

# Mondeo MK2

## Antiblockiersystem ABS / Traktionskontrolle TCS

Der Mondeo MK2 ist serienmäßig mit Antiblockiersystem (ABS) ausgestattet. In gehobener Ausstattung oder auf Wunsch wurde das System um die Traktionskontrolle (TCS, auch mit ASR bezeichnet) erweitert. Beide Teilsysteme benutzen zahlreiche Komponenten gemeinsam. In dieser Dokumentation wird die Arbeitsweise dieser beiden Teilsysteme beschrieben.

### Inhalt:

1	Anti-Blockier-System - ABS.....	2
2	Traktionskontrollsystem - TCS .....	4
3	Rückblick: ältere Systeme .....	5
4	Steckerbelegung .....	6

### 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.

# 1 Anti-Blockier-System - ABS

## Aufbau

Abbremsen eines Fahrzeuges kann sehr schnell an Wirkung verlieren, wenn die Fahrbahn glatt oder rutschig ist. Die physikalische Ursache ist der Reibungshaftungsverlust der Reifen auf glatter oder "schmieriger" Oberfläche. Das massenträge Fahrzeug bewegt sich dann nahezu unverändert in Fahrtrichtung fort und reagiert nur unzureichend auf Lenk- und Bremsmanöver des Fahrers. Hinzu kommt, dass dann ein Bremsversuch durch die starken Kräfte in den Bremsanlagen dazu führt, dass eines oder mehrere Räder schlagartig stillstehen und nicht mehr über den Fahrbahnbelag abrollen können. Somit vermindert sich die Bremswirkung der betroffenen Räder auf nahezu null. Für Vorderräder geht auch die Lenkwirkung verloren.

Das ABS-System unterstützt den Fahrer bei der Beherrschung des Fahrzeuges in solchen kritischen Situationen, indem es versucht, ein Blockieren von Rädern zu erkennen und der Bremskraft für dieses Rades entgegen zu wirken, um es zumindest weiterhin abrollen zu lassen.

Ein Standard-Bremssystem arbeitet hydraulisch mit Bremsflüssigkeit. Dies ist ein Hydrauliköl, das auch unter sehr hohen und tiefen Temperaturen nicht verdampft und seine Viskosität (Fließfähigkeit) und Druckfestigkeit beibehält. Dies ist wichtig, weil ein verdampfendes Hydrauliköl im gasförmigen Zustand wie jedes andere Gas verdichtungsfähig und somit für eine Hydraulikanlage unbrauchbar wäre.

Der Fahrer betätigt das Bremspedal und übt über ein starres Gestänge physikalischen Druck auf den doppelt ausgeführten hydraulischen Geberkolben im Hauptbremszylinder aus. Auf den Druckseiten des Doppelkolbens befindet sich Hydrauliköl, die Bremsflüssigkeit. Dieses wird nun durch Metallrohre zu den Radbremsen geleitet, und zwar je Kolben zu zwei sich im Fahrzeug gegenüber liegenden Rädern. Sollte einer dieser völlig unabhängigen Bremskreise ausfallen, kann - mit verminderter Bremsleistung - über den zweiten Bremskreis das Fahrzeug nicht immer gebremst werden. Äußeres Merkmal einer solchen Bremsanlage ohne ABS sind vier Rohrleitungen, die vom Hauptbremszylinder abgehen. Die Kraft, mit der der Fahrer das Pedal drückt, wird - jeweils gleichmäßig durch den Bremskraftverstärker verstärkt - unmittelbar und ununterbrochen auf die Bremsanlagen weitergeleitet.

Ein Bremssystem mit ABS unterscheidet sich vom beschriebenen Standard-Bremssystem durch folgende Änderungen:

- vom Hauptbremszylinder gehen nur mehr zwei Bremsleitungen ab
- zwischen Hauptbremszylinder und Radbremsen befindet sich das ABS-Modul im Bremsleitungssystem
- sowie weitere elektrische und elektronische Einrichtungen

Ford hat im Mondeo MK2 ABS-Systeme von zwei Herstellern verbaut: bis Baujahr 12/1997 das System Mecatronics II, anschließend das neuere und in der Folge ausschließlich verwendete System Bosch 5.3. Zu Mecatronics wird auf das Kapitel 3 dieser Beschreibung verwiesen.

