

# Mondeo MK2

## Bivalenter Kraftstoffantrieb Benzin / Propangas (LPG)

Der Mondeo MK2 mit Zetec-Motor 1,8/2,0l wurde in der kurzen Zeit von 09/1999 bis 08/2000 auf Wunsch mit Werks-seitig installierter Flüssiggas-Anlage (LPG) angeboten. Es handelte sich um ein erstmaliges Angebot dieser Art, das mit Produktionsende des Mondeo MK2 bereits wieder endete. Ein ähnliches Angebot war erst ab August 2003 im Focus wieder erhältlich.

### Inhalt

Komponenten.....	2
Aufbau .....	5
Betriebsablauf .....	7
Einbau.....	8
Sicherheitsvorschriften .....	10

#### Wichtiger Hinweis:

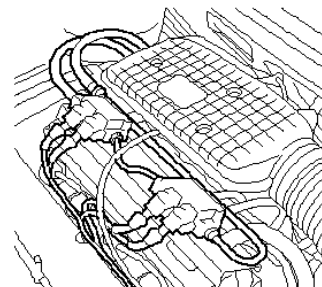
Der Autor ist **kein** ausgebildeter Kfz-Fachmann und übernimmt **keinerlei Haftung** für Schäden, die aus dem Nachvollziehen dieser Dokumentation entstanden sein könnten. Das Copyright an diesem Dokument inklusive aller Abbildungen liegt allein beim Autor. Das Dokument darf nur im Ganzen weitergegeben und nicht verändert werden. Die private Nutzung des Dokuments ist ausdrücklich gestattet, jede kommerzielle Verwendung oder der Handel damit ist dagegen untersagt. Das Dokument wird ausschließlich nur vom Autor selbst veröffentlicht. Über eine kurze Information zur Verwendung oder Weitergabe des Dokuments würde sich der Autor freuen.

## Komponenten

Die vom Hersteller ausgelieferte LPG-Anlage besteht aus folgenden Teilen:

### Gasverteilerrohr und Einblasventile

Das Gasverteilerrohr (Rail) besteht aus zwei Gehäusen mit je zwei Einblasventilen, zu denen das LPG in einem durchlaufenden Rohr geführt wird. Von diesen Doppelventileinheiten aus führen Schläuche das abgemessene Gas zu den Einblasdüsen im Ansaugkrümmer vor den Zylindern. Das Verteilerrohr ist oberhalb des Ventilgehäuse-deckels angebracht. Das Gasverteilerrohr ist über flexible Schläuche (Hin und Rück), die am rechten Federdom befestigt sind, mit dem Gastank im Fahrzeugheck verbunden.

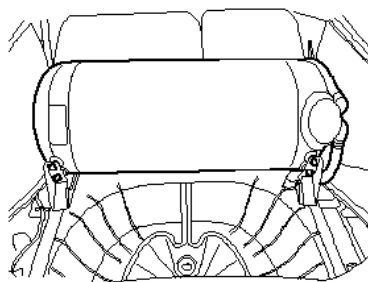


### Gastank

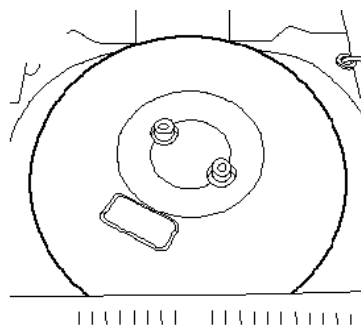
Der LPG-Gastank ist im Kofferraum untergebracht. Es stehen zwei unterschiedliche Bauformen zur Auswahl:

**Zylinderförmiger Gastank:** Dieser Tank wird quer hinter der Rückbank fest montiert und mit einer Abdeckung geschützt. Das 80%-ige Maximalfüllvolumen beträgt 67 l (13,1 kg). Dieser größere der beiden Tanks wurde bei Turnier und Stufenheck standardmäßig verwendet.

