



Herz-Operation

Kleiner Leitfaden für die Arbeiten am Motor

Opération cardiaque

Petit guide lors de travaux sur un moteur

Von Sven Oeschger

Seit über zehn Jahren hat sich Mario Flury auf Motorrevisionen spezialisiert. Seine Firma Corso Fulvia in Balm SO betreut Motoren aller Art.

Mario Flury s'est spécialisé dans la révision de moteur depuis plus de dix ans. Son entreprise Corso Fulvia à Balm SO s'occupe de divers types de moteurs.

Der Motor ist das Herzstück unserer automobilen Preziosen, Thema auch so vieler Benzingeräche und mitverantwortlich für unzählige Stunden genussvoller Ausfahrten. Was aber, wenn er schwächelt?

Abhilfe schafft oft nur noch ein Gang in die Werkstatt. Immer wieder ist das Ergebnis aber unbefriedigend, die Rechnung hoch, die Frustration gross. Die Gründe des Scheiterns liegen nicht nur bei unfachmännisch ausgeführten Arbeiten und unnötigen Massnahmen, sondern auch bei mangelnden Grundkenntnissen und unklaren Auftragserteilungen der Fahrzeugbesitzer. SwissClassics hat die Totalrevision eines Motors begleitet und zeigt in zwei Teilen auf, was zu einer erfolgreichen Revisionsarbeit beigesteuert werden kann. Teil 1: Zerlegung, Analyse, Reinigung, Vorbereitung und Bearbeitung.

Le moteur est la partie centrale de notre précieux véhicule, thème de plusieurs heures de conversations lors de nos sorties. Mais que se passerait-il si celui-ci devait faiblir ?

Le remède implique souvent un passage au garage. Le résultat est cependant souvent peu satisfaisant, la facture est élevée et la frustration très grande. Les raisons du manquement ne se trouvent toutefois pas seulement dans des travaux exécutés de façon inexperte ou par des mesures inutiles.

Le problème peut parfois provenir d'un manque de connaissances élémentaires et de demandes peu claires de la part des propriétaires des véhicules.

SwissClassics a accompagné une révision totale de moteur et vous montre en deux parties ce qui peut contribuer à un travail de révision réussi. Première partie : mise en pièce, analyse, nettoyage, préparation et traitement.

SwissClassics-Leser der ersten Stunde können sich an unseren Fahrbericht über den Fiat 124 Abarth Rally erinnern. Hohe Kilometerleistung, schwindende Leistung und austretende Öldämpfe legten eine Totalrevision des Motors nahe. Die Eckdaten: vier Zylinder in Reihe, Graugussblock, Aluminiumzylinderkopf mit zwei oben liegenden Nockenwellen und acht Ventilen – ein gängiges Motorenkonzept, wie es oft gebaut wurde.

Oft unterlassen, ungemein wichtig: das Pflichtenheft

Erster entscheidender Schritt zu einer erfolgreichen Revision am Motor ist das Erstellen eines Pflichtenheftes. Darin wird definiert, welche Erfordernisse die Arbeiten erfüllen müssen, wie beispielsweise Einsatzzweck des Fahrzeugs, Beibehaltung der Originalität oder auch die Berücksichtigung von Wettbewerbsreglementen. Es dient dem Fachmann als Planungsgrundlage für die Evaluierung der Arbeiten, andererseits ist es Auftragsbeschreibung und Dokumentation dessen, was der Kunde wünscht und was er erwarten kann. Das Pflichtenheft beginnt mit einem eingehenden Beratungsgespräch und endet mit der Dokumentation der erfolgten Arbeiten. Dabei ist es ein dynamisches Dokument und ändert sich durch den Gewinn von Erkenntnissen (z.B. ans Tageslicht kommende Schwachstellen).

SwissClassics-Tipp: Bestehen Sie auf der Erstellung eines Pflichtenhefts! Es kann viele Missverständnisse aus dem Weg schaffen. Und teilen Sie Ihrem Spezialisten mit, was Sie gerne hätten, und auch, wie Ihre Er-FAHR-ungen sind.

