

# Integral ABS und ASC – die neuen Fahrdynamik Regelungssysteme für BMW Motorräder. Inhaltsverzeichnis.



<b>1. Die neuen Fahrdynamik Regelungssysteme ABS und ASC.</b>	
Kurzfassung. ....	2
<b>2. Drei Generationen BMW Motorrad ABS.</b>	
Rückblick auf eine Pionierleistung. ....	5
<b>3. Funktion und Technik der neuen Integral ABS Generation.</b> .....	7
<b>4. Funktion und Technik des neuen ASC.</b> .....	12

# 1. Die neuen Fahrdynamik Regelungssysteme ABS und ASC. Kurzfassung.



Das BMW Motorrad Integral ABS geht in die nächste Generation und setzt zugleich zu einem Evolutionssprung an: von der singulären Lösung einer reinen Bremsenregelung zu einem vernetzten System. Mit dem neuen Integral ABS schafft BMW Motorrad bei reduziertem technischen Aufwand eine Plattform für zusätzliche Fahrdynamik Regelungssysteme. Sie eröffnet – wenn der Kunde dies wünscht – zukünftig die Option für weiter gehende Fahrer-Assistenzfunktionen.

Ein erster Schritt dazu ist die ab 2007 angebotene Antriebs-Schlupfregelung (Automatic Stability Control – ASC). Dieses weltweit erste System zur Antriebs-Schlupfregelung bei Serienmotorrädern wird bei den tourenorientierten Modellen der K- und Boxer-Serie als Sonderausstattung eingeführt. Wiederum erweist sich BMW als Pionier bei der Einführung von Sicherheitstechnologien beim Motorrad. Die führende Rolle, die BMW Motorrad seit mehr als 15 Jahren auf dem Gebiet der aktiven Sicherheit einnimmt, wird damit weiter ausgebaut.

Bei der Wahl des geeigneten Entwicklungspartners für beide Systeme war deren eigene Kompetenz in der Regelungstechnik und bei Funktionsvernetzungen im Fahrzeug von großer Bedeutung. Die großen Automobil-Zulieferer haben in den letzten Jahren die technischen Herausforderungen der spezifischen Fahrdynamik bei Motorrädern und das wachsende Marktpotenzial für Regelungssysteme in dieser Fahrzeugkategorie für sich entdeckt. Die Bereitschaft, für den Motorradeinsatz bei BMW angepasste, spezialisierte Lösungen zu entwickeln, gab bei der Vorauswahl des Entwicklungspartners den Ausschlag. Anfang 2003 wurde die gemeinschaftliche Entwicklung der neuen ABS-Generation zusammen mit Continental-Teves gestartet.

## **Integral ABS.**

Die Technik wurde losgelöst vom Vorgängersystem entwickelt und das Systemlayout grundsätzlich neu konzipiert. Unter Nutzung des technologischen Fortschritts im Bereich der Hydraulik und Elektronik gelang eine Vereinfachung der Systemarchitektur bei gleichzeitiger Weiterentwicklung der Funktionalität. Höchste Verzögerungswerte und damit kürzeste Bremswege sind nun auch ohne elektrische Bremskraftverstärkung realisierbar.

Das neue BMW Motorrad Integral ABS basiert nicht mehr auf dem Plunger-Prinzip beziehungsweise dem Staudruck-Verfahren der Vorgängergenerationen, sondern ist jetzt als Ventilsystem konzipiert. Mit diesem aus dem Automobilbereich stammenden Regelungskonzept ist mittlerweile ein sehr guter Komfort erreichbar. Insbesondere die Rückwirkungen der Bremsdruckmodulation auf die Bremshebel wurden durch neuere Entwicklungen bei den Regelventilen und der Steuerung so weit reduziert, dass sie nicht mehr störend wirken. Damit wurde der Weg für den Einsatz auch im Top-Segment der BMW Motorräder frei.

Der Bremsdruck für die Vorderradbremse wird im neuen Integral ABS rein hydraulisch und allein über die Betätigungskräfte am Handhebel aufgebracht. Damit stellt sich das besonders von sportlich eingestellten Fahrern gewünschte, direktere Bremsgefühl ein. Eine Umgewöhnung beim Umstieg von Motorrädern ohne ABS ist nicht mehr erforderlich.