**Ringförmiger Gastank:** Dieser Tank wird anstelle des Ersatzrades in dessen Mulde gesetzt. Er hat bei 80% Füllung eine Kapazität von 48 l (9,4 kg). Dieser Tank war für den 5-Türer vorgesehen, konnte aber optional auch im Turnier und 4-Türer verbaut werden. Fahrzeuge mit Muldentank erhielten anstelle des Reserverades ein Reifen-Reparaturkit aus einem Kompressor und einer Dose Flüssigdichtmittel, die ebenfalls in der Mulde untergebracht sind.



Zylindrischer Gastank hinter der Rückbank



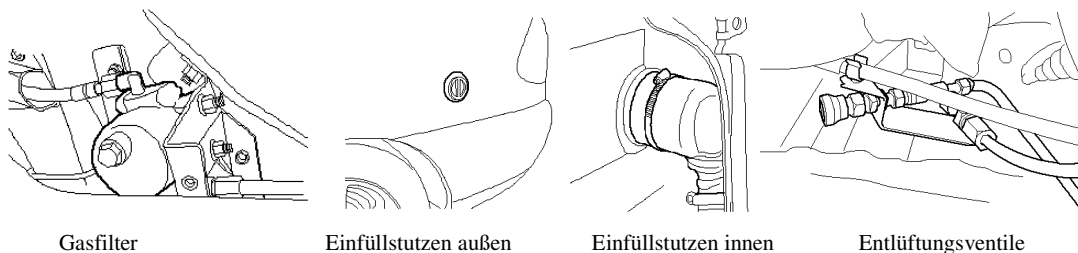
Ringförmiger Muldentank in der Reserveradmulde

### Gasfilter

Dieser Papierfilter im Metallgehäuse filtert bei der Betankung Staub und Schwebstoffe aus dem Gas, bevor diese in den Gastank gelangen können. Er sitzt unter dem Fahrzeugboden und wird durch das Hitzeschutzschild des hinteren Auspuff-Schalldämpfers geschützt. Der Filter muss alle 90.000 km oder vorzeitig dann gewartet werden, wenn sich die Betankungszeit auf 8 Minuten verdoppelt hat.

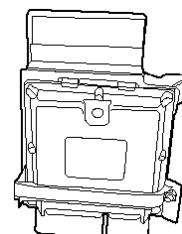
## Einfüllstutzen

Der Einfüllstutzen zur Betankung befindet sich außen im linken hinteren Kotflügel. Er besteht aus dem Füllschlauchanschluss und einem Schutzdeckel. Auf der Innenseite befindet sich ein Rückschlagventil und die Verbindung zum Tank über den Gasfilter. Zum Druckabbau für Wartungsarbeiten am LPG-System befinden sich zwei zusätzliche Anschlüsse mit Rückschlagventilen in den Gasleitungen. Über der Hinterachse wird der Druck im Gastank, den Gasleitungen und im Gas-Verteilerrohr abgebaut. Für den Gasfilterwechsel wird der Druck direkt am Filtergehäuse entspannt. Ist das Gastankmagnetventil hierbei geöffnet (Hilfsstromquelle verwenden), wird der Gasdruck im gesamten System gleichzeitig abgebaut.



## LPG-Steuergerät

Das Modul übernimmt im Gas-Betrieb die Berechnung und Ansteuerung der LPG-Einblasventile. Weitere Funktionen der Motorüberwachung erfolgen hierbei weiterhin durch das Benzin-PCM. Hierfür erhält das LPG-Steuergerät vom PCM Daten über die berechneten Einspritzmengen, Zündzeitpunkte und diverse Diagnosedaten. Zusätzlich verwendet das LPG-Steuergerät vorhandene und eigene Sensoren am Motor

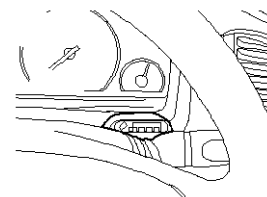


Neben den Einblasventilen regelt das LPG-Steuergerät die Abschaltung der Benzinpumpe und steuert die Gastankanzeige an.

Wird eine Fahrt mit LPG gewünscht, muss vor dem Starten auf LPG umgeschaltet werden (ein Umschalten während der Fahrt ist nicht möglich). Der Wagen startet auf Benzin und schaltet automatisch auf LPG um, sobald die Motortemperatur hierfür ausreichend ist.

