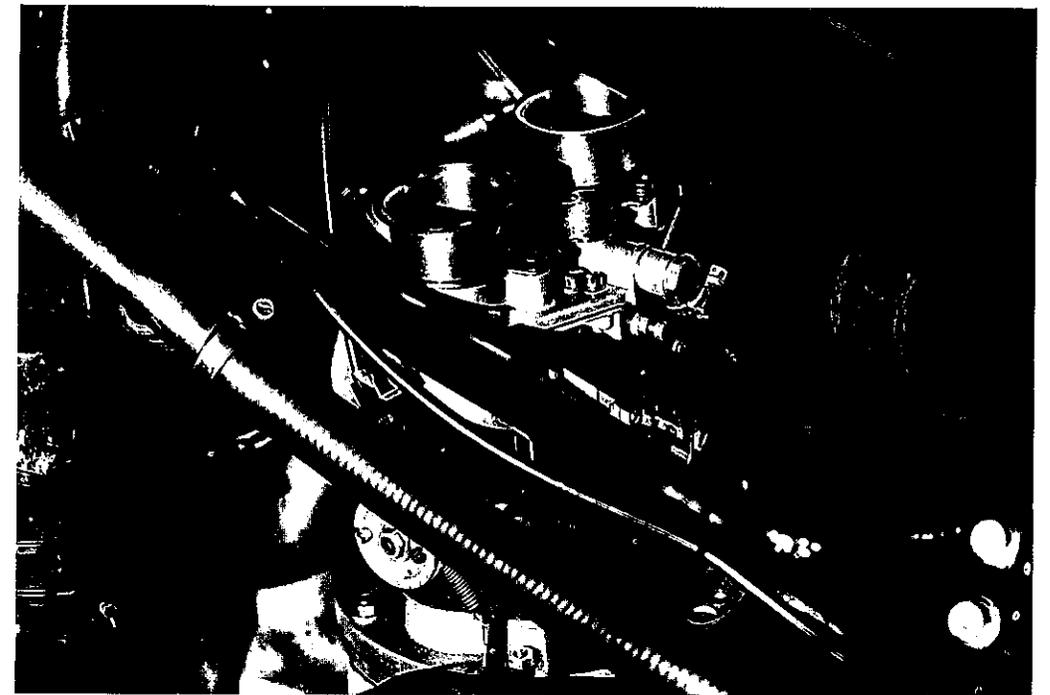
■ Eine Solo-König, wie sie Karl Hoppe fuhr, brachte Rolf Steinhausen 1971 auf die Idee, mit diesem Motor ein Gespann anzutreiben.

Luthringshauser brachte es seinerzeit auf den Punkt und sagte: „Rolf, mit dem Märklin-Baukasten willst du Rennen fahren?“ Der Geräuschkulisse nach zu urteilen, müssen langjährige König-Schmiermaxen heute zumindest schwerhörig sein, Ängste vor umherfliegenden Motor-Innerein mussten sie aber nicht haben. „Im schlimmsten Fall klemmt sie eben“, weiß Rolf. Und trotzdem wirken die offen laufenden Riemen und Wellenstümpfe kaum zwei Handbreit vom Beifahrer entfernt doch irgendwie beklemmend. Zumindest auf einen Neuling wie mich. Nach der Einführungsrunde auf dem kleinen Kurs weicht die Sorge um die lautstark agierende Motorentechnik indes jener um die eigene Gesundheit. Denn als Vater Rolf von Sohn Jörg mit dem 200 PS-Boliden überholt wird, gibt es kein Halten. Rennfahrer eben. Jetzt lässt er den König sprechen, versucht wenigstens für die nächste halbe Runde zu folgen, und ich klammere mich so gut es geht hinter der kleinen Kanzel fest. Mit der Gewichtsverlagerung habe

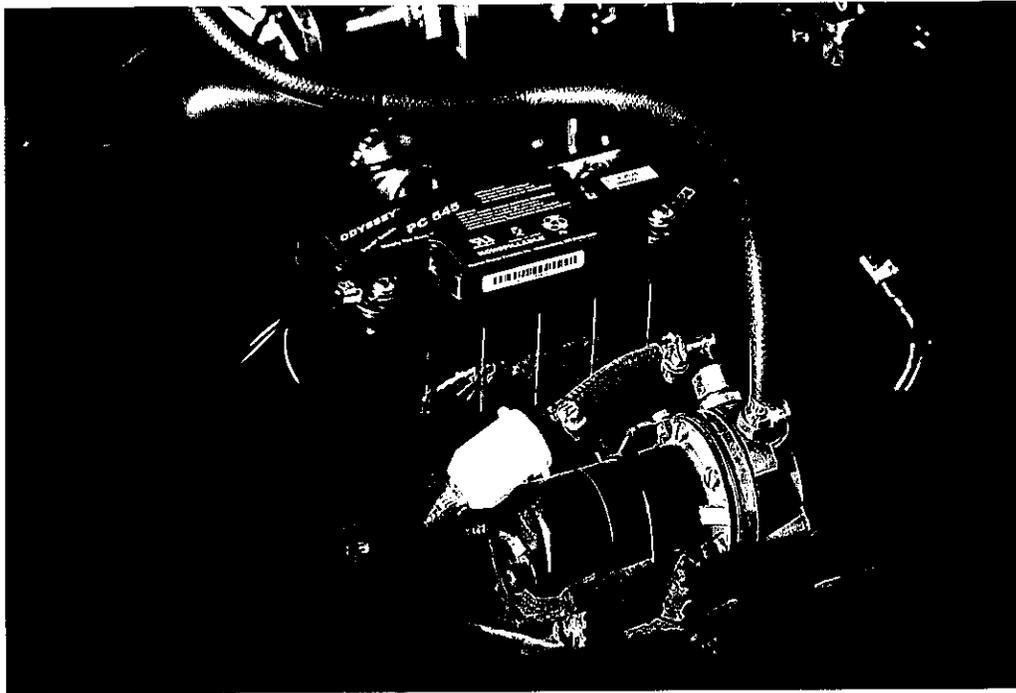
ich nicht mehr viel im Sinn, sondern bin einfach nur froh, weiterhin an Bord zu sein. Begeistert, und sogar für mich als Beifahrer vom ersten Meter an spürbar, ist die Präzision, mit der Rolf das König-Gespann dirigiert. Wie ein heißes Messer durch die Butter läuft es durch die Schikane vor dem Eingang auf den großen Kurs, ohne in schnell gefahrenen Abschnitten irgendwelche Nervositäten zu zeigen. Zielgenauigkeit pur. Und auch die vordere, vom sechsfachen Seitenwagen-Weltmeister Klaus Enders gebaute und offen laufende Doppel-Duplex-Bremse tut das, was sie bei Bedarf soll – richtig kräftig verzögern. Begründet waren jedwede Sorgen, sei es im Hinblick auf die Technik oder auf die Beifahrerei freilich nicht, und dennoch falle ich einer gewissen Erleichterung anheim, als wir wieder in die Boxengasse rollen. „Hast du die eine oder andere Fehlzündung gehört?“, ruft Rolf zu mir unterm Helm hervor. „Ich dachte, das muss so“, sage ich, steige aus und

werde von der breit grinsenden Mechaniker-Truppe empfangen. „Na, wie war's“, lautet die Standard-Frage. Ich überlege kurz, blicke zu Rolf, und der scheint meine Gedanken lesen zu können. „Übern Winter baue ich sie komplett neu auf. Wie neu. Dass sie richtig geht. Und dann fährst du sie mal selber.“ Ein guter Plan und ein ehrendes Angebot, das ich nur zu gerne annehme. Denn Gespannfahren hat zweifelsohne etwas ganz Besonderes. Gerade im

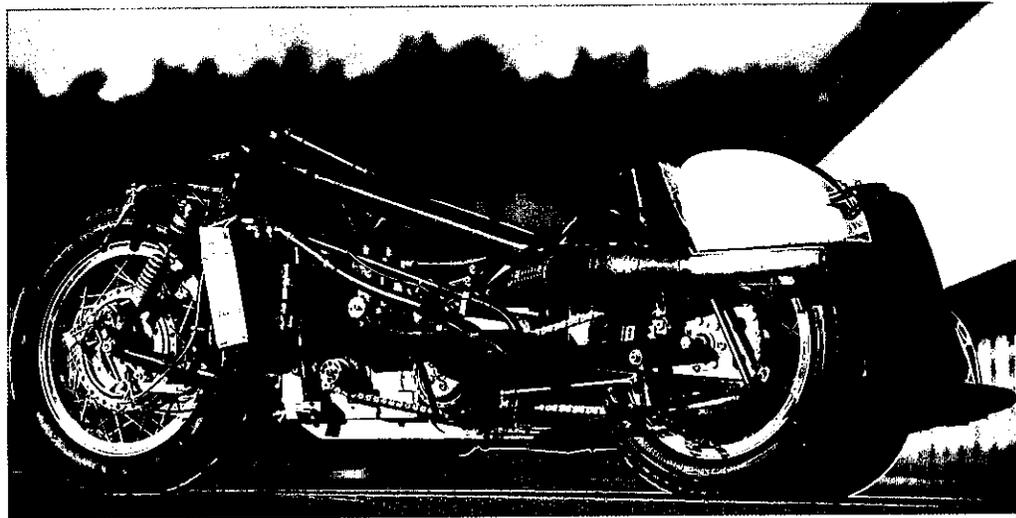
König und vor allem mit Rolf. Da beginnst du eine Vorstellung davon zu bekommen, was die Jungs vor mehr als 30 Jahren geleistet haben. Im selbst gebauten Gespann mit vier Ersatz-Zündkerzen samt Kerzenschlüssel in der Seitenwagen-Kanzel wie die Wahnsinnigen eine Handbreit überm Asphalt über die Isle of Man geknallt. Da kannst du eigentlich nur eins – den Hut ziehen. Und zwar tief.



■ Die Fallstrom-Konstruktion des Solex-Doppelvergasers bot sich für den König-Boxer aufgrund der Drehschieber-Anordnung geradezu an.



■ Blick auf die elektrische Kraftstoffpumpe.



■ Der niedrig bauende König-Boxer ermöglichte einen für Gespanne eminent wichtigen, niedrigen Schwerpunkt.

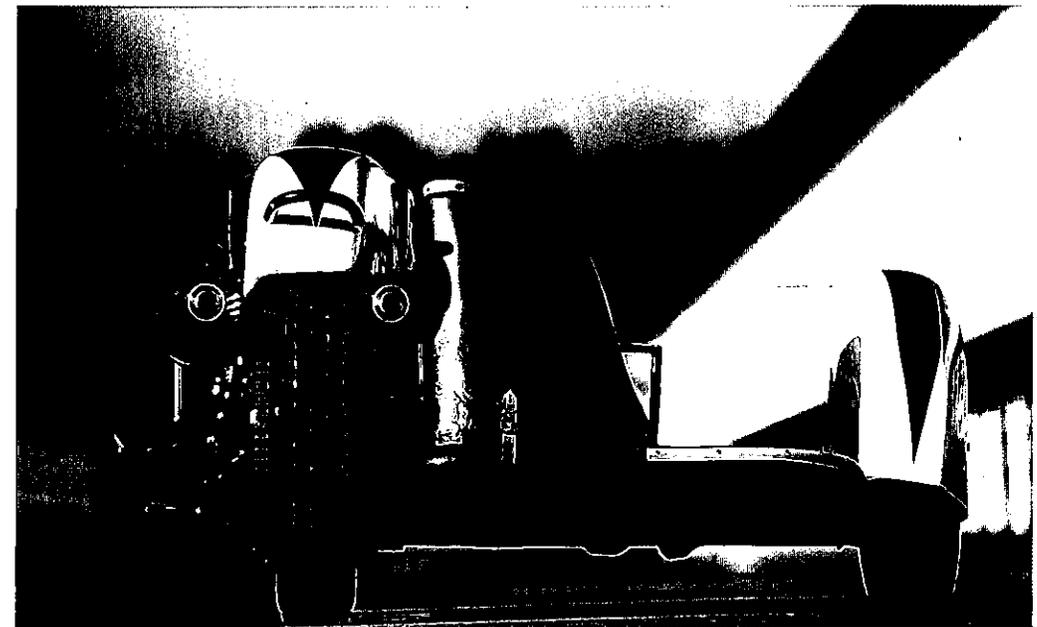


■ Rolf Steinhausen und der Autor beim gemeinsamen „Flug in Ameisen-Kniehöhe“ um das Hockheimer Motodrom.





■ In den Jahren 1975 und 1976 wurde Rolf Steinhausen mit Sepp Huber Gespann-Weltmeister. Noch heute hat er am Umgang mit seinem König-Gespann größten Spaß.



■ Die schmale Bereifung sorgte für wenig Widerstand, aber auch für wenig Grip.

Technische Daten

König-Gespann-Boxer von Rolf Steinhausen	
Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Vierzylinder-Zweitakt-Boxermotor mit riemengetriebenen Plattendrehschiebern
Bohrung	54 mm
Hub	54 mm
Hübraum	498 cm ³
Max. Leistung	70 PS bei 10500/min
Max. Drehmoment	k.A.
Verdichtung	12,5:1
Gemischaubereitung	Ein Solex-Doppelvergaser mit elektrischer Kraftstoffpumpe
Venturi-Durchlass	40 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	-
Ventilhub Auslass/ Einlass	-
Motor-Gewicht	Unter 50 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Norton-Schaffleitner-Fünfganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Trockenkupplung
Baujahr	1972

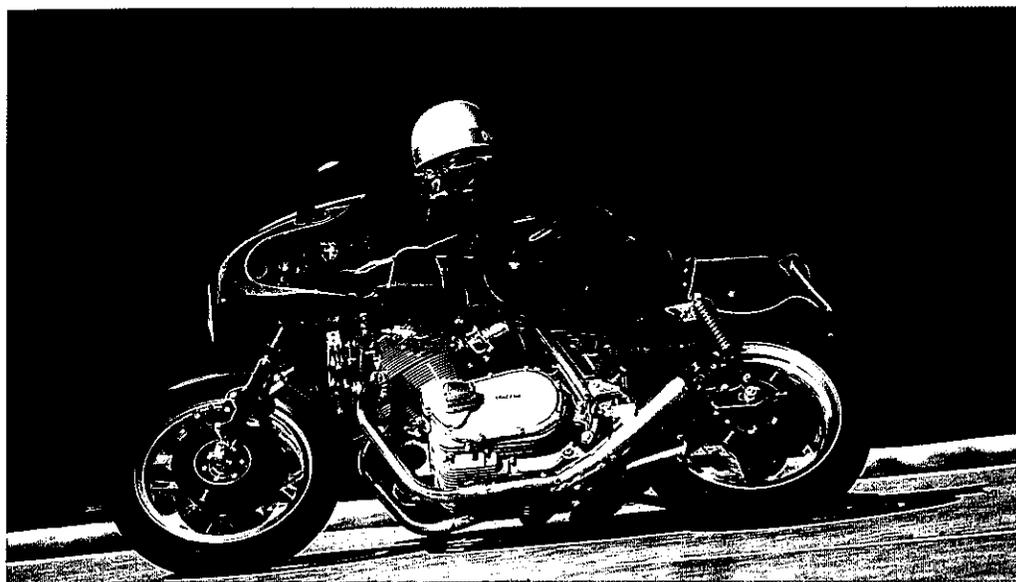
Laverda 750 SFC
Elektronica-Motor

Herzstück aus Breganze

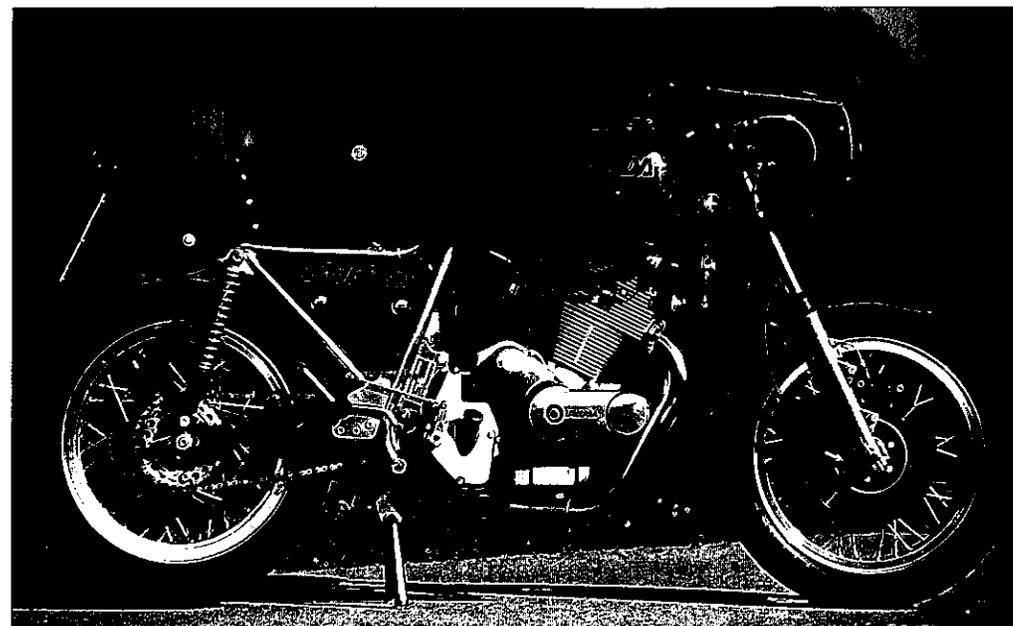
Von der legendären 750 SFC fertigt Laverda gerademal 549 Exemplare. Wir nahmen den Motor der leistungsstärksten Variante, der 750 SFC elektronica, genau unter die Lupe.

In den frühen 70er-Jahren machte Laverda unter den sportlich orientierten Motorradfahrern vor allem durch die 750 SFC von sich reden. Wie sich nicht nur in den Tests der Fachpresse, sondern auch im seriennahen Rennsport und bei Langsteckenrennen heraus stellte, war den Ingenieuren in Breganze mit ihrem Supersport-Zweizylinder ein ganz großer Wurf gelungen. Dies zwar nicht im Hinblick auf horrende Ab-

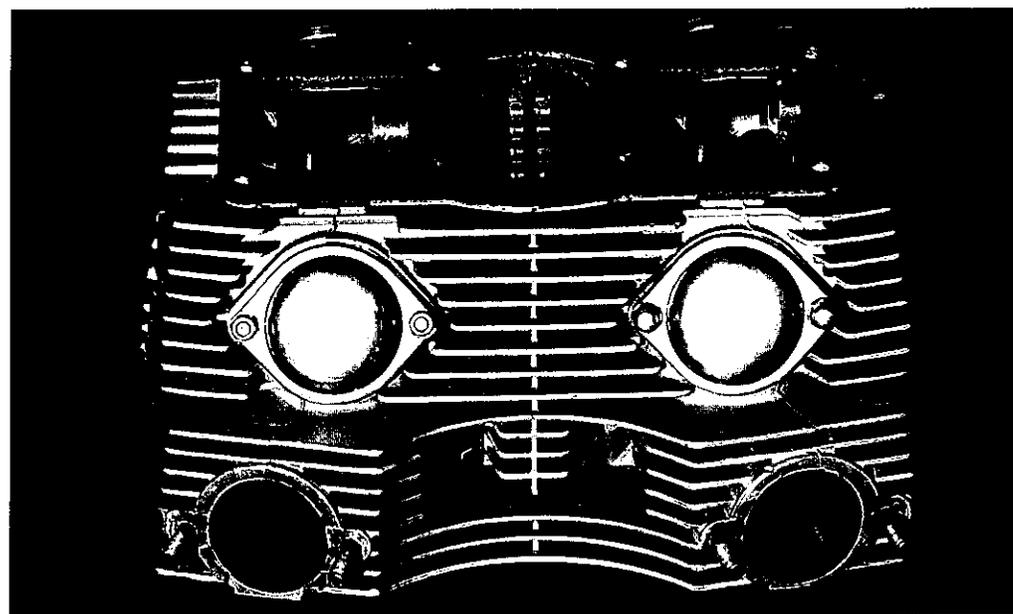
satzzahlen – dazu war die SFC mit einem Preis um die 15.000 Mark viel zu exklusiv. Wohl aber bestach der einsitzige Sportler mit einer Fahrdynamik, die selbst heute, im Zeitalter fast dreimal so starker Maschinen, noch überzeugen kann. Zur damaligen Zeit hingegen war sie fast so etwas wie eine Offenbarung für die Sportfahrer. Ein traumhaftes Fahrwerk, eine stattliche Höchstgeschwindigkeit von fast 220 km/h und gesunde 75 PS, gepaart mit sattem Drehmoment – das war der Stoff aus dem damals eine phänomenale Fahrdynamik resultierte. Das galt ganz besonders für die 750 SFC elektronica von 1975, deren Motor wir aufgrund eines defekten Lagerrings eines Pleuellagers zerlegen mussten und Ihnen, lieber Leser, deshalb im Detail vorstellen können. Damals wie heute, wurde die Leistung auch bei der SFC vor allem im Kopf gemacht. Der Zylinderkopf der SFC ist von den Außenabmessungen zwar identisch mit dem SF-Kopf, aber im Detail waren große Veränderungen nötig, um



■ Unter fahrdynamischen Gesichtspunkten betrachtet, gilt eine SFC als eines der besten Motorräder der 70er-Jahre



■ Die 750 SFC kann getrost als Rennmaschine mit Straßenzulassung bezeichnet werden.



