

September 2021

PRESSE-INFORMATION

Mehr als 40 Jahre quattro

Kompakt informiert	2
Das Wichtigste zu über 40 Jahren quattro-Technologie	
Die Fakten	6
Die Highlights auf einen Blick	
Über 40 Jahre quattro – Mehr als 40 Jahre Vorsprung	8
Die Erfolgsbilanz	8
Die mechanischen quattro-Systeme	8
quattro 2.0: Elektrischer Allradantrieb und elektrisches Torque Vectoring	11
Dem Wettbewerb voraus: Die Technik-Meilensteine	12
quattro im Motorsport	13
Faszination quattro	15
Aus der Praxis: quattro-Erprobung am Polarkreis	17
Werkstattgespräch mit vier Entwicklern	
Verbrauchsangaben	24



Kompakt informiert

Vier Ringe, vier angetriebene Räder: vier mal zehn Jahre quattro

- **Erfolgstechnologie: Seit 1980 rund 11,2 Millionen Audi mit Allrad produziert**
- **Für jedes Technikkonzept steht eine maßgeschneiderte quattro-Lösung bereit**
- **Neue quattro-Technologie mit elektrischem Torque Vectoring im Audi e-tron S* und e-tron S Sportback***

Wer quattro sagt, meint Audi, und wer Audi sagt, meint sehr oft quattro: Das Prinzip der vier angetriebenen Räder ist eine tragende Säule der Marke – über 40 Jahre hinweg. Seit dem Debüt des Ur-quattro auf dem Genfer Automobilsalon 1980 hat Audi rund 11,2 Millionen Autos mit quattro-Antrieb produziert und die Allrad-Technologie immer weiter vorangetrieben. Ihr jüngster Stand ist der elektrische quattro mit elektrischem Torque Vectoring.

Über 40 Jahre quattro: Die Erfolgsbilanz und die Modellpalette

Die Bilanz aus über 40 Jahren quattro ist eindrucksvoll. Bis einschließlich 2020 hat Audi 11.199.144 Autos mit Allradantrieb gefertigt. Im Jahr 2020 besaßen 45,31 Prozent aller produzierten Audi Modelle einen quattro-Antrieb – er ist eine tragende Säule der Marke mit den Vier Ringen. Vom kompakten A1 abgesehen, ist er in jeder Modellreihe zu haben. Alle großen und besonders starken Typen sowie sämtliche S- und RS- Modelle bringen ihre Kraft serienmäßig über alle vier Räder auf die Straße.

quattro 2.0: Elektrischer Allradantrieb und elektrisches Torque Vectoring

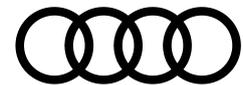
Mit dem e-tron* und dem e-tron Sportback* ist Audi 2019 in das Zeitalter nachhaltiger Elektromobilität gestartet – und in die Ära des elektrischen Allradantriebs. In beiden SUV-Modellen treiben E-Maschinen die Vorder- und Hinterachse an. In enger Vernetzung regeln die Fahrwerks- und Antriebs-Steuergeräte die ideale Verteilung der Antriebsmomente zwischen ihnen – permanent, vollvariabel und innerhalb weniger Sekundenbruchteile.

Aus Effizienzgründen nutzen die Elektro-SUV in den meisten Fahrsituationen nur die hintere E-Maschine. Falls mehr Leistung angefordert wird, als sie bereitstellen kann, wird das vordere Aggregat blitzschnell zugeschaltet. Das geschieht auch vorausschauend, bevor bei Glätte oder schneller Kurvenfahrt Schlupf auftritt oder das Auto unter- oder übersteuert. Das Resultat ist ein hochpräzises Handling, dessen Charakter sich über die Fahrwerks-Regelsysteme in weiten Bereichen einstellen lässt – von kompromisslos stabil bis sportlich.

Anfang 2020 hat Audi die erste Ausbaustufe des elektrischen Allradantriebs nachgelegt: das elektrische Torque Vectoring im Audi e-tron S* und Audi e-tron S Sportback*, also das Verschieben der Kräfte zwischen den Hinterrädern, die jeweils von separaten Motoren angetrieben werden.

Die angegebenen Ausstattungen, Daten und Preise beziehen sich auf das in Deutschland angebotene Modellprogramm. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



Es dauert nur Millisekunden und kann extrem hohe Momente einstellen, die das Auto so dynamisch in die Kurve einlenken lassen wie einen Sportwagen. Audi ist der erste Hersteller im Premiumsegment, der die Technologie mit drei E-Motoren in Großserie produziert.

Fünf Richtige: Die Varianten des mechanischen quattro-Antriebs

Die quattro-Technologie von Audi ist breit aufgefächert und exakt auf das jeweilige Fahrzeugkonzept zugeschnitten. Eine Gemeinsamkeit in allen Modellen ist jedoch ihre Zusammenarbeit mit der radselektiven Momentensteuerung – einer Funktion der Stabilisierungskontrolle ESC, die das Handling im fahrdynamischen Grenzbereich durch leichte Bremsengriffe unterstützt.

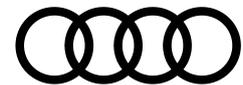
Für die Modelle mit längs eingebautem Frontmotor stehen, je nach Getriebe, zwei Technologien bereit. Beim permanenten Allradantrieb quattro, der mit der [Wandlerautomatik tiptronic](#) kooperiert, bildet ein selbstsperrendes, rein mechanisch arbeitendes Mittendifferenzial das Zentrum. Im regulären Fahrbetrieb verteilt es die Momente mit 40 Prozent zur Vorderachse und 60 zur Hinterachse leicht heckbetont für ein sportliches Fahrverhalten. Wenn nötig, schickt es bis zu 70 Prozent von ihnen auf die vordere oder bis zu 85 Prozent auf die hintere Achse.

