

# Feinabstimmung: Kundenservice nach dem Bau

Selbst der am besten gebaute und auf dem Prüfstand getestete Motor wird nicht die bestmögliche Leistung bringen, wenn er nicht richtig auf das Fahrzeug abgestimmt ist, in dem er sich befindet. Dieser Besitzer dieses Bausatzwagens (LINKS) hatte Probleme mit der Kraftstoffversorgung aufgrund von Problemen bei der Tankentlüftung und Problemen beim Magerlauf, die durch die Abstimmung der Luft-Kraftstoffgemischkurve des Vergasers behoben wurden.

Kundenzufriedenheit ist genauso wichtig wie die Qualität Ihrer Arbeit, wenn Sie erwarten, ein erfolgreicher Motorenbauer zu sein. Sie sehen, selbst wenn Sie Ihrem Kunden den perfekten Motor bauen, muss Ihr Kunde mit der Leistung seines Motors zufrieden sein, sonst werden Ihr Geschäft und Ihr Ruf darunter leiden.

Viel zu viele gute Motorenbauer haben die Qualität ihrer Arbeit in Frage gestellt bekommen, wenn ein von ihnen gebauter Motor nicht die Leistung erbringt, die der Kunde erwartet, aber in den meisten Fällen sind diese Leistungsprobleme das Ergebnis von Abstimmungsproblemen, die von der Person hätten behoben werden müssen, die den Motor in das Fahrzeug eingebaut hat.

Viele Motorenhersteller bieten Motorprüfstandstests, Tuning und Motoreinfahrdienste an, damit sie ihren Kunden einen Motor liefern können, dessen Leistung getestet wurde. Nur weil der Motor auf einem Prüfstand gut läuft, bedeutet dies jedoch nicht, dass er nach dem Einbau in das Fahrzeug ohne zusätzliche Abstimmung auf die spezifische Anwendung die Leistung bringt, die er bringen sollte.

Die Strömung des Abgassystems, die Luftdichte, die Temperatur der Ansaugluft und die Art und Weise, wie die Luft in den Vergaser im Prüfstandsraum strömt, unterscheiden sich oft erheblich von den Bedingungen, die der Motor nach dem Einbau in den Motorraum des Fahrzeugs, für das er gebaut wurde, vorfinden wird.

Diese Veränderungen in der Einlassluftladung des Motors und der Strömung der Auspuffanlage können dazu führen, dass das am Prüfstand eingesetzte Tuning-Paket nicht immer den Bedürfnissen des Motors nach dem Einbau in das Fahrzeug entspricht.

Wenn Ihr Unternehmen Prüfstandsversuche anbietet, wäre es eine gute Idee, Ihrem Kunden ein Datenblatt des Prüfstandes zur Verfügung zu stellen, das die Leistungs- und Drehmomentwerte des Motors zusammen mit den Luft-Kraftstoffgemisch-Messwerten und den Zündfunkenverlaufskurven enthält, die während der Tests verwendet wurden.

Selbst wenn Sie den Motor, den Sie für Ihren Kunden gebaut haben, nicht auf dem Prüfstand testen, wäre es ratsam, ihm eine Richtlinie zur Verfügung zu stellen, die ihm dabei hilft, zu bestimmen, wo der Basiszeitpunkt und die Gesamtfunkenvorkurven eingestellt werden sollten und wie die Luft-Kraftstoffgemische im Leerlauf, bei Teillast/Kreuzfahrt und hoher Last/Leistung sein sollten, damit er den Motor abschließend so abstimmen kann, dass er sein Bestes gibt.

Eine andere Strategie für den Erfolg und als Teil der Garantiebedingungen für den Motor sollten Sie in Erwägung ziehen, dem Kunden eine Checkliste zur Verfügung zu stellen, die er ausfüllen und an Sie zurücksenden würde, um zu erfahren, wie die Einstellungen des Zündfunken-Zeitpunkts und die Messwerte der Luft-Kraftstoffgemischkurve nach dem Einbau des Motors sind.

Wenn die Luft-Kraftstoffgemische und die Zündfunkenvorverstellung nicht den Anforderungen des Motors entsprechen, leiden die Leistung, das Fahrverhalten, die Kraftstoffeffizienz und die Zuverlässigkeit des Motors.

