

# Heiße Eisen

Beste Verbindungen: Die Pleuel

**H**ot Rod ist eine wahrhaft treffende Bezeichnung für amerikanische Tuningobjekte, denn wörtlich übersetzt heißt das nichts anderes als „heißer Pleuel“. Und tatsächlich kommt auf die Stangen zwischen Kolben und Kurbelwelle bei schnellen Motoren ein hartes Stück Arbeit zu.

Für den Pleuel (er ist laut *Duden* tatsächlich männlich) gilt im Prinzip dasselbe wie für die Kurbelwelle: Wirtschaftliche Überlegungen verhindern im Großserienbau den optimalen Pleuel! Dass trotzdem in der Serie kaum Schäden auftreten, liegt nicht an der perfekten Bearbeitung des Pleuels, sondern eher an einer gewissen Überdimensionierung getreu dem Motto „sicher ist sicher“. So müssen es beim Tuning also nicht unbedingt die sündhaft teu-

ren Titanpleuel sein, vielmehr steckt in den Serienbauteilen jede Menge Potenzial für Verbesserungen.

Das beginnt beim Gewicht. Zwar setzen die Automobilhersteller ihre Lieferanten schon unter einen gewissen Qualitätsdruck, doch bestimmte Toleranzen sind gegeben. So hatten wir bei den vier Pleueln unseres Volvo-Treiblings drei, die absolut das gleiche Gewicht aufwiesen, der vierte war jedoch rund zwei Gramm leichter. Nicht viel für die Serie, im Tuning aber nicht zu tolerieren!

Ein paar Gramm lassen sich leicht entfernen, es beginnt aber schon damit, *wo* das Gewicht reduziert werden soll. Oben im Bereich des Pleuelauges oder unten im Bereich des Pleelfußes. Um das herauszufinden, verwenden erfahrene Tuner eine spezielle Waage, mit der sie den Schwerpunkt eines Pleuels ermitteln können. Je nachdem, wo der liegt, fällt die Entscheidung, wo erleichtert wird.

Doch ebenso wichtig ist das Vermessen des Pleuels. Dabei geht es jetzt noch gar nicht um die Bohrungen für das untere oder obere Lager. Wir beschäftigen uns zunächst mit der Geometrie des Bauteils. Denn nicht selten sind sogar neue Pleuel krumm! Deshalb misst Peter Bazille zunächst die Winkligkeit der Bohrungen. Ist der Schaft verbogen oder verdreht, wird nachgerichtet.

Stimmen die Winkel, wendet sich der Fachmann der Oberfläche zu. Meist sind hier schon die „Sollbruchstellen“ für spätere Pleuelschäden zu erkennen. Unsaubere Bearbeitung, Riefen und Grate im Material können vor allem an den Übergängen des Pleuelschafts zu den Lagerbohrungen fatale Folgen haben. Das ist der Grund, weshalb Pleuel geschliffen, kugelgestrahlt und poliert werden, und nicht etwa ein widerstandärmeres Durchlaufen des Ölsumpfs im unteren Totpunkt der Kurbelwelle, wie immer wieder zu hören ist. Pleuel mit

gleichmäßiger Oberfläche sind einfach belastbarer. Natürlich wird beim Schleifen und Polieren wieder etwas Material entfernt, weshalb die Bearbeitung der Oberfläche mit einer ständigen Gewichtskontrolle einhergehen sollte.