■ Der Zylinderkopf der SFC gleicht in seinen Abmaßen dem SF-Exemplar, wurde jedoch umfangreich modifiziert.

das Leistungspotenzial der SFC zu erreichen. Eine wesentliche Veränderung der SFC gegenüber den anderen 750er-Typen haben die Brennraumformen und damit zwangsweise auch die Gestaltung der Kolben erfahren. Um die Verwirbelung des Gasgemisches zu optimieren, wurde eine Quetschkante im Brennraum gestaltet. Durch den leistungssteigernden Einsatz von Quetschkanten im Brennraum und den Einsatz von größeren Ventilen beim gleichen Ventilwinkel ergibt sich automatisch ein tiefere Brennraumform.

Somit wandert auch das Verbrennungszentrum tiefer in den Zylinderkopf hinein.

Die Zündkerzenlage muss diesen Veränderungen Rechnung tragen. Diese Änderung ist schon von Außen an dem wesentlich flacheren Kerzenwinkel zu erkennen.

Die Durchmesser der Ventile wurden vergrößert, und zwar beim Einlass von 38 mm auf 41,5 mm und beim Auslass von 34 auf 35,5 mm.

Die Vergrößerung des Einlassventils um 3,5 mm im Durchmesser stellt relativ nur eine Steigerung von knapp 10% dar, aber wenn man korrekterweise die Flächenvergrößerung zu Grunde legt, bekommt man eine Steigerung um knapp 20%. Dies ist auch anhand der Formel zur Kreisflächenberechnung ersichtlich, da dort der Durchmesser im Quadrat eingeht. Wenn nun auch noch die tote Fläche vom Ventilschaft zur Berücksichtigung kommt, wird der echte Flächenzuwachs im Ansaugbereich doch sehr beachtlich. Des weiteren wurde ab Baujahr 1974 der Ventilschaftdurchmesser auf sieben Millimeter verkleinert. Nicht verwunderlich, wenn bei solchen Änderungen „das Teil“ wesentlich besser geht. Zwei Nockenwellentypen wurden in den SFC's verbaut. 5/C und 6/C sind die Bezeichnungen. Hauptsächlich unterscheiden sich die beiden Nocken im Ventilhub. Weist die 5/C Nocke am Einlassventil neun Millimeter auf, so wartet die 6/C Nocke mit beachtlichen elf Millimetern Hub auf. Auch die Steuerzeiten sind bei der 6/C Nocke nochmals verschärft. (5/C-Nocke: Einlass öffnet 52 Grad v. OT,

schließt 78 Grad n. UT; Auslass öffnet 78 Grad v. UT., schließt 47 Grad n. OT. 6/C-Nocke: Einlass öffnet 62 Grad v. OT, schließt 88 Grad n. UT, Auslass öffnet 87 Grad v. UT, schließt 67 Grad n. OT.)

Die Leistungsentfaltung bei Verwendung der 5/C-Nocke und Einsatz der serienmäßigen lauten Auspuffanlage (Megaphon) nimmt über den gesamten Drehzahlbereich sehr konstant, ja fast turbinenartig, zu. Als ich zum ersten mal die so ausgestattete SFC erfahren durfte, war ich etwas über den fehlenden „Biss“ erstaunt, ja sogar etwas enttäuscht. Bei direkten Vergleichsfahrten mit anderen Sportmotorrädern aus dieser Zeitepoche musste ich allerdings objektiv feststellen, dass der SFC-Motor sehr gut im Futter steht. Fazit: Eine bissige Leistungsentfaltung kann subjektiv eine wesentlich höhere Motorleistung vortäuschen.

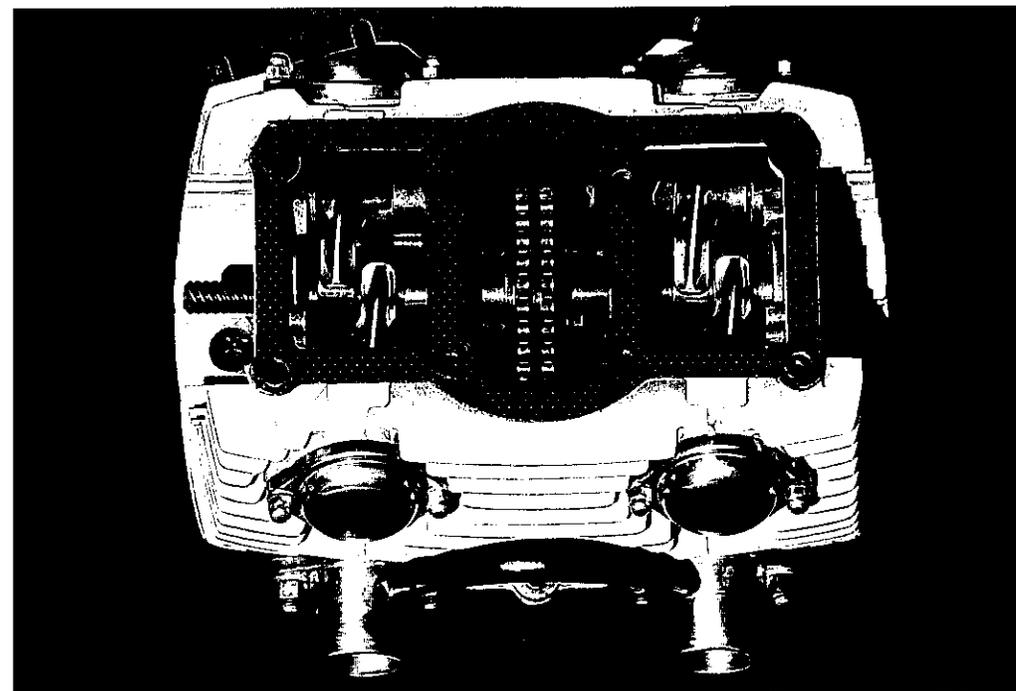
Bei einer späteren Motorenrevision konnte ich mir trotz Bedenken einiger alten eingessenen Laverda-Händlern den Einbau der 6/C-Nocke nicht verkneifen.

Trotz der großen Unterschiede der beiden Nockenwellen in den Ventilerhebungskurven musste ich feststellen, dass die Leistungsentfaltung selbst in den unteren Drehzahlbereichen nicht merklich voneinander abweicht. In dem Bereich der maximalen Drehzahl flacht die Leistungsentfaltung nicht so stark ab wie bei der 5/C-Nocke.

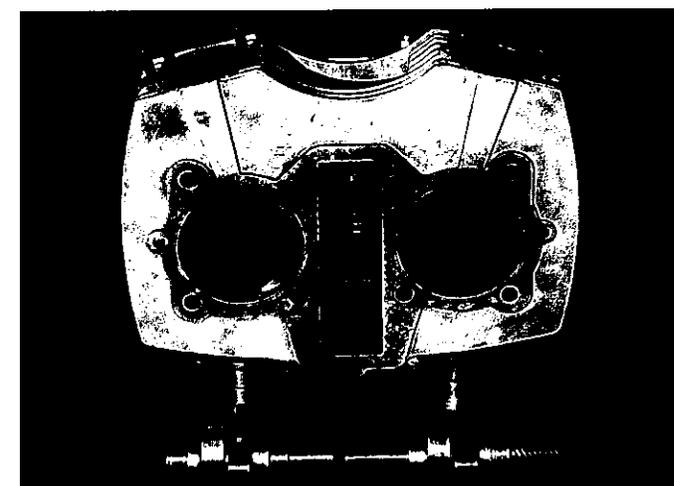
Das heißt, dass bei Ausnutzung der maximalen Drehzahl der Drehzahlmesser immer im Blickwinkel des Fahrers sein sollte, denn die SFC dreht willig auch in den roten Drehzahlbereich hinein. Um diese Leistungsentfaltung zu ermöglichen, wurden an der SFC von Anfang an Dell'Ortos mit Durchmesser 36 Millimeter verbaut.

Wenn man die Vergasergröße allerdings mit anderen sportlichen 750ern aus dieser Zeitepoche vergleicht, erscheinen die 36er-Dell'Ortos an der SFC für Höchstleistung eher dürftig. Ducati etwa verbaute 40er an der 750 SS.

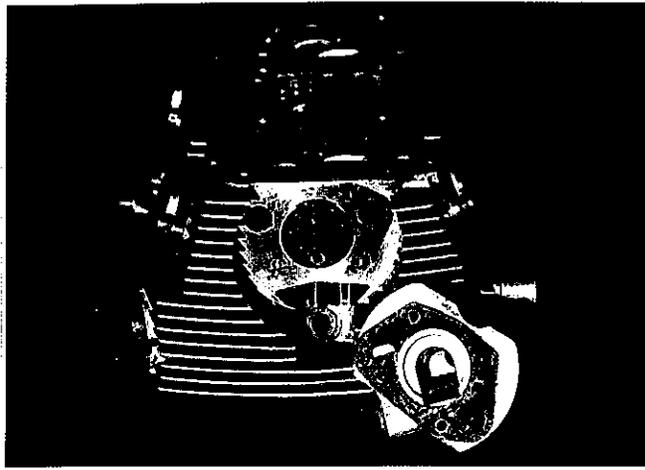
Ebenso wurde auf eine Beschleunigerpumpe großzügig verzichtet. Diese galt zur damali-



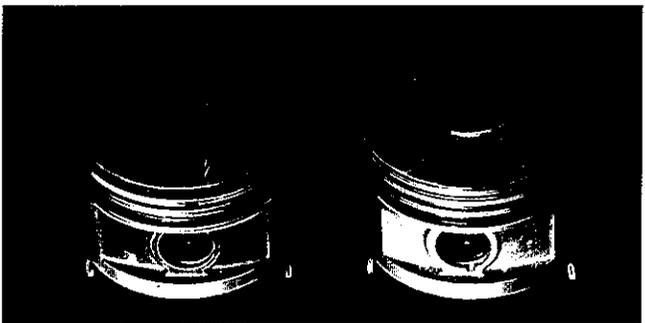
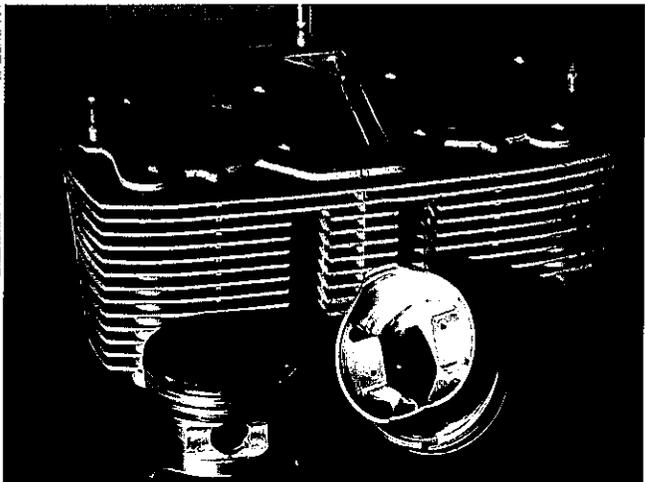
■ Blick von oben auf den Ventiltrieb, bestehend aus einer oben liegenden Nockenwelle und acht Kipphebeln.



■ Blick auf den Zylinder sowie die in der Mitte geteilte Nockenwelle. 5/C und 6/C hießen die verfügbaren Typen.



■ In den SFC-Zylindern arbeiten höher verdichtende Kolben.



gen Zeit bei Supersport-Motorrädern indes als unabdingbar.

Um das freiere Ausatmen zu begünstigen, wurden auch der Auslasskanal und der Querschnitt der Krümmer vergrößert. Die 2-in-1-Auspuffanlage, sofern man diese überhaupt so bezeichnen kann, steuert ebenfalls ihren Anteil zu schnellen Gaswechseln bei.

Auch das Klangvolumen der Anlage ist bei Freunden sportlicher Zweizylinder über jeden Zweifel erhaben. Dass durch solche eingreifenden Änderungen sich im Leistungsbereich des SFC Motors "etwas tun musste", kann selbst ein Laie nachvollziehen.

Während die SF-Motoren mit rund 60 PS Leistung ihren Leistungszenit bei 6500/min erreichen, dreht das SFC-Triebwerk deutlich über 8000/min. Dennoch – und hier spielen die vergleichsweise kleinen Vergaser ihren Vorteil aus – sind die Durchzugsqualitäten des Zweizylinders nach wie vor gut, und die Charakteristik ist nicht zu spitz.

Der gesamte Zylinderkopf bildet durch seinen besonderen Aufbau eine sehr form- und verwindungsstabile Einheit. Dies wird erreicht, indem kein separates Nockenwellengehäuse Verwendung findet und auch die Nockenwellenlagerung in geschlossenen Lagersitzen aufgenommen wird (d.h. keine halbierten Lagerböcke). Das bedingt allerdings, dass die Nockenwelle aus Gründen der Montage aus zwei einzelnen Wellen besteht, die im eingebautem Zustand verbunden werden. Die hohe Stabilität der Motorkonstruktion wird dadurch unterstrichen, dass der Zylinder, der Zylinderkopf und auch der Zylinderkopfdeckel über ein und dieselben Stehbolzen zusammengespannt werden.

Damit wird die gesamte Kraft, die bei der Gemischzündung entsteht, direkt in das sehr stabil gestaltete Kurbelgehäuse geleitet. Somit bildet

■ Schrottreifer SFC-Kolben nach Motorschaden.

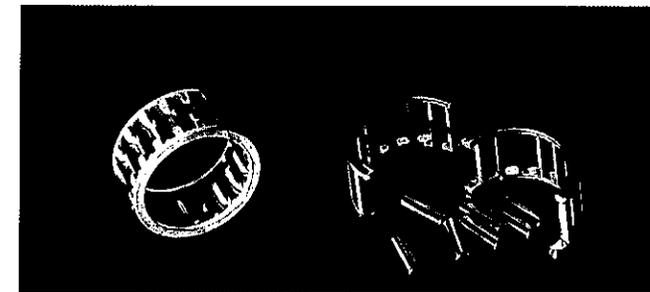
der gesamte Motor eine Baueinheit, die inneren wie auch äußeren Kräften bestens gewachsen ist.

Dieses wohl durchdachte Konzept ist auch nötig, damit der als tragendes Bauteil in den unten offenen Rahmen eingebaute und verschraubte Motor seinen stabilisierenden Effekt für die Steifigkeit des Rahmens und damit für das stabile Fahrverhalten der SFC erfüllt. Um das Ansprechverhalten (wie hängt er am Gas?) des SFC-Motors und ganz speziell der elettronica-Variante wesentlich zu verbessern, wurde viel Augenmerk auf das Verringern der oszillierenden Massen verwendet. Dies ist bereits deutlich an der sehr filigranen Gestaltung der Kipphebel erkennbar. Diese Kipphebel fanden bei der SFC Verwendung, obwohl gerade bei der Verwendung der 6/C-Nocke wesentlich höhere Beschleunigungskräfte an den Kipphebeln auftreten. Hier wird wieder einmal deutlich, dass das C (Competizione) in der Typenbezeichnung als Entwicklungsziel für die Ingenieure galt. Das bedeutete, dass Leistung und vor allem Leistungsentfaltung Entwicklungsschwerpunkte waren. Aus Stabilitätsgründen, und weil die Kolben durch ihre hohen Böden eher an Gewicht zunahm, wurde das Kolbenhemd im Bereich der Kolbenbolzenaugen zurückgenommen. Die höhere Stabilität entsteht dadurch, dass das Kolbenbolzenauge sich teilweise direkt auf dem Kolbenboden abstützt und somit auch die Biegebelastung des Kolbenbolzens in einem erträglichen Maße bleibt.

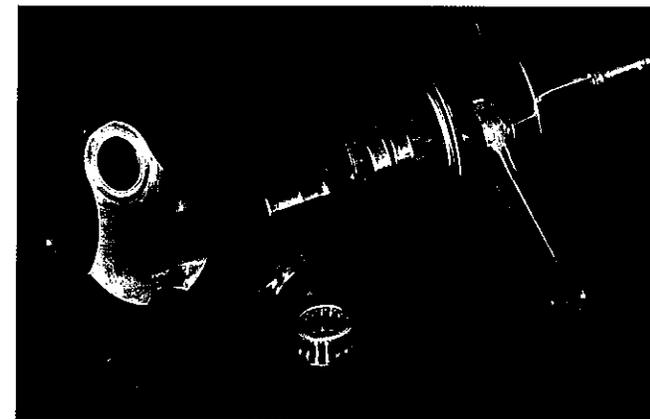
Denn bei Motoren, die höher verdichtet werden, treten häufig Probleme im Bereich Kolbenbolzen und der Pleuelaugen auf. Das Pleuel der SFC wurde ebenfalls erleichtert. Obwohl größere Kräfte auf das Pleuel und den Kurbeltrieb dank der Veränderungen im Kopfbereich einwirken, wurde es schmaler ausgeführt. Sicherheitshalber wurde es allerdings geschliffen und poliert, um den Ribbildungen bei Überlastung vorzubeugen. Die größten Verringerungen der rotierenden Massen sind an der Kurbelwelle sichtbar. Die Kurbelwangen der SFC-Welle sind



■ Das SFC-Pleuel ist gegenüber den SF-Pendants leichter und schmaler ausgeführt.



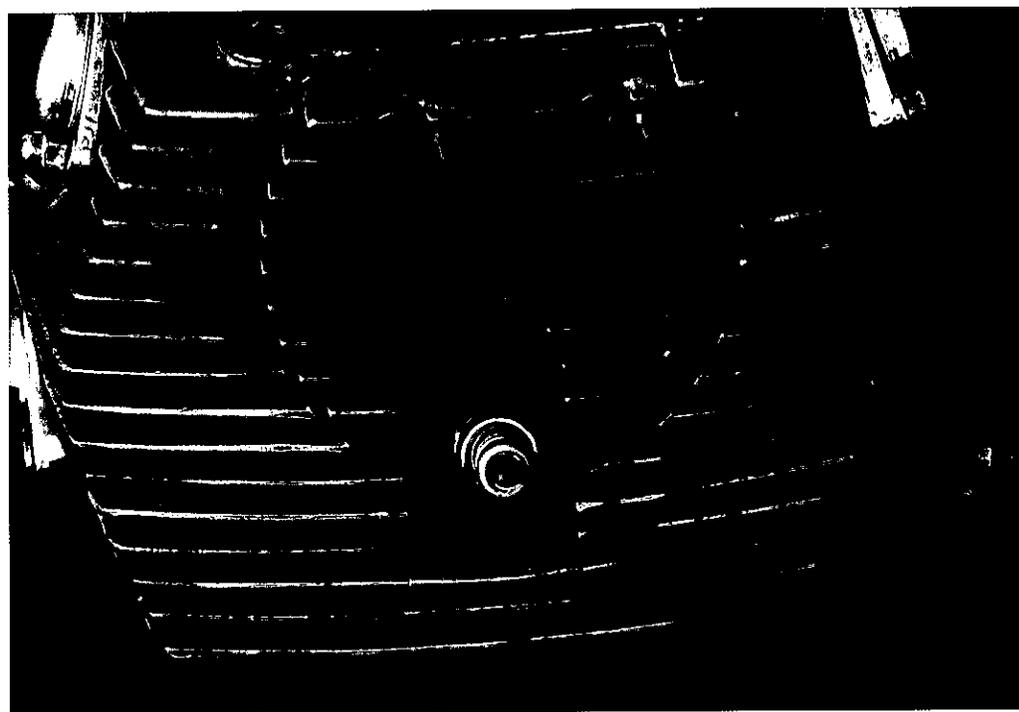
■ Noch ganzer und zerbrochener Pleuelagerkäfig.



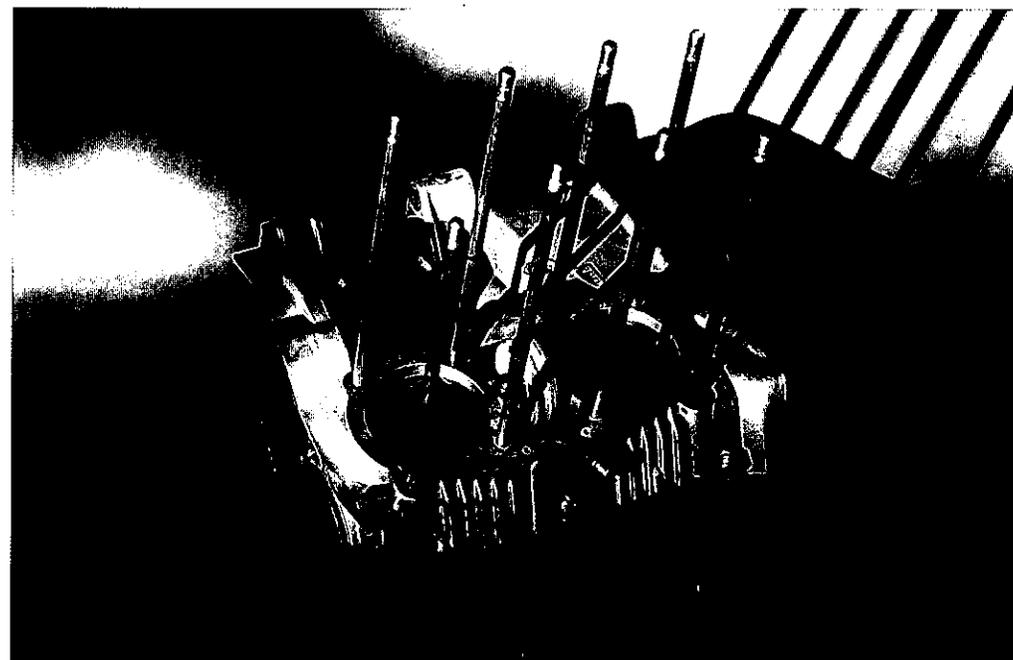
■ Die SFC-Kurbelwelle besteht aus verpressten Segmenten. Gegenüber der SF besitzt sie weniger Schwungmasse.