Der auf Effizienz optimierte quattro mit ultra-Technologie – in Audi-Modellen mit S tronic oder mit Schaltgetriebe zu finden – hingegen nutzt zwei Kupplungen. Wenn das System in den effizienten Frontantrieb wechselt, koppelt die vordere – eine Lamellenkupplung am Ausgang des Getriebes – die Kardanwelle ab. Im Hinterachsgetriebe öffnet zudem eine integrierte Trennkupplung. Sie legt die Hauptverursacher von Schleppverlusten im hinteren Teil des Antriebsstrangs still. Die intelligente Steuerung des Allradantriebs blickt mithilfe einer umfassenden Sensorik und der kontinuierlichen Auswertung der Daten zu Fahrdynamik, Straßenzustand und Fahrerverhalten stets voraus. Dadurch steht der quattro-Antrieb immer schon bereit, wenn er benötigt wird. Bei Traktion und Fahrdynamik ist für den Fahrer kein Unterschied zum permanenten System zu erkennen.

Die kompakten Audi-Modelle mit quer eingebautem Motor nutzen einen eigenen quattro-Triebstrang. Sein Herzstück ist eine Lamellenkupplung mit hydraulischer Betätigung, die zugunsten der Gewichtsverteilung an der Hinterachse sitzt. Ihr Management ist so dynamisch ausgelegt, dass es schon beim Einlenken einen Teil der Momente von der vorderen auf die hintere Achse schicken kann. Auch im Hochleistungsportwagen Audi R8 mit seinem Mittelmotor arbeitet eine Lamellenkupplung, hier an der Vorderachse platziert. Sie leitet das Moment, falls erforderlich, stufenlos von den Hinterrädern auf die Vorderräder.

Über 40 Jahre quattro: Die Meilensteine

Als der Audi quattro 1980 auf dem Genfer Automobilsalon debütierte, präsentierte er eine im Pkw-Bereich völlig neue Kraftübertragung – einen Allradantrieb, der leicht, kompakt, effizient und verspannungsarm war. Damit eignete sich das quattro-Prinzip speziell für schnelle, sportliche Autos und die Fertigung in hohen Stückzahlen, und zwar von Beginn an.



Der 147 kW (200 PS) starke Ur-quattro blieb, mehrfach technisch überarbeitet, bis 1991 als Serienmodell im Programm. 1984 stellte ihm Audi den exklusiven „kurzen“ Sport quattro mit 225 kW (306 PS) Leistung zur Seite. Mit dem Audi 80 quattro wurde 1986 das bis dato ausschließlich manuell sperrbare Mittendifferenzial durch das erste selbstsperrende Mittendifferenzial ersetzt. Es verteilte die Antriebsmomente zwischen Vorder- und Hinterachse rein mechanisch im Verhältnis 50:50, unter Last flossen bei Bedarf bis zu 75 Prozent auf die Achse mit der besseren Traktion.

In den folgenden Jahren fächerte die Marke die quattro-Technologie immer weiter auf. 1995 erschien der Audi A6 2.5 TDI – der erste Diesel mit permanentem Allradantrieb. 1999 zog die quattro-Technologie in Form einer elektrohydraulisch geregelten Lamellenkupplung in die Modellreihen A3 und TT und damit ins Kompaktsegment mit quer eingebautem Motor ein. Den nächsten großen Schritt bildete 2005 das Mittendifferenzial mit der asymmetrisch-dynamischen Grundverteilung von 40 zu 60 zwischen Vorder- und Hinterachse. Mit dem Erscheinen des ersten Audi R8 debütierte 2007 eine Viscokupplung an der Vorderachse, im Jahr darauf gefolgt vom Sportdifferenzial an der Hinterachse. 2016 ergänzte der auf Effizienz optimierte quattro mit ultra-Technologie das Portfolio, und 2019 brachte Audi im e-tron* den elektrischen Allradantrieb auf den Markt.

Über 40 Jahre quattro: Der Siegeszug im Motorsport

Anfang 1981 startete Audi in die Rallye-WM, und schon im folgenden Jahr beherrschte der quattro-Antrieb das Feld. 1982 gewann Audi die Markenwertung, 1983 holte der Finne Hannu Mikkola den Fahrertitel. Am Ende der Saison 1984 waren beide Titel unter Dach und Fach, Stig Blomqvist (Schweden) wurde Weltmeister. In diesem Jahr setzte Audi zum ersten Mal den „kurzen“ Sport quattro ein, ihm folgte 1985 der Sport quattro S1 mit 350 kW (476 PS) Leistung. 1987 gewann Walter Röhrl mit einem speziell modifizierten S1 das Bergrennen am Pikes Peak in den USA – ein starker Schlussstrich unter die wilden Rallye-Jahre.

In der Folge verlegte sich Audi auf den Tourenwagensport. 1988 sicherte sich die Marke mit dem Audi 200 in der amerikanischen TransAm-Serie auf Anhieb den Marken- und Fahrertitel, im Jahr darauf traten die Vier Ringe erfolgreich in der IMSA GTO-Serie an. 1990/91 setzte Audi den großen V8 quattro in der Deutschen Tourenwagenmeisterschaft (DTM) ein und holte dabei zwei Fahrer-Meisterschaften. 1996 trat der A4 quattro Supertouring in sieben nationalen Meisterschaften an, die er alle gewann. Zwei Jahre später verbannten die europäischen Regelhüter den Allradantrieb weitgehend aus dem Tourenwagensport.

2012 startete wieder ein Allrad-Rennwagen von Audi auf der Rundstrecke – der Audi R18 e-tron quattro mit Hybridantrieb. Ein V6-TDI trieb die Hinterräder an, ein Schwungmassenspeicher versorgte zwei E-Maschinen an der Vorderachse mit [rekuperierter Energie](#) – beim Beschleunigen nutzte der Rennwagen einen temporären quattro-Antrieb. Seine Bilanz war eindrucksvoll: drei Gesamtsiege beim 24-Stunden-Rennen von Le Mans und je zwei Fahrer- und Hersteller-Titel in der World Endurance Championship (WEC).