Die bewährte Teil-Integralfunktion, das heißt die automatische Aktivierung der Hinterradbremse bei Betätigung der Vorderradbremse, wurde auch im neuen System beibehalten. Die alleinige Betätigung des Fußbremshebels aktiviert konventionell nur die Hinterradbremse. Die Vorteile dieser Integralbremse sind – wie beim Vorgänger-System – eine unter allen Bedingungen ideale Bremskraftverteilung auf beide Räder mit Berücksichtigung des Beladungszustands, sowie verbesserte Möglichkeiten, ein Abheben des Hinterrades bei einer Vollbremsung frühzeitig zu erkennen und ihm entgegenzuwirken.

Für die Integralfunktion wird der Bremsdruck für den Hinterradkreis mittels einer elektronisch gesteuerten Hydraulikpumpe erzeugt. Dieses hat den großen Vorteil einer völlig vom vorderen Radkreis unabhängigen Drucksteuerung. Erst damit wird eine dynamische, adaptive und letztlich unter allen Bedingungen ideale Bremskraftverteilung auf das Hinterrad möglich, sowie eine völlig unabhängige Regelung. Bei Störungen an der Hydraulikpumpe oder an elektrischen Komponenten funktioniert die Hinterradbremse konventionell hydraulisch, eine Integralfunktion ist dann nicht mehr gegeben. Auf die Bremswirkung der Vorderradbremse hat dies keinerlei Auswirkung, nur die ABS-Funktion ist im Falle einer solchen Störung außer Kraft gesetzt.

### **ASC.**

Die Antriebs-Schlupfregelung ist besonders für drehmomentstarke Motorräder und bei wechselnden Verhältnissen mit glatten Untergründen eine sinnvolle, zusätzliche Assistenzfunktion. Es ist die logische Ergänzung zum ABS.

ASC verhindert das unkontrollierte Durchdrehen des angetriebenen Hinterrades beim starken Beschleunigen und den damit einhergehenden Verlust an Seitenführung, der zum Ausbrechen des Hinterrades führt. Über eine Abhebe-Erkennung und Regelungseingriffe wird außerdem dem Hochsteigen des Vorderrades beim scharfen Beschleunigen entgegengewirkt. Beide Funktionen zusammen erhöhen die Fahrstabilität und sind damit ein Beitrag zu mehr Sicherheit. Das ASC ist auch während der Fahrt jederzeit abschaltbar.

Analog zum ABS ergeben sich auch beim ASC aufgrund der Fahrphysik des Motorrades naturgemäße Einschränkungen bei der Kurvenfahrt. Die physikalisch bedingten Stabilitätsgrenzen des Motorrades in Schräglage werden durch ein ASC nicht erweitert oder gar aufgehoben!

Prinzipiell ist die Funktionsweise des Systems einfach. Die Radsensoren des ABS nehmen die Drehgeschwindigkeit der Räder auf. Über plötzliche Änderungen der Drehzahldifferenz zwischen Vorder- und Hinterrad erkennt die Elektronik ein drohendes Durchdrehen des Hinterrades. Die notwendige Rücknahme der Motorleistung erfolgt über die Motorsteuerung per Eingriff in die Zündwinkel. Für eine größere Leistungsreduzierung wird die Einspritzung für bestimmte Zeitfenster ausgeblendet. Diese Art der Regelung ist schnell und feinfühlig, die Auswirkungen auf Fahrkomfort und Dynamik sind vernachlässigbar gering.

## 2. Drei Generationen BMW Motorrad ABS. Rückblick auf eine Pionierleistung.



Motorradexperten sprachen im Frühjahr 1988 von einer „technischen Revolution“ und „vom wichtigsten Fortschritt auf dem Gebiet der aktiven Sicherheit“: Als erster Motorradhersteller der Welt brachte BMW im Modell K 100 ein elektronisch-hydraulisches Anti-Blockier-System (ABS) auf den Markt. Es wog 11,1 kg und war auf Anhieb erfolgreich. Schon 1989 bestellten rund 70 Prozent der Käufer der damaligen K 100 ihr Motorrad mit ABS. Bis Ende 1995 wurden insgesamt rund 60 000 Motorräder mit dem ABS der ersten Generation ausgeliefert.