Erst jetzt wendet sich der Tuner den Bohrungen des Pleuels zu. Fast immer wird die eingepresste Buchse im Pleuelauge erneuert. Dies geschieht durch Aus- und Einpressen mit einer Handpresse – eine Hydraulikpresse vermittelt nicht genügend „Fingerspitzengefühl“ beim Einpressen. Einerseits soll die Buchse fest in ihrer Bohrung sitzen, andererseits wird sie ab einem gewissen Übermaß nicht mehr in die Bohrung rutschen, ohne dabei Schaden zu nehmen. Also die Buchse mit Kältespray abkühlen und den Pleuel erwärmen? Das funktioniert, es gibt aber noch eine ganz andere Möglichkeit, und sein Geheimnis verrät Peter Bazille mit einem breiten Grinsen: Die Lösung des Problems liegt beim Metzger und heißt Rindertalg! Ob Sie es glauben oder nicht, damit erübrigt sich die Wärmebehandlung, und die Buchse rutscht „wie geschmiert“ in ihre Bohrung! Probieren Sie es ruhig mal aus, eingepresste Buchsen sind ja oft genug in Bauteilen des Motors zu finden.

Nun wandern die Pleuel auf ein spezielles Pleuelbohrwerk, auf dem untere und obere Bohrung sehr exakt hergestellt werden können. Selbst Pleuel, in denen sich das untere Lager mitgedreht hat und die daher eine beschädigte Hauptbohrung haben, lassen sich hier meist retten. Voraussetzung ist natürlich, dass entsprechende Lagerschalen mit Übermaß zu haben sind.

Ein großer Vorteil des Pleuelbohrwerks besteht auch in der Maßhaltigkeit der Bohrungen zueinander. Denn die Mittelpunkte der oberen und unteren Bohrungen haben nicht unbedingt dasselbe Maß! Das hängt wieder mit Toleranzen in der Fertigung zusammen, kann aber auch an einem einzelnen, später zugekauften Pleuel liegen, das von einem völlig anderen Hersteller geliefert wurde. Denkbar wäre dieser Fall bei einer früheren Motorrevision, bei der aus Kostengründen nur ein Pleuel erneuert wurde. Nicht immer kennt man ja die Geschichte seines Motors in allen grausigen Einzelheiten.

Weichen die Abstände der Bohrungen voneinander ab, ist das Ergebnis ein unterschiedlicher Kompressionswert. Beim Serientriebwerk wäre das zu verkraften, beim Tuningmotor undenkbar. Hier muss die Geometrie ganz einfach stimmen! Ganz nebenbei sorgen identische Grundvoraussetzungen an allen Zylindern übrigens auch für einen runderen und vibrationsärmeren Motorlauf. Stimmen die Bohrungen, wird das Endmaß durch Honen erzeugt. Nach dem Honen muss die Buchse dann auf jeden Fall beidseitig entgratet werden, ein Vorgang, der oft vergessen wird! Bleiben nämlich Grate stehen, lässt sich die Passung zwischen Bolzen und Lager nicht zuverlässig beurteilen. Womit wir schon beim (vorher geäußerten) Kolbenbolzen wären: Er sollte bei



Weight watchers: Alle Pleuel sollen das gleiche Gewicht aufweisen. Digitale Haushaltswaagen...



...zeigen oft nur in Zwei-Gramm-Schritten an. Sehr exakt arbeiten solche alten Küchenwaagen



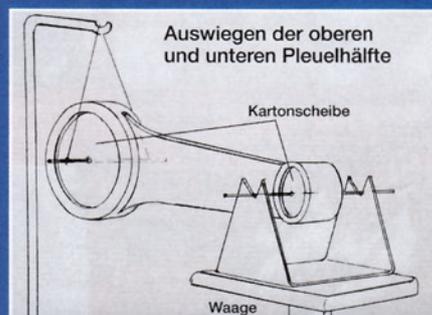
Auch auf diesem Gebiet gibt es Profi-Werkzeug. Diese Waage eignet sich nicht nur zum direkten...