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



Über 40 Jahre quattro: Vorsprung durch Technik

quattro ist eine Ikone – der Begriff steht für Fahrsicherheit und Sportlichkeit, für technische Kompetenz und für Spitzenleistung im Wettbewerb, kurz: für Vorsprung durch Technik. Der Erfolg der quattro-Modelle auf der Straße und im Motorsport hat dies zementiert, ergänzt von legendären Werbespots und Aktionen. 1986 fuhr Rallye-Profi Harald Demuth in einem Audi 100 CS quattro die Skischanze im finnischen Kaipola hinauf, 2005 wiederholte Audi dieses Event auf derselben, eigens dafür restaurierten Schanze mit einem S6. 2019 legte Rundstrecken- und Rallyecross-Champion Mattias Ekström (Schweden) eine ähnliche Leistung hin: Auf der berühmten [Skirennstrecke „Streif“ bei Kitzbühel](#) bewältigte er in einem Technikträger und Vorläufer des Audi e-tron S* mit drei E-Maschinen den steilsten Abschnitt bergauf – er weist bis zu 85 Prozent Steigung auf.



Die Fakten

40 Jahre Audi quattro

Die Erfolgsbilanz

- Seit 1980 rund 11,2 Millionen Audi mit [quattro-Antrieb](#) produziert
- Bilanz 2020: 750.733 produzierte Audi quattro weltweit
- quattro-Technologie serienmäßig in jedem S- und RS-Modell; derzeit 33 solcher Modelle in Deutschland auf dem Markt

Die mechanischen quattro-Technologien

Breit aufgefächertes Technikprogramm:

- permanenter Allradantrieb quattro und [quattro mit ultra-Technologie](#) für Modelle mit längs eingebautem Frontmotor; dazu [Sportdifferenzial](#) für viele Topmodelle
- quattro mit Lamellenkupplung in unterschiedlichen Ausführungen für die Modelle mit Quermotor und den Sportwagen R8

Der elektrische Allradantrieb und das elektrische Torque Vectoring

- [Elektrischer Allradantrieb](#) im Audi e-tron* und e-tron Sportback* mit zwei unabhängig voneinander geregelten E-Maschinen
- Audi e-tron S* und e-tron S Sportback* mit drei E-Antrieben, davon je zwei Elektromotoren an der Hinterachse für elektrisches Torque Vectoring

Die Technik-Meilensteine

1980 bis 1999

- Ur-quattro von 1980 und Sport quattro (1984) mit manuell sperrbarem Mittendifferenzial
- 1986 erstes selbstsperrendes Mittendifferenzial
- 1999 TT und A3 mit elektronisch gesteuerter hydraulischer Lamellenkupplung

2000 bis 2020

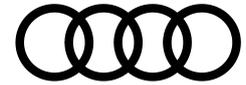
- 2005 erstes selbstsperrendes Mittendifferenzial mit asymmetrisch-dynamischer Grundverteilung (40:60)
- 2007 Audi R8 mit Visco-Lamellenkupplung
- 2008 Sportdifferenzial für die Hinterachse
- 2016 quattro mit ultra-Technologie
- 2019/2020 Audi e-tron* mit elektrischem Allradantrieb und Audi e-tron S* mit elektrischem Torque Vectoring
- 2021 Audi RS 3* mit Torque Splitter für vollvariable Momentenverteilung

quattro im Motorsport

1980er Jahre

- Von 1982 bis 1984 vier Titel in der Rallye-WM, 1985 bis 1987 drei Siege im Bergrennen am Pikes Peak, danach große USA-Erfolge in der TransAm- und IMSA GTO-Serie

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.

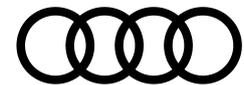


1990er Jahre

- 1990 und 1991 Fahrer-Meisterschaften in der DTM, 1996 sieben Titel in der Super-Tourenwagen-Kategorie in einer Saison

2010er Jahre

- Drei Le Mans-Siege und vier WEC-Titel durch den Audi R18 e-tron quattro



Über 40 Jahre quattro – über 40 Jahre Vorsprung

Über 40 Jahre quattro: Die Erfolgs-Technologie von Audi

Eine Erfolgstechnologie von Audi: Der quattro-Antrieb ist bereits über 40 Jahre alt. Seit der Ur-quattro 1980 debütierte, hat sich das Prinzip der vier angetriebenen Räder zu einer der stärksten Säulen der Marke entwickelt, bis heute hat Audi rund 11,2 Millionen Autos mit quattro-Antrieb verkauft. Das jüngste Kapitel der Erfolgsstory ist elektrisch: Der Audi e-tron* nutzt einen elektrischen Allradantrieb, und die e-tron S-Modelle* präsentieren bereits seine Ausbaustufe: das elektrische Torque Vectoring, also das bedarfsgerechte Verschieben der Momente zwischen den Hinterrädern.

Die Erfolgsbilanz

Wer [quattro](#) sagt, meint Audi, und wer Audi sagt, meint sehr oft quattro – 40 Jahre nach dem Debüt des Ur-quattro zieht die Marke mit den Vier Ringen eine eindrucksvolle Bilanz. Bis einschließlich 2020 hat Audi 11.199.144 Autos mit Allradantrieb produziert. Der Allradanteil 2020 betrug 45,31 Prozent.

Der quattro-Antrieb ist seit 40 Jahren eine der stärksten Technologie-Säulen der Marke mit den Vier Ringen. Vom kompakten A1 abgesehen, ist er in jeder Modellreihe vertreten. Alle großen Typen – der A8, der Q7, der Q8, der e-tron*, der e-tron Sportback*, der R8 sowie sämtliche S- und RS-Modelle – bringen ihre Kraft serienmäßig über vier Räder auf die Straße. Derzeit hat Audi 16 Baureihen mit quattro-Antrieb im Programm.