Wenn der Motor nicht richtig auf die vom Kunden verwendete Benzinmischung abgestimmt ist, könnte der von Ihnen gebaute Motor durch Probleme wie Lagerausfall, Kolben-/Ringprobleme oder Probleme beim Zylinderspülen beschädigt werden, wenn der Zündfunkenvorlauf oder die Luft-Kraftstoffgemische nicht den Anforderungen des Motors entsprechen.

Auf diese Weise können Sie sowohl Schäden und schlechte Leistung verhindern als auch vor falscher Schuldzuweisung geschützt werden.

## Timing ist alles

Der erste Schritt beim Leistungs-Tuning eines Motors oder bei der Diagnose eines leistungsbezogenen Problems besteht darin, den Basiszündzeitpunkt und die Höhe der Vorverlegung aus der mechanischen und der Unterdruck-Vorverlagerungskurve zu überprüfen.

Der Grund dafür, dass Sie immer zuerst den Zündzeitpunkt überprüfen sollten, liegt darin, dass alle Luft-/Kraftstoffgemisch-Messwerte, die Sie erhalten, nicht genau sind, wenn die Zündverstellung für die Anwendung nicht korrekt ist.

Die Genauigkeit der Luft-Kraftstoffgemisch-Messwerte wird immer dann beeinträchtigt, wenn der Motor eine Fehlzündung hat. Selbst eine leichte Fehlzündung kann dazu führen, dass ein auf einem Breitband-Sauerstoffsensor basierendes Luft-Kraftstoff-Messgerät falsche Messwerte liefert.

Die gesamte mechanische Steuerzeit, die ein typischer Oldtimer-Motor für eine maximale Effizienz benötigt, hat sich selbst bei den neuesten Mischungen von reformuliertem bleifreiem Benzin nicht sehr stark verändert, aber die anfängliche Steuerzeit und die Menge der zusätzlichen Steuerzeit durch den Unterdruckvorstoß hat sich aufgrund der Entfernung von Blei aus dem Benzin und der Änderungen in der Benzinrezeptur, die seit den 1970er Jahren stattgefunden haben, verändert.

Eine der besten Richtlinien für die Bestimmung, welcher Anfangszeitpunkt bei einem mit einem Oldtimer- oder Hochleistungsvergaser ausgestatteten Motor am besten funktioniert, habe ich in einem Barry Grant/Demon-Vergaserauswahlhandbuch gesehen.

Sie empfiehlt 10 bis 12 Grad der Anfangssteuerung, wenn die Nockenwellendauer weniger als  $220^\circ @ 0.050''$  beträgt, 14 bis  $16^\circ$  der Anfangssteuerung mit weniger als  $240^\circ @ 0.050''$  und 18 bis  $20^\circ$  der Anfangssteuerung bei einem Nocken mit weniger als  $260^\circ @ 0.050''$ .

Der Betrag der Gesamtzündfunkenvorverstellung sollte immer überprüft werden, und der Betrag der mechanischen Vorverstellung vom Verteiler sollte bei jeder Änderung der Anfangseinstellung zurückgesetzt werden, da eine zu große Funkenvorverstellung dazu führen kann, dass der Motor zu heiß läuft oder durch detonationsbedingte Probleme zum Motorversagen führt.

In den meisten Fällen sollte die zusätzliche Zündzeitpunktverstellung von jedem Unterdruckvorverstellungssystem auf maximal 10 bis 12 Grad Vorverstellung begrenzt werden, da das heutige Benzin etwas schneller verbrennt, da es kein Blei mehr enthält.

Ihr Kunde sollte darauf aufmerksam gemacht werden, dass die "Original"-Steuereinstellungen möglicherweise nicht korrekt sind und sogar Schäden verursachen können.

Sobald die Zündzeitpunktcurven richtig eingestellt sind, besteht der nächste Schritt darin, die Luft-Kraftstoffgemischkurven zu überprüfen, mit denen das Kraftstoffsystem den Motor versorgt.