Im Systemaufbau unterschied sich dieses Motorrad-ABS deutlich von den gebräuchlichen PKW-Systemen. Diese verwenden getaktete Hydraulikventile zur Modulation des Bremsdrucks; ein Prinzip, das nicht ganz rückwirkungsfrei ist. Bei den damaligen Ventilsystemen traten während einer ABS-Regelung Druckpulsationen auf, die deutlich im Bremshebel spürbar waren. Für den Motorradeinsatz und die gewünschte breite Akzeptanz der neuen Technologie wurden derartige Rückwirkungen als unakzeptabel eingestuft; schon bei der Einführung von ABS beim PKW hatten die Bewegungen des Bremspedals und die ungewohnten Geräusche während der Regelung anfangs die Kunden irritiert. Deshalb entwickelte BMW Motorrad zusammen mit der damaligen Firma FAG Kugelfischer ein so genanntes Plunger-System, das völlig rückwirkungsfrei arbeitete. Im Regelungsbereich steuert hier ein Regelkolben (Plunger) das Bremsflüssigkeitsvolumen und damit den Druck für die Bremse. Der Bremshebel (Hand- oder Fußbremshebel) wird während der Regelung über ein mechanisches Kugelventil hydraulisch entkoppelt, so dass keinerlei Druckpulsationen im Hebel spürbar sind. Die positive Kundenresonanz bestätigte die damalige Entscheidung für diese technische Lösung.

Bereits 1993 kam die nächste Generation, das ABS II auf den Markt. Es wurde zeitgleich mit dem ersten Modell der damals ganz neuen Vierventil-Boxer-Generation, der R 1100 RS eingeführt. Dieses neue ABS war knapp um die Hälfte leichter (5,96 kg) und deutlich kompakter als das erste ABS. Der Aufbau der Elektronik in moderner Digitaltechnik steigerte noch einmal die Zuverlässigkeit. Der größte Fortschritt lag jedoch im Bereich der Regelung. Eine integrierte Wegmessung ermittelte den Stellweg des Regelkolbens im System während der ersten Regelzyklen. Damit wurde es möglich, bereits nach wenigen Regelzyklen den optimalen Bremsdruck einzustellen und – solange keine Reibwertsprünge auftraten – nur noch minimal nachregeln zu müssen. Das Resultat waren weiche Regelvorgänge entlang der Haftgrenze der Reifen mit bester Bremskraftausnutzung.

Die Ausstattungsquote bei den mit ABS lieferbaren Modellen stieg auf fast 90% in Deutschland und im Durchschnitt aller Märkte auf beachtliche 78%. Um das Jahr 2000 hatten sich weltweit insgesamt rund 200 000 BMW Käufer für ein Motorrad mit ABS entschieden.

Die dritte ABS-Generation, das Integral ABS, wurde zur INTERMOT 2000 vorgestellt und kam im Frühjahr 2001 auf den Markt. Wieder wurde mit der Einführung ein revolutionärer Schritt vollzogen; erstmals wurde bei einem Motorrad eine elektrische Bremskraftverstärkung verwirklicht. Bei minimalen Betätigungskräften werden damit höchste Bremsleistungen erzielbar. Auch unerfahrenen Motorradfahrern gelingen durch die Bremskraftunterstützung ideal kurze Bremswege in Notsituationen. Weitere Besonderheiten waren die Integralbremsfunktion mit einer Koppelung der Bremskreise für Vorder- und Hinterrad. Der Systemaufbau mit internen Drucksensoren ermöglichte erstmals bei einem Motorrad eine beladungsabhängige, adaptive Verteilung der Bremskraft auf beide Räder. Trotz dieser erweiterten Funktionsumfänge wurde das System noch einmal leichter. Mit 4,35 kg wog es rund 20% weniger als das ABS II.