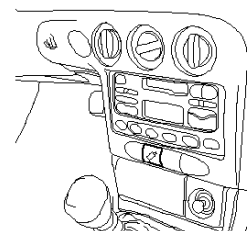
## Gastankanzeige

Rechts unterhalb vom Kombiinstrument ist die aus Gastankanzeige angebracht, die als Balkenanzeige aus sieben grünen und einer roten LED den Füllstand des LPG-Tanks anzeigt. Eine zusätzliche Gas-Kontrollanzeige leuchtet nur bei aktivem LPG-Betrieb. Unterschreitet der Gastank seine Mindestfüllmenge, schaltet das LPG-Steuergerät den LPG-Betrieb ab und die Kontrollanzeige erlicht. Ebenso leuchtet diese Anzeige nicht in der Warmlaufphase auf Benzin und wenn die LPG-Anlage außer Funktion ist.



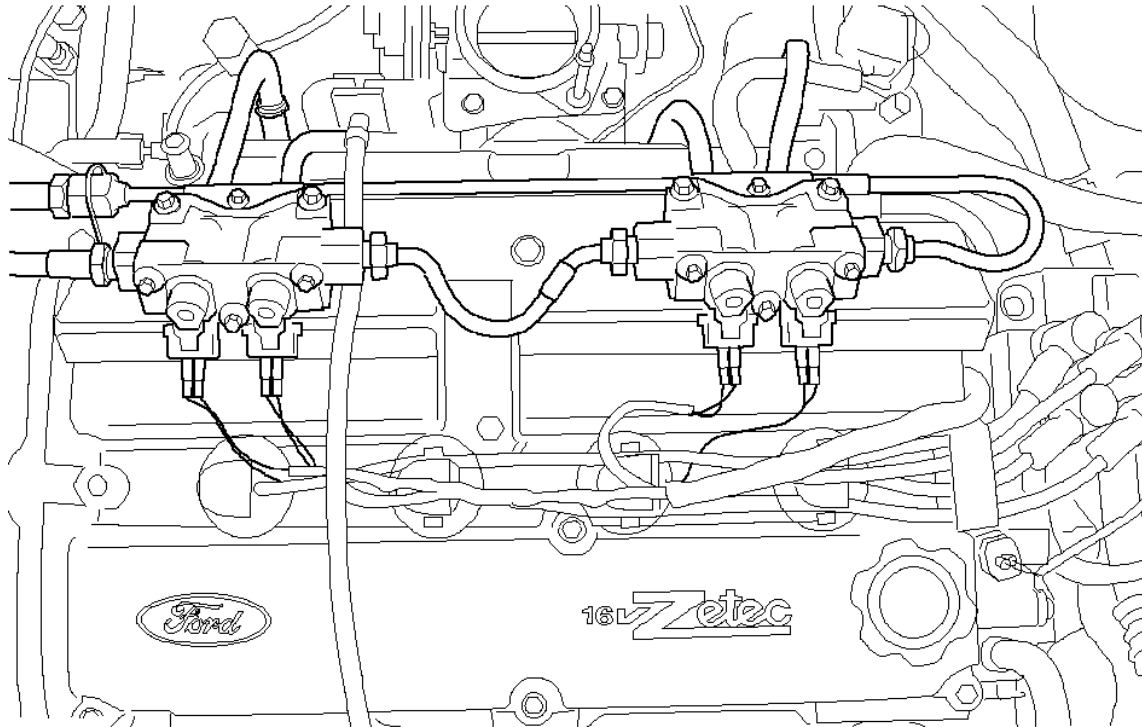
## Umschalter Gas/Benzin

Dieser Schalter befindet sich an der ansonsten freien Stelle der Schaltergruppe unter dem Radio in der Mittelkonsole. Mit ihm kann der Fahrer den Gasbetrieb vorwählen, bevor er den Motor startet. Hierbei wird ein 12V-Signal an das LPG-Steuergerät geschickt und die LED im Schalter leuchtet. Den tatsächlich aktiven Gas-Betrieb zeigt diese LED aber nicht an (s.o.).