■ Erleichterte SFC-Kurbelwelle mit dem speziellen linken Elektronica-Gehäusedeckel.



■ Der Einsatz größerer Ventile bedingte eine tiefere Brennraumform und damit auch eine geänderte Lage der Zündkerze.

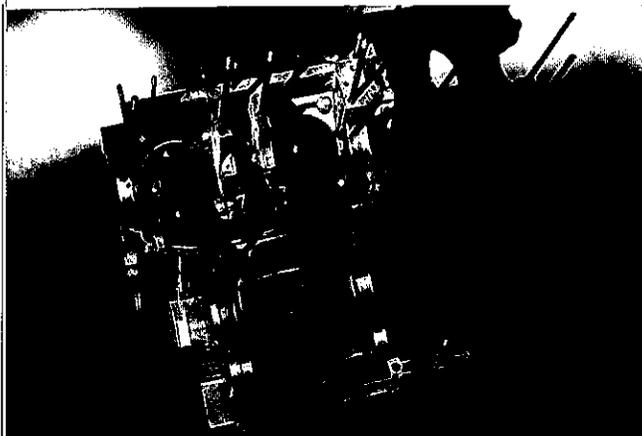


■ Die langen Zuganker verspannen Zylinderkopf und Zylinder direkt mit dem Motorgehäuse, was größtmögliche Stabilität garantiert.

wesentlich schlanker ausgeführt als bei den anderen Laverda-Typen.

Auch die feine Bearbeitung der einzelnen Bauteile der zusammengesetzten Welle ist eine Augenweide. Der Kurbelzapfen und jeweils die innere Kurbelwange sind aus einem Teil aufgebaut. Diese Bauart besticht zwar mit höchster Verdrehsteifigkeit, ist aber in der Herstellung aufwendig und somit auch nicht ganz billig. Vor allem bei einem Pleuellagerschaden wird die Reparatur durch diese Bauweise erheblich verteuert. Denn bei einem losen Kurbelzapfen ist im Schadensfall nur der Zapfen (Drehteil) zu ersetzen, aber bei der SFC eine komplette Wange mit festem Zapfen. Die Welle der Elektronica unterscheidet sich zudem durch einen längeren Wellenzapfen, der für die Aufnahmen des Zündungsgebers benötigt wird. Wie auf den Fotos des Kurbelgehäuses unschwer zu er-

kennen ist, handelt es sich um eine überaus stabile und verwindungsfeste, aber dennoch filigrane und leichte Konstruktion. Der Antrieb der Nockenwelle erfolgt im Prinzip wie bei Laverda allgemein üblich über eine Duplexkette mit Spannrolle. Die Lagerung der Spannrolle ist wiederum bei der SFC eigens nadelgelagert. Am Primärtrieb wurden keine Änderungen vorgenommen. Das dürfte hinsichtlich der Stabilität auch nicht von Nöten sein, wie man schon optisch leicht erkennen kann. Beim Anblick dieser gewaltigen Auslegung des Primärtriebes lässt sich meiner Meinung nach das Hauptbetätigungsfeld der Firma Laverda nicht verleugnen. Denn eine gewaltige Triplexkette wurde für die Kraftübertragung von Kurbelwelle auf die fast noch mächtiger wirkende Kuppelung verwendet und als Kettenspanner wird eine beschichtete Spannschiene verwendet.

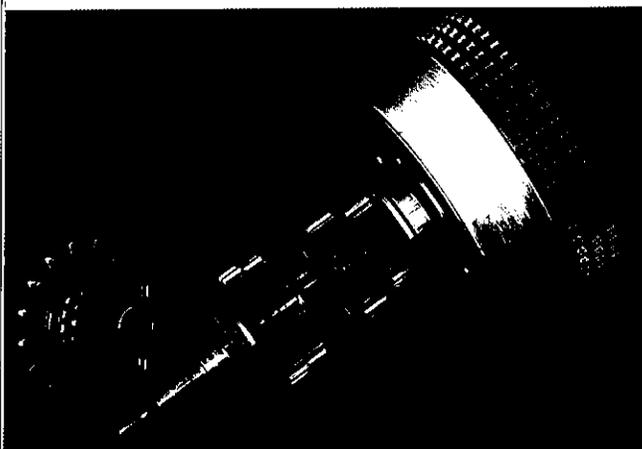


■ Blick in das stabile und dennoch leichte Gehäuse-Unterteil.

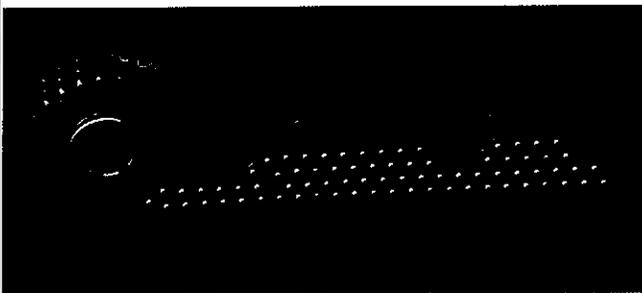
Diese Art der Kettenspannung ist Standard in jedem Mähdrescher (für Unbedarfte: Gerät zur Korngewinnung), und Hauptumsatzträger von Laverda in den 70er-Jahren.

Die Getriebeabstufung der SFC-Variante ist in den einzelnen Gängen um ca 10 % enger. Trotzdem ist der erste Gang noch sehr lang, dies stellt bei Langstreckenrennen, wo seinerzeit der Haupteinsatz der SFC zu sehen war, kein Problem dar. Ganz anders sieht es allerdings bei Bergrennen, hauptsächlich bei solchen, wo der Start in der Steigung erfolgt, aus. Desweiteren unterscheidet sich der Getriebeaufbau der SFC in der Lagerungsart der Getrieberäder. Um die Reibung so gering wie möglich zu gestalten, wurden sämtliche Zahnräder aufwendig nadelgelagert. Die damit erreichte Leichtgängigkeit kann man sich deutlich machen, indem man die Getriebeeinheit beim geöffneten Motorblock und ohne Primärkette frei drehen lässt. Es erscheint fast unwahrscheinlich, wie lange das einmal manuell in Gang gebrachte Getriebe nachläuft. Ein Lob an die Entwickler dieser Getriebeeinheit ist an dieser Stelle angebracht.

Mit der von mir im Jahre 1989 nach langer Suche erstandenen Laverda 750 SFC elettronica habe ich einige Erfahrung anhand verschiedener Defekte gemacht. Nach ca. 5000 km Laufleistung war ein kapitaler Kolbenschaden zu beklagen. Der Kolben, original Asso-Kolben gegossen, war vom einen zum anderen Bolzenauge über den Kolbenboden komplett gerissen, und ein Loch im Rissbereich hatte sich selbstständig hindurchgeschweißt. Der Kolben und Kolbenbolzen wurde durch neue Originalteile ersetzt. Die Büchse im Pleuelauge hatte anhand der hohen Hitzebelastung anhand des Kolbenschadens stark gelitten, und wurde ebenfalls erneuert. Eingebaut war eine 5/C-Nockenwelle. Da das gute Teil eh schon auf der Werkbank stand, wurden sämtlich Teile, die nicht mehr



■ Riesige Kupplung mit Primärwelle.



■ Triplex-Primärkette mit Kurbelwellen-Ritzel.

ganz taufersch erschienen, ausgetauscht. Alle Getriebewellenlager wurden durch neue ersetzt. Ebenfalls das erste Gangrad, das etwas an Pitting litt. Aus optischen Gründen wurden alle Gehäuseteile Glasperlengestrahlt und vor dem Zusammenbau peinlichst gereinigt, denn nur dann wird der spätere optische Genuss nicht durch einen von Strahlgut hervorgerufenen mechanischen Defekt jäh getrübt. Nach einer Fahrstrecke von kaum 3000 km später trat der beschriebene Kolbenschaden aber erneut auf.

Anhand der sich häufenden Kolbenschäden musste nun eine bessere, haltbarere Lösung gefunden werden. Deshalb wurden zwei neue geschmiedete aus deutscher Produktion eingebaut. Da es solche Sonderkolben nicht an der Ladentanke zu kaufen gibt, müssen sie beim Spezialisten angefertigt werden. Dass solche Sonderanfertigungen im Vorfeld immer etwas kostspieliger sind, ist anhand der Herstellungsart nachvollziehbar. Das Kolbengewicht wurde exakt den Serienkolben angeglichen. Der Bereich des Kolbenbolzenauges ist verstärkt, das Material dazu wurde an der Dicke der Kolbenwandung eingespart.

Das Einbauspiel wurde auf nur vier hundertstel Millimeter angepasst, um den Kompressionsverlust, der durch die etwas überdrehten Kolbenböden entstand, zu kompensieren. Denn die Schadensursache der Kolbenschäden rührte wahrscheinlich von zu hoher Kompression oder defekter Zündung her. Deshalb wurde ebenfalls die Originalzündung durch die Kennfeldzündung der Firma Witt ersetzt. Auch die zwischenzeitlich erworbene 6/C-Nockenwelle wurde eingebaut.

Im Jahre 2000 beim Bergrennen in Gaschney musste ich leider bei voller Last kaum hörbare Klopfgeräusche feststellen. Mit dem Wissen über die aufwendige Pleuelwellenkonstruktion im Schadensfall, wurde das gute Teil nach dem Gaschney-Rennen abgestellt, um über das Winterhalbjahr den Schaden zu beheben.

In einer mechanischen Werkstatt ganz in meiner Nähe wurde die Welle auseinander ge-



■ Leichter Öl-Einfülldeckel der SFC aus Magnesium.

presst. Fast wie früher an Weihnachten ist die Anspannung, denn man bekommt zwar nichts geschenkt, aber es besteht die Möglichkeit, dass man sehr viel Zeit und Geld in die Ersterhebung der defekten Teile setzen muss oder eben nicht. Diesmal meinte es meine SFC sehr gnädig mit mir, denn nur der Lagerring war gebrochen, und dank des frühzeitigen Erkennens des Defektes haben Pleuelaugen und auch Pleuelauge absolut keinen Schaden davongetragen. Das Originallager ist mit einem Lagerring aus Aluminium ausgestattet. Da die Bruchbilder der Schadstellen auf Dauerbruch schließen lassen, wurden keine Originallager verwendet. Denn die Dauerbruchfestigkeit von Aluminium ist nicht die beste. Deshalb kommen Lager mit Lagerringen aus Stahl (vernickelt und versilbert) zum Einsatz, und somit stand dem Zusammenbau nichts mehr im Wege. Zuvor wurden beide Pleuelaugen mit neuen Lagerbüchsen versehen, und korrekterweise auf der Drehbank mit Hilfe der Planscheibe optimal ausgedreht. Nun endlich muss nicht mehr nur von der hervorragenden Fahrdynamik geträumt werden, sondern man kann sie endlich auch wieder selbst erfahren.

Technische Daten

Laverda 750 SFC-Elektronika-Motor	
Bauart	Luftgekühlter Zweizylinder-Viertakt-Reihenmotor mit einer oben liegenden Nockenwelle
Bohrung	80 mm
Hub	74 mm
Hubraum	744 cm ³
Max. Leistung	75 PS bei 7500/min
Max. Drehmoment	k.A.
Verdichtung	10,5:1
Gemischaufbereitung	Zwei Dell'Orto-Rundschiebervergaser
Venturi-Durchlass	36 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	35,5/ 41,5 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	6/c: 9/ 11 mm, 5/c: 7,5/ 9 mm
Motor-Gewicht	78 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Fünfganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Ölbadkupplung
Baujahr	1974

MV Agusta F4 1000 Tamburini/
F4 1000 World Superbike-Motor

Potenza Massimo

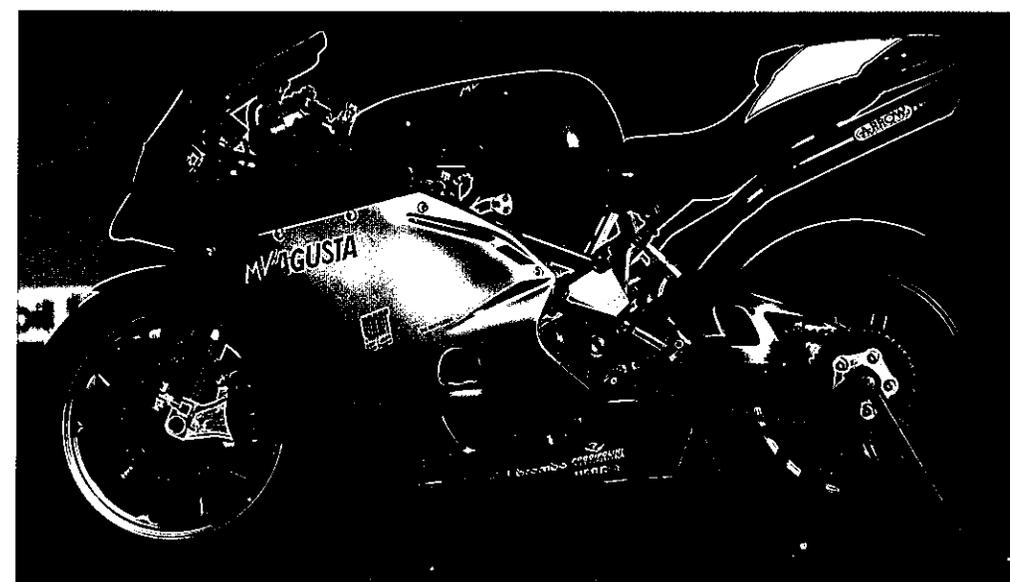
Potenza Massimo, also maximale Leistung, war das Ziel bei der Entwicklung der nach Designer Massimo Tamburini entwickelten, ultimativen 1000er-MV. Wir beleuchten nicht nur die exklusive Technik der 172 Serien-Granate, sondern auch die der wettbewerbsmäßigen Rennversion für die Superbike-WM 2006.

Es ist Ende Mai 2004. Endlich bekomme ich den langersehten Termin im MV Agusta-Werk bei Motoren-Entwicklungschef Andrea Goggi in Varese. Der neue 1000er-Motor ist unser Thema, den Signore Goggi mir an diesem Tag in allen Details präsentieren wird. Denn lediglich ein aufgebohrter 750er-F4-Motor mit mehr Hub

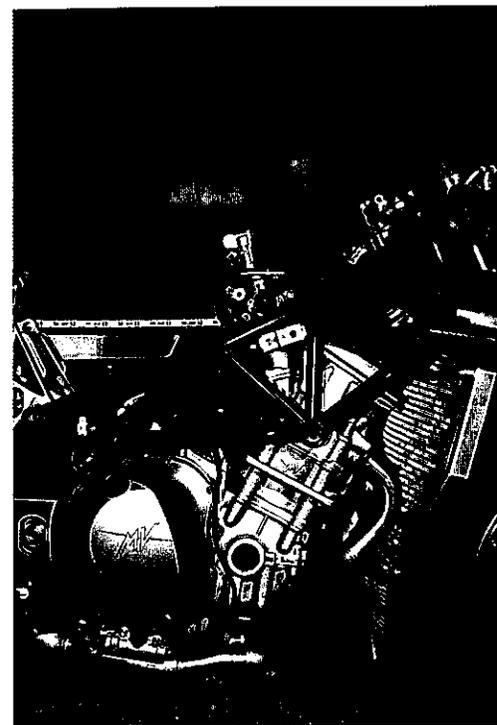
ist es nicht, wie sich im Verlauf deutlich erweisen wird. Sozusagen als Sahnehäubchen serviert mir Goggi beim Rundgang durch das Research & Development Department (Entwicklungsabteilung) dann aber noch etwas ganz Besonderes. Den ersten Prototypen der exklusiven F4 1000 Tamburini, der in lediglich 300 Exemplaren gebauten und ab September 2004 zum Stückpreis von 39.800 Euro erhältlichen Super-Version der 1000er-MV.

Vorgestellt im Herbst 2003 auf dem Mailänder Salon, lechzte ich förmlich nach einer ersten habhaften F4 Tamburini, um die wunderschöne Technik dieses für die meisten von uns völlig unerschwinglichen Motorrads zu ergründen. Und nun ist es soweit.

„Dabei handelt es sich um unser Motorrad für die Dauer-Erprobung und für die Abstimmung der Motorelektronik“, erklärt Goggi. Angesichts der sichtbaren Gebrauchsspuren rund ums Motorrad glauben wir ihm aufs Wort. „Hier haben wir nun zum ersten Mal den end-

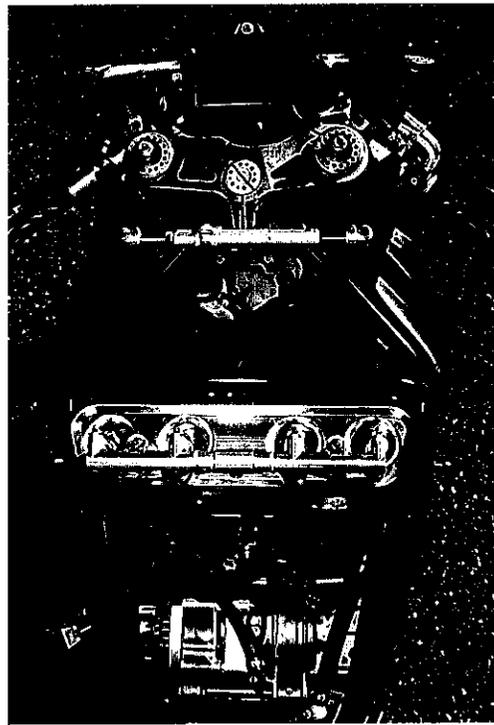


■ Mit der F4 1000 World Superbike bauten Giuseppe und Mario Ioannoni einen Entwicklungsträger mit 203 PS starkem Werksmotor auf.



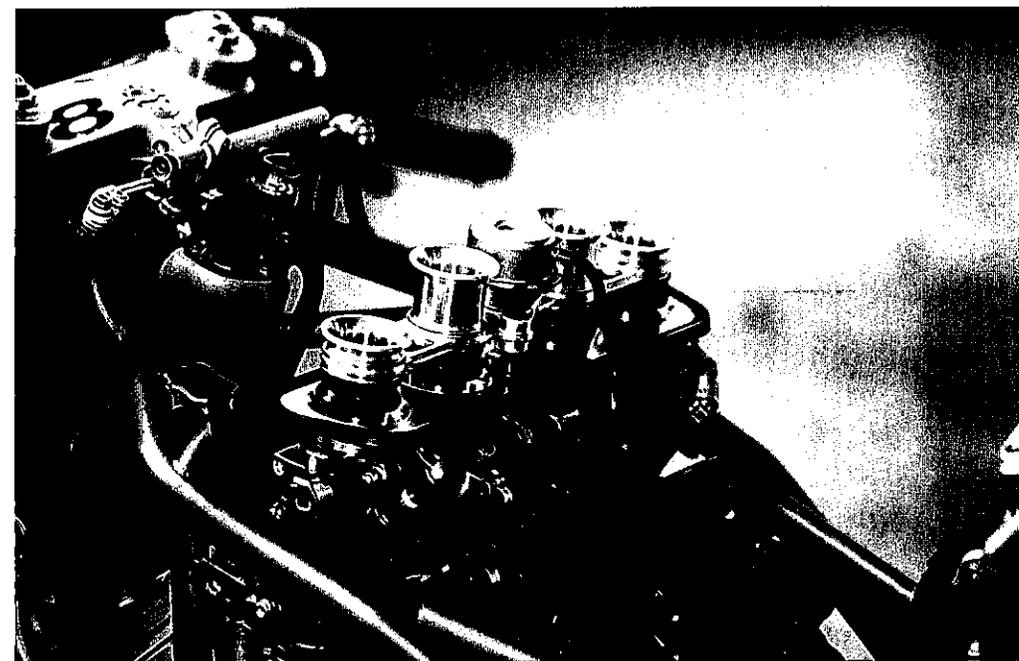
■ Ein riesiger Wasserkühler einer 500er-Cagiva sorgt sich an der World SBK um das Kühlmittel.

gültigen Serienstand des variablen Ansaugsystems montiert“, erklärt er weiter. Dabei sind die unteren Rundstücke der Ansaugtrichter nicht mehr wie bisher aus dem vollen Aluminium gedreht, sondern bestehen aus Gummi. Eine Lösung, die Gewicht wie auch Kosten senkt und zudem Abdichtungsprobleme eliminiert. Hintergrund der variablen Ansauglängen bei der F4 1000 Tamburini ist freilich die Suche nach Spitzenleistung, der „Potenza massima“, wie der Italiener sagt. Hilft man einem Motor diesbezüglich über schärfere Steuerzeiten und größere freie Ventilquerschnitte auf die Sprünge, wird im oberen Drehzahlbereich zwar Leistung gewonnen, unten herum und in der Mitte geht sie dafür aber

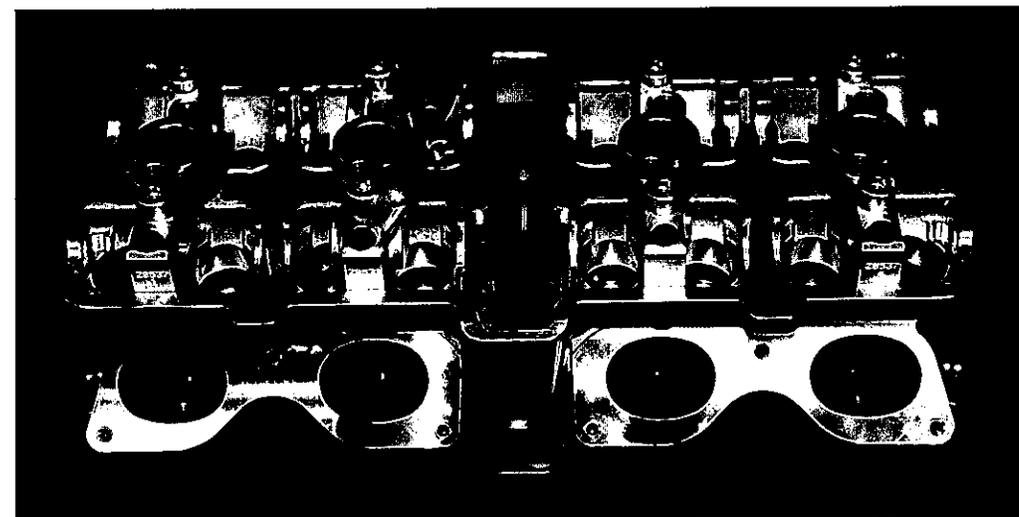


■ Blick auf die neue Generation der Einspritzanlage mit vier Top-Düsen.

