

Unterdrucksystem Zündfrühverstellung

Jaguar V12 H.E. Europa Ausführung

Das Unterdrucksystem eines Motors wird für die Steuerung verschiedener Aufgaben genutzt, unter anderem den Bremskraftverstärker, das Automatikgetriebe und die Zündfrühverstellung. Für die Zündverstellung ist der Unterdruck ein Maß für die Motorlast. Bei geringer Last und leicht geöffneter Drosselklappe ist der Unterdruck hoch, bei voll geöffneter Drosselklappe fällt er stark ab.

Der Unterdruck ist im Leerlauf und bei leicht geöffneter Drosselklappe am höchsten, bei voll geöffneter Drosselklappe ist

Der maximale Verbrennungsdruck, soll Optimalerweise bei 15 bis 18 Grad nach O.T. liegen.

Im Teillastbereich verbrennt das Gemisch langsamer. Deshalb muss der Zündzeitpunkt früher gelegt werden, damit der maximale Verbrennungsdruck weiterhin im optimalen Bereich nach dem oberen Totpunkt entsteht.

Der Unterdruck ist bei geschlossener oder leicht geöffneter Drosselklappe am höchsten. Bei starker Beschleunigung oder voll geöffneter Drosselklappe sinkt der Unterdruck deutlich ab. Die Unterdruckverstellung wirkt daher vor allem im Teillastbereich und nicht bei Vollgas.

Bei einem kalten Motor soll jedoch eine Zündfrühverstellung verhindert werden. Dies ist für die schnelle Aufwärmung des Motors nach einem Kaltstart wichtig und wird auch bei der Auslegung moderner Motoren angewendet.¹

Beim V12 wird mit dieser Regelung bei einer Kühlwassertemperatur unter 45 Grad das Eintreten des Unterdrucks per Magnetventil geblockt und zusätzlich jeder vorhandene Unterdruck aus dem System abgelassen. Über 45 Grad Kühlwassertemperatur wird dieses System nicht aktiviert, sodass die Unterdruckverstellung am Verteiler wirksam ist.

Die Unterdruckregelung ist für die unterschiedlichen Version des V12 Motoren ähnlich, allerdings weicht die Anzahl und Auslegung der Komponenten für diverse Zielländer und Baujahre ab.

Die folgenden Ausführungen und Darstellungen gelten für den V12 als H.E., wie er zwischen 1983 und 1987 in der Europaausführung mit Lucas Digital P ausgeliefert wurde. Andere Baujahre, Zielländer oder Emissionsausführungen können abweichende Bauteile oder Verschlauchungen besitzen.

Für das Verständnis der Funktion des Systems ist dies jedoch nicht erheblich, abweichende Bauteile sind kein Fehler in der Beschreibung, sondern einer abweichenden Ausstattung geschuldet.

Alle Informationen wurden aus diversen Foren, Webseiten und Handbüchern zusammengetragen, da ich keine Übersicht zu dem Thema gefunden habe ist diese Zusammenfassung entstanden.

¹ <https://www.kfztech.de/kfztechnik/motor/otto/zuendung/vez/vez.htm>

Funktionsweise

Das Vakuum Regel System besteht aus den folgenden Komponenten:

1. EAC7934 2-Wege Magnetventil (2)
2. EAC3488 3-Wege Magnetventil (1)
3. EAC4069/EAC4070 Ablassventil (10)
4. EAC4025 Verzögerungsventil (7)
5. EAC4371 Magnetluftventil (6)
6. EAC2510 Thermostatschalter (4)
7. EAC4012 Unterdruckregler (8) grün = 12 inHg
oder
EAC5157 Unterdruckregler (8) braun = 10 inHg ('A' Emission)

Bei der Europa Version des V12 H.E. wurde bei einigen Motoren die Zündverstellung im Leerlauf zu weit in Richtung Frühzündung geregelt, sodass es zum Klopfen im unteren Drehzahlbereich kommen konnte. Als Lösung wird der Einbau des EAC5157 empfohlen, dessen Frühverstellung 3 Grad weniger beträgt.² Eine Zündfrühverstellung von mehr als 24 Grad kann bei diesen Motoren den Motorlauf negativ beeinflussen.