...Vergleich zweier Pleuel. Mit speziellen Aufsätzen lässt sich auch der Schwerpunkt ermitteln



Je nach Lage des Schwerpunkts wird an geeigneten Stellen Material abgetragen



Diese ebenso simple wie effektive Anordnung stammt vom legendären Tuner Ludwig Apfelbeck



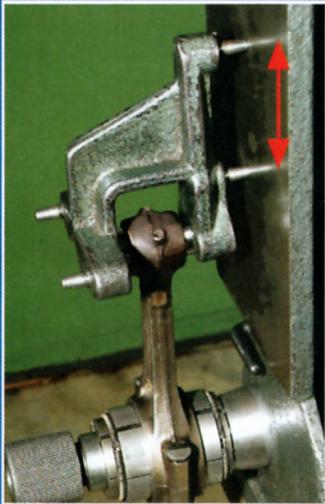
Die Mitte des Lagerdeckels ist eine der besten Stellen, um überschüssiges Material abzutragen



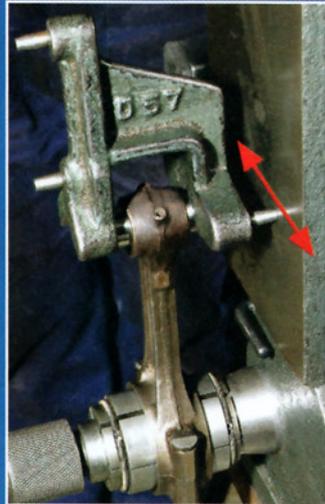
Das Schleifen erfolgt in kleinen Schritten. Dazwischen werden die Pleuel gewogen



Erste Erleichterung: So sahen unsere Pleuel nach dem Schleifen aus. Das Gewicht ist nun exakt gleich. Links im Bild der unbearbeitete Pleuel, der zu Anfang als Leichtester ermittelt wurde.



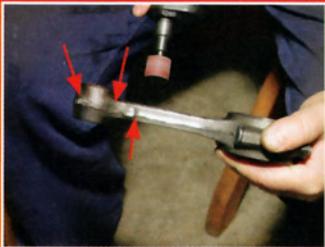
Auf diesem Gerät wird der Pleuel in zwei Ebenen auf Maßhaltigkeit...



...überprüft. Als Bezugspunkt dient dabei die Bohrung des Pleuelfußes



Ist der Pleuel krumm, hilft nur noch Richten. Dabei wird der Pleuelschaft in diese Gabel geklemmt und dann mit viel Muskelkraft und Gefühl gebogen



Kerben und Dellen des Serienpleuels können wie Sollbruchstellen wirken



Mit einem Druckluftschleifer werden Grate entfernt und die Oberfläche...



...geglättet. Fließende Bewegungen sorgen dafür, dass keine Wellen...



...entstehen. Die Fächerscheibe ist für ein glattes Finish zuständig



Vorher, nachher: Grate und Dellen sind entfernt, die Oberfläche ist glatt



Das Ausgangsprodukt: In der Serie wäre bessere Bearbeitung zu teuer



Dieses Pleuel wird auch den erhöhten Tuning-Anforderungen standhalten



Das Kugelstrahlen verdichtet die Oberfläche und macht sie belastbarer



Während das Austreiben der Buchse noch auf der Hydraulikpresse vonstatten geht, kommt...



Die matte Oberfläche nach dem Kugelstrahlen verleiht dem Pleuel ein edles Aussehen



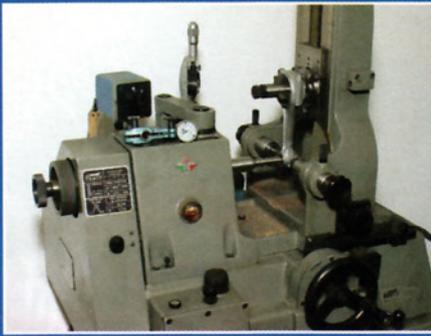
Pleuelbuchsen in verschiedenen Größen gehören bei Motortunern zur Grundausstattung



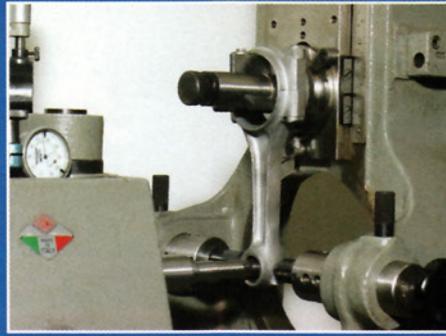
...beim Einsetzen eine Handpresse zum Einsatz – wegen des besseren Fingerspitzengefühls