## Zylinderkopf

Bei Ausrüstung mit der LPG-Anlage wird ab Werk ein speziellen Zylinderkopf mit nitrierten Ventilen und gehärteten Ventilsitzen verbaut. Dieser Zylinderkopf ist nur für die Zetec-Motoren mit 1,8l und 2,0l Hubraum verfügbar. (TSI 80/2001)



Detailansicht des Gasverteilerrohres auf dem Ventilgehäusedeckel bei entferntem Ansaugresonator. Von links vorne der Gaszulauf, dahinter der Rücklauf des nicht-verbrauchten Gases. In jedem Ventilgehäuse sind zwei Einblasventile angebracht, deren elektrische Anschlüsse über den Zündkabelkanal herangeführt werden. Auf der Rückseite der Ventilgehäuse führen Schläuche in den Ansaugkrümmer, wo das Gas über Düsen an den Schlauchenden vor die Einlassventile der Zylinder eingespritzt wird.

## Aufbau

Bei der LPG-Einrichtung handelt es sich um eine Nachrüst-Anlage eines Drittherstellers, die auch für andere Fahrzeugmodelle und Hersteller verwendet werden kann. Sie sollte in vollkommen serienmäßigen Fahrzeugen installiert werden können - bei Bedarf auch nachträglich. Der Fahrzeughersteller legte bei der Produktion die Verkabelung bereit und stellte das Fahrzeug ansonsten fertig. Die LPG-"Hardware" wurde anschließend von einem externen Fachbetrieb installiert und an die vorhandene Verkabelung angeschlossen.

Herzstück der LPG-Steuerung ist das LPG-Steuergerät, das hinter dem Handschuhfach im Innenraum angebracht ist. Wie bereits beschrieben, übernimmt es im Gasbetrieb die Steuerung der Einspritzung. Hierfür muss es zahlreiche Sensoren benutzen, deren Messwerte auf verschiedenen Wegen zum LPG-Steuergerät übermittelt werden.

### 1. Separate Sensoren

Folgende Sensoren werden speziell für die LPG-Anlage installiert und nur von dieser verwendet:

- LPG-Niveausensor am Gastank im Heck, liefert einen Wert für den Füllstand des Tanks;
- LPG-Gasdrucksensor im Gaszulauf vor dem Zylinderkopf, liefert einen Wert für den von der Gaspumpe erreichten Betriebsdruck im Hochdruckbereich;
- Ansaugkrümmerdrucksensor (MAP) im Ansaugkrümmer, liefert einen Wert für den den Unterdruck im Ansaugbereich.

### 2. Direkt ermittelte Sensorwerte der Motorsteuerung

Zur Errechnung des Lastverhaltens und der korrekten Einblas-Zeitpunkte benötigt das LPG-Steuergerät im Gasbetrieb die Messergebnisse diverser Sensoren. Bereits vorhandene Sensoren, deren Werte nicht auf anderem Wege laufend übermittelt werden können (siehe unten), müssen durch Einschleifen eigener Stromkreise in die Sensorstromkreise der Motorsteuerung ermittelt werden.. Dies geschieht bei folgenden Sensoren:

- Nockenwellenpositionsgeber
- Kurbelwellenpositionsgeber
- Drosselklappenpositionsgeber
- Lamdasonde

### 3. Vom Motorsteuergerät übermittelte Zustandswerte

Einige Sensor- und Berechnungsdaten kann das Motorsteuergerät (PCM) in Echtzeit über den Ford-spezifischen SCP-Bus ausgeben. Hierzu gehören Daten zu Geschwindigkeit und Motortemperatur. Um diese Daten zum LPG-Steuergerät zu übermitteln, muss ein SCP-Adapter vorgeschaltet werden, da das Marken-neutrale LPG-Steuergerät nicht selbst über den SCP-Bus kommunizieren kann. Diese Aufgabe übernimmt das LPG-Diagnosemodul, das zwischen LPG-Steuergerät und SCP-Bus geschaltet ist.