Bei jeder Inbetriebnahme mit Kühlmitteltemperatur unter 45° C aktiviert der Kühlmitteltemperaturschalter (4) den 15-Minuten-Timer (3), der drei Magnetventile steuert:

1. 3-Wege-Vakuummagnetventil (1),
2. 2-Wege-Vakuummagnetventil (2),
3. Magnetluftventil (6).

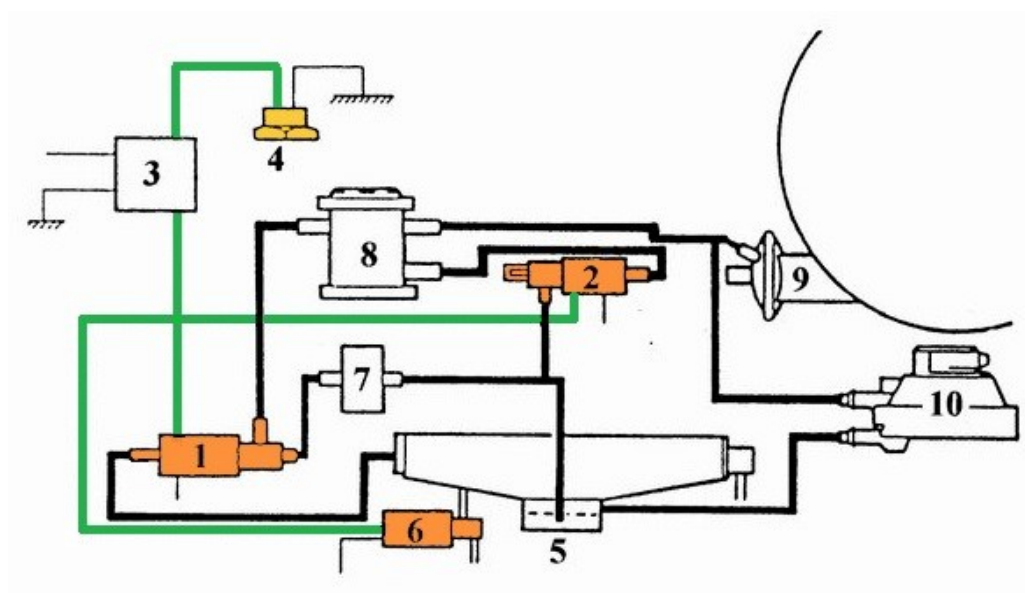


Abbildung 1 Schema Ansteuerung

Während des Zeitraums von 15 Minuten verschließt das 3-Wege-Vakuummagnetventil (1) den Anschluss am Einlasskrümmer und gleichzeitig schließt Ventil 2 die Regelleitung zum Vakuumregler (8).

² Service Bulletin JD.01/84, Item 8

Das Vakuum kann während dieses Zeitraums nicht über den Anschluss an der Drosselklappe (5), das Verzögerungsventil (7), welches den Anstieg des Vakuums verlangsamt, und das Vakuumregelventil (8) zur Unterdruckdose des Verteilers (9) gelangen.