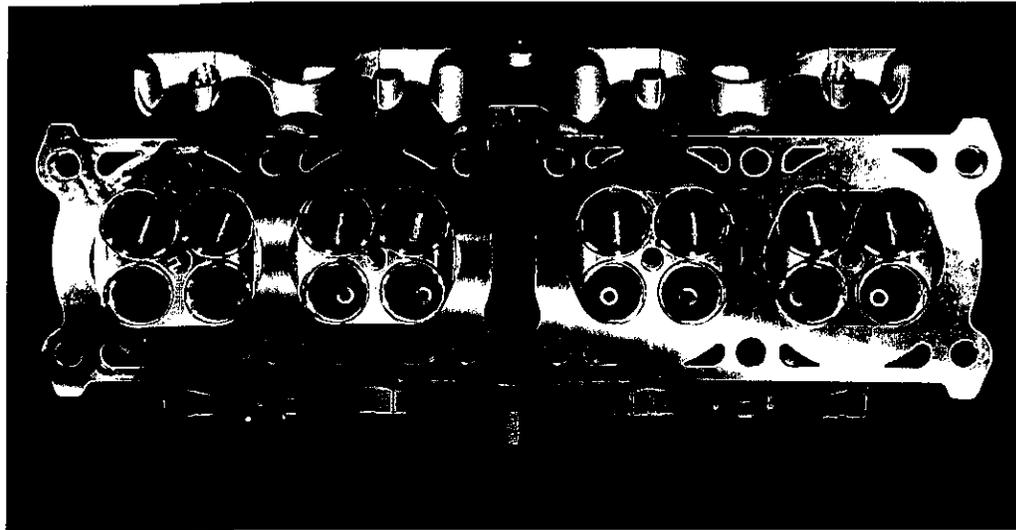
in der Regel verloren. Gleiches gilt für die Verwendung kurzer und damit drehzahlfreundlicher Ansaugwege. Man gewinnt an Top-End-Power zu Lasten von Leistung und Drehmoment bei unteren und mittleren Drehzahlen. Genau hier setzt der Hebel beim Motor der Tamburini an. Einlasseitig mit 1,3 Millimetern sowie auslasseitig mit 1,0 Millimetern mehr Ventilhub als beim Standard-Motor der F4 1000 S gesegnet, verspricht der so geschärfte Vierzylinder enorme 172 PS bei 11.750/min und damit sechs PS mehr als die Basis-Variante. „Um die füllige Motorcharakteristik im unteren und mittleren Bereich aber dennoch erhalten zu können, gibt das variable Ansaugsystem aber erst ab 10.500/min die kurzen Ansaugwege



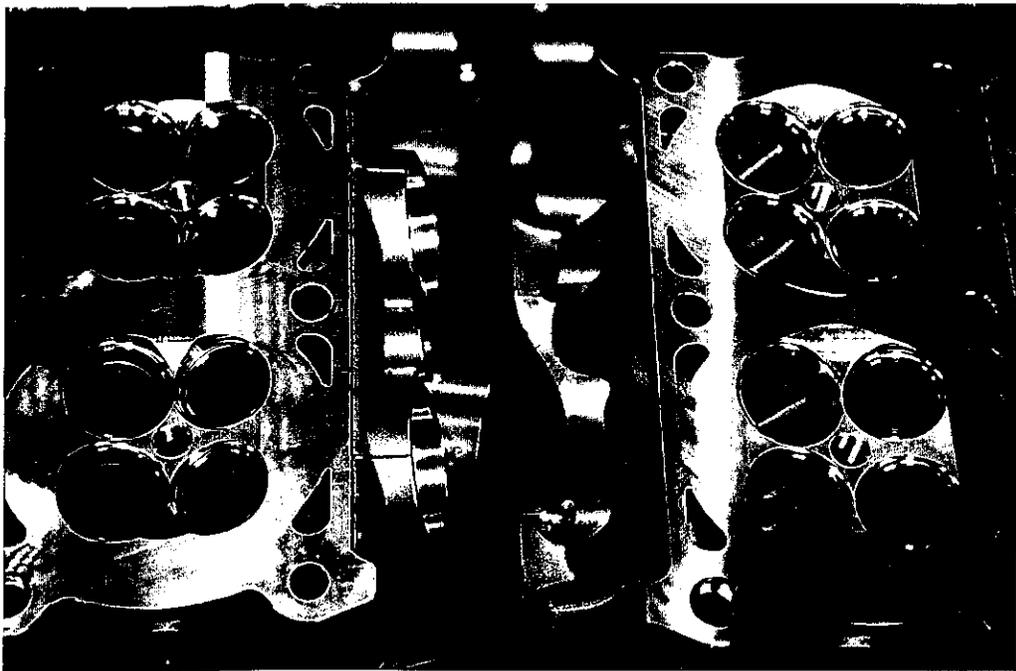
■ Die vier Ansaugtrichter werden bei der Tamburini bei 10500/min von einem Pierburg-Unterdruck-Element nach oben weg gefahren und geben so die kurzen Ansaugwege frei.



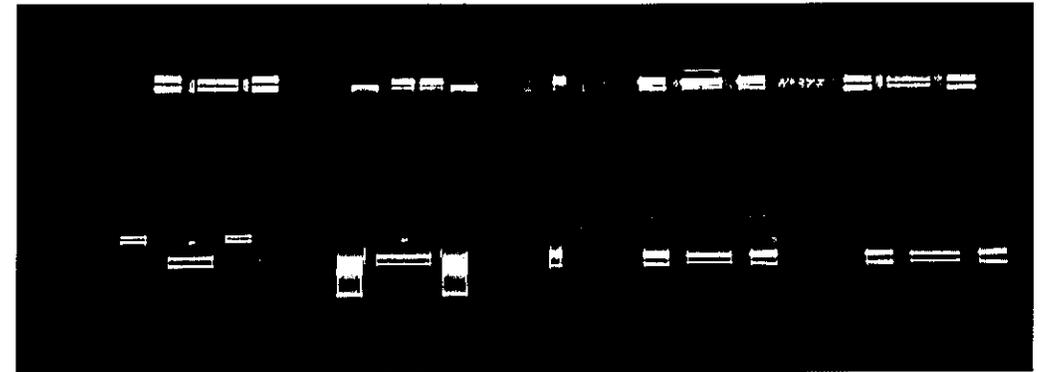
■ Der Zylinderkopf der Tamburini mit mittigem Steuerkettenschacht und den Gleitlagerungen für die beiden oben liegenden Nockenwellen.



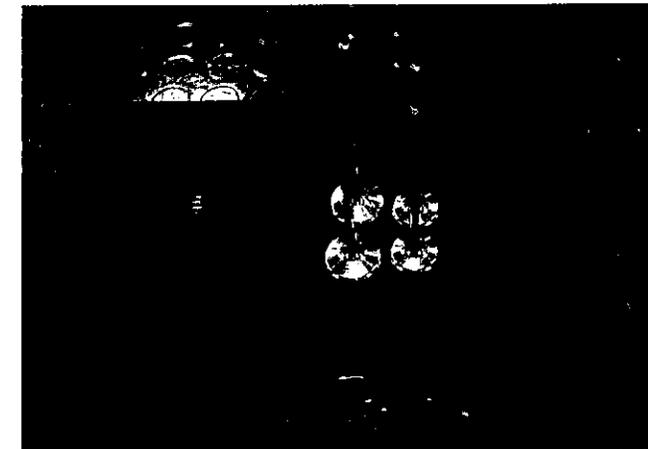
■ Bereits serienmäßig sind die Kanäle des Tamburini-Motors sehr schön bearbeitet.



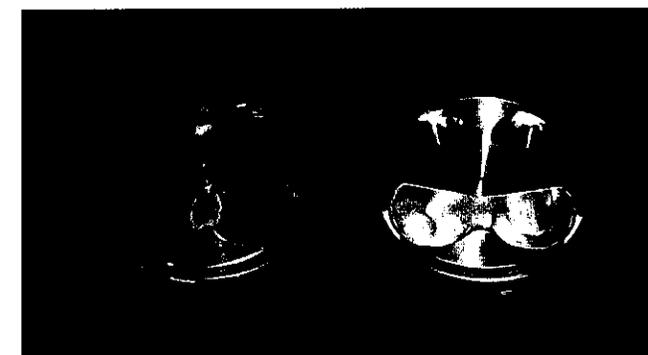
■ Zylinderkopf der F4 750 (links) im Vergleich mit dem 1000er-Kopf, dessen Brennraum der größeren Bohrung angepasst wurde.



■ (Oben): Die Tamburini-Nockenwellen verfügen über schärfere Steuerzeiten wie auch über mehr Ventilhub.



■ Polierte Ventile der Tamburini.

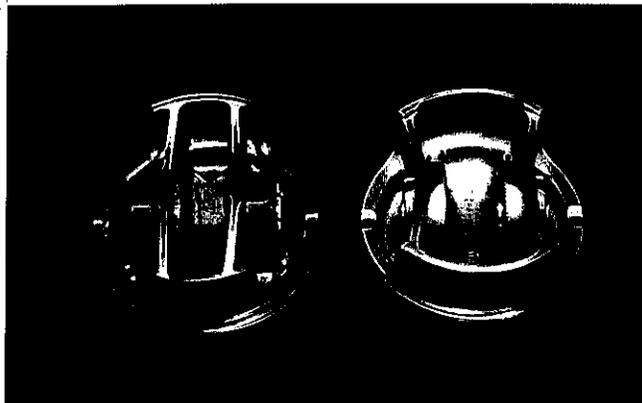


■ Kolbenböden von 750er (re.) und 1000er im Vergleich.

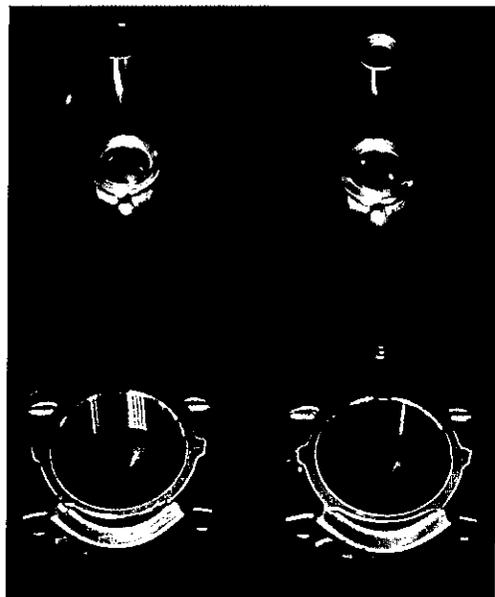
für mehr Spitzenleistung frei. Darunter arbeitet der Motor mit den langen Ansaugwegen, was nach wie vor für eine füllige Charakteristik sorgt“, erläutert Goggi die Idee, die hinter dieser technischen Lösung steckt.

Im Gegensatz zu zahlreichen anderen derartigen Systemen, die, etwa bei der Werks-Honda RC 45 von 1997, variable Ansauglängen über eine aufwändige Mechanik sowie last- und drehzahlabhängig angesteuerte Servomotoren realisieren, arbeitet das MV Agusta-System bestechend simpel. Ein einfaches Unterdruck-Element bewirkt das Umschalten auf die kurzen Ansaugwege, indem es die vier Ansaugtrichter bei Erreichen von 10.500/min einfach nach oben wegfährt. „Eine Lösung, die ein Mitarbeiter von uns vor einigen Jahren eigentlich nur für einen Prüfstandsversuch entwickelte. Dort funktionierte sie zu unserer eigenen Überraschung aber so hervorragend, dass wir sie nun auch im Fahrbetrieb einsetzen“, berichtet Goggi, wie es zu diesem System kam.

Der Motor der F4 1000 Tamburini gleicht innerlich indes nahezu vollständig dem der F4 1000 S. Gegenüber der F4 750, auf deren Gehäuse er basiert, gelang es den Entwicklern um Andrea Goggi jedoch, stramme 2,7 Kilogramm

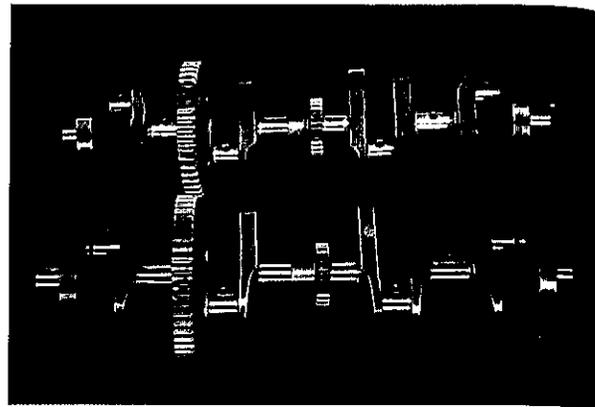


■ Ehemaliger Mahlekolben der 750er- (re.) und 1000er-Kolben von ART (links).



■ 750er-Pleuel (rechts) und filigranes 1000er-Pleuel mit leichterem Kolbenbolzen (links).

Gewicht einzusparen. Nicht etwa an den Gussteilen, sondern an den rotierenden Teilen. So fällt der gesamte Kurbeltrieb des 1000er-



■ Die Kurbelwelle der 1000er (vorne) geriet deutlich leichter als die der 750er (hinten).

Motors viel leichter aus, und ein Vergleich der 750er- und der 1000er-Kurbelwelle veranschaulicht dies nachhaltig. Die Kurbelwangen der 1000er-Welle sind fast nur noch halb so groß. Schlanker, vor allem um das Auge für den 16er-Kolbenbolzen herum wurden auch die Pleuel, die ungefähr seit Mitte 2004 auch beim 750er-Motor verbaut werden.

Weiteres Gewicht sparte ein stärker ausgedrehter Kolbenbolzen sowie der völlig neu gestaltete Kastenkolben, der nun nicht mehr von Mahle, sondern von ART stammt.

Auch getriebeseitig gelang es den MV-Ingenieuren, hier und dort ein paar Gramm einzusparen. So etwa beim Kassettenge triebe selbst, dessen beide Hauptwellen Material lassen mussten. Überarbeitet wurde auch der Kupplungskorb, der nun die Aufnahme breiterer Stahl- und Reibscheiben erlaubt, um der Kraft des 1000ers Stand zu halten. Im Zuge der Weiterentwicklung wich das bisherige Doppelwälzler im Kupplungskorb einem Einfach-Rollenlager, das preiswerter und dennoch standfester ist. Einen weiteren Beitrag zur Gewichtsersparnis leistete ein kleiner dimensionierter Anlasser nebst seinem Freilaufmechanismus.



■ Wie sehr die 1000er-Kurbelwelle (re.) erleichtert wurde, zeigt ein Vergleich der Kurbelwangen.

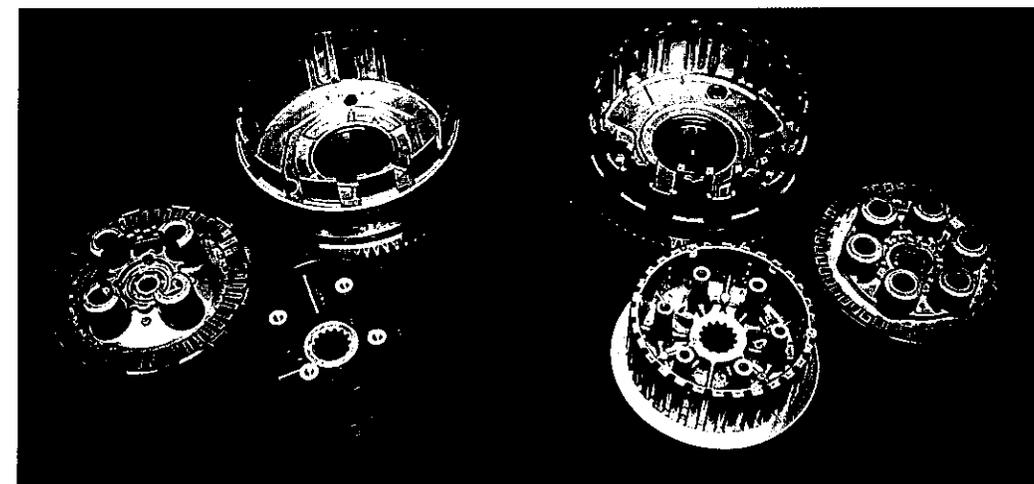
streng geheim. Doch wird der ehrgeizige Motorenentwickler Andrea Goggi das Rennen um die leistungsstärkste 1000er auch in den nächsten Jahren sicherlich nicht kampflos den Japanern überlassen. Die Rede ist von einer Ein-

Weitgehend alles beim alten blieb indes beim Zylinderkopf. So arbeitet der 1000er-Motor etwa exakt mit denselben Ventilgrößen wie der 750er, nämlich einlassseitig 29 und auslassseitig 25 Millimeter.

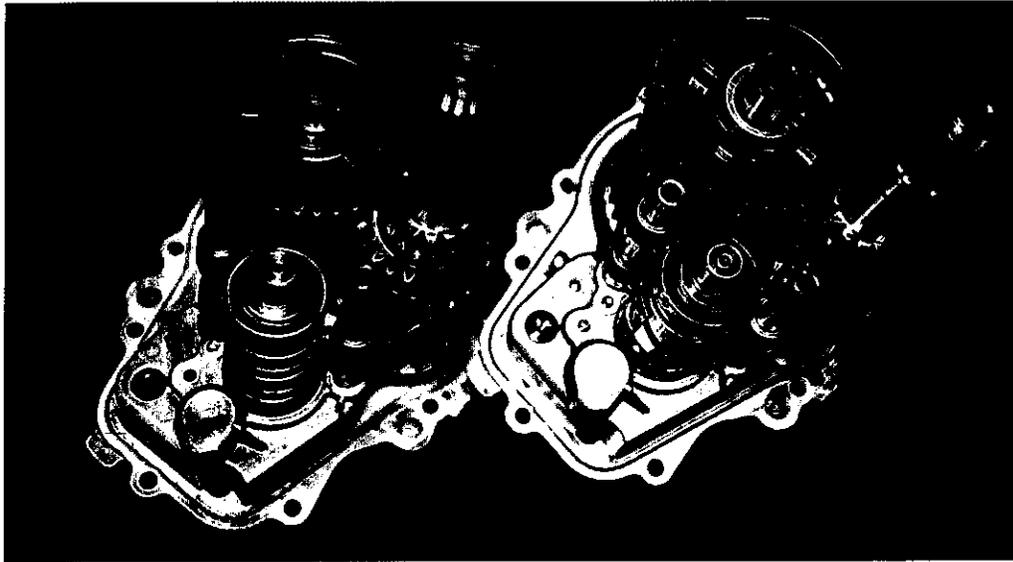
„Das zeigt, dass unser Motor noch ein großes Potenzial besitzt“, erläutert Chef-Entwickler Goggi dazu, und in der Tat dürften 31er-Einlassventile und damit die Voraussetzungen für noch mehr Leistung für den Entwickler problemlos realisierbar sein.

Einige kleine Unterschiede im Hinblick auf die Bearbeitung offenbaren sich beim Blick in den 1000er-Zylinderkopf dann aber doch noch. So ist etwa der Brennraum auf das größere Bohrungsmaß ausgefräst, und die Kanäle sind im Bereich von etwa 20 Millimetern, gemessen ab dem Ventilsitzring, von Hand strömungsgünstig bearbeitet. Zudem sind die vier Stahl-Ventile hochglanzpoliert. „Nur so erreichen wir tatsächlich die 166 PS mit unserem Motor“, erläutert Goggi diese aufwändige Bearbeitung an allen 1000er-Motoren.

Was die Zukunft in Sachen MV Agusta noch bringen wird, ist zu diesem Zeitpunkt freilich



■ Kupplungseinheit der 1000er mit breiteren Reibscheiben (li.) gegenüber dem 750er Pendant (re).