Das ABS setzte auch in der dritten Generation mit Integralausführung seinen Siegeszug in den BMW Motorrädern fort. Die Ausstattungsquote stieg bis zum Jahr 2005 weltweit auf über 80%, in einigen Modellen übertrifft sie sogar die 90%-Marke. Insgesamt wurde bis Ende 2005 über 280 000 BMW Motorräder mit dem Integral ABS ausgerüstet. Die Gesamtzahl aller mit ABS ausgelieferten BMW Motorräder überschritt bereits im September 2003 die Marke von 500 000 Einheiten.

Für das Einstiegsmodell F 650 GS wurde im Jahre 2000 ebenfalls ein ABS in die Serie eingeführt. Hierbei handelt es sich um ein Ventilsystem von BOSCH ohne Integralfunktion. Für leichtere Motorräder in diesem Hubraumsegment sind Kompaktheit, das sehr geringe Gewicht, sowie ein attraktiver Preis die maßgeblichen Kriterien. Ein auf dieser Basis weiterentwickeltes System wird ab 2006 in den neuen Mittelklassemodellen F 800 S/ST und im neuen Sportboxer R 1200 S eingesetzt. Es wiegt lediglich 1,5 kg.

### 3. Funktion und Technik der neuen Integral ABS Generation.



Mit der jetzt vorgestellten, neuen ABS Generation wird ein technischer Systemwechsel vollzogen und die Druckregelung auf der Basis eines Ventilsystems auch beim Integral ABS eingeführt. Fortschritte in der Hydraulik, bei den Regelventilen, sowie in der Elektronik ermöglichen heute mit Ventilsystemen eine ähnlich komfortable und rückwirkungsarme Regelung, wie sie für Plungersysteme oder Staudruck-Verfahren typisch ist. Im grundsätzlichen Aufbau der Bremshydraulik und in der Ventilschaltung ist das neue BMW Integral ABS mit anderen ventilgesteuerten ABS-Systemen vergleichbar; die Besonderheiten des BMW Systems liegen in der Drucksteuerung, in den intelligenten Regelstrategien und in der Integralfunktion. Diese ist als Teil-Integralsystem verwirklicht, das heißt bei Betätigung der Vorderradbremse über den Handbremshebel wird der Bremskreis für das Hinterrad automatisch mit aktiviert. Der Fußbremshebel hingegen wirkt allein auf die Hinterradbremse.

Das neue Integral ABS wird ab Spätsommer 2006 in alle Modelle der neuen K- und Boxer-Generation (Ausnahme R 1200 S) eingeführt und ersetzt das bisherige System.

#### **Prinzipfunktion der Hydraulik und Druckregelung.**

Das Funktionsprinzip des neuen Integral ABS ist vergleichsweise einfach. Der vom Fahrer über die Bremshebel und Hauptbremskolben manuell erzeugte Bremsdruck wird über ein geöffnetes Ventil (Einlassventil) unmittelbar auf die entsprechende Radbremse übertragen. Erkennen die Radsensoren und die Elektronik eine Blockierneigung des Rades, wird das Einlassventil geschlossen und ein parallel in den Radbremskreis geschaltetes Auslassventil kurzzeitig geöffnet. Über dieses fließt Bremsflüssigkeit in ein Reservoir (Niederdruckspeicher), wodurch sich der Bremsdruck an der Radbremse sehr rasch abbaut (im Bedarfsfall bis auf Null). Zeitgleich mit der Schaltung der Ventile wird eine elektrisch angetriebene Hydraulikpumpe angesteuert, die die abfließende Bremsflüssigkeit aus dem Radbremskreis in den Steuerkreis zurückfördert und so für einen Volumenausgleich im jeweiligen Bremskreis sorgt. Sobald das Rad wieder frei dreht, schließt das Auslassventil. Das Einlassventil wird geöffnet und stellt die hydraulische Verbindung zum Bremshebel und Hauptbremskolben wieder her. Der vom Fahrer über den Bremshebel erzeugte Bremsdruck erhöht nun wieder den hydraulischen Druck in den Bremssätteln. Durch eine entsprechende Taktung der Ventile wird der Bremsdruck moduliert und so die Radverzögerung den herrschenden Reibwerten und Fahrbahnverhältnissen angepasst.