Die mechanischen quattro-Systeme

Über seine Modellpalette hinweg bietet Audi ganz unterschiedliche Automobilkonzepte an – entsprechend breit ist die quattro-Technologie aufgefächert. Gemeinsam ist jedoch allen Varianten eine ergänzende Lösung: die [radselektive Momentensteuerung](#), eine Softwarefunktion der Elektronischen Stabilisierungskontrolle (ESC). Bei dynamischer Kurvenfahrt bremst sie die entlasteten kurveninneren Räder ganz leicht an, bevor sie durchrutschen können. Die Differenz der Vortriebskräfte sorgt dafür, dass sich das Auto ganz leicht in die Kurve eindreht. Diese Impulse machen das Handling noch neutraler, dynamischer und stabiler.

Zwei Systeme: Der quattro-Antrieb für die Längsmotoren

Die Audi-Modelle mit längs eingebautem Frontmotor und dem [Automatikgetriebe tiptronic](#) nutzen den klassischen quattro-Antrieb mit dem selbstsperrenden Mittendifferenzial, das rein mechanisch und damit völlig verzögerungsfrei arbeitet. Es ist als Planetengetriebe aufgebaut: Ein Hohlrad schließt ein Sonnenrad ein, zwischen beiden drehen sich walzenförmige Planetenräder, die mit dem rotierenden Gehäuse verbunden sind.

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



Im regulären Fahrbetrieb gelangen 60 Prozent der Antriebsmomente über das Hohlrad – das einen größeren Durchmesser hat – und die mit ihm verbundene Abtriebswelle zur Hinterachse. Die restlichen 40 Prozent kommen über das kleinere Sonnenrad zur Vorderachse. Diese asymmetrisch-dynamische Momentenverteilung führt zu einem sportlichen, heckbetonten Grund-Handling. Sobald die Räder einer Achse Traktion verlieren, entstehen durch die schneckenartige Geometrie der Zahnräder und durch Schrägverzahnungen im Differenzial Axialkräfte. Sie erzeugen über Reibscheiben eine Sperrwirkung, die das Gros des Antriebsmoments zu den Rädern mit der besseren Traktion leitet. Bis zu 70 Prozent können nach vorn gelangen, maximal 85 Prozent nach hinten.

Der auf Effizienz optimierte quattro mit [ultra-Technologie](#) ist für diejenigen Audi-Modelle konzipiert, bei denen ein längs eingebauter Frontmotor mit einem Schaltgetriebe oder dem [Doppelkupplungsgetriebe S tronic](#) zusammenarbeitet. Fährt das Auto mit moderater Gangart, nutzt der quattro mit ultra-Technologie alle Vorteile des Frontantriebs. Der Allradantrieb bleibt jedoch permanent verfügbar und steht sofort bereit, wenn er benötigt wird.

Die Steuerung des quattro-Antriebsstrangs ist rundum vernetzt. Sie erfasst und bewertet im Takt von zehn Millisekunden Daten wie den Lenkwinkel, die Quer- und Längsbeschleunigung sowie das Motormoment. Dadurch erfolgt das Zuschalten des Allradantriebs in der Regel prädiktiv, also vorausschauend. Bei schneller Kurvenfahrt erkennt das Steuergerät etwa eine halbe Sekunde im Voraus, wann das kurveninnere Vorderrad die Haftgrenze erreichen wird, und schickt blitzschnell Antriebsmoment an die hinteren Räder. Bei Traktion und Fahrdynamik lässt das System keinen Unterschied zum konventionellen permanenten quattro-Antrieb erkennen.

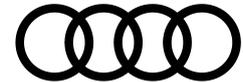
Im Vergleich zum Wettbewerb erzielt der quattro mit ultra-Technologie durch das Konzept der beiden Kupplungen im Antriebsstrang einen signifikanten Effizienzgewinn, er beträgt im Mittel etwa 0,3 Liter Kraftstoff pro 100 Kilometer. Wenn das System in den Frontantrieb wechselt, koppelt die vordere von ihnen, eine Lamellenkupplung am Ausgang des Getriebes, die Kardanwelle ab. Im Hinterachsgetriebe öffnet zugleich eine Trennkupplung. Sie legt die rotierenden Bauteile still, die hier die meisten Schleppverluste verursachen, etwa das im Ölbad laufende Tellerrad.

Mechanisches Torque Vectoring an der Hinterachse: Das Sportdifferenzial

Für die besonders starken und sportlichen Audi-Modelle mit tiptronic steht das [Sportdifferenzial](#) bereit. Es steigert die Fahrdynamik, die Traktion und die Stabilität weiter, indem es die Antriebsmomente in allen Betriebszuständen ideal zwischen linkem und rechtem Hinterrad verteilt. Beim Einlenken oder Beschleunigen drückt das mechanische Torque Vectoring das Auto förmlich in die Kurve hinein – ohne jegliches Untersteuern.

Zusätzlich zu den Umfängen eines konventionellen Differenzials integriert das Sportdifferenzial auf beiden Seiten eine Übersetzungsstufe und eine hydraulische Lamellenkupplung, die von einer Ölpumpe versorgt wird. Bei schneller Kurvenfahrt schließt die Kupplung für das kurvenäußere Rad, das wegen der dynamischen Radlastverteilung den besseren Grip hat. Dabei zwingt sie dem Rad stufenlos die etwas höhere Drehzahl der Übersetzungsstufe auf.

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



Das dafür notwendige zusätzliche Moment wird dem gegenüberliegenden Rad über das Differenzial entzogen, dadurch gelangt fast das komplette Drehmoment auf das kurvenäußere Rad. Bis zu 1.200 Nm Antriebsmoment lassen sich auf diese Weise an ein Rad verschieben.