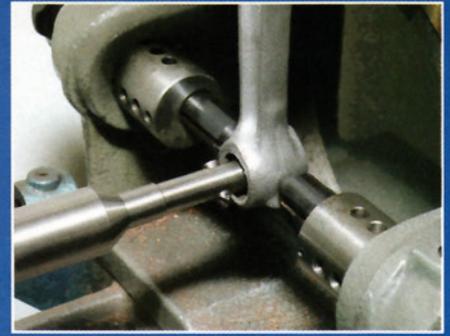
Rindertalg aus dem Metzgerladen lässt die Buchse leichter ins Pleuelauge gleiten



Und noch 'ne Maschine: Auf dem Pleuelbohrwerk werden Pleuelauge und Pleuefuß neu gebohrt



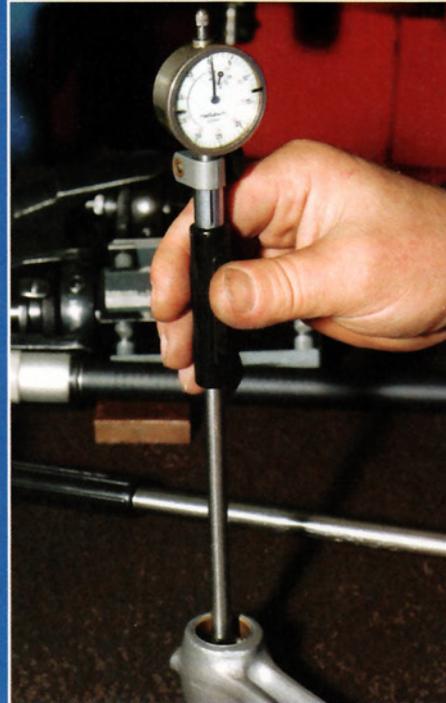
Das exakte Spannen an drei Punkten garantiert, dass die Bohrungen an allen vier Pleueln im ...



...gleichen Abstand liegen. Das garantiert auf allen Zylindern dieselben Kompressionswerte



Vor dem Messen des Kolbenbolzens wird dessen Oberfläche geläppt – für ein perfektes Finish



Feinarbeit: Das Spiel zwischen Kolbenbolzen und Pleuelauge sollte beim Tuning gegen Null gehen



Nicht vergessen: Nur wenn die Buchse entgratet ist, stimmt später die Probe mit dem Bolzen



Die Honmaschine erzeugt in der neu eingesetzten Buchse das endgültige Maß



Der Bolzen sollte mit dünnflüssigem Öl durch sein Eigengewicht durch das Pleuelauge gleiten

waagrecht liegendem Pleuel, mit dünnflüssigem Öl benetzt, spielfrei durch sein Eigengewicht langsam durch das Auge *gleiten*, keinesfalls *durchfallen*. Im Serienmotor sind zwei Hundertstel am oberen Pleuellager schon ein guter Wert, beim Tuning soll das Spiel tatsächlich gegen Null gehen. Absolute Präzision ist hier das Allerwichtigste. Von dieser Passung hängt später maßgeblich die Laufgeräusentwicklung des gesamten Kurbeltriebs ab. Er-

fahre Motorspezialisten hören sogar am laufenden Motor, ob der Kolbenbolzen Spiel hat oder nicht...!

Das Endmaß der Grundbohrung wird ebenfalls durch Honen erreicht. Die Bohrung muss absolut rund sein. Um das zu erreichen, verdient der Pleuefuß besondere Aufmerksamkeit: Legen Sie ruhig mal den Lagerdeckel auf (ohne Muttern) und betrachten Sie den Pleuel gegen das Licht. Liegt der Lagerdeckel überall

satt auf oder dringt irgendwo Licht durch? Ist Letzteres der Fall, sollten sie Pleuefuß und Lagerdeckel auf einer Stahlplatte mit Läppleinen abziehen. Profis haben dafür ein spezielles Schleifgerät, das bei minimalem Materialabtrag absolut winkelhaltig arbeitet.

