

# GUTE FAHRT

**7/81 DM 3.-**

Schweiz sfr 3.30  
Österreich öS 24.-  
Italien L 2000.-  
Spanien ptas 140.-  
Niederlande hfl 3.50  
Belgien bfr 57.-  
Luxemburg lfr 54.-  
Dänemark dkr 11.-  
Schweden skr 9.-  
Norwegen nkr 9.50  
Jugoslawien din 30.-  
Griechenland dr 90.-  
Printed in Germany

Delius Klasing  
Verlag



**Ferien in  
Österreich  
Gas-Antrieb  
statt Benzin**

Golf • Jetta • Audi 80  
**Tuning heute**



**Sorglers Turbo-Triebwerk  
Langenbergs Siebenzoll-Fahrwerk  
Abts Normalbenzin-Maschine  
Öttingers Sechzehnventiler**



Test Audi 200 mit Anti-Blockier-System

# Bremsen

Fotos: Focke



Testfahrzeuge: Mit und ohne ABS



Technik: Fühler an jedem Rad



Systemvorteil: Beim Bremsen lenkbar

# ohne Panik

Das Luxusmodell im Audi-Programm, der Audi 200, ist nun mit dem automatischen Anti-Blockier-System ABS zu haben. Viele

sehen im ABS einen der wichtigsten Fortschritte der Automobiltechnik. Lohnt sich der Mehrpreis? GUTE FAHRT prüfte das System.

**F**ast rituell geht die Einführung des Anti-Blockier-Systems ABS vonstatten: erst Mercedes, dann BMW, dann Audi. Jeder dieser Automobilhersteller befaßt sich schon lange mit dem Problem, das verunsichernde Blockieren der Räder beim Bremsen zu verhindern. Porsche, bei den ABS-Anbietern noch heute nicht vertreten, machte schon 1967 Versuche mit einem blockier-geregelten Bergrennwagen. Daimler-Benz ging Anfang der 70er Jahre mit ABS-Demonstrationen an die Öffentlichkeit – aber die Einführung in die Serie ließ auf sich warten. Warum?

Das Problem läßt sich auf einen Nenner bringen: Sicherheit. ABS bringt Sicherheit – aber nur, wenn das System mit Sicherheit funktioniert. Es kann vorkommen, daß ein Fahrer monatelang die Anlage nicht in Anspruch nimmt. Gerät er aber in eine Notlage und bremst, weil er sich auf ABS verläßt, zum Beispiel in einer Kurve, dann kann ein Versagen der Anlage lebensgefährlich sein. Das heißt: entweder die Anlage muß sicher funktionieren, oder sie muß, da jede Technik auch einmal einen Fehler haben kann, sicher anzeigen, daß sie nicht arbeitsbereit ist.

Die Sicherheitsschaltung erwies sich als das schwierigste Problem der ABS-Entwicklung: Die Anlage muß sich ständig selbst in allen Funktionen überprüfen. Würden die Menschen nicht unterdessen bis zum Mond geflogen sein – es gäbe vielleicht noch heute kein ABS. Denn Regeltechnik jener Art, wie sie für die ABS-Sicherheitsschaltung notwendig ist, gab es erstmals bei Weltraumfahrzeugen.

Entsprechend aufwendig und schwierig war die Entwicklung. Die Firma Teldix (gebildet von den Konzernen Telefunken und Bendix) machte das ABS-System vor zehn Jahren praxisreif. Die Probleme einer für den Serieneinbau im Auto geeigneten Sicherheitsschaltung waren jedoch so groß, daß man einen in der Auto-Elektronik erfahrenen Partner brauchte. So übernahm Bosch die Firma Teldix und die ABS-Entwicklung. ABS ist also heute ein

Bosch-Erzeugnis, das in Zusammenarbeit mit den Autoherstellern den jeweiligen Fahrzeugen angepaßt wird. Auf Mercedes, BMW und Audi (die Reihenfolge wurde vertraglich festgelegt) werden noch andere folgen.