Das LPG (liquid propane gas - Flüssiges Propangas) wird an der Tankstelle über einen Druckschlauch in den im Fahrzeugheck montierten Gastank gefüllt. Die Zapfsäule überwacht hierbei den Gegendruck aus dem Tank und schaltet ab, wenn dieser zu etwa 80% befüllt ist. Ein normaler Tankvorgang von ca. 60 Litern dauert etwa vier Minuten. Diese relativ lange Zeit ist notwendig, damit sich der Tank durch die Komprimierung seines Inhaltes nicht zu stark erwärmt. Ein Rückschlagventil im Ansaugstutzen verhindert, dass beim Abnehmen des Füllschlauches Gas entweicht.

Im Gasbetrieb öffnet sich auf der Entnahmeseite des Gastanks ein Magnetventil und eine elektrische Pumpe verdichtet das entnommene Gas im zum Motor führenden Gasrohr auf den Betriebsdruck für die Einspritzung. Über eine metallische Leitung wird das Gas zum Motorraum geführt und von dort aus weiter über einen flexiblen, die Bewegungen des Motors ausgleichenden Schlauch zum Verteilerrohr oberhalb des Zylinderkopfes.

Im Verteilerrohr auf dem Zylinderkopf befinden sich zwei Metallgehäuse, in denen je zwei Magnetventile (die vom LPG-Steuergerät direkt bedienten Einblasventile) das LPG stoßweise dosiert und mit hohem Druck in abzweigende Schläuche ableiten. Diese vier Schläuche führen auf kurzem Wege in Bohrungen im Ansaugkrümmer und enden dort mit Einblasdüsen kurz vor den Einlassventilen der Zylinder. Durch die zusätzliche Verdichterwirkung dieser Düsen wird das Gas während des Einlass-Taktes des Motors zielgerichtet in die Zylinder eingespritzt.

Nicht-verbrauchtes Gas wird nach Durchlaufen des Gasverteilerrohres über eine Drossel entspannt und über ein zweites Rohr zum Tank zurückgeführt. Somit wird vermieden, dass sich gestaut Gas im Motorbereich zu stark erwärmt.

Der Gasbetrieb ist nur möglich, wenn der Motor seine normale Betriebstemperatur erreicht hat, weil sich andernfalls das unter hohem Druck stehende Gas an den Rohr- und Zylinderwänden in Tropfenform niederschlagen kann und dadurch für eine Verbrennung unbrauchbar wird. Deshalb wird in jedem Fall mit Benzin gestartet, auch wenn der Gasschalter gedrückt wurde. Das LPG-Steuergerät überwacht die vom Motorsteuergerät gemeldete Kühlwassertemperatur und aktiviert den Gasbetrieb erst bei Erreichen des Sollwertes.

Mit Aktivierung des Gasbetriebes weist das LPG-Steuergerät das Motorsteuergerät an, die Benzineinspritzung zu unterbrechen, und schaltet über ein Relais die Benzin-Treibstoffpumpe aus.

Sinkt der Tankfüllstand unter einen Mindestwert (gemessen über den LPG-Niveausensor im Tank), schaltet das LPG-Steuergerät den Gasbetrieb automatisch ab, weil die Gaspumpe den erforderlichen Hochdruck nicht mehr zuverlässig erzeugen kann. Der Fahrer wird mit einer LED-Anzeige laufend über den Gastank-Füllstand informiert.

## Betriebsablauf

Das LPG-Steuergerät erhält von der nur hierfür vorhandenen Sicherung Nr. 8 Dauerstrom zum Erhalt der aktuellen Speicherwerte.

Mit Einschalten der Zündung und Bereitstellung der Stromversorgung für die Motorsteuerung (PCM-Modulrelais im Batteriesicherungskasten schaltet ein) erhält das Modul seinen Arbeitsstrom über die zusätzliche Gasanlagen-Sicherung FB4 und aktiviert sich. Es ermittelt mit dem LPG-Niveausensor den aktuellen Tankfüllstand und gibt diese Information an die Gasvorratsanzeige weiter. Dieses kleine Modul im Sichtfeld des Fahrers zeigt den Füllstand durch eine entsprechende Anzahl leuchtender LEDs an. Liegt der vom Niveausensor gemeldete Wert unterhalb des Mindestfüllstandes, so ist kein Gasbetrieb möglich und das LPG-Steuergerät wird nicht auf Fahrerwunsch in diesen Betriebsmodus wechseln. In diesem Fall muss zuerst nachgetankt werden.