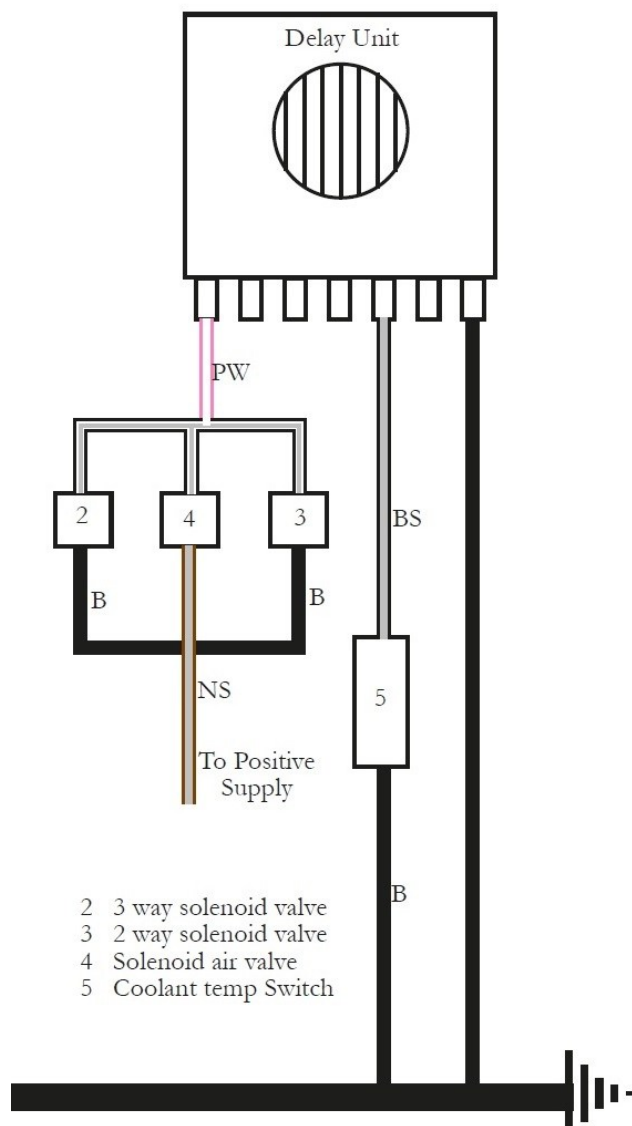
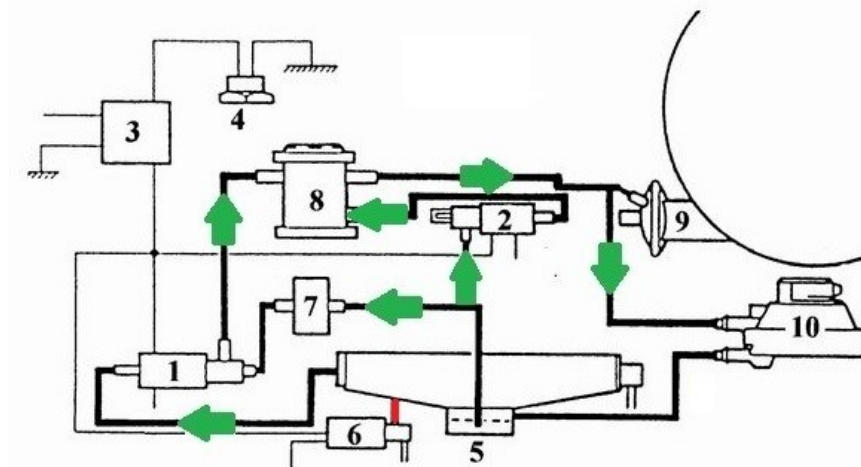


Abbildung 2 Schaltplan Kühlmittelschalter (45 Grad Regelung)³

³ Jaguar Xj6 series 3 Schematic Drawings, www.skjagtech.co.uk

Nach Ablauf der 15 Minuten ändern alle drei Magnetventile ihren Zustand, das Magnetluftventil (6) ist jetzt geschlossen. Ein leichtes Öffnen der Drosselklappe erzeugt ein starkes Drosselklappen-Vakuum, diese bewirkt das der Regler (8) das Vakuum die Unterdruckverstellung am Zündverteiler (9) weitergibt. Der Unterdruck ist vom verbauten Modell abhängig.



Seite 4 von 8

Das 2-Wege-Magnetventil (2) wird jetzt umgeschaltet, um übermäßiges Vakuum nach außen abzulassen.