Es wird wohl künftig auch noch andere Systeme geben als ABS. Weil diese Bezeichnung dem Bosch-System vorbehalten ist, werden Anlagen dieser Art heute unter dem Begriff ABV (automatische Blockier-Verhinderer) zusammengefaßt. Das heutige ABS gehört schon zur zweiten Generation dieser ABV – wenn man rein mechanische Systeme wie das in Flugzeugen verwendete Dunlop Maxaret einmal außer acht läßt. Andere Hersteller, auch Bosch, arbeiten schon an der dritten Generation, die vor allem billiger sein soll, aber spezielle Bremsanlagen voraussetzt. Die Schätzungen, wann es so etwas geben soll, schwanken zwischen fünf und zehn Jahren. Man hofft auf einen Preis von rund 1000 DM.

Das heutige ABS kostet fast 3000 Mark. Aus diesem Grund gilt ABS als Luxus-Zubehör. Letztlich aber ist Sicherheit kein Luxus. Man muß die heutigen Anlagen also als Vorboten künftiger billigerer Anlagen sehen. Auch hydraulische Bremsen, Scheibenbremsen und Bremsverstärker kamen zunächst in exklusiven Autos – heute gibt es sie überall.

## Der Audi 200 als Vorreiter

Bei Audi übernimmt der Audi 200 die Aufgabe des Vorreiters. Man erinnert sich: Anfang 1980 kam Audi mit diesem Modell. Man machte den Audi-Leuten damals den Vorwurf, ihr exklusives Auto im falschen Moment auf den Markt gebracht zu haben. Denn die „obere Mittelklasse“ trat zu dieser Zeit gerade den Rückzug an – nicht nur bei Audi. Viele Käufer scheuten vor hohem Preis und hohem Verbrauch zurück.

Was den Verbrauch angeht, wurde der Audi 200 jedoch zu Unrecht verdächtigt. Vielleicht spielte dabei das Modell 200 Turbo eine Rolle, das

gleichzeitig auf den Markt kam: Mit einem sportlich-voll gefahrenen Turbo kann man einige Liter mehr verbrauchen als gewohnt. Aber nicht mit dem Audi 200 5E, dessen Sparsamkeit es mit vielen kleineren, weniger leistungsfähigen und komfortablen Autos aufnehmen kann.

Gerade der 200 5E verdient mehr Aufmerksamkeit, als ihm bisher zuteil wurde. In Preis und Leistung liegt er in der gleichen Größenordnung wie die entsprechenden Modelle von Mercedes und BMW. Aber er ist der einzige Frontantriebswagen in der deutschen oberen Mittelklasse und hat somit, besonders im Winter, etliche Fahr-Vorteile zu bieten, die nun einmal zum Frontantrieb gehören. Im Komfort, im Raumangebot und in der Ausstattung steht er der Konkurrenz nicht nach – er schneidet sogar bei detaillierten Vergleichen recht gut ab.

Äußerlich präsentiert sich der Audi 200 luxuriöser als so manches gleichzeitige Modell. Geschickte Aufwertung an Grill und Scheinwerfern, spezielle Lackierung und serienmäßige Leichtmetallräder, die durch dunkle Eloxierung einen Hauch von vornehmer Eleganz verströmen, heben ihn unverkennbar vom Audi 100 ab. Breitreifen, Fünfganggetriebe, Servolenkung, Zentralverriegelung und elektrische Fensterheber gehören zur Serienausstattung, im Inneren sorgen samtige Polsterstoffe und weiche Teppiche für jenen Eindruck von Gedeihenheit und Wohlstand, der in dieser Preisklasse zu erwarten, aber meist erst gegen saftige Aufpreise zu haben ist.

Zahlreiche Testkilometer mit einem Audi 200 5E ohne ABS, teils bei winterlichen, teils auch bei frühlingshaften Bedingungen, erwiesen dieses Auto als angenehmen Partner, dem nichts fehlt, was man bei gehobenen Ansprüchen heute an Komfort und Leistung erwarten kann. Das gilt auch für die Laufruhe und Elastizität des Motors – der Verbrauch freilich liegt deutlich niedriger als bei den meisten sechszylindrigen Konkurrenten. Das kommt nicht zufällig, denn Benzineinspritzung und fünfter Gang machen sich höchst segensreich bemerkbar.