Das LPG-Steuergerät wartet nun darauf, dass der Fahrer den Gas-Betrieb wünscht und hierfür den Gasschalter betätigt. Der Fahrer muss dies tun, bevor er den Motor startet, andernfalls wird in diesem Fahrzyklus keine Umschaltung auf Gas erfolgen. Das LPG-Steuergerät erkennt einen gestarteten Motor durch Überwachung des Nocken- und Kurbelwellensensors.

Wurde der Schalter gedrückt, so kann der Motor gestartet werden. Das LPG-Steuergerät bereitet nun den Gasbetrieb vor: es aktiviert die Pumpe am Gastank durch Ansteuern des Stromversorgungsrelais, bis der Gasdrucksensor beim Motor das Erreichen des korrekten Betriebsdrucks im Hochdruckbereich meldet. Diese Pumpe erhält ihren Strom aus der exklusiv hierfür vorhandenen Sicherung Nr. 4 im Batteriesicherungskasten. Der Steuerstrom für dieses Relais wird aus der Stromversorgung der Benzinpumpe entnommen, sodass die Gaspumpe bei Auffahrunfällen über den Stoßschalter ebenso abgeschaltet werden würde die Benzinpumpe.

Zusätzlich beobachtet das LPG-Steuergerät die aktuelle Kühlwassertemperatur, die ihm vom Motorsteuergerät über den SCP-Bus und das LPG-Diagnosemodul übermittelt wird. Denn der Gasbetrieb kann erst einsetzen, wenn die erforderliche Mindesttemperatur erreicht wurde.

Hat der Motor die für Gasbetrieb nötige Temperatur erreicht, dann ergreift das LPG-Steuergerät die Initiative und schaltet das Antriebssystem auf Gasbetrieb um.

- Es weist das Motorsteuergerät über den SCP-Bus an, die Benzineinspritzung einzustellen.
- Es steuert das Einspritzerlais an, das Arbeitsstrom auf auf die Einblasventile am Motor schaltet und dies dem LPG-Steuergerät zurückmeldet. Außerdem wird über ein weiteres Relais die Stromzufuhr der Benzinpumpe unterbrochen, da eine Benzinförderung im Gasbetrieb unnötig ist.
- Es aktiviert in der Gasvorratsanzeige die gesonderte LED, die dem Fahrer den aktiven Gasbetrieb anzeigt.
- Es wertet alle Sensorsignale aus, die zur Motorsteuerung erforderlich sind. Für Aufgabe und Funktion der einzelnen Motorsensoren wird auf die entsprechende Motorsteuerungs-Dokumentation des Autors verwiesen.
- Es steuert im Ergebnis der Sensorauswertung die vier Einblasventile entsprechend so an, dass die richtige Menge Gas im richtigen Augenblick vor die Einlassventile einströmen kann.

Die Gasdrucküberwachung im Hochdruckteil sowie dessen Regulierung mit der Gaspumpe, die Gasvorratsüberwachung im Tank und die Anzeige des Füllstands erfolgt hierbei fortlaufend.

Ob der laufende Gasbetrieb durch Druck auf den Gasschalter vom Fahrer während der Fahrt abgeschaltet und damit zum Benzinbetrieb zurückgekehrt werden kann, ist dem Autor nicht bekannt. Eine automatische Rück-Umschaltung erfolgt, wenn der Gasvorrat im Tank nach der Meldung des LPG-Niveausensors unter ein Mindestmaß gefallen ist.

## Verkabelung und Einbau

Für die LPG-Anlage wird während der Fahrzeugproduktion die Verkabelung bereitgelegt, an die die Anlage in einem späteren Schritt angeschlossen wird. Wie erwähnt, ist diese Verkabelung so ausgelegt, dass der Einbau auch nachträglich ohne Änderung an den vorhandenen Kabelbäumen möglich ist. Zudem soll ein normaler Fahrzeugbetrieb auch mit noch nicht vorhandener LPG-Anlage bei vorbereiteter Verkabelung möglich sein.