Wenn der Kunde zufällig einen Prüfstand mit den Luft-Kraftstoffgemisch-Messwerten hat, ist es immer schön, die Luft-Kraftstoffgemisch-Messwerte, die aufgezeichnet wurden, als der Motor auf dem Prüfstand war, mit den Luft-Kraftstoffgemisch-Messwerten zu vergleichen, jetzt, wo der Motor im Fahrzeug ist. Es ist nicht ungewöhnlich, dass sich die Luft-Kraftstoffgemisch-Messwerte erheblich von den Messwerten unterscheiden, die aufgezeichnet wurden, als der Motor auf dem Prüfstand stand.

Die realen Betriebsbedingungen, die nach dem Einbau des Motors in den Motorraum zu sehen sind, unterscheiden sich oft erheblich von den idealen Bedingungen, unter denen der Motor im Prüfstandsraum getestet wurde.

Darüber hinaus wird bei den meisten Prüfstandsversuchen nur die maximale Vollgasleistung ermittelt, die nur ein Teil des typischen Motorbetriebs ist, wenn der Motor einmal das Fahrzeug ist.

Die Luftdichte, die für einen Motor wirklich wichtig ist, ist die Luft, die er durch sein Luftfilterpaket während der dynamischen realen Betriebsbedingungen erhält, die er im Motorraum des Fahrzeugs, für das der Motor gebaut wurde, vorfindet.

Die Luftdichte und die Strömungsmuster der Luft beim Eintritt in einen Vergaser unterscheiden sich oft erheblich von den statischen, temperaturkontrollierten Bedingungen, die im Prüfstandsraum herrschen, wodurch sich das Luft-Kraftstoff-Gemisch nach dem Einbau in das Fahrzeug, für das der Motor gebaut wurde, häufig ändert.

## Werkzeuge zum Ablesen des Luft-Kraftstoff-Gemisches

Die beiden gebräuchlichsten Werkzeuge zur Überprüfung des Luft-Kraftstoff-Gemisches sind ein 5-Gas-Abgasanalysator und ein auf einem Breitbandsensor basierendes digitales Luft-Kraftstoff-Messgerät.

Die Messwerte einer 5-Gas-Abgasanalysemethode sind umfassender und genauer, außerdem können die Messwerte helfen zu bestimmen, welches Luft-Kraftstoffgemisch der Motor für eine maximale Effizienz benötigt, aber die Reaktionszeit ist langsam (6 bis 10 Sekunden).

Die Messwerte eines auf einem Breitbandsensor basierenden digitalen Luft-Kraftstoff-Messgeräts sind im Grunde genommen in Echtzeit, und das Gerät ist sehr erschwinglich - aber der Benutzer muss wissen, auf welche Luft-Kraftstoffgemisch-Messwerte er abstimmt.

Viele der digitalen Luft-Kraftstoff-Messgeräte verfügen über Aufzeichnungsmöglichkeiten, die es ermöglichen, die Luft-Kraftstoff-Gemischdaten mit Eingaben wie Drosselklappenstellung, Motorunterdruck, Motordrehzahl und Fahrzeuggeschwindigkeit zu kombinieren.

Diese Daten können wiedergegeben werden, so dass Sie feststellen können, auf welche Bereiche der Luft-Kraftstoffgemischkurve abgestimmt werden muss. Die Breitband-"Sauerstoff"-Sonde wäre besser als Lambdasonde zu bezeichnen, da sie nicht wirklich den Sauerstoffgehalt im Abgas des Motors misst - sie erzeugt vielmehr eine Ausgangsspannung, die das digitale Luft-Kraftstoff-Messgerät in einen Luft-Kraftstoffgemisch-Messwert umwandelt, wenn es den unverbrannten Brennstoffen im Abgas ausgesetzt wird.

Der Nachteil der Methode des digitalen Luft-Kraftstoff-Messgeräts ist, dass die Ausgangsdaten seines "Sauerstoff"-Sensors dem Benutzer falsche Messwerte liefern, wenn das Luft-Kraftstoff-Gemisch in den Zylindern des Motors nicht richtig verbrannt wird. Immer dann, wenn die Luft-Kraftstoffgemisch-Messwerte anzeigen, dass Sie eine größere Abstimmungsänderung vornehmen müssen, wäre es ratsam, die Messwerte mit einem Abgasanalysegerät zu bestätigen, bevor Sie größere Änderungen vornehmen, da der "Sauerstoff"-Sensor leicht das Abgas falsch ablesen und das digitale Luft-Kraftstoff-Messgerät mit falschen mageren oder fetten Messwerten versorgen kann.