Peter Bazille rät: Bevor die Grundbohrung des Pleuels endgültig auf Endmaß gebracht wird, sollten die inzwischen sicherlich gelieferten Gleitlagerschalen vermessen werden.



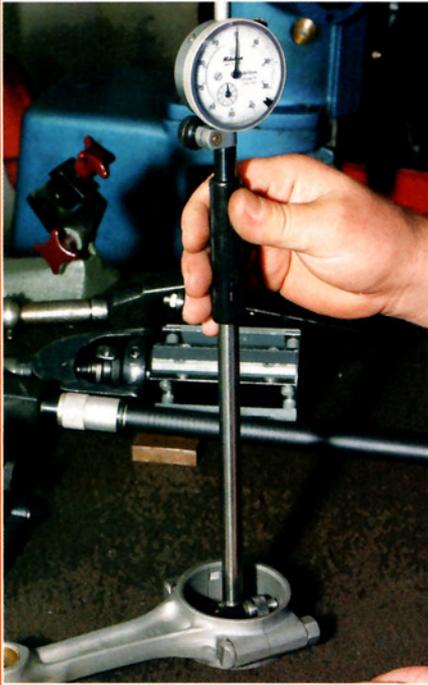
Vertrauen ist gut, Kontrolle ist besser: Stimmen die Lager mit den Katalogangaben überein?



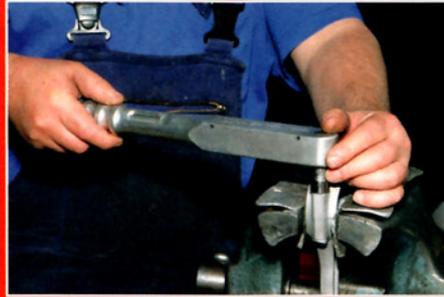
Jede einzelne Lagerschale wird vor dem Einbau nachgemessen. Fehler sind hier durchaus möglich



Wie sitzt der Lagerdeckel auf dem Pleuel? Ein prüfender Blick gegen das Licht gibt Aufschluss



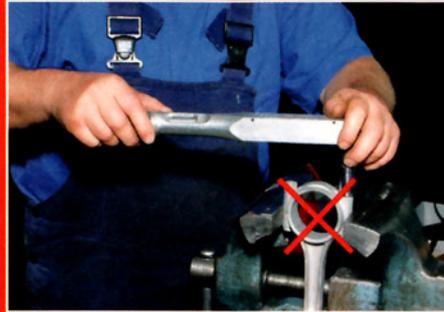
Wenn alles passt, wird mit dem Innentaster die Grundbohrung am Pleuelfuß vermessen



Dazu müssen die Schrauben jedoch zunächst mit dem richtigen Drehmoment angezogen werden



Hier ist der Pleuel falsch eingespannt, außerdem verfälscht die Verlängerung das Anzugsmoment



Auch so sollte ein Pleuel niemals eingespannt werden. Das Bild darüber zeigt, wie man's macht



Vor dem Einsetzen der Lagerschalen werden alle Komponenten gründlich mit Pressluft gereinigt



Die kleine Nase muss in der dafür vorgesehenen Mulde (Pfeil) liegen. Sie hält das Lager in Position



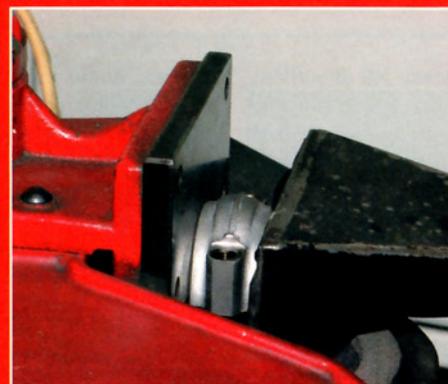
So sitzen die Lager richtig. Ob sie allerdings wirklich passen, zeigt sich bei einer Überprüfung mit...