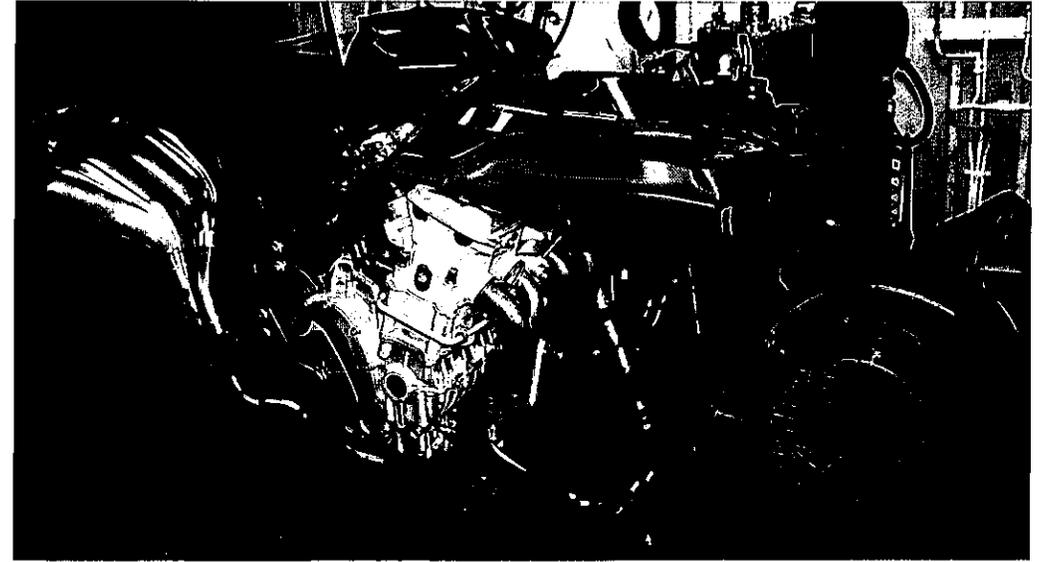
■ Gewichtsersparnis wurde auch beim Getriebe der 1000er betrieben, dessen Hauptwellen dünner als beim 750er (rechts) gerieten.

spritzanlage mit Shower-Düsen über den Ansaugtrichtern, schneller getakteten Einspritzrechnern, großen Ventilen und mächtigeren Drosselklappenstücken. 190 bis 200 PS Spitzenleistung sind dann durchaus realistisch. Dass gute Kontakte das halbe, in Journalistenkreisen manchmal auch das ganze Leben sind, zeigte sich anhand dieser MV Agusta-Thematik dann wenig später. So wie in diesem Fall. Kaum durfte ich in PS-Das Sport-Motorrad Magazin als erstem Medium überhaupt das Innenleben der sagenumwobenen MV Agusta F4 1000 Tamburini präsentieren, wurde wenig später auch noch mein Wunsch erhört, diesen aufwändig präparierten und gegenüber der F4 1000 S um gut sechs PS leistungsgesteigerten Motor auch so schnell wie möglich fahren zu dürfen. Andrea Goggi, MV-Presseschef Daniele Torressan und nicht zuletzt MV-Präsident Claudio Castiglioni hatten schließlich Erbarmen mit mir. „Das Wetter ist höchst instabil, aber einer unserer beiden Tamburini-Prototypen steht für dich

bereit. Entscheide selbst, wann du fahren willst“, lautete die kurze, knappe aber für mich wie ein Sechser im Lotto anmutende Einladung von Signore Goggi. Und so kam es, dass wir – das Duo Jürgen Gaßebner und PS-Test & Technik-Chef Matthias Schröter – keine zwölf Stunden später im MV-Headquarter in Varese aufschlugen. Lederkombis, Kameras und als kleines Dankeschön ein paar Flaschen guten Oppenauer Rieslings für das wie bestellt gute Wetter im Gepäck.

Zugegeben, auf den ersten Blick stutzten wir schon, als uns Andrea Goggi seinen Prototypen für einen halben Tag übergab, unterschied ihn optisch doch nichts von der uns wohl bekannten F4 1000 S.

„Was ihr hier gleich fahren dürft, ist besagter Entwicklungsträger, in dem wir den gesamten Antriebsstrang der Tamburini, natürlich inklusive des Ansaugsystems mit den variablen Ansauglängen sowie das neue Federbein erproben“, erklärt uns der Motoren-Chef.



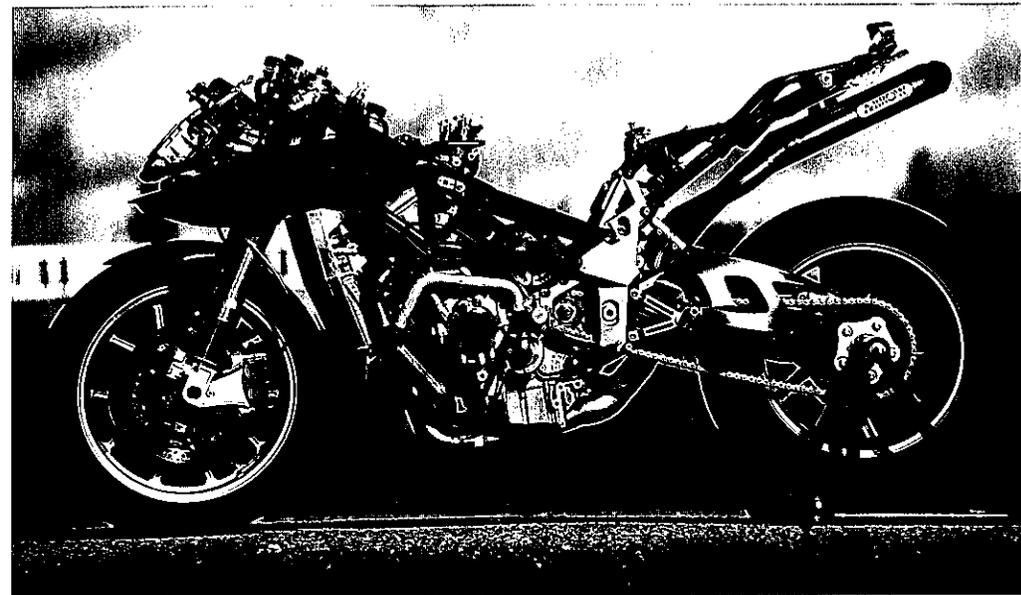
■ Die Prüfstands-Anordnung des F4 Tamburini-Vierzylinders in der Entwicklungs-Abteilung in Varese.

Was den Prototypen letztlich noch von der serienmäßigen Tamburini unterschied, waren Räder, Bremsen, die Gabel und freilich das Bodywork aus leichter Kohlefaser, das helfen soll, gegenüber der S fast 20 Kilogramm einzusparen. Mit einem heiseren Knurren erwachte der 1000er zum Leben, und mit kurzen Gasstößen brachten wir genüsslich das Öl auf Temperatur. Bereits bei dieser ersten Hörprobe klang der Tamburini-Vierzylinder aggressiver und ungestümmer als der S-Motor. Wir waren gespannt. Zwar vereitelten die winkligen Straßen und kräftiger Verkehr rund um Varese nachhaltigere Testaussagen, doch wurde der veränderte Charakter dennoch deutlich spürbar. Während das S-Triebwerk bereits ab 3000/min äußerst linear und kraftvoll zu Werke geht, brauchte es beim Tamburini-Kraftquell eher 5000 Umdrehungen, um wirklich Leben zu spüren. Dann aber erwachte er, schob mit seinem bekannt rauhen Charme nachdrücklich an, um bei 8000 dann so richtig aufzuspielen.

Hier zündete das stärkste und teuerste MV Agusta-Modell sozusagen den Nachbrenner, und wohl wissend, dass bei nunmehr 10200/min (ursprünglich geplant waren 10500/min) das kleine Pierburg-Unterdruck-Element mittels Hochfahren der Ansaugtrichter die kurzen Ansaugwege freigibt, wartete der Fahrer gebannt auf einen, sagen wir, zweitaktartigen Anstieg der Leistungskurve.

Doch weit gefehlt. Wie an einem Zug durchheulte die Nadel des Drehzahlmessers die Skalierung und schnalzte in den beiden unteren Gängen derart heftig bei 12750/min in den Begrenzer, dass der Pilot zumindest auf öffentlichen Straßen alle Hände voll zu tun hatte, das oberitalienische Temperament der Tamburini zu bändigen.

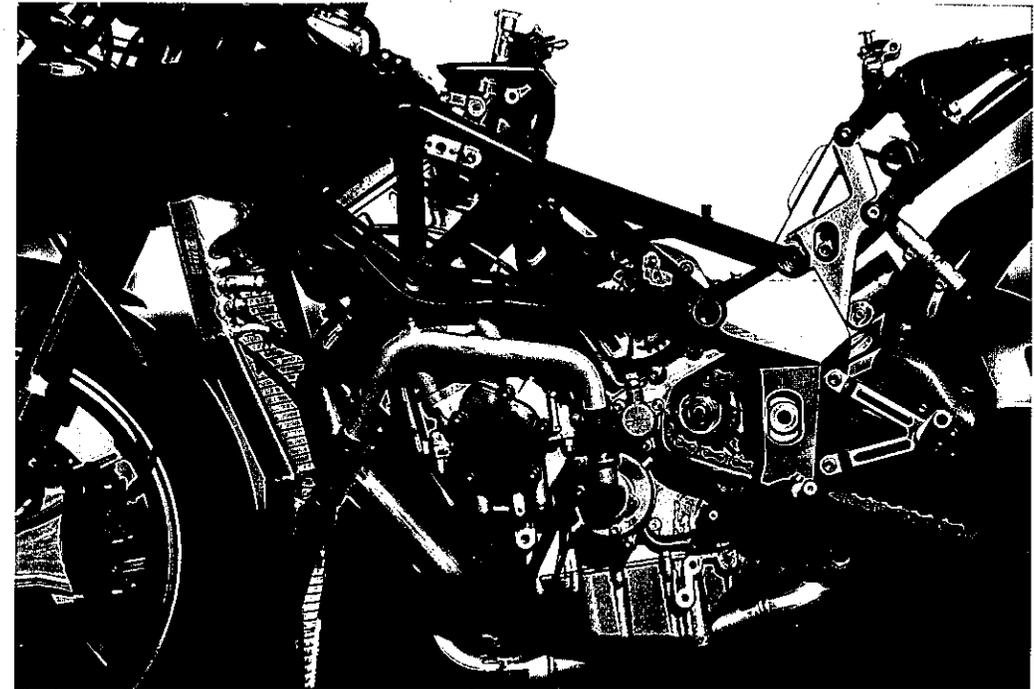
„Ihre Domäne ist ganz klar die Rennstrecke“, wusste Andrea Goggi, und in der Tat dürften wohl nur dort sämtliche Qualitäten der Super-MV offenbar werden. Die gewaltige Power ab 8000/min, genauso wie das edle Sachs-Feder-



■ Die 203 PS starke Ioannoni-MV Agusta wurde ganz im Hinblick auf ein zukünftiges WM-Engagement des Werkes aufgebaut.

bein, dessen Innenleben wie auch die separate Einstellmöglichkeit der Zug- und Druckstufe für den High- und Low-speed-Bereich Anleihen an den Formel-1-Dämpfern in Michael Schumachers Ferrari-Renner nehmen. Grund genug, uns wenige Wochen später einem ausgiebigen Tracktest der F4 Tamburini zu widmen und dann endlich das voll auszukosten, was der Engländer meint, wenn er sagt, „the engine comes on the cam.“ Schlicht nämlich den oberen Drehzahlbereich, wo scharfe Nockenwellen in Verbindung mit kurzen Ansaugwegen für richtig Spitzenleistung sorgen. Noch eine deutliche Stufe stärker als die MV Agusta F4 1000 Tamburini geht die MV Agusta F4 1000 World Superbike zur Sache, die mein Redaktionskollege Andreas Bildl bei PS-Das Sport-Motorrad Magazin und ich in Hockenheim unter die Lupe nehmen durften. Fast wie ein Düsenjäger brach diese MV über die Zielgerade herein, schleuderte den Kolle-

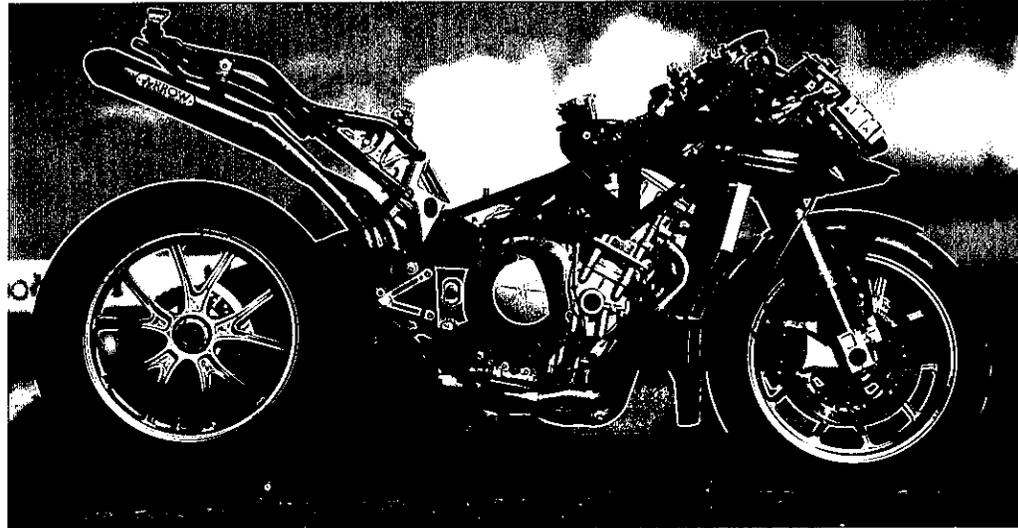
gen Bildl mit der ganzen Wucht ihrer 203 PS auf die Nordkurve zu. Richtig gelesen: 203 PS sollten in diesem Kraftprotz stecken, 187 davon noch am Hinterrad ankommend. Bereits in PS-Heft 8/2004 brachte ich von meinem Besuch im MV-Werk die Nachricht eines WM-tauglichen 1000er-Aggregates mit. Von 190 bis 200 PS war da die Rede. Hier war sie nun. Eingepflanzt in eine MV des Ingolstädter Händlers und Tuners Ioannoni (www.ioannoni-corse.de). „Ursprünglich wollten wir unseren Kunden zeigen, dass die MV auf der Rennpiste eine ernst zu nehmende Größe ist“, umreißt Mario Ioannoni das Projekt. Um das Chassis kümmerte sich Ioannoni selbst. Der Motor aber musste ein Hammer sein – und da war das Werk gefordert. Die exzellenten Kontakte von Vater Giuseppe nach Varese waren da natürlich äußerst hilfreich. Offenbar entwickelte das Projekt eine Eigendynamik, denn herausgekommen ist nicht nur eine enorm starke, umwerfen-



■ Das vom Werk aufgebaute World Superbike-Triebwerk besaß große 31er-Einlassventile und drehte 13500/min.

de Schönheit, die mit atemberaubender Präzision um den kleinen Kurs von Hockenheim flog, sondern praktisch der Werks-Prototyp eines WM-Superbikes. Eines unheimlich edlen noch dazu. Das Chassis – eigentlich ein 750er-Rahmen – war mit Schwinge, Rahmenplatten und unterer Gabelbrücke aus Magnesium der F4 750 Oro bestückt. Gefedert und gedämpft wurde mit Öhlins – vorn in Form einer wunderschönen Superbike-Gabel. Für den Bremsen-Cocktail waren den Ioannonis nur feinste Brembo-Zutaten gut genug: Radial-Bremspumpe, radial verschraubte Monoblock-Zangen mit Einzelbelägen und innenbelüftete 290er-Scheiben. Dazu stand die MV auf geschmiedeten 16,5-Zoll-Magnesium-Rädern von Marchesini mit ihren Dunlop-Superklebern. Der absolute Kracher aber war der Motor. Aufge-

baut vom MV-Motoren-Entwickler Andrea Goggi nach Superbike-WM-Reglement, ließ dieses Kraftpaket Jörg Teucherts IDM-Bike bestenfalls wie ein getuntas Serienmotorrad wirken. Dieser Treibsatz lieferte Power im Überfluss, in jeder Situation, fast linear abrufbar und obendrein bestens kontrollierbar. Selbst schon bei 7000/min zerrte der 1000er energisch vorwärts. Und wehe, die Drosselklappen standen bei 10000/min auf Durchzug. Dann füllte die MV mit gewaltigem Atemzug ihre Lungen, fetzte mit furiosem Aufschrei davon. Die Drehzahlmessernadel schnalzte in die Höhe, 13000/min, schüchtern meldete sich ein kleines grünes Lämpchen – der Schaltblitz – im Cockpit, kurz mischte sich noch eine leicht hysterische Note in den Ton, 500 Umdrehungen später kappte der Begrenzer die Zündfunken.



■ Mit einem ähnlich aufgebauten Motorrad plante MV Agusta 2006 in die Superbike-WM einzusteigen.

Tschack, den nächsten Gang im eng gestuften Renngetriebe eingestept und nochmals kurz den fulminanten Schub bis zur Abriegeldrehzahl ausgekostet.

Der kam nicht von ungefähr. Der Weg zu mehr Leistung führte gegenüber dem serienmäßigen F4-Motor zunächst über mehr Drehzahl. Bis 13500/min drehte das Superbike-Aggregat, gut 800/min höher als die Serie. Was für die ordentliche Füllung der Zylinder nach größeren Einlassventilen verlangte. Diese sind nun für mehr Drehzahlfestigkeit, ebenso wie die Auslassventile, aus Titan gefertigt und besitzen mit 31 Millimetern 2 mm mehr Durchmesser. Und auch die Serienkolben mussten deutlich höher verdichtenden Rennkolben weichen.

Die augenfälligste Änderung spielte sich aber in der Peripherie ab. Die herkömmliche Einspritzanlage mit in den Saugrohren platzierten Einspritzdüsen wich einer solchen mit Top-Düsen, die von oben direkt in die Trichter einspritzen. Die Abstimmung von Einspritzanlage und der höllisch gut klingenden Arrow-Titan-Auspuff-

anlage oblag den Werks-Technikern in Varese. „Gut 10 Prozent mehr Leistung lässt sich aus dem Motor schon noch herausholen“, war sich Giuseppe Ioannoni sicher. Angesichts von modifiziertem Serien-Steuergerät, Standard-Stahlpleueln, zerklüfteten Ansaugschnorcheln nebst kleiner Serien-Airbox und vor allem dem serienmäßigen Drosselklappen-Körper, mit dem die MV noch ausgerüstet war, für Bildl und mich absolut nachvollziehbar.

Aber auch war die Art und Weise, wie der 1000er zupackte, beeindruckend. Lediglich das erste Gasanlegen im Kurvenscheitel hätte noch etwas sanfter vonstatten gehen können. Dafür reagierte die MV aber auch mit preußischer Zackigkeit und Akkuratess auf jedes noch so kleine Gaskommando. Und der Motor schien mechanisch robust. „Gut 600 Kilometer hat er jetzt runter“, erzählte Mario.

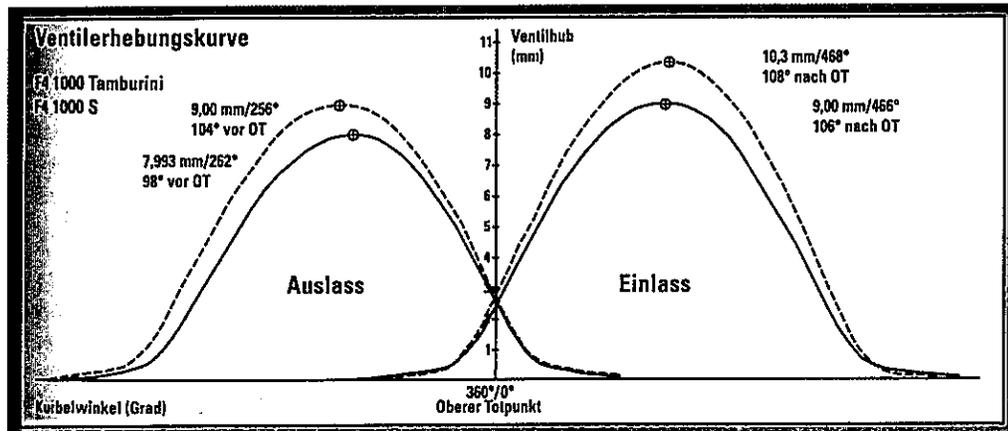
Doch nicht nur der Motor, auch das Fahrwerk gab eine erstklassige Vorstellung ab. Hatte man sich auf die 16,5-Zoll-Bereifung eingeschossen, ließ sich die MV beinahe auf jeder beliebigen



■ Durchsatzfreudige Arrow-Auspuffanlage aus Titan.



■ PS-Tester Andreas Bildl und die 203 PS ausgangs der Sachskurve.



STEUERZEITEN (GRAD KW)		
	F4 1000 S	Tamburini
Einlass öffnet	18° v. OT	18° v. OT
Einlass schließt	48° n. UT	54° n. UT
Auslass öffnet	34° v. UT	48° v. UT
Auslass schließt	18° n. OT	18° n. OT
Überschneidung	34°	36°
Spreizung	204°	212°

Steuerzeiten und Ventilerhebungen der MV Agusta F4 1000 S und Tamburini im Vergleich.

Linie aus der Kurve beschleunigen. Kurz den Bogen vor dem Gasanlegen enger ziehen? Kein Thema für den Kollegen Bildl. Mit unglaublicher Neutralität senkte sich die MV in tiefste Schräglagen hinab. Die Dunlop-Slicks spendeten erdigen, satten Grip und das Gefühl unerschütterlicher Stabilität. Erlaubten Schräglagen jenseits von Gut und Böse – und das ohne Anzeichen eines Rutschers.