## Bremsen – mit und ohne ABS

Was das Fahren angeht, kann der Audi 200 gegenüber seiner Konkurrenz eher als überlegen eingestuft werden. Zumindest unter winterlichen Verhältnissen bereitet er weniger Probleme – mit Steigungen wird er meist ohne Ketten und sonstige Hilfsmittel fertig, losen Schnee und Schneematsch durchpflügt er spurtreu. Im Sommer sind die Unterschiede zwischen Frontantrieb und Hinterradantrieb weniger deutlich spürbar – Vorteile beim Durchfahren von Wasserflächen und bei Seitenwind sind jedoch unbestreitbar vorhanden. Hinzu kommen der gute Geradeauslauf und die leicht ansprechende, komfortable Federung der antriebslosen Hinterachse.

Beim Bremsen gibt es bekanntlich keine speziellen Frontantriebs-Vorzüge. Freilich auch keine Nachteile – der Audi 200 kann mit seinem spurstabilisierenden Lenkrollradius und (anders als der Audi 100) Scheibenbremsen an allen vier Rädern eine Bremsanlage aufweisen, die auf die Ansprüche des leistungsstarken 200 Turbo zugeschnitten und somit Spitzenklasse ist.

Es bremst sich also gut mit einem solchen Auto – soweit man mit einer konventionellen Bremsanlage überhaupt gut bremsen kann. Denn alles normale Bremsen hat seine Grenzen an jenem Punkt, wo ein Rad die Bodenhaftung überfordert und blockiert. Von den Bremsen festgehalten, rollt es nicht mehr – es rutscht. Ein rutschendes Rad hat den Nachteil, unlenkbar zu sein, es besitzt keinerlei Seitenführungskraft mehr, und auch seine Bremswirkung ist geringer als die eines gebremsten rollenden Rades.

Schon ein einziges blockierendes Rad kann darum ein Auto aus der Fahrtrichtung bringen. Blockieren mehrere oder alle Räder, dann wird das Fahrzeug unkontrollierbar. Es rutscht irgendwo hin, wobei es sich oft noch querstellt oder um die Hochachse dreht. Man kann das sehr schön an den Bremsspuren sehen, die immer wieder die



**Ohne und mit ABS:  
Das linke Fahrzeug,  
ohne ABS, wird aus der  
Kurve getragen; es ist  
bei Vollbremsung lenk-  
unfähig. Der rechte  
Wagen, mit ABS, ist  
trotz scharfer Bremsung  
weiterhin lenkbar**

# Bremsen ohne Panik

Fahrbahn zieren und von Panikbremsungen stammen – mit oder in glücklichen Fällen auch ohne nachfolgenden Unfall.

Denn der Mensch neigt dazu, bei Gefahr voll auf die Bremse zu treten. Damit kann er sogar auf griffiger Betonbahn die Bodenhaftung überfordern. Befindet er sich in einer Kurve, kommt das Fahrzeug besonders leicht ins Rutschen, denn die Kurvenfahrt nimmt schon soviel von der Bodenhaftung in Anspruch, daß die Blockiergrenze schnell überschritten ist. Weil die Fliehkraft das Auto nach außen zieht, landet es sofort im Aus. Darum lernt man schon in der Fahrschule, daß man in Kurven das Bremsen tunlichst unterlassen soll.

Diesen physikalischen Bedingungen unterliegt jedes Auto. Man kann sie nicht außer Kraft setzen – aber man kann ihrer Wirkung entgehen, wenn man das Blockieren vermeidet. Dafür gibt es allherhand Regeln – zum Beispiel die „Stotterbremse“: Man nimmt die Fußkraft am Pedal zurück, sobald sich das Geräusch eines rutschenden Rades oder eine vom Blockieren herrührende Lenk-Unsicherheit zeigt, und man vergrößert die Fußkraft wieder, wenn das Fahrzeug unter Kontrolle ist. Solche Künste haben jedoch ihre Grenzen – einmal in der menschlichen Reaktionsfähigkeit, zum

ändern in der panikanfälligen Psyche.

Der Grundgedanke, das Blockieren mit technischen Mitteln zu verhindern, ist schon alt. Befriedigend realisieren läßt er sich beim Auto jedoch erst mit Hilfe der Elektronik, die sehr schnell Meßwerte registrieren und in Regelungs-Vorgänge umsetzen kann. Beim Bremsen mit ABS passiert etwas Ähnliches wie bei der Stotterbremse: Ein Sensor registriert, daß das Rad blockieren will, und er veranlaßt eine Reduzierung des Bremsdrucks. Erhöht sich die Geschwindigkeit des Rades wieder, dann erhöht er auch den Bremsdruck und vermindert ihn dann wieder bei Erreichen der Blockiergrenze. Und so weiter.