...dem Haarlineal. Die Lagerkante muss genau bündig mit der Trennfläche des Pleuelfußes sein



Oft ist es notwendig, dass die Trennfläche zwischen Pleuel und Lagerdeckel nachgearbeitet wird. Auch dafür gibt es eine spezielle Maschine, in der horizontal ein Schleifstein rotiert



Nacheinander werden Pleuel und Lagerdeckel in der Maschine abgezogen. Dabei ist der Materialabtrag so gering wie möglich. Die Maschine sorgt auch dafür, dass rechtwinklig geschliffen wird



Ein Stück Lapppleinen auf einer planen Glasplatte tut's auch. Der Lagerdeckel lässt sich so recht gut schleifen, der Pleuel selbst neigt dabei allerdings zum Kippen



Die Honmaschine bringt schließlich die Grundbohrung wieder auf das richtige Maß und sorgt auch dafür, dass sie nach dem Abziehen der Trennfläche wieder richtig rund wird



Ob die Grundbohrung im Pleuelfuß auch wirklich perfekt rund ist,...



...zeigt die Messung mit dem Innentaster. Das Gerät muss in...



...mindestens drei Positionen exakt dieselben Werte zeigen



Mit einer Schraube sollte dieser Spalt zwei Zehntel Millimeter betragen

Stimmen die tatsächlichen Maße mit den Angaben im Lagerkatalog überein? Immer wieder finden sich falsch verpackte oder nicht maßhaltige Lagerschalen in den Packungen. Ein Problem, das früher kaum auftrat, aber in den letzten Jahren zugenommen hat. Wahrscheinlich reduzieren die Hersteller ihre Endkontrollen immer mehr, und so muss das eben der Kunde übernehmen...

Wenn alles stimmt, kann jetzt gehont werden. Auch bei der Grundbohrung das Entgraten nicht vergessen! Die eingelegten Lagerschalen dürfen keinen Über- oder Unterstand haben, sonst stimmt die Bohrung nicht. Beim Einlegen muss die Nase in die entsprechende Aussparung am Pleuel greifen!

Prinzipiell sollen Gleitlagerschalen eine gewisse Vorspannung haben. Um das zu kontrollieren, werden die Lager beidseitig eingelegt. Dann zieht man eine der beiden Pleuelfußverschraubungen mit dem Drehmoment an, das im Werkstatthandbuch angegeben ist. Auf der gegenüberliegenden Seite entsteht dadurch ein kleiner Spalt, der mit einer Fühlerlehre gemessen werden kann. Beträgt das Spaltmaß bei Pkw-Pleueln rund zwei Zehntelmillimeter, stimmt die Vorspannung des Gleitlagers.

Es gibt übrigens nur eine Möglichkeit, einen Pleuel zu diesem Zweck richtig im Schraubstock zu spannen: am Pleuelfuß und zwar so, dass die Backen des Schraubstocks parallel zum Pleuelfuß liegen. Jedes andere Vorgehen

bedeutet, dass entweder der Richtvorgang von vorn beginnen kann, oder dass beim Anziehen der Schraube nicht das richtige Drehmoment erreicht wird, weil sich der Pleuelschaft unter dem Krafteinfluss verwindet. Dasselbe gilt übrigens auch für Verlängerungen am Drehmomentschlüssel, auch sie verwinden sich und verfälschen besonders bei hohen Anzugsmomenten das Messergebnis. Wie die Arbeiten genau vonstatten gehen, zeigen die Bilder sehr ausführlich. Alle geschilderten Arbeitsschritte am Pleuel verlangen vor allem viel Geduld. Eines gilt auch hier: Falls Sie die heißen Eisen erst später montieren wollen, sollten Sie sie bis dahin vor Rost schützen.

**Heinz Stahl**