Les lecteurs fidèles de SwissClassics se souviendront certainement de notre article au sujet de la Fiat 124 Abarth Rally. Une prestation kilométrique élevée, une performance qui diminue et les vapeurs sortantes ont suggéré une révision totale du moteur.

Les données de référence : cinq cylindres alignés, bloc de fonte grise, tête de cylindre en aluminium et 8 valves. Un concept de moteur habituel, tel qu'il en a souvent été construit.

Souvent oublié, rarement considéré important : le cahier des charges

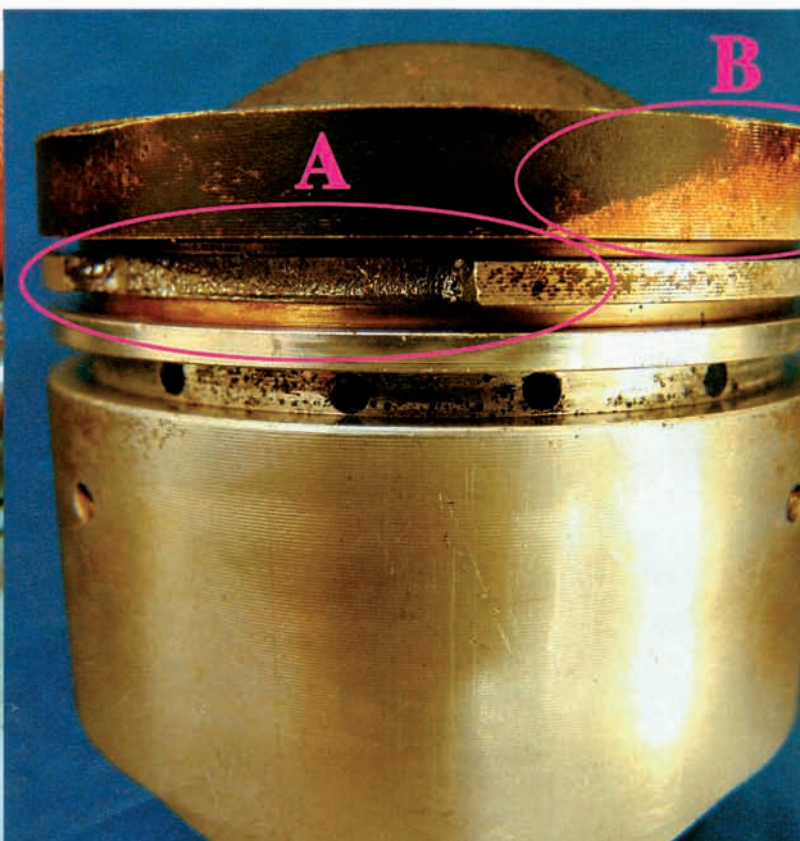
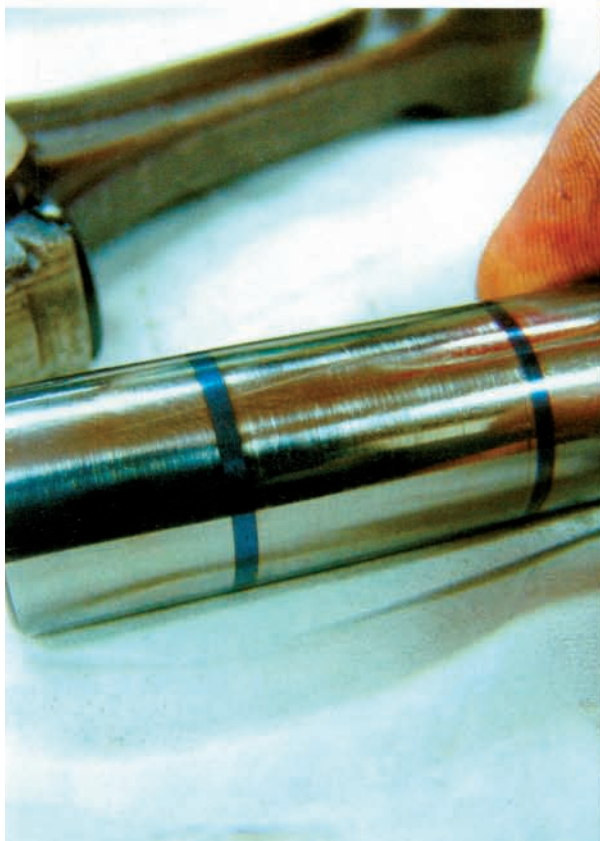
La première étape pour une révision de moteur réussie est l'établissement d'un cahier des charges. On définira ainsi les exigences à remplir lors des travaux, comme par exemple l'objectif d'application du véhicule, le maintien de l'originalité ou la prise en considération des règlements de la concurrence.