### **Analoge Drucksteuerung zur Feinanpassung des Systemdrucks.**

Auf der Einlassseite kommen moderne Hydraulikventile mit veränderlichen Querschnitten zum Einsatz. Über eine entsprechende Ansteuerung erlauben sie eine kontinuierliche Steuerung des Volumenstroms beim Druckaufbau für das Rad, so dass quasi eine „Analogisierung“ der Drucksteuerung für die Bremse erreicht wird. Das bedeutet einen erheblichen Gewinn an Regelungsqualität gegenüber den früher gebräuchlichen Ventilsystemen mit festen Öffnungsquerschnitten und ihrer „Schwarz-Weiß-Charakteristik“ beim Öffnen und Schließen. Im Zusammenwirken mit entsprechenden Regelstrategien wird dadurch beim neuen BMW Integral ABS ein schneller Druckaufbau während der Regelzyklen und eine präzise Anpassung des Systemdrucks erreicht. Dies reduziert die Druckpulsationen und damit auch die Rückwirkungen auf den Handhebel; der Regelvorgang wird dadurch komfortabel.

Drei zusätzliche Drucksensoren im System erfassen kontinuierlich die Drücke. Die Kenntnis der Systemdrücke in Verbindung mit einer Auswertung vorangegangener Zyklen erlaubt bei der Regelung eine gezielte Ansteuerung des Bremsdrucks auf den jeweils notwendigen Wert. Die Anzahl und die Intensität der Regelungseingriffe während einer ABS-Bremung werden dadurch reduziert. Nach den ersten Regelungszyklen ist – solange keine Reibwertsprünge auftreten – dann nur noch eine Feinanpassung des Bremsdrucks notwendig. Das Resultat ist eine komfortable Bremsung mit optimaler Verzögerung, ideal nahe an der jeweiligen Haftgrenze. Durch die vergleichsweise kleine Modulation des Bremsdrucks bleiben die Radlastschwankungen und damit die Fahrzeugbewegungen gering. Dieses erhöht die Fahrstabilität und verbessert das Sicherheitsgefühl für den Fahrer.

Beim neuen Integral ABS ist kein elektrischer Bremskraftverstärker mehr nötig. Die Entwicklungen in der Bremsenhydraulik ermöglichen einen sehr schnellen Druckaufbau und – ebenso wichtig – einen praktisch verzögerungsfreien Druckabbau in Regelungsphasen. Damit wird unter allen Bedingungen eine augenblickliche Systemreaktion auf den Bremsenwunsch oder den Regelungsbedarf auf rein hydraulischem Wege erreicht.

### **Vollständig getrennte Radbremskreise.**

Die Bremskreise für Vorder- und Hinterrad sind beim BMW Motorrad Integral ABS vollständig getrennt ausgeführt und haben keine hydraulische Koppelung. Das erwünschte, transparente Bremsgefühl mit einem klar definierten Druckpunkt besonders für die Vorderradbremse ist unter allen Bedingungen gewährleistet.

Der Bremsdruck für das Vorderrad wird in herkömmlicher Weise vom Fahrer über den Hauptbremskolben in der Handarmatur aufgebracht und wirkt unmittelbar auf die vorderen Bremssättel. Wird ein Regeleingriff notwendig, moduliert die Elektronik über die in den Bremskreis geschalteten Ventile den Bremsdruck, wie zuvor erläutert.

Die Hinterradbremse kann ebenfalls in üblicher Weise durch Druck auf den Fußbremshebel bedient werden. Bei alleiniger Betätigung des Fußbremshebels erzeugt die Fußbremsarmatur rein mechanisch-hydraulisch den vom Fahrer gewünschten Druck, der ausschließlich auf die Hinterradbremse wirkt. Im Bedarfsfall (drohende Radblockade) wird der Bremsdruck über das Ventilsystem des ABS geregelt.