Nun gut, eine 600er zackt noch quirliger durch die Schikane ausgangs Querspange. Dafür war das Mineinbremsen in Kurven mit der MV eine Wucht. Einfach toll, wie viel Bremskraft der 16,5-Zöller vorn in Schräglage auf den Boden brachte, dabei Feedback von der allerfeinsten Sorte über die sahnig arbeitende Öhlins-Gabel bis in die Fingerspitzen lieferte. Und

auch beim Anbremsen auf der allerletzten Rille konnte man sich ganz auf den Einlenk-Punkt konzentrieren. Einfach die Gänge runterklopfen, einkuppeln, den Rest erledigte die exzellent arbeitende Anti-Hopping-Kupplung – allerdings nicht das serienmäßige System, sondern ein STM-Prototyp. Lediglich der Hinterrad schwänzelt ein wenig bei solchen Manövern. Nichts Spektakuläres. Was wohl in erster Linie seine Ursache in der recht harten 110-Kilogramm-Feder an der Hinterhand und der mit statisch 54,6 zu 45,4 Prozent deutlich frontlastigen Gewichtsverteilung hatte. „Troppo duro“, sehr hart, fand auch Pierfrancesco Chili die Hinterhand bei einem kurzen Proberitt in Mugello. Aber die Superbike-MV stand zu diesem Zeitpunkt ja erst am Anfang, „mit etwas

Feinschliff an der Abstimmung sollte sich das für die Zukunft leicht beheben lassen“, urteilte PS-Cheftester Andreas Bildl. Und selbst Meister Claudio Castiglioni war offenbar sehr an dem Projekt interessiert, erkundigte sich nach dem Testlauf telefonisch nach dem Ergebnis. 16,5-Zöller, Slicks, Motor vom Werk nach Superbike-WM-Reglement und der saubere Auf-

bau der von Ioannoni bereitgestellten MV – da musste man nur Eins und Eins zusammenzählen: MV Agusta steigt in die Superbike-WM ein. Für 2006 waren zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Buches zwei Werksteams im Gespräch. Eines davon geleitet von MV-Legende Giacomo Agostini persönlich, das andere geführt von Virginio Ferrari.

Technische Daten

MV Agusta F4 1000 Tamburini-F4 1000 World Superbike-Motor	
Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Vierzylinder-Viertakt-Reihenmotor mit zwei oben liegenden Nockenwellen
Bohrung	76 mm
Hub	55 mm
Hubraum	998 cm ³
Max. Leistung	173 / 203 PS bei 11750 / 12400/min
Max. Drehmoment	113 / k.A. Nm bei 9280/min
Verdichtung	13:1 / über 13:1
Gemischaufbereitung	Zünd-/Einspritzanlage/ WSBK: mit Topdüsen
Venturi-Durchlass	46 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	25 / 29 mm/ WSBK: Einlass 31 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	9,0 / 10,3 mm
Motor-Gewicht	k.A. / k.A.
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Sechsgang-Kasseeffengetriebe
Kupplung	Hydraulisch betätigte Ölbadkupplung
Baujahr	2004

Suzuki GSX-R 750 SRAD Superbike-Werksmotor

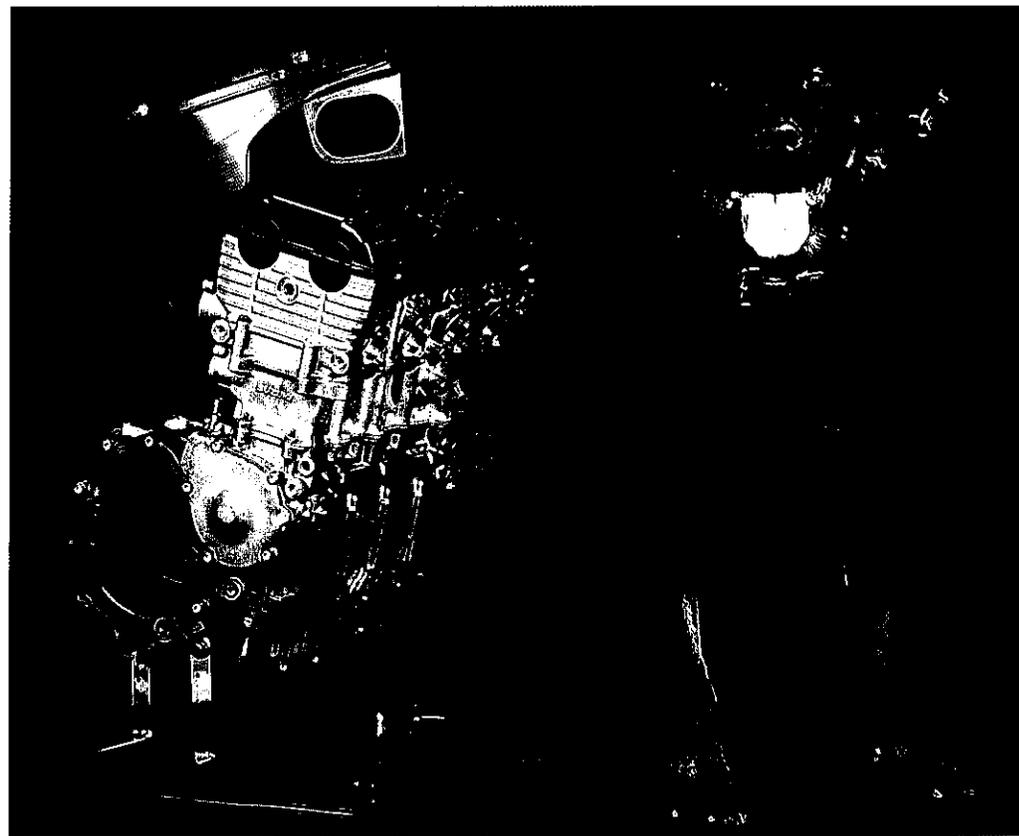
Vorsicht, bissig

Im Frühjahr 1996 präsentierte Suzuki bereits den umfangreich überarbeiteten Werksmotor für die damals noch brandneue GSX-R 750 SRAD. Das Vierzylinder-Reihentriebwerk bestach dabei vor allem durch innere Werte.

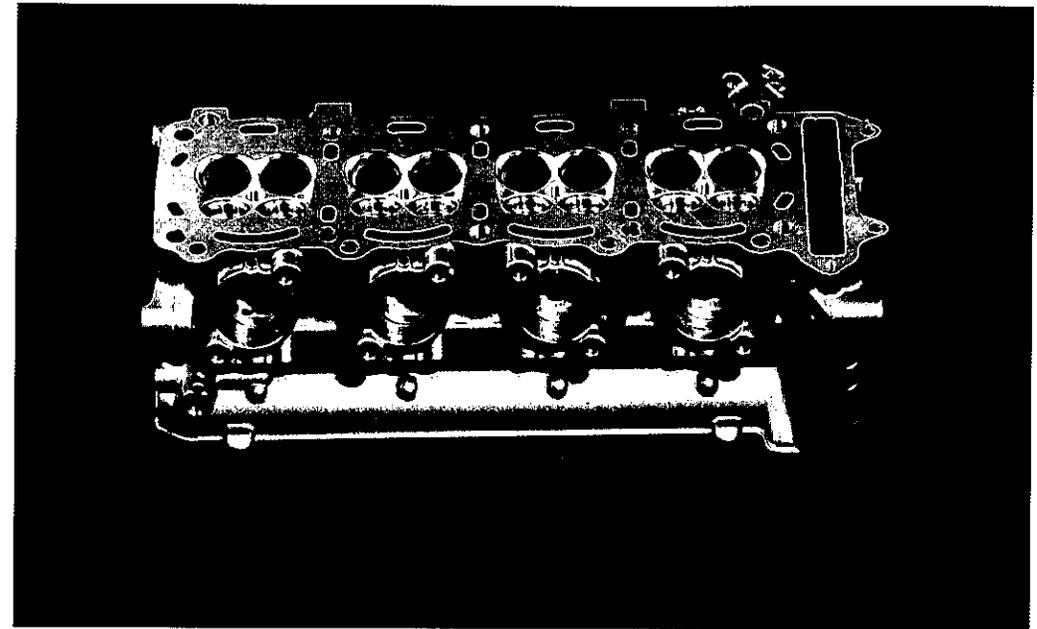
Als ich im Frühjahr 1996 zum Technik-Termin bei Schäfer-Motorsport eingeladen war, machte ich unverzüglich die Bekanntschaft von Mi-

chael Schäfers Rottweiler-Rüden Basco, sozusagen der mobilen Alarmstation im Hause Schäfer. „Sollten sich Langfinger zu Schaffen machen und sich mit edlen Motorenteilen eindenken wollen, wäre jetzt der richtige Zeitpunkt. Vor kurzem haben wir den kompletten Werksmotor im Wert von 82.000 Mark geliefert bekommen“, gab Schäfer damals zu Protokoll. In der Tat schien daher eine gute Bewachung seitens Basco für die Teile des insgesamt rund 250.000 Mark teuren Werksrenners des Schweizer Andreas Hofmann angeraten.

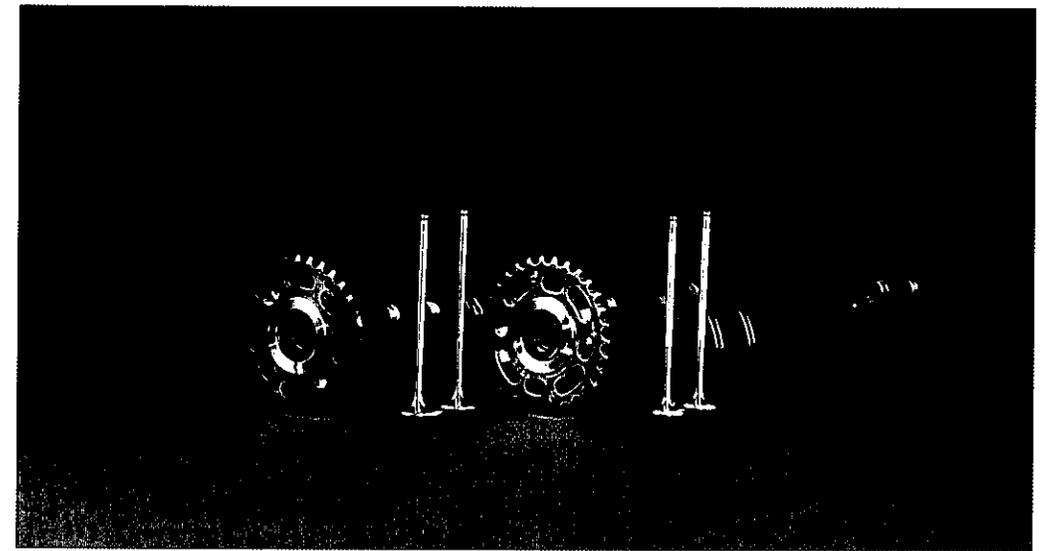
Schon beim Zylinderkopf handelt es sich um ein besonderes Stück. Er ist mit seinen Kupfer-Berillium-Ventilsitzen auf die Verwendung von



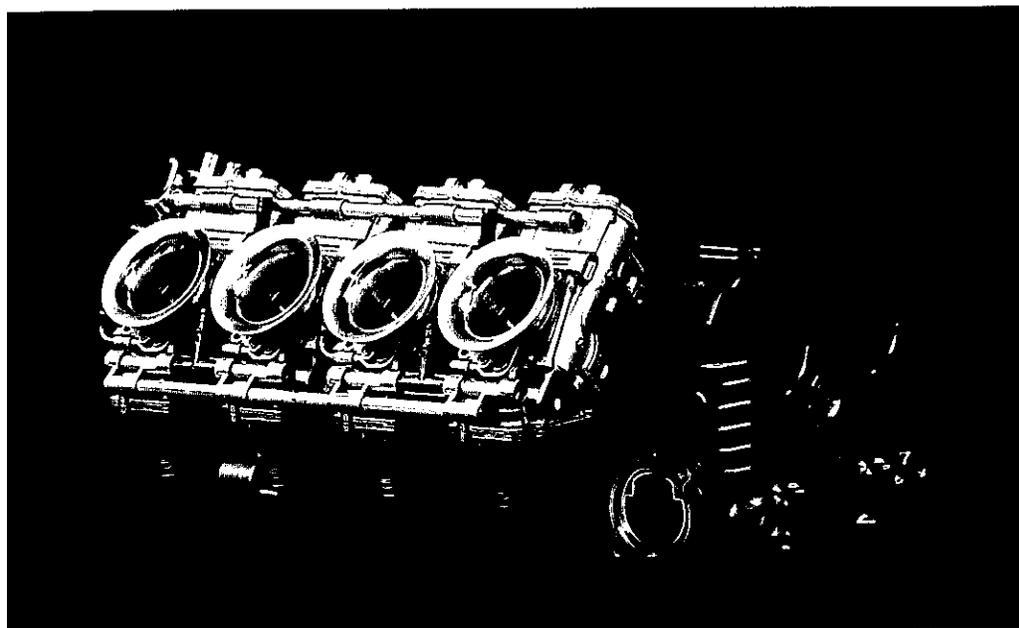
■ Im Jahr 1996 entstand bei Schäfer Motorsport das Suzuki-Superbike für Andy Hofmann mit 82.000 Mark teurem Werksmotor.



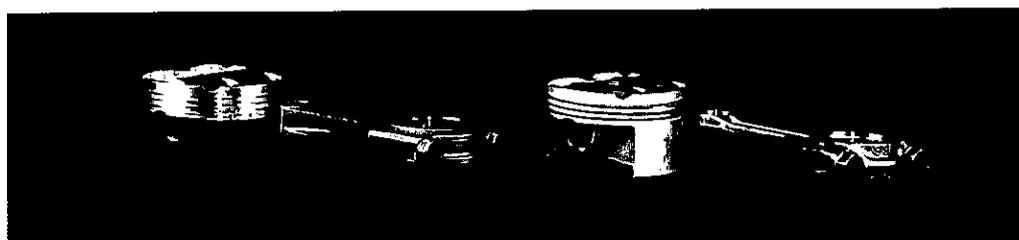
■ Aufwändiger Zylinderkopf mit Berillium-Ventilsitzen zur Verwendung leichter Titan-Ventile.



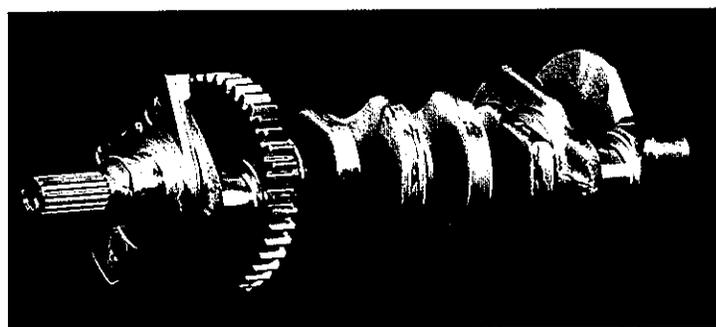
■ Die beiden oben liegenden Nockenwellen zusammen mit einer Ventil-Garnitur.



■ Die Frischgas-Aufbereitung übernehmen vier 40 mm große Mikuni-Flachschieber-Vergaser.



■ Serien-Kolben und Pleuel links im Vergleich zu den Werksteilen rechts.



■ Die Kurbelwelle des Werkmotors ist aus hochwertigem Chrom-molybdänstahl gefertigt.

drehzahlfesten, weil leichten Titan-Ventilen aus-
gelegt. Nur 17 Gramm wiegt ein Einlassventil,
gerade mal 14 Gramm der Auslasspartner.

„Schlappe 406 Mark kostet ein Ventil“, las
Schäfer aus der Preisliste ab, was für die 16
Exemplare summa summarum 6496 Mark er-
gibt – Schaftabdichtungen, Federn und Stößel-
tassen nicht eingerechnet, versteht sich.

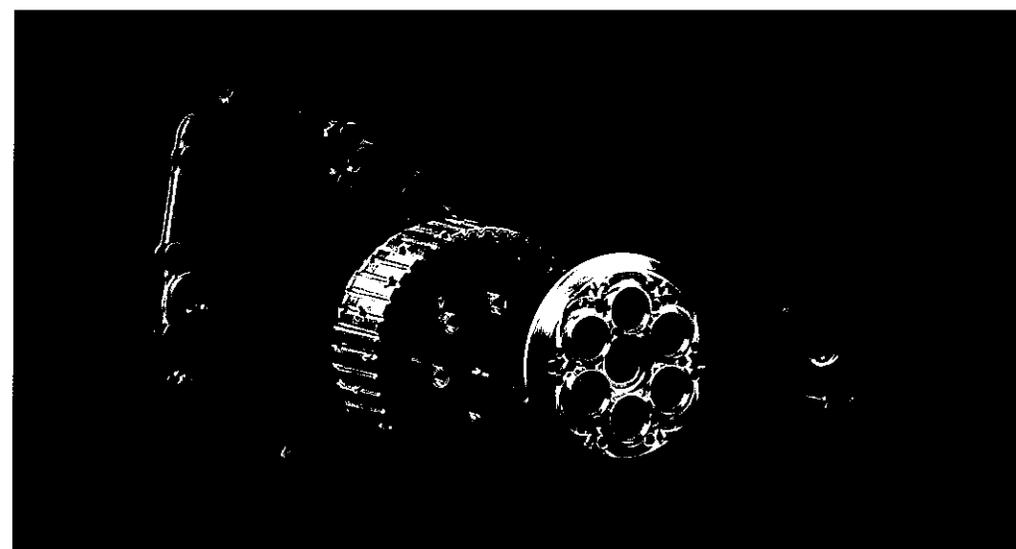
Noch doller kommt es bei der Trockenkupp-
lung. Das bis auf die Lamellen vollständig aus
superleichtem Magnesium gefertigte Teil
schlägt mit astronomischen 16.000 Mark zu
Buche. Muss also angesichts dieser Summen
getrost nach dem Nutzen gefragt werden.

Eine Antwort darauf mag die Betrachtung des
konkurrierenden Umfeldes der damaligen Zeit
im Superbike-Sport liefern. Mit 46 mm Hub und
72 mm Bohrung besitzt das Suzuki-Renntrieb-
werk exakt dasselbe Bohrung/Hub-Verhältnis
wie die Honda RVF 750 RC45 und die Yama-
ha YZF 750 R/SP. Die Ventildurchmesser sind
auslassseitig mit 24,5 Millimetern identisch mit

der Honda, während die Einlasssteller mit 29,5
mm die der RC45 sogar um einen halben Milli-
meter übertreffen. Voraussetzungen für höchste
Motorleistung waren im Bereich des Zylinder-
kopfes mit seinen nahezu geraden Ansaug-
wegen also gegeben.

Das mit lediglich 53 kg sensationell leichte
Werktriebwerk der Suzuki besitzt gegenüber
dem 59 kg schweren Serienmotor natürlich schär-
fere Nockenwellen mit einlassseitig 10,0 sowie
auslassseitig 8,8 mm Ventilhub. Das war zum da-
maligen Zeitpunkt deutlich mehr als bei Hondas
72 kg schwerem RC45-V4-Motor, der beim Ein-
lass 9,3 und beim Auslass 8,3 mm aufwies.

Bewegt sich die Einlasssteuerzeit mit 255 Grad
noch im Bereich der RC45, so fällt der Öff-
nungswinkel der Auslasspartner deutlich zah-
mer aus. Theoretisch ergaben sich daraus zwar
geringe Nachteile in Punkto Spitzenleistung für
den Suzuki-Motor, doch wie die Praxis zeigte,
vermochte er dafür im unteren und mittleren
Drehzahlbereich zu punkten.



■ Bis auf das Lamellenpaket war die Trockenkupplung komplett aus Magnesium gefertigt und kostete astronomische 16.000 Mark.

Offizielle Prüfstandsergebnisse erhielt ich für dieses Triebwerk nie, doch ein mittels Werkszündung, 40 mm-Mikuni-Werksvergasern und erhöhter Verdichtung modifizierter Serienmotor vermochte mit 157 PS Spitzenleistung und einem maximalen Drehmoment von 90 Nm durchaus zu beeindrucken.

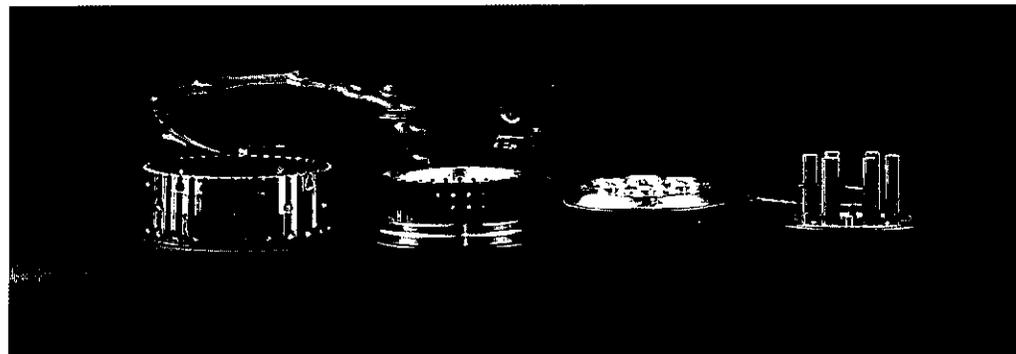
Wie auch beim Kit-Motor der Honda RC45 verdichten die Werkskolben der Suzuki ihr Gemisch auf ein Verhältnis von 12,5:1. Der Kolbenboden ist für eine günstigere Verbrennung jedoch wesentlich glattflächiger und weniger zerklüftet ausgeführt, was besseres Strömungsverhalten und damit vor allem mehr Drehmoment bringt. Auffällig an den Kolben, mit 173 Gramm sogar zwei Gramm schwerer als die Kolben der Serienmaschine, sind die Aussparungen für die Ventile am Feuersteg. Das Limit der Ventildurchmesser, so zeigt diese Formgestaltung, war nahezu ausgeschöpft und wäre nur noch durch zusätzliche Aussparungen an der Dichtfläche des Nikasil-beschichteten Leichtmetallzylinders möglich gewesen.

„Augenblicklich liegt unsere Drehzahlgrenze bei 14250/min“, gab Michael Schäfer 1996 zu Protokoll. Wie der amerikanische Superbike-Fahrer Scott Russell jedoch bei den Vorsaison-Tests 1996 in Daytona zeigte, war dieser Motor durchaus für 15000/min und sogar etwas mehr gut.