Il sert d'une part au spécialiste en tant que principe de planification pour l'évaluation des travaux et d'autre part pour la prise en compte des souhaits du client et ce à quoi il peut s'attendre. Le cahier des charges commence avec un entretien de conseil détaillé et se termine par le compte rendu des travaux accomplis. C'est un document dynamique qui change au fur et à mesure que les constatations augmentent (par exemple la mise à jour des futurs points faibles qui pourraient survenir).

Astuce de SwissClassics : Insistez quant à l'élaboration d'un cahier des charges ! Il peut vous éviter plusieurs malentendus. Ne vous contentez pas de communiquer vos désirs à votre spécialiste, faites-lui également part de vos expériences.

Links: Die braun-blaue Verfärbung zeigt dem Fachmann, dass die Lagerspiele des Kolbenbolzens zu gering waren. Nötige Massnahmen zur Behebung des Problems werden ins Pflichtenheft übernommen. La décoloration brun-bleu montre au spécialiste la faiblesse de certaines parties. Les mesures nécessaires à la résolution du problème sont incorporées dans le cahier des charges.

Rechts: Die Analyse bringt es an den Tag: Der gebrochene Kolbenringsteg (A) ist die Ursache für die Öldämpfe. Weiterer Hinweis: Der Kolben zeigt (B) ein asymmetrisches Laufbild – der Pleuel ist nicht winklig, der Kolben läuft dadurch nicht gerade im Zylinder. L'analyse met à jour la partie détériorée (A) qui est la cause des fuites d'huile. Une autre indication : le piston montre (B) une asymétrie. La bielle n'est pas angulaire, le piston ne tient donc pas correctement dans le cylindre.



Unten links: Die Pleuellagerschalen zeigen ein normales Bild. Die Ölversorgung hat gut funktioniert. *Voici un graphique normal. L'approvisionnement en huile a bien fonctionné.*

Unten Mitte: Reinigung der Funktionsgewinde: Rückstände können dazu führen, dass zum Beispiel ein Zylinderkopf beim Anziehen die für einen sicheren Betrieb notwendige Flächenpressung nicht erreicht. *Nettoyage des fils de fonction. Des retards peuvent conduire à des défaillances.*

Unten rechts: Das Entfernen der Kernlochdeckel erlaubt eine gründliche Reinigung des Motorblocks. Dies gilt gleichermassen für Öl- und Kühlsystem. *L'élimination des calottes centrales permet un nettoyage complet du bloc-moteur. Ceci est valable pour le système de refroidissement et pour le système d'huile.*

Das (verkürzte) Pflichtenheft für den Fiat lautet: Bau eines Rallyemotors mit möglichst breitem Drehmomentband, leistungsgesteigert und gewichtsoptimiert. Um eine unnötige Verkürzung der Lebensdauer des Motors zu vermeiden, soll auf das Ausreizen von PS-Zahlen verzichtet werden. «Massnahmen zur Leistungssteigerung bedeuten aber nicht unbedingt eine Herabsetzung der Lebensdauer des Motors. Ganz im Gegenteil: In der Regel sind Motoren ein Massenprodukt und es ergeben sich in der Herstellung der einzelnen Teile kleine Massdifferenzen. Um kostengünstig produzieren zu können, werden die Teile nicht exakt aufeinander abgestimmt, sondern der Bauplan lässt so genannte Herstellungstoleranzen zu. Wird ein Motor optimiert, bedeutet dies die exakte Anpassung der einzelnen Teile aufeinander. Das Ergebnis ist ein runderer Lauf, geringeres Spiel und reduziertere Reibung, letztendlich entwickelt der Motor dadurch mehr Leistung bei geringerer Beanspruchung», weiss Mario Flury.