Das ABS-Modul Bosch 5.3 befindet sich schräg unterhalb des Hauptbremszylinders an der Spritzwand. Es besteht aus der Pupeneinheit (früher auch Relaisbox genannt) mit einer Pumpe, sechs Magnetventilen und integrierten Relais, und aus der elektronischen Steuereinheit.

## Funktionsweise

Das ABS-Modul führt beim Einschalten der Zündung einen zweistufigen Selbsttest durch. Zunächst prüft es die interne Elektronik und die elektrische Erreichbarkeit aller vier ABS-Sensoren an den Rädern. Während dieses Tests aktiviert das Modul die ABS-Anzeige im Kombiinstrument. Erlöscht diese Anzeige nicht nach wenigen Sekunden, konnte der Test nicht fehlerfrei abgeschlossen werden und es liegt eine Störung vor. Zur Verdeutlichung wird gleichzeitig die Bremsen-Warnanzeige im Kombiinstrument aktiviert. Das ABS-System deaktiviert sich in einem solchen Fall automatisch.

Nach diesen ersten Test beginnt das Modul, permanent auf Signale von den Radsensoren zu warten und diese bei Eintreffen miteinander zu vergleichen. Die Sensoren arbeiten induktiv und senden 44 Impulse pro Radumdrehung an das Steuergerät.

Erkennt das Steuermodul erstmals anhand dieser Signale eine Fahrzeugbewegung von mehr als ca. 10 km/h, führt es den zweiten Teil des Selbsttests durch. Hierbei werden die Einheiten des Pumpenblocks kurzzeitig betätigt und somit auf Funktion geprüft. Der Fahrer kann dies durch ein geringfügiges Geräusch oder durch Vibrationen im Bremspedal bemerken. Wird hier eine Fehlfunktion festgestellt, deaktiviert sich das System und die ABS- und Bremsen-Anzeige im Kombiinstrument leuchten auf.

Die elektronische Steuerung im ABS-Modul legt im internen Speicher einen Fehlercode ab, der den genauen Fehlerumstand beschreibt. Dieser kann mittels Wartungscomputer über die Diagnose-schnittstelle im ISO9141-Verfahren ausgelesen werden.

Außer der fortlaufenden Beobachtung der Radsensoren führt das Modul zunächst keine weitere Aktion aus. Betätigt der Fahrer das Bremspedal, bekommt das Modul für die Dauer der Bremsen-Betätigung ein Spannungssignal aus dem Bremslichtkreis. Das Modul vergleicht sofort die Frequenzen der vier eingehenden Radsensorsignale miteinander. Ab einer fest definierten Abweichung einer der Sensorfrequenzen nach unten erkennt das Modul auf Blockieren des zugehörigen Rades. Nun aktiviert die Steuerung die zugehörigen Relais, die ihrerseits sehr starke Stromimpulse stoßweise auf die benötigten Ventile führt. Diese Magnetventile sperren und öffnen entsprechend den Bremsflüssigkeitskanal zu dem betroffenen Rad. Der Steuermodul versucht hierdurch, die Bremskraft auf das Rad soweit zu verringern, dass dessen Blockierung aufgebohen wird und dieses wieder mit annähernd gleicher Radsensorfrequenz umläuft.

Der Fahrer bemerkt diesen Eingriff durch ein Pulsieren im Bremspedal, da die Ventilaktivitäten des Pumpenblocks in Form von Impulsen über den Hauptbremszylinder bis zum Bremspedal übertragen werden.

Sobald der Fahrer das Bremspedal freigibt, wird das Bremslichtsignal unterbrochen und das ABS-Modul beendet die Eingriffe.

Für die sehr hohe Stromaufnahme der Pumpen und Ventile im Pumpenblock wird das ABS-Modul exklusiv mit einer gesonderten, sehr dicken Leitung versorgt, die mit 60 Ampere abgesichert ist.

Schließlich bietet das ABS-Modul zwei Anschlüsse an, über die die Radsensor-Impulse der beiden Hinterräder ausgelesen werden können und somit einen Aufschluss über die Fahrzeugbewegung ähnlich dem Geschwindigkeitssignal liefern. Diese Möglichkeit wird aber serienmäßig nur mit den Werks-Navigationssystemen RNS1 und RNS2 getan.