Hydraulische Lamellenkupplung: Der quattro-Antrieb für Quermotoren und Audi R8

Die kompakten Modelle mit quer eingebautem Motor nutzen einen quattro-Triebstrang, dessen Herzstück eine Lamellenkupplung mit hydraulischer Betätigung und elektronischer Regelung bildet. Aus Gründen der Gewichtsverteilung ist sie am Ende der Kardanwelle vor dem Hinterachsdifferenzial montiert. In ihrem Inneren birgt sie ein Paket metallener Reibringe, die wechselweise hintereinanderliegen. Die eine Hälfte dieser Lamellen ist mit dem Kupplungskorb, der mit der Kardanwelle rotiert, verzahnt. Die andere Hälfte ist über eine kurze Welle mit dem Hinterachsdifferenzial verbunden.

Die Allradsteuerung berechnet auf Basis zahlreicher Daten kontinuierlich die beste Momentenverteilung zwischen Vorder- und Hinterachse. Wenn sich die Anforderung ändert, baut die elektrische Axialkolbenpumpe in der Kupplung innerhalb weniger Millisekunden bis zu 40 bar Hydraulikdruck auf. Dadurch werden die Reiblamellen zusammengepresst und das Antriebsmoment stufenlos von der Vorder- zur Hinterachse übertragen. Je stärker der Druck, desto mehr Moment gelangt auf die Hinterachse, bei vollständig geschlossener Kupplung bis zu 100 Prozent.

Bei den besonders sportlichen Quermotor-Modellen ist das Management der Kupplung betont dynamisch ausgelegt – die Momente gelangen tendenziell öfter und ausgeprägter zur Hinterachse. Die Kupplung kann einen Teil von ihnen schon dann nach hinten schicken, wenn der Fahrer bei sportlicher Fahrweise einlenkt – ein Effekt, der das Handling stark unterstützt. Beim Lastwechsel erlaubt die Momentenverteilung ein gezieltes Eindrehen, was die Fahrdynamik weiter steigert.

Der Audi S3* und der aufgefrischte Q2 nutzen eine Lamellenkupplung der neuesten Generation, ihre Steuerung ist in den modularen Fahrdynamikregler eingebunden. Dieses neue System erfasst die Daten aller Komponenten, die für die Querdynamik relevant sind, und managt das präzise und schnelle Zusammenspiel zwischen ihnen. Bei ruhiger Fahrweise kann die Kupplung vollständig öffnen, um die Effizienz zu steigern. Die neue Lamellenkupplung ist etwa ein Kilogramm leichter als das Vorgänger-Bauteil, viele Detailmaßnahmen, etwa an den Lagern und der Ölversorgung, steigern ihre Effizienz.

Im Hochleistungssportwagen R8 der zweiten Generation (seit 2015) hat Audi die elektrohydraulische Lamellenkupplung in ein spezielles Antriebslayout eingepasst. Hinter dem V10-Mittelmotor sitzt eine kompakte Siebengang S tronic samt Sperrdifferenzial für den Antrieb der Hinterräder. Eine ihrer Abtriebswellen ist mit der Kardanwelle verbunden, die zum Vorderachsgetriebe läuft. Es integriert die wassergekühlte Lamellenkupplung, die den vorderen Rädern in jeder Fahrsituation so viel Moment zuteilt, wie sie benötigen. Dabei gilt keine feste Grundverteilung, auch hier können im Extremfall bis zu 100 Prozent auf die Vorder- oder Hinterachse gelangen.

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



quattro 2.0: Elektrischer Allradantrieb und elektrisches Torque Vectoring

Mit dem Audi e-tron* und dem e-tron Sportback* ist die Marke mit den Vier Ringen in die nachhaltige Mobilität der Zukunft gestartet – und in die Zukunft des quattro-Antriebs. Die beiden E-Maschinen an Vorder- und Hinterachse ermöglichen einen [elektrischen Allradantrieb](#), der für optimale Traktion und sportliches Handling bürgt. Der Audi e-tron S* nutzt einen elektrischen Allradantrieb, der die Stärken des Sportdifferenzials integriert und neu interpretiert.

Audi e-tron* und Audi e-tron Sportback*: Elektrischer Allradantrieb

Der elektrische Allradantrieb regelt die ideale Verteilung der Momente auf beiden Achsen permanent und vollvariabel, dadurch vereint er die Effizienz eines Einachsanantriebs mit der Fahrdynamik und Traktion eines Allradantriebs. Bei ruhiger Fahrweise nutzen der Audi e-tron* und der e-tron Sportback* zum Antrieb ausschließlich die hintere E-Maschine.

Wird mehr Leistung angefordert, als diese bereitstellen kann, aktivieren die Steuergeräte den Motor an der Vorderachse. In vielen Situationen geschieht diese Zuschaltung vorausschauend, noch bevor bei Glätte oder schneller Kurvenfahrt Schlupf auftritt oder das Auto unter- oder übersteuert. Zwischen dem Erkennen der Fahrsituation und dem Stellen der Antriebsmomente für die E-Maschinen liegen nur etwa 30 Millisekunden. Im Zusammenspiel mit der radselektiven Momentensteuerung bietet der elektrische Allradantrieb starke Traktion, souveräne Stabilität und hohen Fahrspaß bei allen Witterungsbedingungen. Der Charakter des Handlings kann über die Fahrwerksregelsysteme in weiten Bereichen selbst eingestellt werden: von kompromisslos stabil bis sportlich.

Im Audi e-tron S* und e-tron S Sportback* präsentiert Audi die jüngste Ausbaustufe des elektrischen Allradantriebs. Die beiden hochdynamischen Elektro-SUV haben je drei Elektromotoren an Bord – mit ihnen lassen sich die Vorteile des klassischen Sportdifferenzials an der Hinterachse realisieren. Jede der beiden hinteren E-Maschinen wirkt über ihr Getriebe direkt auf ein Hinterrad, wie bei den Achsen existiert auch hier keine mechanische Verbindung. Das elektrische Torque Vectoring – das Verschieben der Momente zwischen den Hinterrädern – vollzieht sich in wenigen Millisekunden, und es kann extrem hohe Momente einstellen.