## Zehnmal stottern pro Sekunde

Dieser Regelvorgang findet bis zu zehnmal in der Sekun-

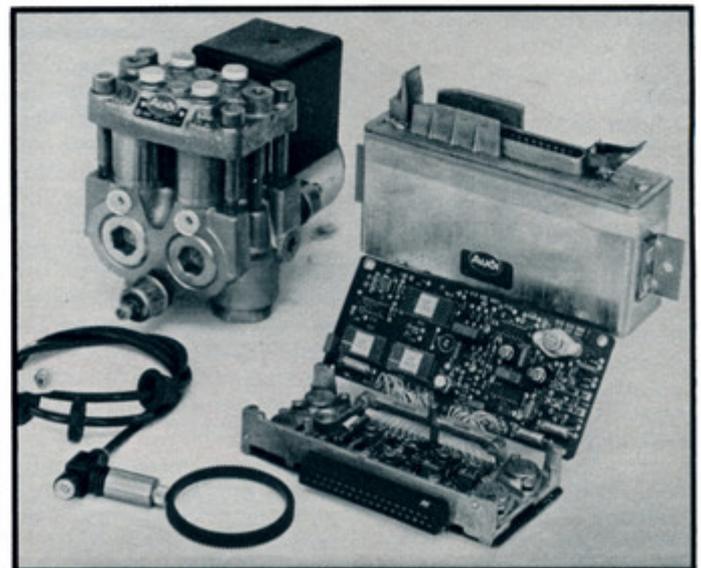
**ABS-Materialaufwand:  
Drehzahlfühler an jedem  
Rad, links unten im  
Bild, prüfen die Raddreh-  
ung. Eine Pumpe, links  
oben, dosiert die Brems-  
flüssigkeit. Ein Computer  
steuert das System und  
überwacht sich selbst**

de statt – also viel schneller, als ein Fahrer mit dem Fuß „stottern“ kann. Und ABS reduziert den Bremsdruck nur an den Rädern, an denen Blockiergefahr besteht. Der „stotternde“ Fahrer dagegen muß die Bremskraft stets an allen Rädern reduzieren, und dadurch verschenkt er Bremsweg.

Es hängt nicht nur vom Fahrer ab, wann und wie oft die ABS-Anlage ihre Fähigkeit unter Beweis stellt, das Blockieren zu verhindern. Die größere Rolle spielt der Fahrbahnzustand: Auf griffiger Bahn können nur kräftige Vollbremsungen zum Blockieren führen – und Vollbremsungen sind selten. So ist es kein Wunder, daß das System unter Umständen monatelang nicht aktiviert wird – zumal im Sommer.

Wird dagegen die Bodenhaftung durch Eis und Schnee gemindert, dann rückt die Möglichkeit des Blockierens näher an den normalen Fahrbereich heran. Schon mittelstarkes Bremsen, auf Glatteis sogar Antippen des Bremspedals kann genügen, um die Reibung zwischen Reifen und Fahrbahn zu überfordern. Das ABS arbeitet in diesem Fall genauso wie bei einer Vollbremsung auf griffiger Straße: Selbst wenn der Fahrer kräftig auf das Pedal tritt, läßt es nur so viel Bremskraft wirksam werden, daß die Räder nicht blockieren. Der Fahrer merkt das Arbeiten der Regelung am Pulsieren des Pedals: Zehnmal in der Sekunde schickt das Gerät über eine Rückförderpumpe nicht benötigte Bremsflüssigkeit zurück. Ein elektronisches Steuergerät gibt die Anweisungen, ein Hydro-Aggregat führt sie aus.