## 2 Traktionskontrollsystem - TCS

### Aufbau

Das TCS-System hat eine zu ABS geradezu gegensätzliche Aufgabe, nämlich ein Schleudern der Räder durch die Antriebskraft des Motors bei mangelnder Bodenhaftung zu verhindern. Da dieses System aber zahlreiche Einrichtungen von ABS ebenfalls benötigt (z.B. Informationen über die Radumdrehungen), wurden beide Systeme ineinander integriert.

Auch hier wurden zwei unterschiedliche Systeme eingesetzt. Bis 12/1997 das System Mecatronics III, anschließend die erweiterte Form von Bosch 5.3. Zu Mecatronics III wird hier ebenfalls auf das Kapitel 3 verwiesen.

Das Bosch 5.3-System enthält gegenüber der Version ohne TCS folgende Erweiterungen:

- zwei zusätzliche Ventile in der Pumpeneinheit
- eine Kommunikationsschnittstelle zum Motorsteuergerät
- eine elektrische Deaktivierungsmöglichkeit

### Funktionsweise

Die ABS-Funktionen des gemeinschaftlichen Systems wurden im vorigen Kapitel bereits beschrieben und laufen auch hier unverändert ab. Dies umfasst auch die Selbsttest-Phase zu Betriebsbeginn des Fahrzeugs.

Auch für TCS werden im Laufe des Fahrbetriebes die Radsensoren permanent überwacht. Obwohl TCS das Schleudern (Durchdrehen) eines Rades verhindern soll, was bei einem Frontantriebs-Fahrzeug nur auf der Vorderachse vorkommen kann, werden zu Vergleichszwecken auch die Umdrehungsimpulse der Hinterräder ausgewertet. Stellt das Modul nun eine um einen fest eingestellten Wert höhere Umdrehungszahl eines der Vorderräder fest, nimmt es an dass dieses Rad schleudert und greift ein (eine geringe Umdrehungsabweichung zwischen den Vorderrädern wird toleriert, da diese bei Kurvenfahrten unvermeidlich ist).

TCS versucht nun, das durch das schleudernde Rad verlorene Drehmoment auf das andere Antriebsrad zu übertragen (eine Aufgabe, die in früheren Zeiten die Differentialsperre erreichte). Hierzu setzt es die zusätzlichen Ventile im Pumpenblock ein, um das schleudernde Rad vorsichtig abzubremsen. Gleichzeitig sendet es eine Anweisung an das Motorsteuergerät, das Drehmoment des Motors um einen vom ABS-Modul berechneten Prozentsatz zu reduzieren. Diese Kommunikation läuft über den Fahrzeug-internen SCP-Datenbus ab. Das Motorsteuergerät reagiert durch Anpassung der Zündzeitpunktberechnung und Abschaltung einiger Einspritzventile. Der Fahrer bemerkt nur eine geringe Schubverringerng und die für wenige Sekunden blinkende TCS-Anzeige im Kombiinstrument.

Aus Sicherheitsgründen erfolgt der Bremseneingriff nur bis Geschwindigkeiten von 85 km/h, wobei das schleudernde Rad ab 40 km/h nur bei sehr hohen Schlupfwerten abgebremst wird. Die Drehmomentreduzierung erfolgt bei jeder Geschwindigkeit.

Da es sich bei TCS um eine während der Fahrt automatisch aktivierte Funktion handelt (im Gegensatz zu ABS, das nur bei Bremsenbetätigung aktiv wird), muss es auch auf Wunsch gezielt deaktivierbar sein. Hierfür steht dem Fahrer ein Schalter in der Mittelkonsole zur Verfügung. Seine Betätigung kann z.B. sinnvoll sein, wenn der Wagen über Kies oder Geröll gefahren wird, wo ein kurzzeitiges "Ausbrechen" eines Antriebsrades häufig vorkommt, oder wenn der Wagen aus dem Stand mit Eisglätte unter nur einem Vorderrad angefahren werden soll.