### **Integralbremse mit elektro-hydraulischer Druckerzeugung.**

Für die Integralfunktion wird der Bremsdruck für die Hinterradbremse beim Ziehen des Handbremshebels aktiv über eine elektro-hydraulische Hochdruckpumpe erzeugt. Diese Pumpe schaltet sich bei jeder Betätigung der Vorderradbremse ein; angesteuert wird sie über die Drucksensoren im Vorderrad-Bremskreis. Passend zum Vorderrad-Bremsdruck wird nach der im Steuergerät abgelegten Bremskraftverteilung automatisch der zugeordnete Druck für die Hinterradbremse aufgebaut und somit das Hinterrad bei jeder Bremsung des Vorderrades mit idealer Verzögerung abgebremst (Teil-Integralfunktion).

Der Fahrer hat auch in der Integralfunktion die Möglichkeit, über den Fußbremshebel stärker mit dem Hinterrad zu bremsen als es das Integralsystem vorgibt. Die Grenze bildet die Blockierneigung des Hinterrades, bei der die ABS-Regelung eingreift. Ist der vom Fahrer aufgebrachte Bremsdruck schwächer als der über die Integralfunktion, bleibt die Fahrerbetätigung ohne Einfluss und das Hinterrad wird gemäß der Vorgabe der Integralfunktion abgebremst.

Die ideale Bremskraftverteilung zwischen Vorder- und Hinterrad ändert sich mit der Beladung; dieses kann die Integralbremse durch Adaption berücksichtigen. Die Druckmessung im System erlaubt über einen Vergleich der Blockierdrücke in den Radkreisen einen Rückschluss auf den Beladungszustand des Motorrades und passt während einer Bremsung im Regelbereich die Bremskraftverteilung entsprechend an.

Insgesamt erlaubt die elektrohydraulische Bremsdruckerzeugung für die Integralfunktion unter allen Bedingungen eine perfekte Anpassung des Hinterrad-Bremsdrucks in Abhängigkeit zur Vorderradverzögerung (Idealverteilung), der Beladung und dem Reibwert. Der gleichzeitige Vorrang

des Fahrerwunsches ist sinnvoll nur durch diese Art der Druckerzeugung integrierbar. Bei Ausfall der Hydraulikpumpe wirkt allein der parallele Hydraulikkreis des Fußbremshebels, und die Hinterradbremse funktioniert wie eine konventionelle hydraulische Bremse.

### **Teilintegralfunktion erhöht die Sicherheit und Stabilität.**

Der Vorteil der Teilintegralbremse mit ihrer selbsttätigen, optimalen Bremskraftverteilung auf beide Räder soll an dieser Stelle noch einmal hervorgehoben werden, denn er wird häufig unterschätzt. Bei „Normalbremsungen“ unterhalb der maximalen Bremsverzögerungen, also bei der im Alltag am häufigsten vorkommenden Situation, kann das Hinterrad erhebliche Bremsleistung übertragen. Da die Seitenführungskraft am Reifen mit zunehmender Bremskraft abnimmt, erhöht die bessere Verteilung der Bremskraft auf beide Räder die Sicherheitsreserven und die Querstabilität. Dieser Vorteil kommt besonders bei den meist aufgezwungenen Bremsmanövern in Kurven zum Tragen, bei denen die Verkehrssituation die notwendige Verzögerung bestimmt. Bremst der Fahrer hier nur mit einer Bremse, muss das entsprechende Rad (in der Regel das Vorderrad) die gesamte Bremskraft übertragen. Der Vorderreifen kann dann entsprechend wenig Seitenführung aufbauen. Das Integralsystem verteilt die Bremskraft in idealer Weise auf beide Räder, so dass höhere Seitenführungskräfte an den Rädern zur Verfügung stehen (gültig nur für Bremsungen außerhalb des Regelbereichs). Innerhalb der physikalischen Grenzen ist somit maximale Stabilität beim Bremsen gewährleistet.