Die Messwerte, die von einem 5-Gas-Abgasanalysegerät zur Verfügung stehen, liefern dem Benutzer die Informationen, die zur Bestimmung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses des Motors, der Fehlzündungsrate, des

Verbrennungswirkungsgrades benötigt werden, und die Messwerte können dazu verwendet werden, um festzustellen, ob der Motor irgendwelche Detonationsprobleme hat.

Anhand dieser Messwerte kann ein erfahrener Tuner bestimmen, welches Luft-Kraftstoffgemisch ein Motor für eine maximale Motoreffizienz benötigt, und die Messwerte können bei der Abstimmung der Zündfunkenverstellungssysteme helfen.

Die Gase, die der Abgasanalysator untersucht, sind:

1. CO (Kohlenmonoxid): Der Messwert, der zur Bestimmung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses verwendet wird, wobei ein niedriger Messwert ein mageres und ein hoher Messwert ein fettes Luft-Kraftstoff-Gemisch anzeigt.

2. HC (Kohlenwasserstoffe): Der Messwert, der zur Bestimmung des Luft-Kraftstoff-Verhältnisses verwendet wird: Die Menge an unverbranntem Kraftstoff oder ein Indikator für eine Fehlzündung des Motors, das beste Luft-Kraftstoff-Gemisch und die beste Einstellung der Funkenvorzündung ergeben den niedrigsten HC-Wert.

3. CO<sub>2</sub> (Kohlendioxid): Das Produkt aus vollständiger Verbrennung, dem besten Luft-Kraftstoff-Gemisch und der besten Funkenfortschaltung ergibt den höchsten CO<sub>2</sub>-Wert.

4. O<sub>2</sub> (Sauerstoff): Das Produkt der vollständigen Verbrennung: Ein hoher O<sub>2</sub>-Wert deutet auf ein mageres Gemisch, ein Abgasleck, ein Problem mit Fehlzündungen oder einen Motor mit einer stark überlappenden Nockenwelle bei niedrigen Drehzahlen hin.

5. NO<sub>x</sub> (Stickoxide): Dieses Gas entsteht durch übermäßige Brennraumwärme. In vielen Fällen kann ein hoher Messwert auf einen übermäßigen Zündzeitpunkt zurückzuführen sein, der zu einer Detonation führt, die einen Motorschaden oder einen zu heißen Motor zur Folge haben kann.

**Ablesen des Luft-Kraftstoff-Gemisches**

Der beste Weg, das Luft-Kraftstoff-Gemisch eines Motors zu lesen und abzustimmen, kann darin bestehen, die Werkzeuge zusammen zu verwenden, damit Sie die Vorteile jeder Methode nutzen können.

Nichts ist so genau oder umfassend wie ein Gasanalysegerät zum Ablesen des Luft-Kraftstoff-Gemischs eines Motors, also verwenden Sie es für die stationäre Abstimmung und die Festlegung einer operativen Basisabstimmungsvorgabe.

Da nichts so schnell ist wie ein digitales Luft-Kraftstoff-Messgerät, sollten Sie es für die Abstimmung unter realen Fahrbedingungen verwenden.

Ausgangspunkte bei der Einstellung der Luft-Kraftstoffgemische eines allgemeinen Motors sind:

Leerlauf: 1 bis 3 % CO oder ein Luft-Kraftstoff-Gemisch von 14,1 bis 13,4 bis 1, Reisegeschwindigkeit: 1% bis 3 % CO oder ein 14,2 -14,0 bis 1 Luft-Kraftstoff-Gemisch, Leistungsgemisch und Beschleunigung: 6,6 % CO oder ein 12,0-1 Luft-Kraftstoff-Gemisch.

Einige Hochleistungsmotoren mit Zylinderköpfen mit schneller Verbrennung können ein etwas magereres Leistungsgemisch von 4 % CO oder ein Luft-Kraftstoff-Gemisch von 13,0 zu 1 verwenden.