Die gesamte Steuerung des Systems (LPG-Steuergerät, Diagnosemodul, drei Relais und die Zusatzsicherung FB4) befindet sich hinter dem Handschuhfach im Innenraum. Direkt verbunden sind auch der Gasschalter und die Gasvorratsanzeige im Armaturenbereich. Der LPG-Kabelstrang, an dem die genannten Steuerelemente angeschlossen sind, führt vom Handschuhfachbereich aus an folgende Stellen im Fahrzeug:

### Linke A-Säule unten

Hier erfolgen zwei Einschleifungen in die vorhandene Verkabelung. Der Stecker des Stoßschalters wird durch einen Adapterstecker ersetzt (C3020), der die Stromversorgung der Benzinpumpe zunächst über den Stoßschalter und dann über das hinter dem Handschuhfach befindliche Abschaltrelais führt. Und in den Verbindungsstecker zwischen Armaturen- und Motorraum-Kabelbaum (C140), der die beiden Leitungen des SCP-Bus enthält, wird ein Einschleif-Adapter eingefügt (C3043 und C3044), der die Kabelabzweigung zum LPG-Diagnosemodul enthält.

### Gastank im Heck

Gaspumpe und LPG-Niveausensor sind über einen Strang entlang des rechten Türschwellers zum Heck angeschlossen. Dem Autor ist nicht bekannt, ob dieser Kabelstrang im Innenraum oder nach Durchtritt durch die Spritzwand unter dem Fahrzeugboden mit den Gasleitungen erfolgt.

### Sicherungskasten und Massepunkt

Ein Strang, bestehend aus drei Stromzuführungen und einer Masseleitung, führt durch die Spritzwand und durch den Motorraum bis zum Batteriesicherungskasten bzw. zur Masseschraube bei der Batterie. Für die LPG-Anlage sind im Sicherungskasten die Steckplätze der Sicherungen 4, 5 und 8 eingefügt und entsprechend bestückt. Alle drei Sicherungen liefern Dauerplus:

- Sicherung 4, 15 Ampere, Gaspumpe
- Sicherung 5, 15 Ampere, Einblasventile und Benzinpumpenabschaltung
- Sicherung 8: 5 Ampere, LPG-Steuergerät, Memory-Strom zur Speichererhaltung

### Lamdasonde

Um die Messwerte der Lamdasonde nutzen zu können, führt ein weiterer Strang durch die Spritzwand direkt zur Sonde und dort mit einem Adapterstecker (C3041) zwischen die Stecker der Motorraumverkabelung und der Sonde. Diese gesonderte Ausführung ist erforderlich, da die Lamdasonde nicht über den Zylinderkopf-Kabelstrang angeschlossen ist (siehe unten).

Zwischen LPG-Steuergerät mit Diagnosemodul befindet sich ein spezieller Verbindungsstecker (C3027), der auch bei der Wartung zum Anschluss von Diagnosegeräten verwendet werden kann. Zwei 10-polige Verbindungsstecker (C3023, C3034) nahe beim LPG-Steuermodul stellen die Verbindung zum Sensoren-Kabelstrang her.

Nur in den Niederlanden ist ein zusätzliches LPG-Abschaltventil vorgeschrieben, das parallel mit der Gaspumpe geschaltet wird. Für diese Variante wird die Zuleitung des Ventils durch den Stecker C3023 geführt und endet in anderen Ländern in diesem Stecker. Es ist naheliegend, dass das Kabel nach diesem Verbindungsstecker unter dem Fahrzeugboden mit den Gasleitungen zum Heck und mit der Befüllungsleitung zum Tankstutzen verläuft, wo sich das Ventil befindet.

### Sensoren-Kabelstrang

Aus Einbau-technischen Gründen (dicke Verbindungsstecker und Durchführung durch die Spritzwand) ist es notwendig, die Verbindungen zu den Motorsensoren über einen separaten Kabelstrang zu erreichen. Mit zwei Verbindungssteckern schließt dieser Strang hinter dem Handschuhfach an das LPG-Steuergerät an, führt dann durch die Spritzwand und zum hinterer linken Ecke des Zylinderkopfes. Dort wird er mittels eines Zwischenadapters (C3031 und C3032) in den geöffneten Zylinderkopfstecker C2003 der Motorsteuerung eingeschleift.