Neben der Erhöhung der Seitenkraftreserven bietet die Teilintegralfunktion auch eine bessere Erkennung eines abhebenden Hinterrades bei der Vollbremsung. Während herkömmliche Zweikanal-ABS-Bremssysteme nur Raddrehzahlsignale auswerten können, liefert das BMW Integralsystem mehr Informationen. Es stehen sowohl die Drucksignale in beiden Bremskreisen als auch die Raddrehzahlen beider Räder zu Verfügung, woraus Rückschlüsse auf die Verzögerung möglich sind und sich die Tendenz zum Abheben des Hinterrades eindeutig erkennen lässt. Die frühzeitige und wirkungsvolle Gegensteuerung durch eine gezielte Rücknahme des Bremsdrucks für das Vorderrad erhöht die Fahrstabilität und gewährleistet maximale Verzögerung. Vorteilhaft ist, dass der Fahrzustand aktiv erkannt und damit beispielsweise auch der Beladungszustand berücksichtigt wird.

### **Kompakter und leichter Druckmodulator als Herzstück des Systems.**

Sämtliche Funktionselemente des Integral ABS sind im Druckmodulator untergebracht. Sein kompaktes Gehäuse beherbergt die Regelventile, die Drucksensoren und Hydraulikpumpen mitsamt ihres elektrischen Antriebs. Auch die Steuerelektronik ist im Druckmodulator integriert. Er ist damit das Herzstück des Integral Bremssystems. Die gesamte Funktionseinheit wiegt nur noch 2,3 kg und ist damit um rund 50% leichter als das Vorgängersystem.

### **Diagnosefähigkeit und Ausfallsicherheit.**

Das neue Integral ABS ist in vollem Umfang diagnosefähig. Sämtliche Funktionen und Sensoren werden von der Elektronik im Betrieb permanent überwacht. Die Dauer der Initialisierungsphase nach dem Einschalten der Zündung konnte gegenüber dem Vorgängersystem merklich verkürzt werden. Eventuelle Fehlfunktionen werden in einem nichtflüchtigen Speicher abgelegt und können in der Werkstatt ausgelesen werden. Bei Störungen an elektrischen oder elektronischen Komponenten werden die Regelventile mechanisch (über Federn) in ihre Grundstellung gebracht. Damit besteht immer eine unmittelbare hydraulische Verbindung zwischen den Bremsarmaturen und den Bremssätteln wie bei einer konventionellen Bremse ohne ABS. Die Bremse funktioniert in diesem Fall hinsichtlich Bremsleistung und Dosierbarkeit wie üblich, lediglich die ABS-Regelung und gegebenenfalls die Integralfunktion stehen nicht mehr zur Verfügung.

### **Abschaltbares ABS für den Offroad-Einsatz.**

Für einen Offroad-Einsatz ist auch das neue Integral ABS wiederum abschaltbar. Diese Funktion wird nur für die R 1200 GS/GS Adventure angeboten. Auch bei abgeschaltetem ABS bleibt die Integralfunktion erhalten, was im Gelände oft sehr hilfreich sein kann. Um das Motorrad zum Beispiel am Hang auf losem Untergrund festzuhalten, genügt mit dem Integral ABS ein einfaches Ziehen am Handbremshebel. Die eingeleitete Hinterradbremung mit guter Wirkung (aufgrund der Radlastverlagerung auf das Hinterrad) hält das Motorrad sicher fest und verhindert das Wegrutschen nach hinten. In gleicher Weise wird das Anfahren aus dieser Situation erleichtert, weil man den Fuß nicht mehr zum Bremsen benötigt und sich gegebenenfalls mit beiden Beinen am Boden abstützen kann.

## 4. Funktion und Technik des neuen ASC.



ASC (Automatic Stability Control) begrenzt und regelt den Schlupf des angetriebenen Hinterrades. Es verhindert das unkontrollierte Durchdrehen des Hinterrades beim Beschleunigen auf glatten Fahrbahnen und beugt damit einem Verlust an Seitenführung vor. ASC ist das logische Gegenstück zum ABS und ein erster Schritt in Richtung erweiterter Fahrer-Assistenzsysteme zur Fahrdynamik-Regelung beim Motorrad. BMW bietet derzeit als einziger Motorradhersteller eine Traktionsunterstützung als Option (Sonderausstattung) bei Serienmotorrädern an. Zur Markteinführung ab 2007 können die Kunden das ASC-System für alle Boxer-Modelle mit Ausnahme des Sportboxers R 1200 S, sowie für die K 1200 GT bestellen. ASC ist nur in Kombination mit dem Integral ABS möglich (ABS ohne ASC ist selbstverständlich wie bisher erhältlich).