Der V12 ist vermutlich der einzige Motor, der durch zusätzliche Lufteinleitung im Leerlauf am Leben gehalten werden muss.

Prüfung des Unterdrucksystems

Der V12 strahlt aufgrund seiner großen Oberfläche und der nur eingeschränkten Luftzirkulation sehr viel Abwärme in den Motorraum ab⁵, sodass Kunststoffe, Schläuche und Kabelisolierungen schneller altern und verspröden.

Wichtig für die Funktionalität der Zündfrühverstellung ist, dass alle Schlauchanschlüsse dicht, die Schläuche nicht brüchig sind und die Magnet- und Regelventile funktionieren. Sofern das System nicht dicht ist, verringern sich die Werte Sollwerte und der Regelkreis ist gestört.

Prüfung des Vakuumreglers

Der Vakuum**regler** ist das wichtigste Element der Zündfrühverstellung, da hier der anliegende Unterdruck des Motors auf den benötigten Wert heruntergeregelt wird.

Die Funktion des Verteilervakuumreglers (8) kann man mit zwei Manometern prüfen (Abbildung 5), eines Richtung Ansaugkrümmer und eines in Richtung Zündverteiler.

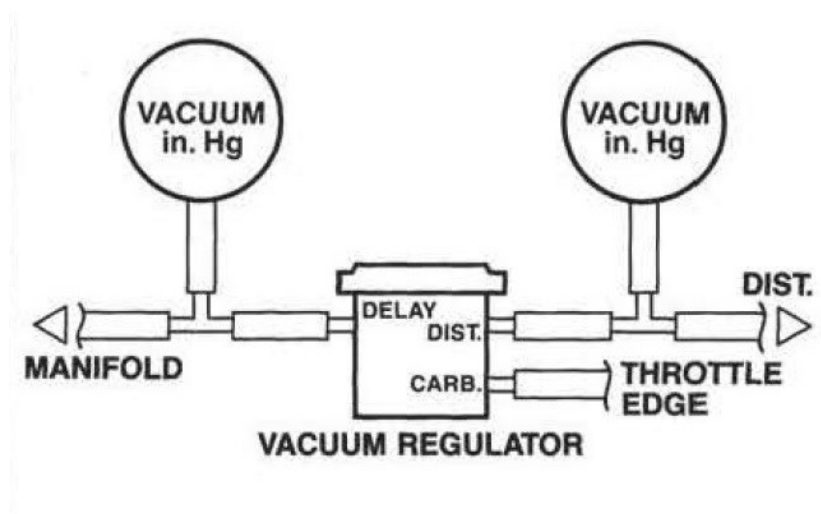


Abbildung 5 Prüfanordnung⁶

⁵ ist ein Problem der V12 auch anderer Hersteller, bedingt durch die Baugröße im Vergleich zum Motorraum

⁶ XJ-S Engine Performance, Jaguar Cars, S-58

Für eine Prüfung muss der Motor bei **ausgeschalteter** Klimaanlage laufen und die folgenden Werte in Zoll Quecksilber⁷ sollten vor und nach dem Vakuumregler anliegen⁸:

Motordrehzahl	Vakuum vom Ansaug- trakt inHg	Vakuum zum Zündverteiler inHg
800	14,5	0,0
1000⁹	17,5	10,0
1200	17,5	10,0
1400	18,8	9,5
1600	19,0	9,8
1800	19,2	9,2
2000	19,4	9,2
2200	19,8	11,0
2400	20,0	13,4
2600	20,0	15,0
2800	20,5	17,0
3000	21,0	18,0
3200	21,0	20,0
3400	21,0	20,0

Tabelle 1 Eingangs- und Ausgangswerte des Reglers bei diversen Drehzahlen

Wenn die Werte nicht erfüllt sind, muss der Vakuumregler ersetzt werden.