An der Blockiergrenze ist also der Fahrer nur noch so weit beteiligt, wie er mit seinem Fuß den Befehl gibt, so gut wie möglich zu bremsen. Alles weitere tut die Regelung – so gut wie möglich. Sie kann keineswegs zau-



## So funktioniert ABS

- Fühler messen ständig die Drehgeschwindigkeit aller vier Räder.
- Beim Bremsen vergleicht ein Rechner die Rad-Drehzahl mit der Wagen-Geschwindigkeit.
- Sinkt an einem Rad die Drehzahl unproportional ab, wird an diesem Rad der Bremsdruck durch ein Magnetventil so eingestellt, daß das Rad nicht blockieren kann.
- Das Magnetventil arbeitet in drei Stufen: in der ersten kann der Druck ungehindert zunehmen, in der zweiten wird er durch Sperrung der Verbindung zum Hauptbremszylinder konstant gehalten, in der dritten wird er durch Freigabe eines Rücklaufes in einen Speicher gesenkt. Neigt ein Rad zum Blockieren, schaltet das Magnetventil sofort in die dritte Stufe.
- Eine Rückförderpumpe pumpt die in den Speicher geflossene Bremsflüssigkeit in den Hauptbremszylinder zurück.
- Nimmt die Radgeschwindigkeit wieder zu, gibt das Magnetventil den Zulauf wieder frei, so daß sich der Druck im Radbremszylinder wieder erhöht.
- Nähert sich das Rad wieder dem Blockierzustand, beginnt der gleiche Vorgang von Neuem. Er kann bis zu zehnmal in der Sekunde ablaufen.
- Bei jedem Starten des Motors läuft ein automatisches Prüfprogramm ab, bei dem Radgeschwindigkeiten künstlich simuliert und alle Komponenten aktiviert werden. Bei einer Störung schaltet das Gerät ab und signalisiert den Ausfall über eine Kontrollampe.
- Bei Stromausfall im Wagen schaltet das Gerät auf die normale Bremse um.

bern. Auf Glatteis läßt sie nur minimale Bremskräfte zu, und entsprechend lang ist der Bremsweg. Aber er ist immer noch kürzer, als er mit blockierten Rädern ausfallen würde: Man kann bei Nässe und Eis mit 25 bis 40 Prozent Verkürzung rechnen, auf griffiger Bahn immerhin noch mit 10 bis 15 Prozent.

## Vollbremsen und – lenken!

Für den Fahrer bedeutet der Umgang mit ABS eine Umstellung. Er kann Dinge tun, die sich sonst von selbst verbieten: auf rutschiger Bahn voll auf das Bremspedal treten, in der Kurve bremsen. Verführt das ABS zu einer gefühllosen, unvernünftigen Fahrweise?

Die bisherigen Erfahrungen sprechen dagegen: ABS-Fahrer verändern ihr Bremsverhalten und ihre Fahrweise kaum. Sie verändern sie sogar eher zu wenig, indem sie eine Möglichkeit nicht nutzen, die lebensrettend sein kann: während des Bremsvorganges zu lenken. Bei Auffahrunfällen etwa nützt die

– bei Trockenheit ohnehin nur geringfügige – Verkürzung des Bremsweges oftmals nicht so viel, daß der Aufprall ohne Ausweichen vermieden werden kann. Aber das Ausweichen ist mit einem ABS-Auto nahezu ohne Bremsweg-Verlust möglich – man kann während der Vollbremsung lenken, während man im Normalauto die Bremskraft stark vermindern muß, wenn man den Kurs ändern will.

Man darf also das Lenken nicht vergessen, wenn man die Möglichkeiten des ABS im Gefahrenfall voll ausnutzen will. Die Lenkbarkeit des gebremsten Wagens ist – neben der Blockierverhinderung – der wichtigste ABS-Vorteil. Man kann auch sagen: die Bremsbarkeit des gelenkten Wagens, denn umgekehrt gilt auch, daß man während des Lenkens bremsen kann. Die Möglichkeit, in der Kurve zu bremsen, könnte theoretisch zu einem gewissen Leichtsinne des Fahrers führen, aber in der Praxis ist dies kaum der Fall, und zwar aus einem einfachen Grund: Das ABS kann zwar das Blockieren der Räder in der Kurve verhindern, aber

nicht das Herausrutschen bei zu hoher Geschwindigkeit. Der Fahrer behält also – zu Recht – sein Angstgefühl, wenn er zu schnell in eine Kurve geht. Aber er kann durch ABS mit geringerem Risiko versuchen, das Tempo noch in der Kurve zu verringern.