Über diesen separaten Kabelstrang sind auch die Einblasventile im Gasverteilerrohr angebunden.

Der Gasanlagen-Umrüster installiert die "Hardware" durch folgende Arbeitsschritte (hier nur stichpunktartig dargestellt, da dies nicht der Focus dieser Dokumentation ist):

- Erstellen der Füllstutzenöffnung im linken hinteren Kotflügel, Anbringen des Füllstutzens, Einbau des Rückschlagventils und der Befüllungsleitung zum Einbauort des Gastanks.
- Erstellen der Gasleitungsöffnung im Bodenblech auf der Ausgangsseite des Tanks, Einsetzen der Gasleitungen (Hin- und Rückleitung) und Führung zum Motorraum bis zur Halterung am rechten Federdom.
- Anbringen von Halterungen und Einbau des Gastanks, Anschluss an die vorbereiteten Gasleitungen, Anschluss der vorbereiteten Kabelstecker an die Gaspumpe und den Niveausensors. Bei Zylindertank Anbringen der Schutzabdeckung um den Tank, bei Muldentank Einsetzen eines festen und in der Höhe passend abgestützten Bodenbrettes in den Laderaum über den Tank.
- Anbringen der Verteilerrohr-Gruppe auf den Ventilgehäusedeckel und Befestigung an den Schrauben des Deckels. Anschließen der Einblasventile.
- Einbohren von Gewindelöchern in den Ansaugkrümmer und Eindrehen der Einblasdüsen mit den daran befestigten Schlauchstücken.
- Anbringen und Anschließen des Ansaugkrümmerdrucksensors an geeigneter Stelle im Drosselklappengehäuse.
- Verbinden des Verteilerrohres mit den bereitliegenden Gasleitungen am rechten Federdom mittels Druckschläuchen, Einfügen und Anschließen des Gasdrucksensors an dieser Stelle.
- Einsetzen des LPG-Steuermoduls, falls nicht bereits im Herstellungswerk geschehen. Initialisierung des Moduls, Motortestläufe und Kalibrierungsfahrten bei warmem und bei kaltem Motor.

## **Allgemeine Sicherheitsvorschriften im Umgang mit Gas-Anlagen**

(Füssigpropangas - LPG und Komprimiertes Erdgas - CNG)

Vor Wartungsarbeiten muss der Absperrhahn des Gastanks geschlossen und das in den Leitungen verbliebene Restgas verbraucht sein (Motor starten und 2-3 Minuten laufen lassen). Hiernach sind immernoch ca. 2,5 bar Restdruck vorhanden, die durch Öffnen des Ablassventils an der Hochdruckleitung abgebaut werden müssen.

Die Berührung mit entwichenem Erdgas kann zu Erfrierungen führen. Schutzhandschuhe tragen.

Fahrzeuge mit (Verdacht auf) undichten Anlagen dürfen nicht in geschlossenen Räumen oder Hallen ohne spezielle Be- und Entlüftung stehen und bearbeitet werden. Ebenso dürfen nur gekapselte Lichtschalter vorhanden sein. Rauchverbot beachten. Fahrzeuge mit undichten Gasanlagen dürfen nicht aus eigener Motorkraft bewegt werden.

Eine CNG-Anlage darf nur mit Stickstoff durchgespült werden. Mit Kohlenstoff oder Druckluft besteht Explosionsgefahr.

Wird das System einer Temperatur von mehr als 60 °C ausgesetzt (Einbrenn- oder Trockenofen), muss der Gastank entleert, abgeklemmt und ausgebaut und das System mit Stickstoff gespült werden.

Reparaturen am Gastank sind geschultem Personal vorbehalten. Sie müssen regelmäßig geprüft werden. Ist die Sicherheitseinrichtung am Gastank beschädigt, muss der komplette Tank ausgetauscht werden.

Die vorgeschriebene Dichtigkeitsprüfung nach Installation oder Arbeiten an der Gasanlage ist geschultem Personal vorbehalten.