SwissClassics-Tipp: Stehen Arbeiten am Motor an, fragen Sie den Spezialisten nach Optimierungsarbeiten, die dem Motor zugute kommen.

Keine Huschhusch-Arbeit – Zerlegung und Analyse

Wandert der Motor in die Werkstatt, hat er in der Regel viele Betriebsjahre und hohe Kilometerleistungen auf dem Buckel. Das hinterlässt Spuren. Ein Motor entwickelt ein Laufbild, wie Jahresringe beim Baum wachsen. Das Laufbild liefert dem Spezialisten wertvolle Informationen, die das weitere Vorgehen beeinflussen können. Sei es die Erkenntnis, dass Teile gut gearbeitet haben, sei es, dass sie zu sehr beansprucht wurden. In letzterem Fall muss der Motorbauer die Ursache für die Überbeanspruchung finden und sie beheben. Ebenso sollten die Teile so weit als möglich vermessen werden. Denn auch hier lassen sich Rückschlüsse ziehen, die für eine erfolgreiche Revision entscheidend sein können.

Un cahier des charges (réduit) pour la Fiat est le suivant : construction d'un moteur de rallye avec un volume de rotation aussi large que possible, augmentation des prestations et optimisation du poids.

« Des mesures relatives à l'accroissement du rendement ne signifient toutefois pas nécessairement une réduction de la durée de vie du moteur. Au contraire, les moteurs sont généralement un produit de masse et il s'avère que des petites différences de masse ressortent lors de la fabrication. Pour pouvoir produire économiquement, les parties ne sont pas coordonnées de façon précise, mais un plan de construction permet les tolérances de fabrication citées. Si un moteur est optimisé, cela signifie que l'adaptation exacte des différentes parties a eu lieu. Le résultat est évident, un jeu plus faible et un frottement réduit, ainsi le moteur développe finalement plus de performance et une exigence plus faible », selon Mario Flury.

Astuce de SwissClassics : demandez à votre spécialiste les travaux optimaux qui pourraient profiter à votre moteur.

Un travail de longue haleine : le démontage et l'analyse

Si le moteur se fait déplacer dans l'atelier par le spécialiste, cela signifie qu'il a généralement plusieurs années de service à son actif et plusieurs kilomètres au compteur. Cela laisse des traces. Un moteur analysé produit un graphique de fonctionnement, exactement comme les anneaux du tronc d'un arbre. Les images transmettent des informations précieuses au spécialiste. Si on constate que les parties ont trop travaillé, on comprend alors qu'elles ont été souvent sollicitées. Finalement le constructeur du moteur doit trouver les causes de la surtension et y remédier. Les parties devraient être mesurées aussi largement que possible. Car les conclusions tirées peuvent être cruciales pour une révision réussie. Astuce de SwissClassics : Demandez toujours les graphiques de fonctionnement lorsque le moteur est démonté entièrement ou partiellement (ainsi que les résultats des mesures disponibles). Vous reconnaîtrez rapidement si votre spécialiste est effectivement un véritable professionnel et s'il a bel et bien prit le temps nécessaire pour une analyse fiable.



SwissClassics-Tipp: Werden Teile ausgebaut oder wird gar der komplette Motor zerlegt, fragen Sie nach den Laufbildern (und allfälligen Vermessungsergebnissen) und den daraus gewonnenen Erkenntnissen. Sie werden schnell erkennen, ob Ihr Fachmann tatsächlich ein Fachmann ist und sich die Zeit für die Analyse genommen hat.