Entsprechend diesen Drehzahlen, die schon für viel Leistung sorgen, war auch der Kurbeltrieb ausgelegt. Zwar blieb die serienmäßige Kurbelwelle der GSX-R 750 SRAD in Form und Gestaltung erhalten, doch war das Werks-Exemplar aus höherwertigem Chrommolybdän-Stahl gefertigt. Um Defekten vorzubeugen, verschweißten die Suzuki-Techniker außerdem das primärseitig angebrachte Ausgleichsgewicht im Elektrodenverfahren mit der Kurbelwelle.

Drastisch an Gewicht verloren auch die übrigen oszillierenden Massen. Nur noch 39 Gramm wogen jeweils die 16 mm starken Kolbenbolzen, lediglich je 249 Gramm entfielen auf die Titanpleuel. Interessant auch hier wieder der zeitgenössische Vergleich zur RC45. Ihre Kolbenbolzen wogen 49 Gramm, die Pleuel schlugen mit 257 Gramm zu Buche. Nahm man bei der Honda noch den 185 Gramm schweren Kolben dazu, so summierte sich Suzukis Gewichtsvorteil allein bei der unmittelbaren Motorenmechanik auf 120 Gramm.

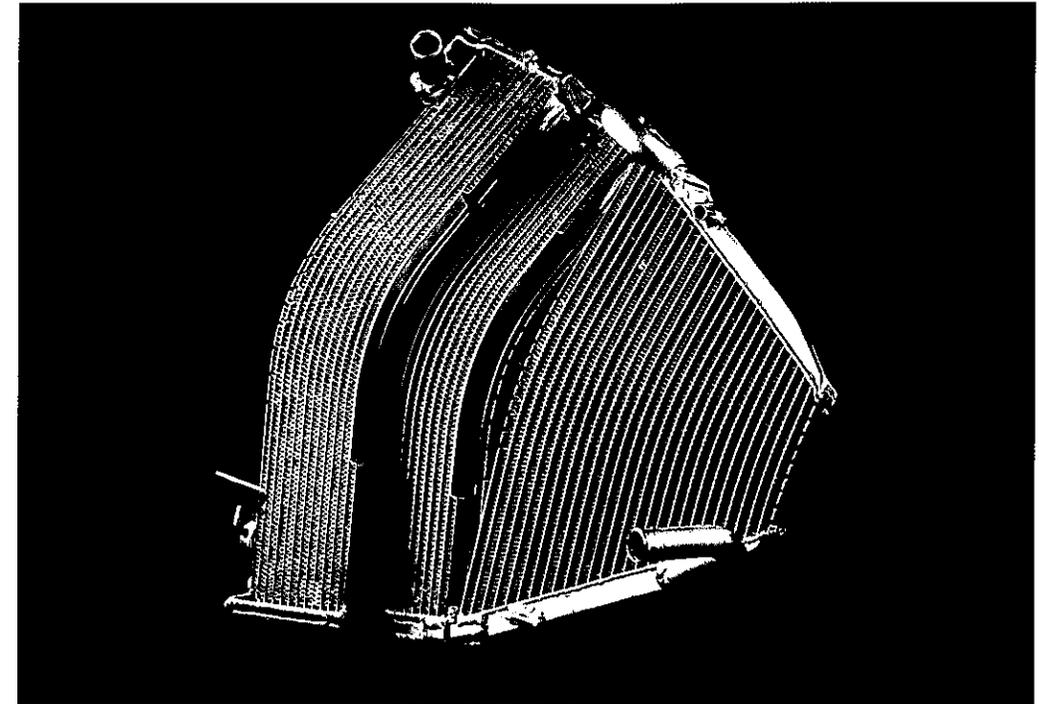
Wie uns Technikern lief angesichts dessen auch fast schon Schäfers Hund Bosco das Wasser im Munde zusammen. Um so verduztter schaute er freilich drein, als ihm sein Herrchen weitere Auszüge aus der Suzuki-Werkspreisliste vorlas: „Leichtmetallkühler 20.015 Mark, Showa-Gabelholme je 15.444 Mark, Showa-Federbein 20.271 Mark.“



■ Aus dieser Perspektive wird die geringe Baubreite der Trockenkupplung ersichtlich.

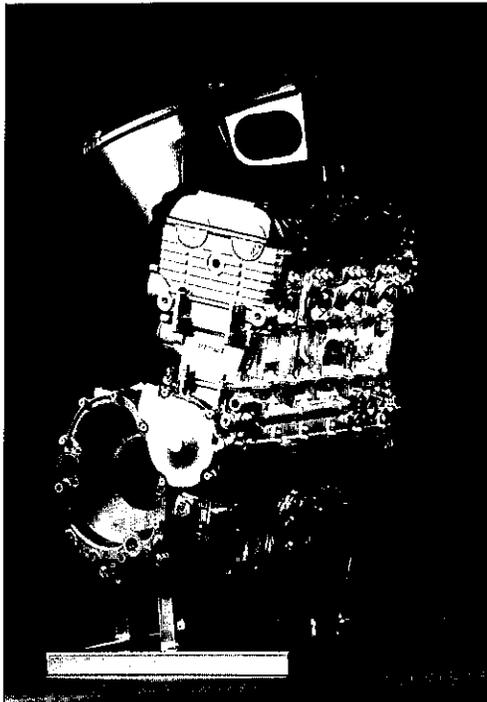
Die Preise der Werksteile schockierten, doch ein kleiner Trost blieb: Niemand außer ausgewählten Suzuki-Importeuren konnte die Teile in dieser Zeit kaufen, und so mussten sich die Privatfahrer

zu diesem Zeitpunkt auch keine Gedanken um eine Anhebung ihres schmalen Budgets machen. Erst ein Jahr später, 1997, gab es diese Teile dann für engagierte Privatiers zu kaufen.



■ Mächtiger, handgefertigter Werkskühler aus Aluminium.

Motorrad-Motoren im Detail

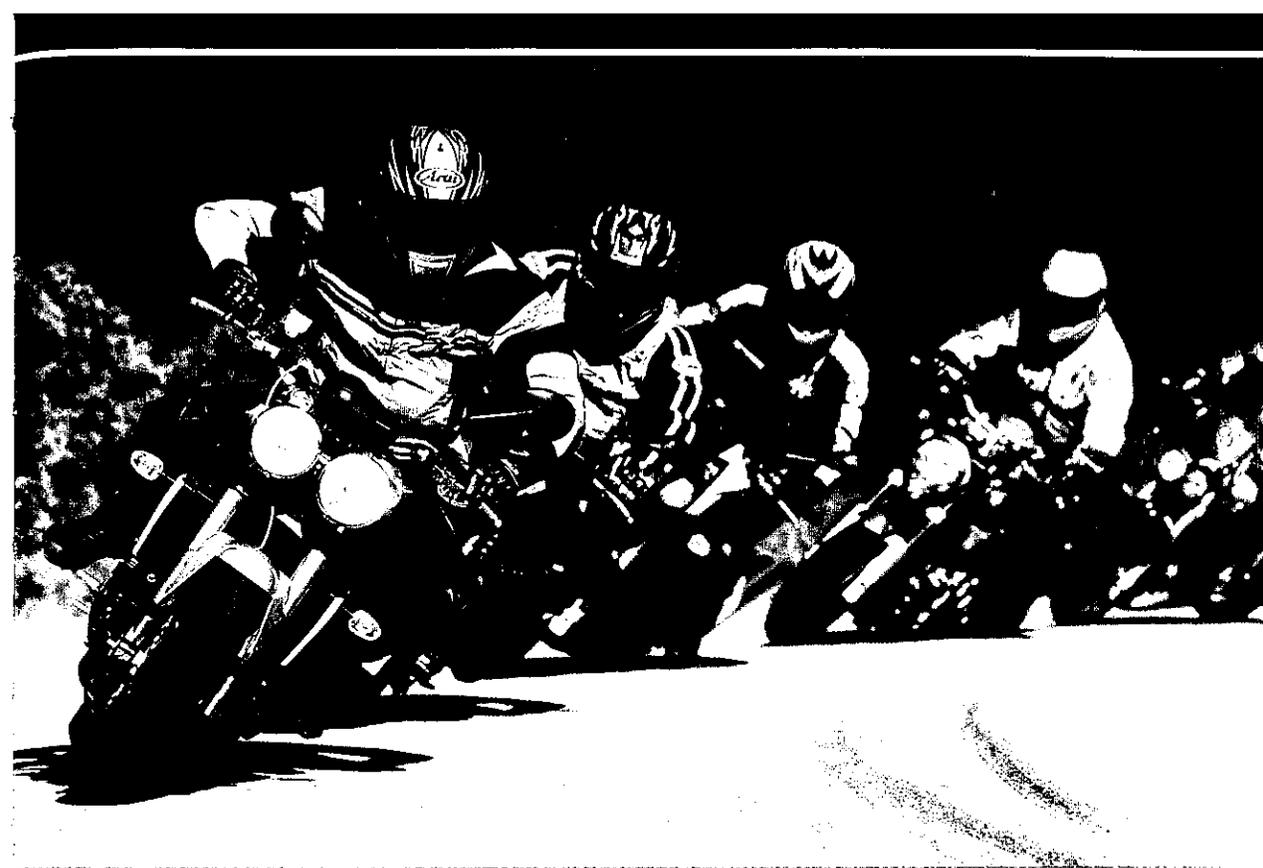


■ Nur 53 kg brachte der SRAD-Werksmotor Dank superleichter Bauteile auf die Waage.

Technische Daten

Suzuki GSX-R 750 SRAD-Superbike-Werksmotor

Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Vierzylinder-Viertakt-Reihenmotor
Bohrung	72 mm
Hub	46 mm
Hubraum	749 cm ³
Max. Leistung	157 PS bei 12500/min
Max. Drehmoment	90 Nm bei k.A.
Verdichtung	12,5:1
Gemischaufbereitung	Vier Mikuni-Flachschiebervergaser
Venturi-Durchlass	40 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	24,5/ 29,5 mm
Ventilhub Auslass/ Einlass	8,8/ 10,0 mm
Motor-Gewicht	53 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Sechsganggetriebe
Kupplung	Hydraulisch betätigte Trockenkupplung
Baujahr	1996



Die nächste Kurve ist immer die schönste.

Rein in die Kurve und ab durch die Mitte. Die neuesten Maschinen, die schönsten Touren, der beste Service alle 14 Tage neu in MOTORRAD. Mehr darüber: www.motorradonline.de



Europas größte Motorradzeitschrift

Swissauto 500 Grand Prix-Motor

Schweizer Fräse

Aus dem Emmental kommen seit vielen Jahren nicht nur Käse-Spezialitäten. 1997 besuchten wir dort die Firma Swissauto, die uns Einblick in das Innenleben ihres 500er-Grand Prix-Vierzylinders der elf 500 gewährte.

Für seinen Käse weltweit gerühmt, schickte sich das Schweizer Emmental in der zweiten Hälfte der 90er-Jahre an, Rennsport-Geschichte zu schreiben. Das jedenfalls war anzunehmen, als wir das kleine Städtchen Burgdorf besuchten. Im dortigen Industriepark fand sich nämlich mit der Wenko AG, besser bekannt unter dem Markennamen Swissauto, eine feine Adresse für alles, was mit Motoren zu tun hat. Den im Grand Prix-Rennsport Bewanderten ist die damals 15-köpfige Firma, die 1987 von Urs Wenger und

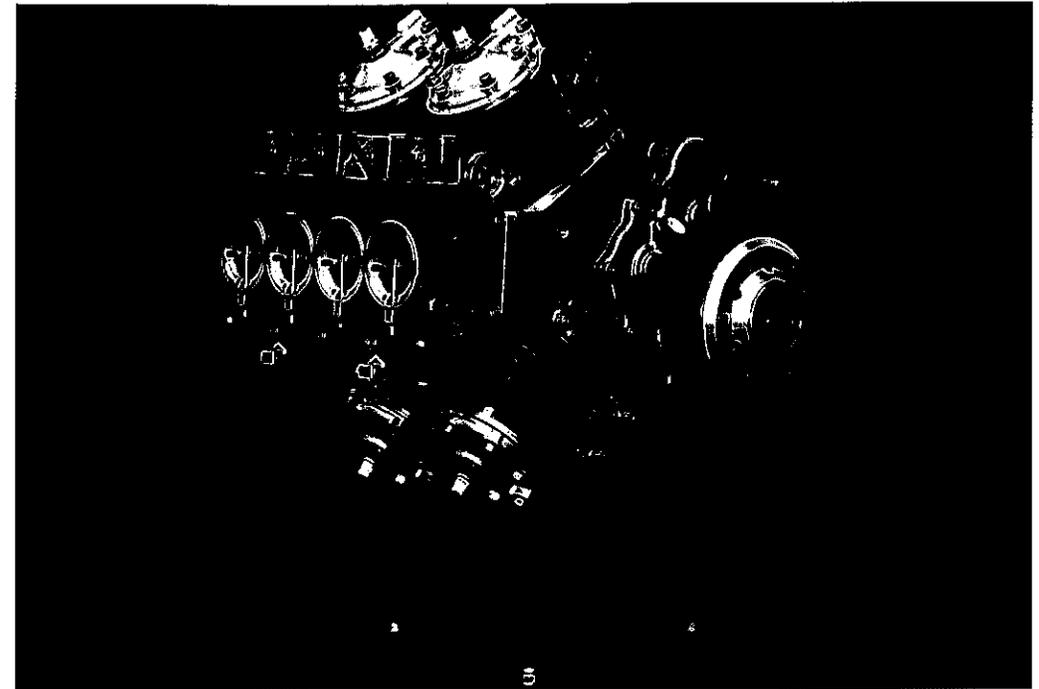
Beat Kohler gegründet wurde, spätestens seit 1994 ein Begriff. Da nämlich rollte der siebenfache Gespann-Weltmeister Rolf Biland beim letzten Grand Prix in Barcelona sein Dreirad erstmals mit einem bärenstarken Swissauto-Motor an den Start. Auf Anhieb holte er die Pole-Position, und im Rennen kostete ihn nur eine defekte Zündung den Sieg. Bilands Trost: Er wurde mit dem eidgenössischen Triebwerk Gespann-Weltmeister und bewies damit die Schlagkraft des von ihm initiierten und mitentworfenen V4-Motors.

Biland, dessen Rennwerkstatt keine 300 Meter vom Motorenspezialist Swissauto liegt, dachte zusammen mit den beiden Konstrukteuren Wenger und Kohler jedoch weiter. Der Motor sollte nicht nur als Kraftquell für ein Gespann, sondern auch ohne größere Änderungen als potenter Antrieb für eine Solo-Maschine dienen. Kurzum: Eine GP-500er steckte bei allen Beteiligten bereits von Anfang an im Hinterkopf.

Exakt ein Jahr nach Bilands Debüt präsentierte der französische Mineralöl-Konzern elf 1995 in



■ Jürgen Fuchs im Jahre 1997 auf der Swissauto 500 bei Tests in Barcelona.



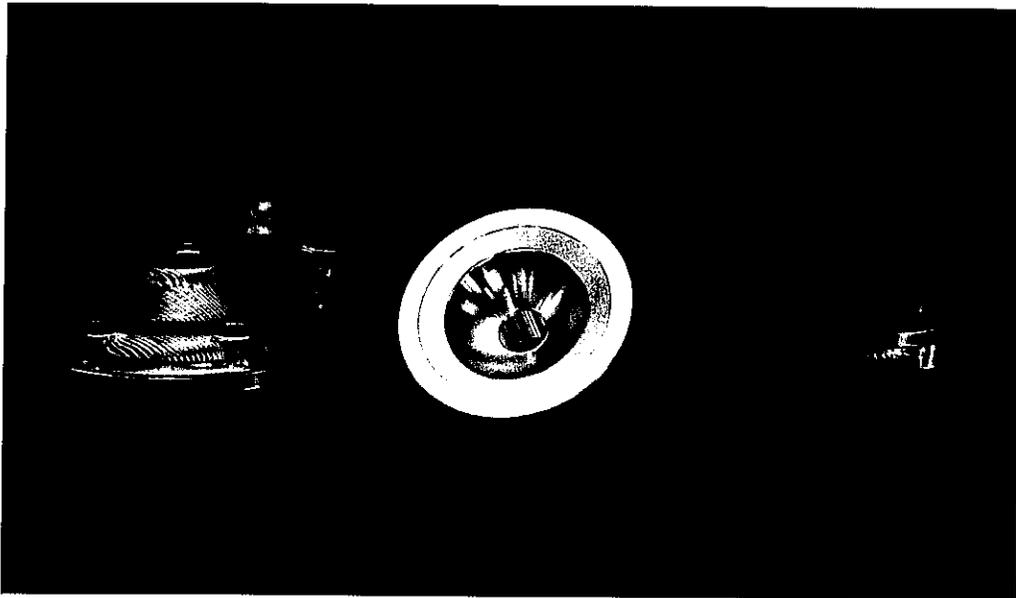
■ Inklusive Vergasern brachte der Swissauto-V4 lediglich 38 kg auf die Waage.

Barcelona denn auch mit der elf 500 eine ernst zu nehmende Maschine, wie die Fahrer Juan Bautista Borja, Chris Walker, Martin Cragill und Adrian Bossard in den 15 GP-Läufen bewiesen. Der Spanier Borja konnte sich mit ihr immerhin fünf Mal unter die Top Ten mischen und schloss trotz sechs Defekten und zwei Stürzen am Ende auf WM-Rang 14 ab. Zusammen mit Jürgen Fuchs stand an, den Renner 1997 noch weiter nach vorne zu bringen. Der große Durchbruch blieb aber letztendlich doch versagt. Obgleich der kompakte Swissauto-V4 mit seinem Bohrung-Hub-Verhältnis von 54 zu 54,5 mm in technischer Hinsicht keine Vergleiche mit den 500er-Vierzylindern von Honda und Yamaha zu scheuen brauchte.

Vor allem in punkto Gewicht schien der Swissauto-V4 der Konkurrenz sogar ein Stückchen voraus zu sein. „Runde fünf Kilogramm ist er

leichter als ein Yamaha-V4, und wahrscheinlich ist er auch leichter als der Honda-Vierzylinder“, beantwortete Urs Wenger unsere, wo der mit Vergasern 38 Kilogramm leichte Triebbling einzuordnen ist. Mit 195 PS bei 12250/min bewegte sich der kompakte und kleine „Petit Suisse“ obendrein leistungsmäßig absolut auf dem Niveau der Konkurrenz.

Flüchtige Blicke auf die Antriebseinheit verraten indes kaum Unterschiede zu den japanischen 500er-Konzepten. Vier einzelne, in V-Formation stehende Zylinder, dazu jeweils ein Vergaser mit elektronischer Vollastanreicherung und – je nach Strecke – 35 oder 39 mm Durchlass, Wasserkühlung, Auslasssteuerung und Sechsganggetriebe. Das wär's konstruktiv im Prinzip. Erst in Einzelteile zerlegt, offenbart der Zweitakter indes einige Lösungen, die ihn von den fernöstlichen Kraftpaketen abheben.



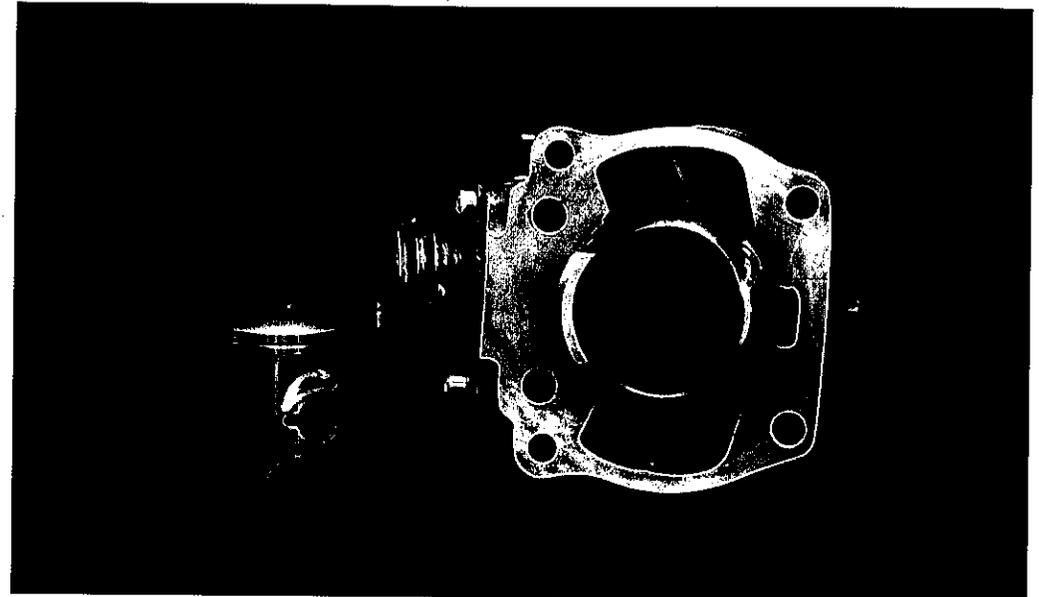
■ Zylinderdeckel mit wasserumspüler und austauschbarer Brennraum-Kalotte.