Wenn das Auto schnell in eine Kurve einlenkt, teilt die E-Maschine dem kurvenäußeren Hinterrad ein zusätzliches Moment zu, während das kurveninnere Hinterrad entsprechend abgebremst wird. Der Unterschied beträgt bis zu 220 Nm, an den Rädern sind es aufgrund der Übersetzung zirka 2.100 Nm. Diese Werte sind höher als bei einem mechanischen System; zudem ist die Latenz, also der Zeitversatz, viermal kürzer.

Beim elektrischen Allradantrieb und beim elektrischen Sportdifferenzial sind alle beteiligten Steuergeräte eng miteinander vernetzt, das macht die hohe Geschwindigkeit und die Präzision der Regelarbeit erst möglich.

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



Beteiligt sind die Elektronische Stabilisierungskontrolle (ESC), das Antriebssteuergerät (ASG), die [Elektronische Fahrwerkplattform](#) (EFP) und die Steuergeräte der Leistungselektroniken.

Audi RS 3*: quattro-Antrieb mit elektrisch gesteuerter Lamellenkupplung

Im neuen Audi RS 3* kommt erstmals in einem Audi der Torque Splitter zum Einsatz: Dieser ermöglicht eine aktive, vollvariable Momentenverteilung zwischen den Hinterrädern. Anders als das Hinterachsdifferenzial und das bisherige Lamellenkupplungspaket an der Hinterachse nutzt der Torque Splitter je eine elektronisch gesteuerte Lamellenkupplung an der jeweiligen Antriebswelle. Bei sportlicher Fahrweise erhöht er das Antriebsmoment auf das kurvenäußere Hinterrad mit der höheren Radlast, was die Neigung zum Untersteuern deutlich reduziert. Auf nichtöffentlichen Straßen ermöglicht der Torque Splitter sogar kontrollierte Drifts.

Dem Wettbewerb voraus: Die Technik-Meilensteine

Die Wurzeln der quattro-Technologie liegen im Winter 1976/77, als ein Team von Audi-Ingenieur_innen Testfahrten im tief verschneiten Schweden unternahm. Zu Vergleichszwecken fuhr ein Allrad-getriebener Iltis mit – der hochbeinige Militärgeländewagen erwies sich den viel stärkeren frontgetriebenen Prototypen als überlegen. Bei dieser Tour reifte die Erkenntnis, dass Audi den Allradantrieb auch bei leistungsstarken Personenwagen sinnvoll einsetzen könnte – jedoch einen völlig neuartigen, der leicht, kompakt und effizient war und ohne schweres Verteilergetriebe und zweite Kardanwelle auskam.

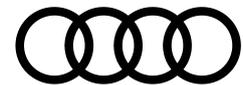
Der Geniestreich, der all dies möglich machte, war die Hohlwelle – eine 263 Millimeter lange, hohl gebohrte Sekundärwelle im Getriebe, die die Kraft in zwei Richtungen leitete. Von ihrem hinteren Ende aus trieb sie das Gehäuse des Mittendifferenzials an, das als manuell sperrbares Kegelraddifferenzial aufgebaut war. Es sandte im Normalfall 50 Prozent der Kraft über die Kardanwelle an die Hinterachse, die über ein zweites Sperrdifferenzial verfügte. Die andere Hälfte der Momente gelangte über eine Abtriebswelle, die in der Sekundärwelle rotierte, zum Differenzial der Vorderachse. Der quattro-Antrieb war geboren. Seitdem hat das Mittendifferenzial eine kontinuierliche Weiterentwicklung erfahren.

Seit 1980: quattro-Technologien für die Längsmotoren

Die neue Technologie gab ihr Debüt auf dem Genfer Automobilsalon 1980 im Audi quattro, einem kantig gestylten Coupé, dessen Fünfzylinder-Turbomotor 147 kW (200 PS) leistete. Anfangs nur als Kleinserie geplant, blieb der Ur-quattro mit zahlreichen Verfeinerungen bis 1991 im Programm. 1984 stellte ihm Audi den Sport quattro mit kurzem Radstand zur Seite – mit seinen 225 kW (306 PS) war er damals ein exklusiver Hochleistungssportwagen.

1986 führte die Marke im Audi 80 die zweite Generation der quattro-Technologie ein – das Torsen-Differenzial (Torsen: torque sensing, Drehmoment-fühlend), das als Schneckenradgetriebe konzipiert war. Das neue Differenzial bedeutete einen gewaltigen Technologiesprung und legte eine technische Basis, die, vielfach weiterentwickelt, noch heute genutzt wird.

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



Wenn eine Fahrzeugachse Traktion verlor, entstand in den schräg verzahnten Rädern des Differenzials Reibung, so dass sich bis zu 75 Prozent der Momente auf die andere Achse verschieben ließen. Diese höheren Sperrwerte erlaubten eine klar definierte Verteilung der Momente in jeder Fahrsituation.

Der nächste große Evolutionsschritt für die Modelle mit längs eingebautem Frontmotor folgte 2005 im Audi RS 4: Das neue Planetenradgetriebe verteilte die Kräfte bei normaler Fahrt im Verhältnis im heckbetonten Verhältnis 40:60. Diese dritte Ausbaustufe des Mittendifferenzials hat seitdem weitere Entwicklungsschritte erlebt. In der heutigen Ausbaustufe kann das Differenzial bei Bedarf 85 Prozent der Antriebsmomente auf die Hinterachse und bis zu 70 Prozent auf die Vorderachse schicken.