Vorbereitung ist die Mutter des Erfolgs

Leider sind bei der Reinigung und Vorbereitung grosse Unterschiede festzustellen. Tatsächlich kommt es immer wieder vor, dass Reinigungsarbeiten nur oberflächlich ausgeführt werden und schwer zugänglicher oder nicht sichtbarer Schmutz zurückbleibt. Ein fataler Fehler! Motoren, welche ohne Frostschutzmittel betrieben wurden, neigen zu verstärkten Rost- und Kalkablagerungen in den Wasserkanälen. Werden die Kernlochdeckel nicht entfernt, können Ablagerungen zurückbleiben. Die Folge ist eine reduzierte Kühlleistung, die zu erhöhter Beanspruchung oder gar einem Motorschaden führt. «Ich stelle auch immer wieder fest, dass nach dem Honen die bearbeiteten Flächen nicht gebürstet oder poliert werden. Feine Partikel bleiben zurück, die beim ersten Motorstart durch die Kolbenringe mitgerissen werden. Das ist nur unnötiger Verschleiss und provoziert erhöhten Ölverbrauch», meint Flury.

SwissClassics-Tipp: Der Teufel liegt im Detail. Gewähren Sie ihrem Motorspezialisten etwas mehr Zeit. Verlangen Sie aber dafür die richtige Vorbereitung. Ihr Motor wird es Ihnen danken.

La préparation est la clé du succès

Malheureusement, des grandes différences peuvent être constatées lors du nettoyage et de la préparation. En effet, il arrive souvent que les travaux de nettoyage ne soient exécutés que superficiellement, la saleté difficilement accessible ou pas visible sera par conséquent mal traitée. Une erreur fatale ! Des moteurs qui sont actionnés sans antigels peuvent contenir divers dépôts tels que de la rouille par exemple. Les conséquences qui peuvent en résulter sont un refroidissement réduit qui conduit à une exigence accrue ou dans les cas graves à un dégât du moteur. « Je constate toujours qu'après certaines opérations, les surfaces travaillées ne sont pas nettoyées ou polies. Des particules très fines peuvent ainsi provoquer divers désagréments. Ceci provoque une usure inutile et une consommation d'huile accrue », selon M. Flury.

Astuce de SwissClassics : *Le lubrifiant se trouve dans le détail. Accordez légèrement plus de temps au spécialiste en charge de votre moteur. Veillez à exiger toutefois pour cela une préparation correcte. Votre moteur vous en sera reconnaissant.*

La précision est la clé d'un moteur qui tourne bien

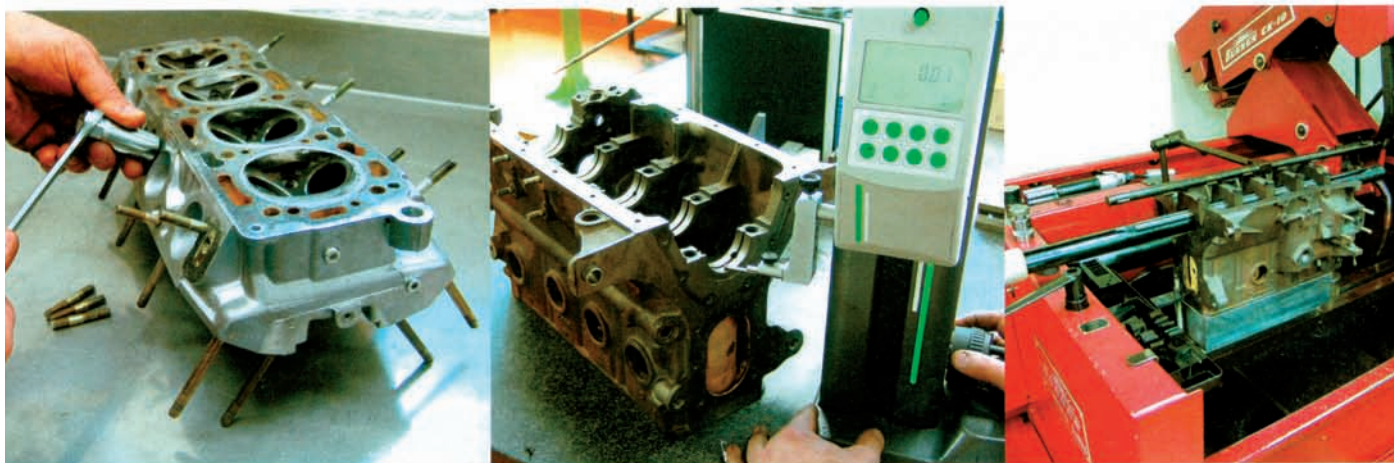
Le cahier des charges détermine les différentes phases des opérations à effectuer. Celles-ci peuvent aller très loin lors d'une révision totale comme c'est le cas dans notre exemple. Chaque manipulation implique un travail soigneux et précis. Sans cela, il faut s'attendre à des problèmes.