Im Gegensatz zu Yamaha und Suzuki vertraut Swissauto wie Honda auf nur eine Pleuellwelle anstatt zweier. Honda erinnerte sich Jahre zuvor an die Paton 500 von 1978, die als erste Zweitakt-500er mit vier Zylindern über nur eine Pleuellwelle verfügte. Im Gegensatz zum Honda-Vierzylinder, wie ihn Mick Doohan in dieser Zeit einsetzte, sowie auch zur Paton 500, besaß der Swissauto-V4 aber ein gemeinsames Pleuellgehäuse für das jeweils linke und rechte Zylinder-Vau, was zwei Hauptlager und damit Baubreite sparte. Entsprechend sind die Pleellzapfen um den Betrag des Zylinderwinkels von 108 Grad zueinander versetzt, da synchron angesaugt und gezündet werden muss. Der Einlass erfolgt mittels Carbon-Membranen direkt ins Pleuellgehäuse. Als sich in dieser Einsatzphase das so genannte Big-Bang-Prinzip bei den 500ern durchsetzte, wonach die beiden linken und rechten Zylinder-Vaus entweder zusammen oder in geringem Abstand zueinander zünden, gab es für die Swissauto-Crew erneut Arbeit.

Wie sich heraus stellte, macht sich das Big-Bang-Prinzip im Grenzbereich vorteilhaft in punkto Reifenhaftung sowie Reifenverschleiß bemerkbar. Der hoch belastete Pneu findet durch die längere „Kraftpause“, also eine Zugunterbrechung, die ihm der Motor bei der Übertragung der Antriebskräfte gönnt, etwas mehr Zeit, Grip aufzubauen. „Das gilt aber nicht für alle Strecken“, relativierte Urs Wenger diese Theorie damals.

Die konstruktive Lösung für den bereits existierenden Rennmotor fanden die cleveren Schweizer schließlich in Form einer in der Mitte geteilten Pleuellwelle, die über eine so genannte Hirth-Verzahnung verschraubt ist.

Der Schwabe Albert Hirth meldete 1919 ein Patent an, das eine Stirnverzahnung als kraftschlüssige Verbindung vorsah. Wir erinnern uns an die Horex Imperator, deren Twin 1951 eine aus zwei Hälften bestehende und mittels Verzahnung verbundene Pleuellwelle besaß. Dieser Kniff war damals notwendig, um die



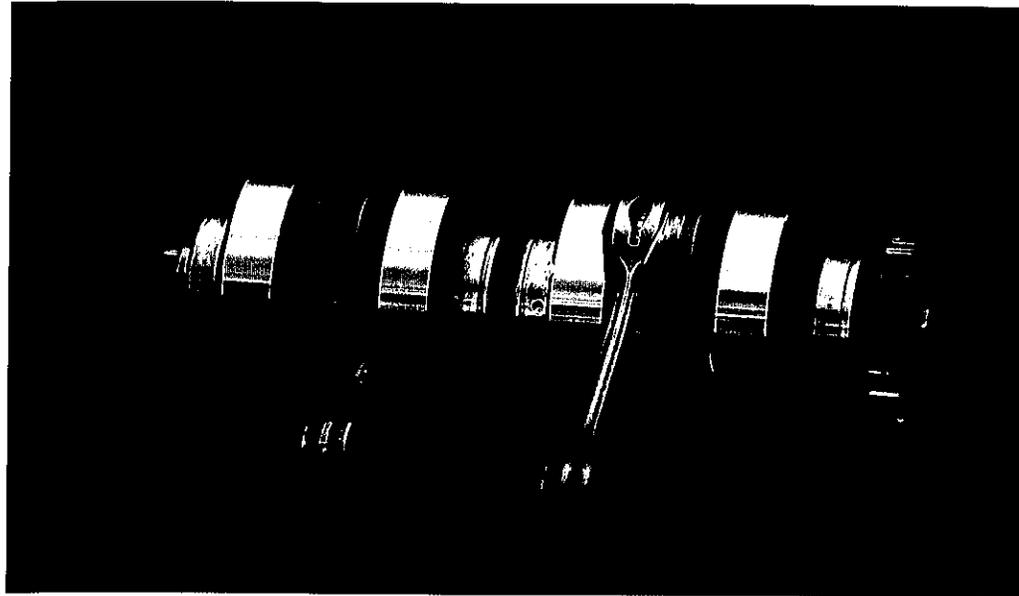
■ Pleuell und 5-Kanal-Zylinder des Swissauto-Grand Prix-Motors. Der Membran-Einlass via Carbon-Membran befand sich direkt im Pleuellgehäuse.

Pleuell trotz des vertikal geteilten Motorengehäuses überhaupt montieren zu können. Beim Swissauto-V4 ermöglichte dies indes das Verdrehen der beiden Pleuellwellenhälften um die Pleuellachse und damit den Zündversatz der beiden Zylinder-Vaus zueinander zu verändern. So waren konventionelle 180 Grad oder auch 90 Grad möglich. Bei entsprechender Auslegung der Verzahnung entsprechend auch Zwischenwinkel.

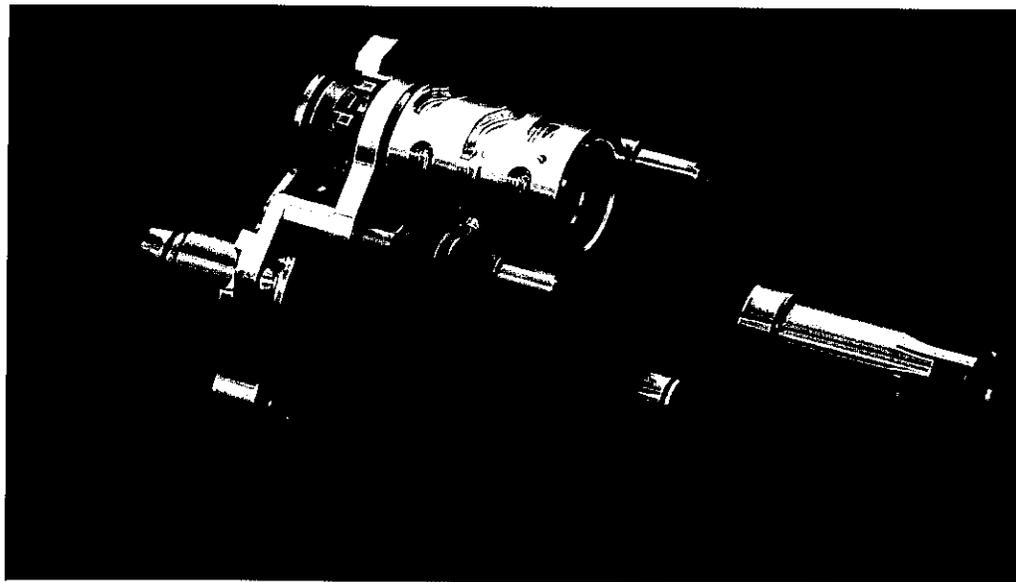
Dem beim Big-Bang-Winkel auftretenden Schwingungsproblem, bedingt durch die unregelmäßige Zündfolge, begegneten die Schweizer Techniker indes mit einer entsprechend justierbaren, über Pleuellräder angetriebenen Ausgleichswelle. Hochinteressant an diesem Motor sind aber auch die Zylindereinheiten, die fünf Überströmkanäle und ein Power-Valve-System für die Auslasssteuerung besitzen. Wie bei allen modernen Hochleistungs-Zweitaktern soll es durch eine

Verringerung der Auslasshöhe (gemessene Auslassoberkante zu oberem Totpunkt) für mehr Leistung im unteren Drehzahlbereich sorgen. „Unser System ähnelt dem der Yamaha. Dabei handelt es sich um eine Klappe, die sich an der Oberseite des Auslasskanals anheben oder absenken lässt. Das ist ein günstiger Kompromiss“, schilderte Urs Wenger damals dieses verbreitete System.

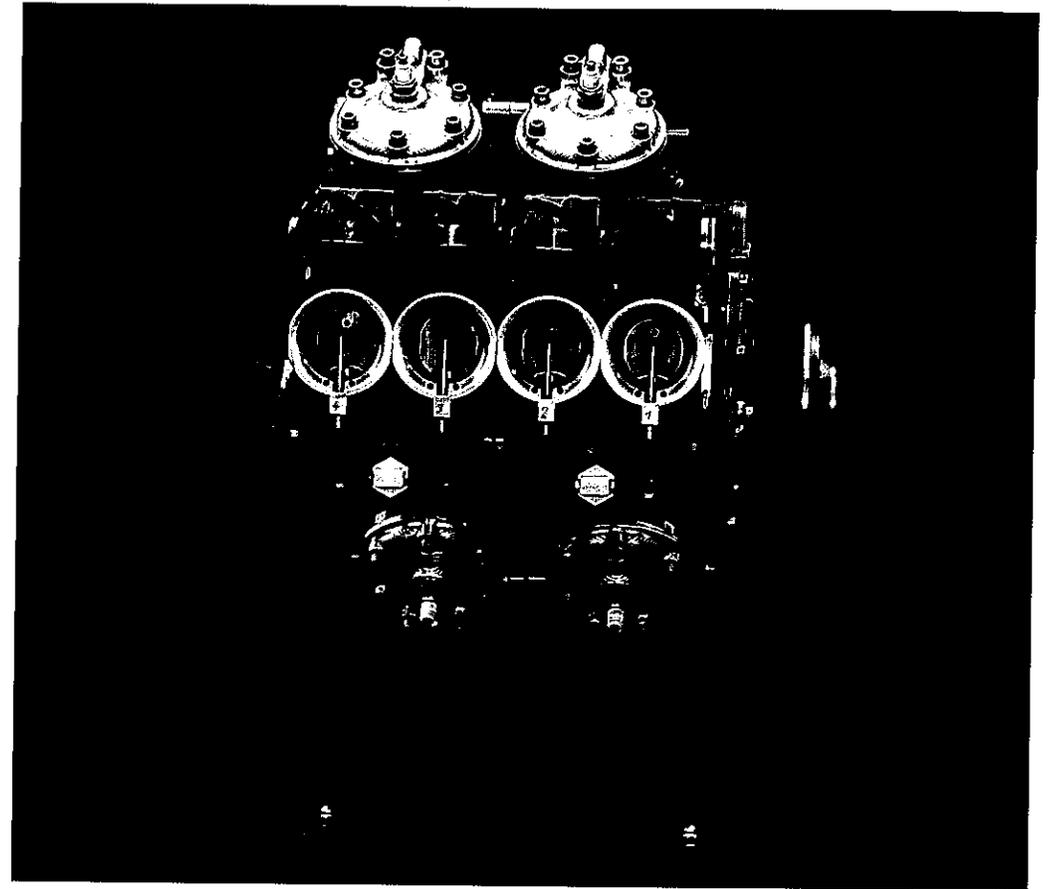
Im Zuge der Weiterentwicklung stand indes vor allem die Verbesserung der Fahrbarkeit auf dem Programm. Hierbei spielte vor allem die Elektronik eine große Rolle. So arbeitet die Zündung mit den Kenndaten Drehzahl, Gasgriffstellung sowie Lastzustand und ist für alle Gänge separat codierbar. Zudem nimmt der Rechner bei zuviel Schlupf oder drohenden Wheelies in den unteren Gängen den Zündzeitpunkt zurück, was den Umgang mit den 195 PS drastisch erleichtert.



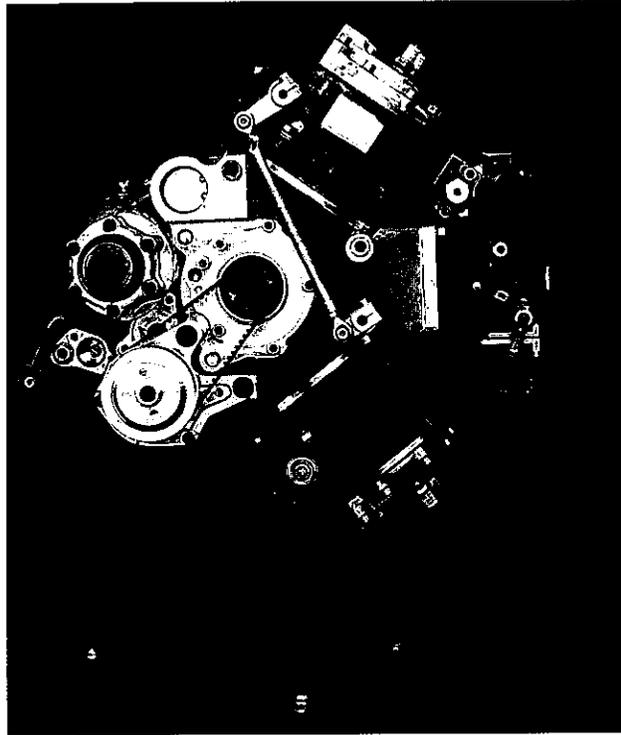
■ **Kurbelwelle mit mittig platzierter Hirth-Verzahnung zur Änderung des Versatzes.**



■ **Leichtes Kassettengerieße mit Aluminium-Schaltwalze für schnelle Wechsel der Getriebe-Übersetzungen.**



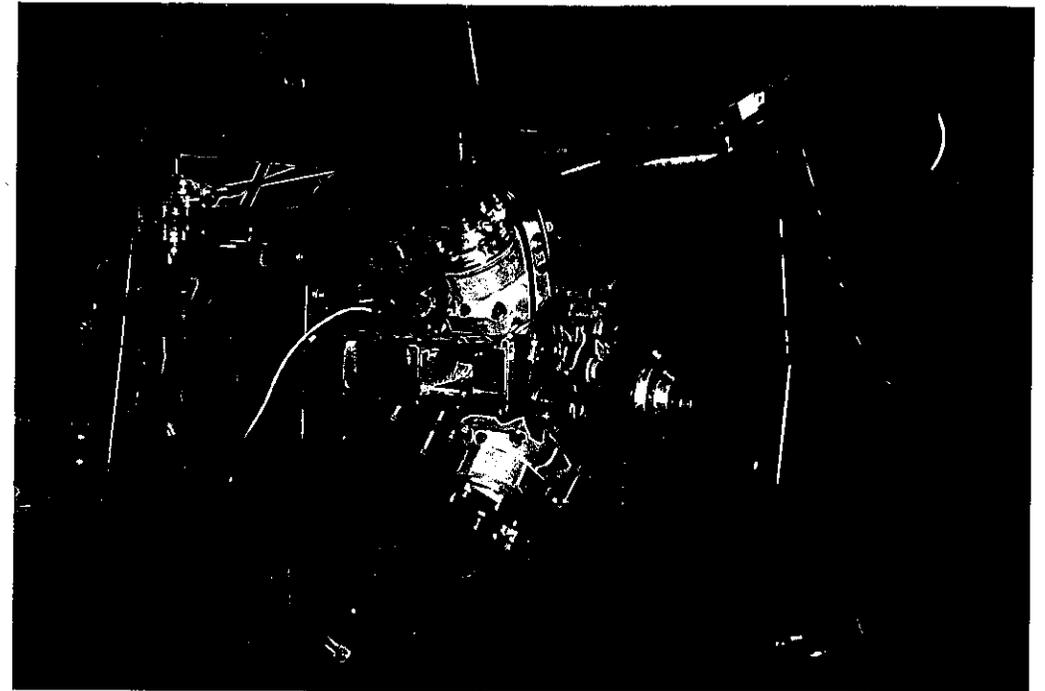
■ **Der Swissauto-V4 von der Ansaugseite. Wahlweise kamen 35er- oder 39er-Vergaser zum Einsatz.**



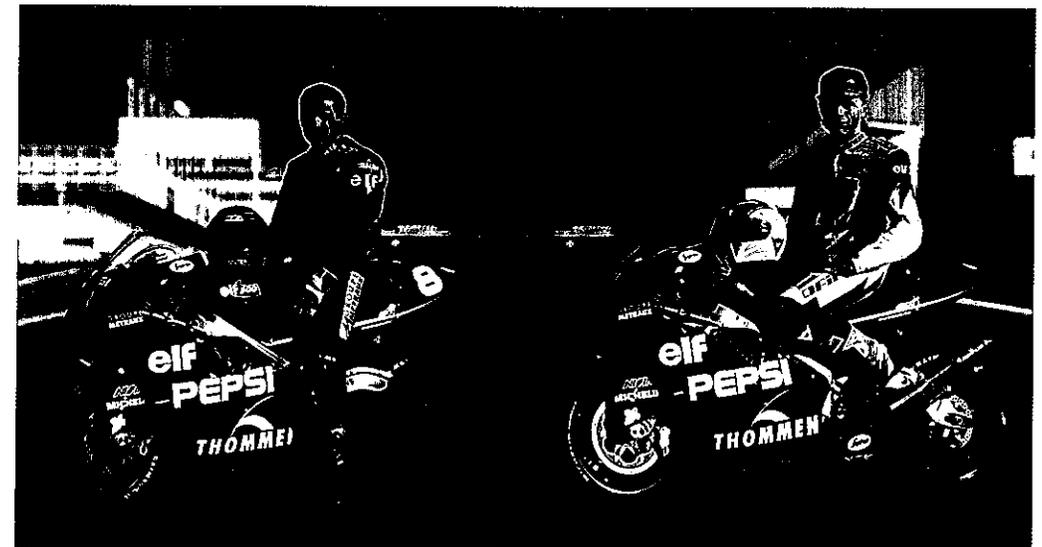
■ Rechte Seite des 108°-V4. Gut zu erkennen das Gestänge für das Power-Valve-System sowie der Riemen-Antrieb für die Wasserpumpe.



■ Unbearbeitete Guss-Rohlinge aus Magnesium.



■ Blick in den Prüfstandsraum der Wenko AG.



■ Juan Borja (li.) und Jürgen Fuchs, das Swissauto-Team für 1997.

Technische Daten

Swissauto 500 Grand Prix-Motor	
Bauart	Flüssigkeitsgekühlter Vierzylinder-Zweitakt-V-Motor mit Membraneinlässen und Power-Valve-System
Bohrung	54 mm
Hub	54,5 mm
Hubraum	499 cm ³
Max. Leistung	195 PS bei 12250/min
Max. Drehmoment	k.A.
Verdichtung	k.A.
Gemischauferbereitung	Vier Flachschiebervergaser mit Vollastanreicherung
Venturi-Durchlass	35 bzw. 39 mm
Ventil-Durchmesser Auslass/ Einlass	-
Ventilhub Auslass/ Einlass	-
Motor-Gewicht	38 kg
Kraftübertragung	Klauengeschaltetes Sechsganggetriebe
Kupplung	Mechanisch betätigte Trockenkupplung
Baujahr	1997

Stichwort-Verzeichnis

- | | | |
|--------------------------------|----------------------------|----------------------------------|
| AJS 41 ff. | Honda 102 ff. | Tamburini 223 ff. |
| Aufladung 33 ff. | Kawasaki 189 ff. | Tuning 22 ff. |
| Ausbreitungsgeschwindigkeit 14 | Kennfeld 14, 31 | Turbolader 36 |
| Ausgleichswelle 28 | König 202 ff. | Überströmkanäle 9, 10 |
| Auslass 9 | Kurbelwelle 29 | Ventile 24 |
| Auslasssteuerzeit 13 ff., 26 | Kurbelwellenleistung 21 | Ventilerhebungskurve 12, 26 |
| Baindl, Rupert 46 ff. | Lachgaseinspritzung 33 ff. | Ventilhub 12 |
| BMW, 55 ff. | Laverda 212 ff. | Ventilsitz 24 |
| BBM Power 33 ff. | Lawson, Eddie 194 ff. | Ventilüberschneidung 15 ff. |
| Besenbeck, Jürgen 33 ff. | Leistung 19 | Ventilquerschnitt, freier 17, 26 |
| BMR 4-6 ff. | Leistungsmessung 19 | Verbrennung 14 |
| Brennraum 24 | Messtechnik 39 | Verbrennungszeit 14 |
| Desmosedici 75 ff. | MV Agusta 223 ff. | Verbrennungswinkel 15 |
| Drehzahlbegrenzer 14, 31 | | Vergaser 30 |
| Ducati 67 ff. | | Viertaktprinzip 12 |
| Eckert, Roland 22 ff. | Pleuel 29 | Wankel-Prinzip 11 |
| Einlass 13 | Polieren 29 | Wenger, Urs 246 ff. |
| Einlasssteuerzeit 13 | Schäfer, Michael 238 ff. | Zündverstellkurve 14, 31 |
| Fallert 84 ff. | Schäfer-Motorsport 238 ff. | Zündzeitpunkt 14 ff., 31 |
| Flammfront 14 | Steuerzeiten 13 ff., 26 | Zweitaktprinzip 8 ff. |
| Harley-Davidson 96 ff. | Strömung 9, | Zylinder 8, 9, 25 |
| Hinterradleistung 21 | Suzuki 238 ff. | |
| | Swissauto 246 ff. | |

Literatur

Motorentechnik

- Bönsch, **Einführung in die Motorradtechnik**, Motorbuch-Verlag
 Gaßebner, **EDEL-BIKES selbstgebaut**, Motorbuch-Verlag
 Gaßebner, **EDEL-BIKES perfekt gebaut**, Motorbuch-Verlag
 Gaßebner, **Perfektes Motorradtuning**, Motorbuch-Verlag
 Gaßebner, **Perfekte Motorrad-Restaurierung**, Motorbuch-Verlag
 Hütten, **Schnelle Motoren sezirt und frisiert**, Motorbuch-Verlag
 Stulle, **Vierventilmotoren – Motoren der Zukunft**, Universität Stuttgart

Physik

- Kuchling, **Taschenbuch der Physik**, Verlag Harri Deutsch

Reparaturen

- Reparaturanleitung Typ-spezifisch, Verlag Bucheli

Sonstiges

- FAG, **Die Gestaltung von Wälzlagerungen**, FAG Kugelfischer Georg Schäfer & Co, Schweinfurt
 Kaco, **Radial-Wellendichtringe**, Kaco-Dichtringwerke Heilbronn
 Kaco, **Axia-Gleitchtringe**, Kaco-Dichtringwerke Heilbronn