Ab 1999: Neue Entwicklungen auf allen Technikplattformen

Über die 40 Jahre hinweg hat Audi seine quattro-Modellpalette immer weiter aufgefüllt. Schon Anfang der 80er Jahre fiel die Entscheidung, den quattro-Antrieb flächendeckend anzubieten – die neuen Modelle trugen dazu bei, der Marke den Weg ins Premiumsegment zu ebnen. 1995 erschien der erste TDI mit permanentem Allradantrieb, vier Jahre später zog die Technologie in die kompakte Klasse ein: Der A3 und der neu erschienene TT erhielten die elektronisch geregelte und hydraulisch betätigte Lamellenkupplung.

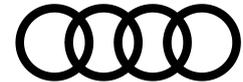
2007 startete der Hochleistungssportwagen Audi R8 in seiner ersten Modellgeneration in den Markt. Sein quattro-Antrieb war eine spezielle Entwicklung: Das Getriebe im Heck integrierte einen Nebenantrieb, von dem aus eine Kardanwelle zu einer unregelmäßigen Viscokupplung an der Vorderachse lief. Sie zweigte je nach Fahrsituation 15 bis 30 Prozent der Momente für die vorderen Räder ab. Im R8 der zweiten Generation (2015) wurde die Viscokupplung durch eine geregelte Lamellenkupplung ersetzt.

2008 folgte das Sportdifferenzial für die starken A- und Q-Modelle, das sein Debüt im Audi S4* gab. Und 2016 zog im neuen Audi A4 der effizienzoptimierte quattro mit ultra-Technologie ins Technik-Portfolio ein. Als bislang jüngste große Neuerung in der mechanischen quattro-Welt löste er den Zielkonflikt zwischen Fahrdynamik und Effizienz auf. Mit dem elektrischen Allradantrieb und dem elektrischen Torque Vectoring hat Audi seit 2019 in der e-tron-Familie ein völlig neues Kapitel der Technikgeschichte aufgeschlagen.

quattro im Motorsport

1978 war Audi werksseitig in den Rallyesport eingestiegen, zunächst mit Fronttrieblern. Knapp ein Jahr nach dem Debüt des Ur-quattro in Genf startete die Marke dann mit großem Erfolg in die Weltmeisterschaft: Der Finne Hannu Mikkola gewann die ersten sechs Sonderprüfungen der Rallye Monte Carlo 1981 auf Schnee. Er lag schon mit fast sechs Minuten Vorsprung in Führung, als er den Sieg durch einen Bagatellunfall verlor. Beim nächsten Lauf in Schweden gelang ihm dann der erste Triumph.

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



1982 - 1987: Siegeszug auf Schotter

Im Jahr darauf dominierte der quattro die WM-Szene: Mit sieben Siegen setzte Audi neue Maßstäbe und holte sich souverän die Markenwertung. Ein Jahr später sicherte sich Mikkola den Fahrertitel. Auch die Saison 1984 begann mit einem Paukenschlag – der frisch verpflichtete zweifache Weltmeister Walter Röhrl gewann die Rallye Monte Carlo vor seinen Teamkollegen Stig Blomqvist (Schweden) und Mikkola. Am Ende der Saison standen erstmals die Marken-WM und der Fahrer-Titel durch Blomqvist zu Buche.

Um die großen Freiräume im Reglement der damaligen Gruppe B besser zu nutzen, entwickelte Audi für die Saison 1984 den verkürzten Sport quattro, der ein agileres Handling versprach. Ihm folgte 1985 der Sport quattro S1 mit 350 kW (476 PS) Leistung, der auch dank seiner markanten Spoiler-Optik auf Anhieb zur Legende wurde. Mit der mittleren Übersetzung katapultierte sich der 1.090 Kilogramm leichte S1 in 3,1 Sekunden auf 100 km/h. Beim letzten Saisonlauf, der britischen RAC-Rallye, hatte Walter Röhrl ein Doppelkupplungsgetriebe zur Verfügung, das pneumatisch geschaltet wurde – ein Vorläufer der heutigen S tronic.

Als die wilden Jahre der Gruppe B 1986 endeten, zog sich Audi aus der Rallye-WM zurück – mit einem letzten Paukenschlag: Im Juli 1987 triumphierte Röhrl beim Bergrennen am Pikes Peak mit einem Sport quattro S1, der umfangreich modifiziert war und große Flügel trug. In den beiden Vorjahren hatten bereits Michèle Mouton (Frankreich) und Bobby Unser (USA) den Klassiker im Bundesstaat Colorado gewonnen. Walter Röhrl bewältigte die 19,99 Kilometer lange, damals noch kaum asphaltierte Strecke in der Rekordzeit von 10:47,85 min, an der schnellsten Stelle wurde er mit 196 km/h gemessen. Sein Kommentar: „Es war der Gipfel dessen, was man mit einem Rallyeauto machen kann.“

1988 – 1992: Erfolge im Tourenwagensport

1988 trat die Marke mit dem Audi 200 in der amerikanischen TransAm-Serie an und gewann auf Anhieb den Marken- und Fahrertitel, letzteren durch den US-Amerikaner Hurley Haywood. 1989 erzielten Haywood und Hans-Joachim Stuck in der IMSA GTO-Serie, in der das Reglement noch freier war, sieben Siege in 15 Rennen. Der Fünfzylinder-Turbo in ihrem Audi 90 quattro lief mit rund 530 kW (720 PS) zur finalen Hochform auf.

1990 wechselte Audi in die Deutsche Tourenwagenmeisterschaft (DTM). Im ersten Jahr holte Stuck mit dem großen und starken V8 quattro den Fahrertitel, 1991 Frank Biela. Bevor sich die Ingolstädter 1992 aus der Serie zurückzogen, hatten sie 18 von 36 Rennen gewonnen. 1996 trat der Audi A4 quattro Supertouring mit seinem Zweiliter-Vierzylinder in sieben nationalen Meisterschaften auf drei Kontinenten an – er gewann sie alle. Zwei Jahre später verbannte das europäische Reglement den Allradantrieb wegen seiner Überlegenheit weitgehend aus dem Tourenwagensport. Die quattro-Erfolgsbilanz bis dahin: vier Titel in der Rallye-WM, drei Siege am Pikes Peak, ein Meisterschaftssieg in der TransAm, zwei DTM-Titel, elf nationale Super-Tourenwagen-Meisterschaften und ein Tourenwagen-Weltcup.