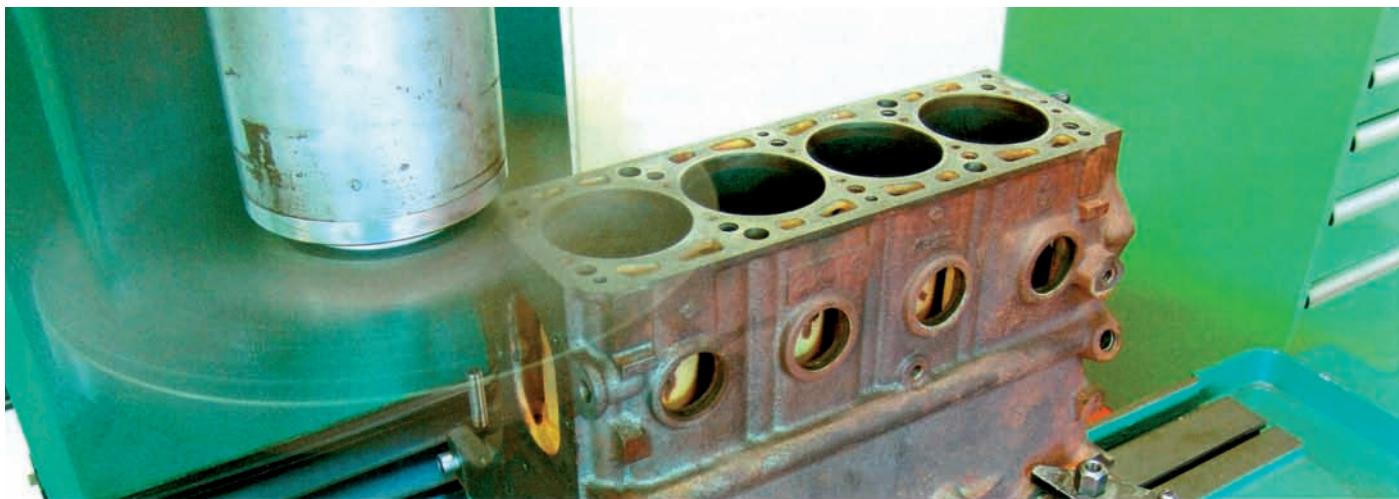
Astuce de SwissClassics : *demandez à votre spécialiste de documenter les ajustements et les installations dans le cahier des charges.*

Unten links: Stehbolzen werden entfernt, um Dichtflächen gründlich zu reinigen und Zugang für weitere Arbeiten zu gewährleisten. Les boulons de position sont éliminés pour un nettoyage en profondeur des surfaces de soudage et afin de garantir un accès pour d'autres travaux.

Unten Mitte: Das Vermessen der Hauptlagergasse zeigt, ob alle Lager die identische Distanz zur Blockplanfläche haben. Wenn nicht, entstehen unterschiedliche Kompressionsdrücke. Certaines mensurations montre si tous les champs ont une distance identique à la surface du plan de bloc. Des pressions de compression différentes apparaissent si ce n'est pas le cas.

Unten rechts: Die Hauptlagergasse wird nachgehont. In Zukunft liegen alle Kurbelwellenlager wieder in der Flucht. Des fuites de n'importe quelle origine sont à éviter à l'avenir.