ASC unterstützt den Fahrer beim Beschleunigen auf schwierigen und glatten Untergründen und bietet insbesondere bei rasch wechselnder und schwer einzuschätzender Griffigkeit des Fahrbahnbelags ein Plus an Sicherheit. Das ASC ist weder dafür konzipiert, die maximal mögliche Beschleunigung zu erzielen noch geeignet für Extrembeschleunigungen aus sehr großer Schräglage. Innerhalb der physikalischen Grenzen kann es jedoch auch bei Kurvenfahrt ein seitliches Ausbrechen des Hinterrades beim Beschleunigen vermindern und somit zur Erhöhung der Fahrstabilität beitragen. Die natürlichen, physikalisch gegebenen Stabilitätsgrenzen eines Einspurfahrzeugs kann ASC aber keinesfalls erweitern, und es entbindet den Fahrer auch nicht von einer angepassten Gasdosierung in großer Schräglage.

Als zusätzliche Funktionalität wirkt das ASC über Regelungseingriffe einem Aufsteigen des Vorderrades beim harten Beschleunigen entgegen. Auch dies ist ein Beitrag zu mehr Sicherheit.

### **Funktion und Regelung.**

Das ASC nutzt die Radsensorik des ABS zur Drehzahlerfassung sowie die entsprechenden Diagnosefunktionen für diese Sensoren. Der Radschlupf wird von der Motorelektronik über einen Drehzahlvergleich zwischen Vorder- und Hinterrad ermittelt. Wird eine Tendenz zum Durchdrehen des Hinterrades erkannt, übernimmt das elektronische Motormanagement die Regelungseingriffe und steuert das Antriebsmoment auf den vom Reifen noch übertragbaren Wert. Im ersten Schritt erfolgt die Rücknahme der Drehmomentabgabe über eine Zündwinkelverstellung (Zündzeitpunkt in Richtung „spät“).

Ist eine größere Reduzierung notwendig, wird die Einspritzung für bestimmte Zeitintervalle ausgeblendet. Diese Art der Regelung ist schnell und feinfühlig, der Fahrkomfort und die Dynamik werden nur geringfügig beeinträchtigt. Dem Fahrer wird der Regeleingriff mittels einer schnell blinkenden Kontrolllampe angezeigt. Ist ein Regeleingriff nicht gewünscht, kann der Fahrer das ASC jederzeit, auch während der Fahrt, mit einem einfachen Knopfdruck abschalten.

### **Zusätzliche Geländeabstimmung für die GS-Modelle.**

Für den Offroad-Einsatz ist für die Modelle R 1200 GS und R 1200 GS Adventure eine zusätzliche Geländeabstimmung entwickelt worden und in der Steuerung abgelegt. Sie berücksichtigt die Schlupfcharakteristik von losem Untergrund und lässt dort höhere Schlupfwerte zu. Mit dem ASC-Taster kann zwischen Straßen- und Geländebetrieb gewechselt werden. Für die Straße ist die Geländeabstimmung nicht geeignet.

### **Höchste Funktionssicherheit durch Integration der Regelungssysteme.**

Das ASC wurde zusammen mit dem neuen Integral ABS entwickelt. Die Software der ASC-Funktion wird innerhalb der Elektronik der Motorsteuerung programmiert. Damit ist kein separates Steuergerät für das ASC erforderlich, wodurch Gewicht und Bauraum gespart werden. Durch die Systemintegration entfallen zusätzliche Anschlüsse, was der Funktionssicherheit zugute kommt und denkbare Störungsrisiken verringert.

Wie alle elektronischen Steuerungsfunktionen verfügt auch das ASC über eine Eigendiagnose und einen Fehlerspeicher, der beim Service ausgelesen werden kann. Steht das ASC nicht zur Verfügung, wird dies dem Fahrer über die Kontrolllampe angezeigt.