HINWEIS: direkt nach dem Motorstart beträgt das Verteilervakuum 10 inHg für ca. zwei Sekunden.

⁷ inHg = Zoll-Quecksilbersäule, 1 bar $\approx$ 29,53 inHg

⁸ XJ-S Engine Performance, Jaguar Cars, S-58

⁹ Wert korrigiert, vermutlich ein Fehler in Dokument!

Prüfung Werkbank

Im ausgebauten Zustand kann die Verteilerdose wie folgt geprüft werden:

1. Am Eingang (linker Anschluss) Vacuum anlegen -> am oberen Ausgang sollten 10 oder 12 Hg (je nach Modell) anliegen, der Überschuss wird durch den unteren Ausgang über den unteren Ausgang abgelassen.
2. Wird der unteren Anschluss verschlossen sollte das volle Vakuum am oberen Anschluss anliegen.

Sofern die Werte nicht erreicht werden, kann etwas WD 40 in die Anschlüsse gespritzt werden. Nach einer kurzen Wirkzeit wieder Unterdruck anlegen, mit dieser Methode kann die Membran unter Umständen wieder beweglich gemacht werden.¹⁰

Eine Reinigung oder vorsichtige Behandlung der Anschlüsse kann in Einzelfällen helfen. Dies ist jedoch keine sichere Reparatur. Bei dauerhaft falschen Werten sollte der Regler ersetzt werden.

¹⁰ <https://www.jaguar-online-club-forum.de/index.php?topic=27467.0>

Fazit

Eine besondere Herausforderung bei der Abstimmung der Motorsteuerung war der Rundlauf bei kaltem Motor im Leerlauf, insbesondere wenn zusätzliche Last wie der laufende Klimakompressor oder die Servopumpe bedient werden müssen. Das ist auch bei modernen Adaptionen der Einspritzung für den V12 nicht anders¹¹.

In diversen Foren wird kontrovers über die Entfernung des nahezu gesamten Unterdrucksystems diskutiert, dabei werden hauptsächlich mögliche Kraftstoffeinsparungen als Argument angeführt. Es wird dabei jedoch das unterschiedliche Nutzungsverhalten, die unterschiedlichen Verdichtungen der Motoren, als auch die entsprechende Klimazonen ausgeblendet und eine Allgemeingültigkeit suggeriert.

Ein Saugmotor soll zwischen 8 und 16 Grad vor O.T. im Leerlauf und zwischen 30 und 40 Grad vor O.T. bei voll geöffneten Drosselklappe und Höchstdrehzahl zünden.

Sofern die Vakuumverstellung deaktiviert wird, ist die Frühverstellung der Zündung bei magerem Gemisch (langsamerer Verbrennung), was typisch für den Teillastbereich ist, jedoch nicht mehr möglich.

Das Unterdrucksystem des Jaguar V12 H.E. ist kein überflüssiges Nebenaggregat, sondern Teil der Abstimmung von Leerlauf, Warmlaufverhalten und Zündzeitpunkt im Teillastbereich.

Wird die Unterdruckverstellung entfernt oder dauerhaft deaktiviert, fehlt dem Motor im Teillastbereich die zusätzliche Frühzündung. Der Motor läuft dann in diesen Betriebszuständen nur mit statischer und fliehkraftabhängiger Frühverstellung. Das kann zu schlechterem Ansprechverhalten, höherem Verbrauch, stärkerer Erwärmung und ungünstigerem Motorlauf führen.

Zudem wird die durch diese Modifikation die Aufwärmung des Motors deutlich verzögert, was auch bestätigt wird. Verschwiegen wird, dass mit einer verzögerten Aufwärmung auch direkt eine Erhöhung des Verschleißes in Kauf genommen wird.¹²

¹¹ <https://mobeck.com/en/jaguar-v12-efi-kit/>

¹² <https://www.kfztech.de/kfztechnik/motor/otto/zuendung/vez/vez.htm>