Passgenauigkeit ist das A und O für einen sauber drehenden Motor

Das Pflichtenheft umschreibt die Bearbeitungsgänge. Diese können bei einer Totalrevision wie in unserem Beispiel sehr weit reichen, aber auch bescheiden ausfallen, wenn es zum Beispiel um den Wechsel einer Zylinderkopfdichtung geht. Für alle Arten von Arbeiten gilt, dass sie exakt und passgenau ausgeführt werden müssen. Ist der Zylinderkopf nicht plan, wird er nie mehr sauber auf der neuen Dichtung aufliegen. Probleme sind damit vorprogrammiert.

SwissClassics-Tipp: Bitten Sie Ihren Fachmann, die Passungen und Einbauspiele im Pflichtenheft zu dokumentieren.

Es liegt auf der Hand: Ein revidierter Motor ist nur so stark wie sein schwächstes Teil. Klar ist auch, dass präzise Arbeit zeitintensiv ist. Es gilt deshalb, bei einer Revision den Mittelweg zwischen sinnvoller Investition in wertvolle Arbeit und über das Ziel hinausschiessende Massnahmen zu finden. Im zweiten Teil unserer Reportage zeigen wir, worauf beim Zusammenbau, der Abstimmung und dem Testen des Motors zu achten ist.

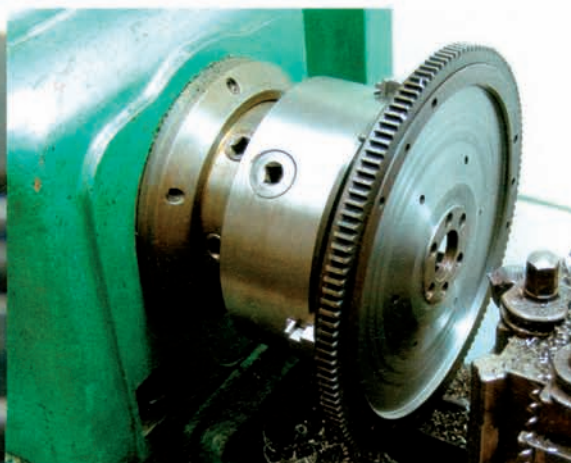
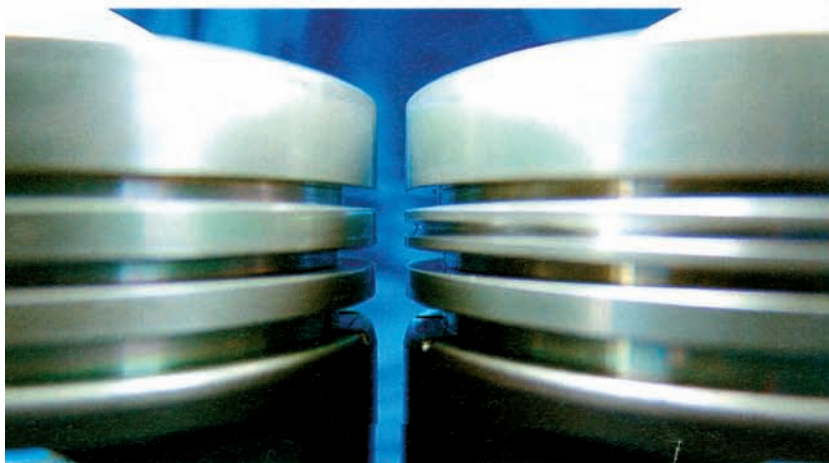
Il est clair qu'un moteur révisé n'est qu'autant fort que sa partie la plus faible. Il est en outre évident que le travail précis demande un investissement en temps. Il s'agit par conséquent de trouver un juste milieu entre l'investissement pour un travail de révision précis et sur l'objectif des mesures qui en résultent. Nous vous montrons dans la deuxième partie de notre reportage, la raison pour laquelle il faut être attentif à la coordination et aux tests du moteur lors de l'assemblage.