### 3 Rückblick: ältere Systeme

Wie in den Einleitungen der vorigen Kapitel erwähnt, hat Ford vor 12/1997 das ABS- und TCS-System von Mecatronics verwendet. Das Steuer- und Pumpenmodul mit etwas anderem Aufbau ist ebenfalls unterhalb des Bremskraftverstärkers platziert, seine Wirkungsweise ist dem des späteren Bosch-Moduls im Ergebnis gleich. Im Funktionsbereich TCS zeigen sich aber deutliche Unterschiede:

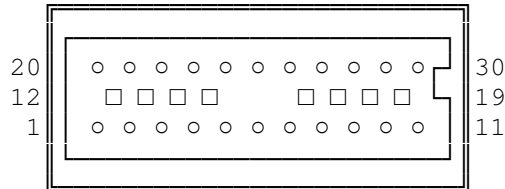
Das Mecatronics-Modul enthält im Pumpenblock jeweils zwei Ventile weniger, gleicht dieses aber durch zusätzliche druckabhängige Entlastungsventile (PCR-V) aus.

Das Mecatronics ABS-Modul hat keine Möglichkeit, dem Motorsteuergerät über SCP-Bus eine Drehmoment-Reduzierung zu befehlen. Es verwendet hierfür einen elektrischen Servo-Motor, der im Motorraum vorne rechts sitzt und in den Gasseilzug eingeschleift ist. Wird TCS aktiv, so zieht dieser Servomotor den Gasseilzug zurück und schließt damit die Drosselklappe entsprechend, um eine Verminderung der Antriebskraft zu erreichen.

Das Mecatronic-Modul hat einen höheren Strombedarf, was neben der 60A-Absicherung eine weitere Absicherung mit 30A notwendig macht.

## 4 Steckerbelegung

Der Systemstecker am ABS-Modul Bosch 5.3 wird hier schematisch mit der Anschlussbelegung dargestellt, um Art und Anzahl der Ein- und Ausgangssignale zu verdeutlichen. Anschlüsse, die nur mit enthaltenem TCS verwendet werden, sind durch "(mit TCS)" gekennzeichnet.



Pin	Kabelfarbe	Funktion / Bedeutung
1		(frei)
2	weiß/grün	Radsensor hinten rechts
3	braun/grün	Radsensor hinten rechts
4	weiß/rot	Radsensor vorn rechts
5	braun/rot	Radsensor vorn rechts
6	violett/orange	Signalleitung +12V wenn Bremspedal betätigt, von Bremslichtschalter
7	weiß/grün	Ausgang Impulssignale rechtes Hinterrad (nur mit Navigationssystem)
8	violett/gelb	Signalleitung +12V wenn Zündung eingeschaltet ist, von Sicherung F22
9	schwarz/grün	Selbsttest- und Betriebsanzeige ASR, zum Kombiinstrument, ASR-Leuchte (nur TCS)
10		(frei)
11		(frei)
12	schwarz	Lastmasse
13	rot/gelb	Stromversorgung Dauerplus, von Sicherung 3, 60 Ampere
14	rot/gelb	Stromversorgung Dauerplus, von Sicherung 3, 60 Ampere
15	schwarz	Signalmasse
16	schwarz/blau	zusätzliche Störungsanzeige, zum Kombiinstrument, Bremsen-Leuchte
17	schwarz/weiß	Sensorleitung ASR-Deaktivierung, zum ASR-Ausschalter (nur TCS)
18	schwarz/grün	ASR-Deaktivierungsanzeige, zum ASR-Ausschalter (nur TCS)
19		(frei)
20	weiß	Radsensor vorne links
21	braun	Radsensor vorne links
22	weiß/blau	Radsensor hinten links
23	braun/blau	Radsensor hinten links
24	weiß/violett	Diagnoseanschluss ISO9141, zum Diagnosestecker
25	schwarz/rot	Selbsttest- und Störungsanzeige ABS, zum Kombiinstrument, ABS-Leuchte
26	weiß/blau	Ausgang Impulssignale linkes Hinterrad (nur mit Navigationssystem)
27		(frei)
28		(frei)
29	blau	Kommunikationsanschluss SCP-Bus (nur TCS)
30	grau	Kommunikationsanschluss SCP-Bus (nur TCS)