Was Sie wissen müssen, ist, dass beide Methoden verwendet werden, um das durchschnittliche Luft-Kraftstoff-Gemisch aller von den Einheiten betrachteten Zylinder abzulesen, wobei mehr als wahrscheinlich ist, dass das Luft-Kraftstoff-Gemisch tatsächlich von Zylinder zu Zylinder variiert.

## Erweiterte Abstimmung

Die nächste Stufe der Leistungsabstimmung besteht darin, mehrere Luft-Kraftstoff-Sensoren zu verwenden, um das Luft-Kraftstoff-Gemisch jedes Zylinders abzulesen und festzustellen, wie die G-Kräfte auf das Luft-Kraftstoff-Gemisch jedes Zylinders unter tatsächlichen Rennbedingungen wirken.

Einer der Gründe dafür, dass die NASCAR- und NHRA Pro Stock-Motoren so viel Leistung erbringen, liegt darin, dass sie die Luft-Kraftstoffgemischdaten, die sie bei der Verwendung eines Luft-Kraftstoff-Sensors pro Zylinder erhalten, zur Auslegung des Kraftstoffsystems verwendet haben, so dass jeder Zylinder das ideale Luft-Kraftstoffgemisch erhält, während sie den Motor auf einem Leistungsprüfstand abstimmen.

Dann bringen sie den Wagen auf die Rennstrecke, damit sie sehen können, wie sich die Luft-Kraftstoffgemisch-Messwerte ändern, und nehmen letzte Abstimmungsänderungen vor, um unter realen Betriebsbedingungen Spitzenleistungen zu erzielen.

Ein sehr gutes Beispiel für den Wettbewerbsvorteil, der durch fortschrittliches Tuning möglich ist, ist die Tatsache, dass Wilson-Manifolds in der Lage war, den Kunden von Drag Racing und Ovalbahnen Ansaugsysteme anzubieten, die mehr Leistung auf der Rennstrecke bieten, weil ihre Krümmer so konstruiert sind, dass sie jeden Zylinder mit dem idealen Luft-Kraftstoff-Gemisch versorgen.

Hinweis: Die NHRA erlaubt die Verwendung von Luft-Kraftstoff-Sensoren bei allen Veranstaltungen, aber die NASCAR erlaubt ihre Verwendung bei sanktionierten Veranstaltungen nicht.

## Die Ergebnisse

Diese "kleinen" Feinabstimmungsdetails können den Unterschied ausmachen zwischen einem zufriedenen Kunden, der jedem erzählt, was für einen tollen Motor er von seinem Motorenbauer bekommen hat, und einem unzufriedenen Kunden, der jedem, mit dem er spricht, erzählt, wie enttäuscht er von der Leistung seines Motors ist.

Diese Tuning-Dienstleistungen können vom Kunden selbst, von Ihrem Geschäft oder von einer Liste von Geschäften in Ihrer Nähe, die Erfahrung im Tuning haben, durchgeführt werden.

Der beste Weg, um sicherzustellen, dass der von Ihnen gebaute Motor so gut funktioniert, wie Sie ihn gebaut haben, und um die Kundenzufriedenheit sicherzustellen, besteht darin, den Kunden darüber zu informieren, wie wichtig es ist, dass er diesen Feinabstimmungsverfahren genauso viel Aufmerksamkeit schenkt wie Sie, als Sie den Motor gebaut haben.

Wenn Sie Ihrem Kunden die Informationen liefern, die er wissen muss, kann er seinem Motor den idealen Zündfunkenzeitpunkt und die idealen Luft-Kraftstoffgemisch-Kurven geben, der Motor wird zuverlässiger sein und er wird die gesamte Leistung und Fahrbarkeit erzeugen, die Sie in den Motor eingebaut haben.

Machen Sie deutlich, dass Sie die Arbeit in Ihrer Werkstatt zwar korrekt ausgeführt haben, dass sie aber die Verpflichtung haben, eine ebenso gute Installation und Abstimmung vorzunehmen, um die beste Zuverlässigkeit und Leistung aus ihrer Investition herauszuholen.