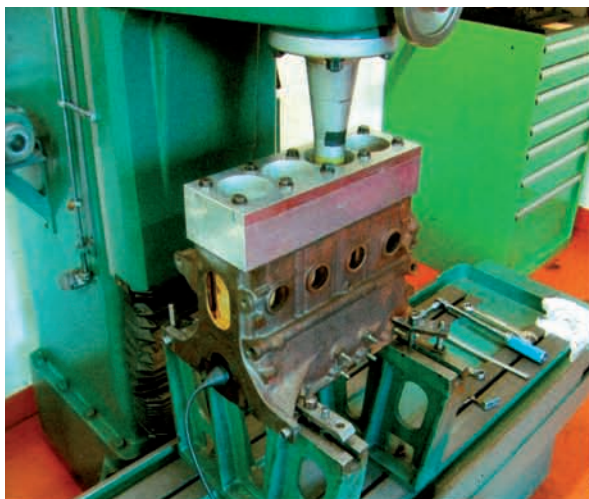
Fotos; oben, von links:

Der Motorblock wird plan geschliffen. Wird er nur mit Schmirgeltuch geputzt, bleiben feine Unebenheiten zurück. *Le bloc-moteur est traité à plat. Certaines imperfections persisteront s'il n'est pas nettoyé avec le matériel adéquat.*

Bei Wettbewerbsmotoren sollte eine Honbrille für die Zylinderbohrung angefertigt werden. Sie simuliert einen fertig montierten Zylinderkopf mit den dabei entstehenden Verspannungen. Damit wird nach dem Zusammenbau eine exakte zylindrische Bohrung erreicht.

Chaque moteur doit être traité de façon particulière, en connaissance de cause selon la marque. De cette façon, une certaine précision est atteinte après l'assemblage.





Die Grundbohrungen für neue Ventilsitzringe werden vorbereitet. Es werden neu Stahlsitzringe eingesetzt, die den Betrieb mit Bleifrei-Benzin erlauben.

Les perçages de base sont préparés pour de nouveaux anneaux de soupape. Des anneaux sidérurgiques qui permettent l'utilisation d'essence sans plomb sont utilisés.

Unten, von links:

Es werden neue Schmiedekolben verbaut, die höheren Belastungen standhalten. Beim rechten Kolben ist bereits eine so genannte Detonationsnut eingearbeitet worden. Sie entlastet im Betrieb den ersten Ringsteg und soll vor einem neuerlichen Herausbrechen schützen.

Des nouveaux pistons résistent à des charges plus élevées. Avec le piston droit, une cannelure de détonation a déjà été formée. Elle détient une fonction de soulagement et de protection du mécanisme.

Ein erleichtertes Schwungrad verspricht mehr Drehfreudigkeit des Motors. Es bedeutet aber auch Verlust von Drehmoment aufgrund der geringeren Masse. Das Pflichtenheft gibt Rückschluss, wie das Schwungrad bearbeitet werden soll.

Le cahier des charges donne les conclusions quant à la façon par laquelle le volant doit être traité.

Die Kanäle werden leicht geweitet und Übergänge angepasst. Sie versprechen eine bessere Zylinderfüllung und damit mehr Leistung.

Les canaux sont légèrement élargis et les transitions sont adaptées. Ils promettent un meilleur remplissage et par conséquent une plus grande performance.

Das Laufbild des Kolbens hat gezeigt, dass die Pleuel nicht winklig sind. Das Abwinkeln bewirkt, dass die Pleuel in der Zylinderbohrung optimal laufen.

L'image du piston montre que les bielles ne sont pas angulaires. Il faut trouver la manière la plus optimale pour procéder.

Alle Pleuel und Kolben werden gewogen und Gewichtsunterschiede durch Bearbeitung beseitigt. Eine gleiche Masse bringt runden Lauf und regelmässig verteilte Belastung.

Chaque bielle et chaque piston sont pesés afin de permettre l'élimination d'une éventuelle différence de poids par un traitement. Une masse identique apporte une meilleure distribution de charge.