Regelung wurde diesem Fall sogar eigens angepaßt: Sie ist so ausgelegt, daß in der Kurve „Seitenführungskraft vor Bremskraft“ geht. In dem berühmten Grenzbereich, in dem das Auto seitlich zu rutschen beginnt, läßt sich also keine Bremswirkung mehr hervorbringen. Erfasst werden von der Regelung auch die besonderen Verhältnisse des Aquaplaning: es ist dafür gesorgt, daß das aufschwimmende und daher unbremzbare Rad sofort wieder bremst, wenn es Fahrbahnkontakt bekommt.

## Wer will – kann abschalten

Es gibt wenige, mehr theoretische, Situationen, in denen das ABS keine Vorteile oder sogar geringfügige Nachteile mit sich bringt. In losem Geröll oder dickem Schneematsch zum Beispiel „reißt“ ein blockiertes Rad die Oberfläche auf, schiebt einen bremsenden Wall vor sich her und erreicht unter Umständen eher den griffigeren Untergrund.

Wer in solchen seltenen Fällen auf die ABS-Wirkung verzichten möchte, für den hat Audi einen Schalter eingebaut, mit dem die Anlage ausgeschaltet werden kann. Es lassen sich damit auch Demonstrationen „mit und ohne“ inszenieren, die besonders wirkungsvoll ausfallen, wenn man – wie Audi bei der Werksvorführung – einen freien Platz teilweise mit Schmierseife bestreicht. Im Normalfall aber sollte man den Schalter lieber in Ruhe lassen. Er schaltet die Anlage auch nur vorübergehend aus – nach dem nächsten Abschalten und Wiedereinschalten der Zündung ist sie automatisch wieder betriebsbereit.

Nicht nur das: bei jedem Start läuft ein Prüfprogramm aller Funktionen ab – auch der Magnetventile und der Rückförderpumpe, die für die rich-

tige Dosierung des Hydraulik-Drucks sorgen. Tritt eine Störung auf, wird das ABS abgeschaltet, am Armaturenbrett leuchtet eine Warnlampe auf. Das gleiche ist der Fall, wenn im Wagen aus irgendeinem Grund die Stromversorgung ausfällt.

Bei abgeschaltetem ABS verhält sich der ABS-Audi wie jedes andere Auto mit normaler Bremsanlage. Denn das gehörte zu den Voraussetzungen der ABS-Entwicklung: Die Regelung darf die normalen Bremsfunktionen nicht verändern. Die einzige Änderung der Bremsanlage besteht beim Audi 200 darin, daß die Zweikreis-Aufteilung nicht diagonal, sondern nach dem System vorn/hinten erfolgt.

Ausfälle sind übrigens beim ABS so gut wie ausgeschlossen, denn in zehn Jahren Serienentwicklung war die Zuverlässigkeit einer der wichtigsten Punkte. Die Zahl der Teile wurde erheblich verringert – in der Elektronik zum Beispiel von ursprünglich 800 auf 120. Es gibt keine außenliegenden beweglichen Teile, die durch Schmutz oder Nässe beeinflusst werden können.

Kein Zweifel: ABS ist einer der größten Fortschritte, die es im Automobilbau der letzten Jahre gegeben hat. Hier wird einer der wesentlichen Nachteile des Autos, nämlich die Gefährlichkeit des Blockierens der Räder beim Bremsen, aufgehoben. Auch wenn die praktischen Vorteile des ABS besonders im Winter zum Vorschein kommen – ABS ist keineswegs nur eine Winter-Angelegenheit. Denn im Sommer sind Blockierbremsungen zwar seltener, aber sie finden meist bei höherer Geschwindigkeit statt und sind darum gefährlicher.

Bleibt also nur zu bedauern, daß die Anlage so teuer ist und nur in das teuerste Audi-Modell eingebaut wird. Ihr Serienbau in andere Modelle ist allerdings technisch kein Problem. Am Preis dagegen läßt sich einstweilen nicht rütteln – und auch nicht an der Frist von mehreren Jahren, die bis zur Reife der nächsten, billigeren ABS-Generation vergehen wird. Gefühvoll zu bremsen, bleibt also auch weiterhin eine lernenswerte Kunst.

Reinhard Seiffert