2012 – 2014: Drei Gesamtsiege in Le Mans

Erst 2012 startete wieder ein Allrad-Rennwagen von Audi zu einem Rennen auf der Rundstrecke – der Audi R18 e-tron quattro mit Hybridantrieb. Ein V6-TDI trieb die Hinterräder an, ein Schwungmassenspeicher versorgte zwei E-Maschinen an der Vorderachse mit [rekuperierter Energie](#). Wenn beim Beschleunigen maximale Traktion gefordert war, konnte der Rennwagen für entscheidende Sekunden seinen temporären quattro-Antrieb in die Waagschale werfen. Mit drei aufeinander folgenden Gesamtsiegen beim 24-Stunden-Rennen von Le Mans und je zwei Fahrer- und Hersteller-Titeln in der World Endurance Championship (WEC) dokumentierte Audi das Potenzial des Konzepts eindrucksvoll.

Faszination quattro

quattro ist eine Ikone. Der Begriff steht für Fahrsicherheit und Sportlichkeit, für technische Kompetenz und für Überlegenheit im Wettbewerb. Der Erfolg der quattro-Modelle auf der Straße und im Motorsport hat dazu das Fundament gelegt; eine Reihe legendärer TV-Spots haben diesen Effekt noch unterstützt.

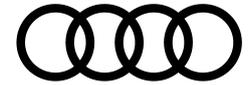
Unvergessen ist der Clip aus dem Jahr 1986, der an der Skischanze im finnischen Kaipola gedreht wurde – der rote Audi 100 CS quattro mit Rallye-Profi Harald Demuth am Steuer fuhr die Steigung von 37,5 Grad aus eigener Kraft hinauf. 2005 wiederholte Audi diese Übung auf derselben, eigens dafür restaurierten Schanze mit einem S6. 2019 legte Rundstrecken- und Rallyecross-Champion Mattias Ekström (Schweden) eine ähnliche Leistung hin. Er bewältigte auf der [Skirennstrecke „Streif“ bei Kitzbühel](#) in einem Audi e-tron quattro* mit drei Elektromotoren den steilsten Abschnitt bergauf – mit bis zu 85 Prozent Steigung.

Über die 40 Jahre hinweg hat Audi die Faszination quattro immer wieder mit spektakulären Showcars befeuert. Der quattro Spyder, präsentiert auf der IAA in Frankfurt/Main 1991, war der erste reine Sportwagen der Nachkriegszeit der Marke und ihr erstes Auto mit Aluminiumkarosserie. Nur wenige Wochen später präsentierte Audi auf der Tokyo Motor Show den Avus quattro. Längs vor seiner Hinterachse sollte ein W12-Motor mit 374 kW (509 PS) Leistung Platz finden, im quattro-Antriebsstrang lag das Schaltgetriebe zwischen den Vorderrädern.

Den Weg in die Serie wiesen zwei Studien, die im Herbst 1995 ins Rampenlicht rollten: der Audi TT quattro als Coupé und Roadster. 2003 läuteten drei weitere Showcars den Ausbau des Modellprogramms ein. Auf der Detroit Motor Show im Januar präsentierte Audi den Pikes Peak quattro als Vorläufer des Q7. Auf dem Genfer Salon folgte das zweitürige Coupé Nuvolari quattro, der Wegbereiter des A5. Und im September avancierte der Audi Le Mans quattro zum Star der IAA in Frankfurt/Main – er war dem künftigen R8 wie aus dem Gesicht geschnitten.

Die Audi R8 e-tron genannte Studie, einer der Stars der IAA von 2009, war ein Sportwagen mit reinem Elektroantrieb an allen vier Rädern. 2010 stand der Audi quattro concept auf dem Pariser Salon – eine Neuinterpretation des Ur-quattro. Von 2015 an kündigten mehrere Showcars die künftigen e-tron-Serienmodelle mit elektrischem Allradantrieb an:

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



der Audi e-tron quattro concept (IAA 2015), der Audi e-tron Sportback concept (Shanghai 2017), der Audi e-tron GT concept (Los Angeles 2018) und der Audi Q4 e-tron concept (Genf 2019).



Aus der Praxis

Vom Polarkreis bis zum Nürburgring: quattro-Entwickler im Gespräch

Seit vielen Jahren erprobt Audi seine quattro-Systeme unter extremen Bedingungen – mit hohem Aufwand, Feingespür und großer Akribie. Zum Gespräch darüber kamen Experten aus verschiedenen Entwicklungsbereichen zusammen. Dieter Weidemann (Antrieb) und William Wijts (Fahrwerk) erklären, wie die Testarbeit mit dem rein mechanischen Mittendifferenzial auf Schnee und Eis abläuft. Roland Waschkau von der Audi Sport GmbH ist der Fachmann für das Sportdifferenzial. Stefan Lehner (Fahrwerk) wiederum hat eine ganz andere Aufgabe – er entwickelt und erprobt Software für die elektronisch geregelten quattro-Systeme. Und sein Kollege Marc Baur (Fahrwerk) ist auf das elektrische Torque Vectoring spezialisiert.

Herr Wijts, Herr Weidemann, Sie sind in Ihrer Erprobungsarbeit in ganz Europa unterwegs – auch im Winter auf Schnee und Eis. Warum ist gerade das für Sie so wichtig?

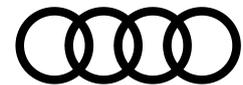
Weidemann: Wir machen die Abstimmung auf Eis und Schnee, weil dort für uns die feinen Unterschiede zwischen den verschiedenen quattro-Varianten sehr gut auflösbar sind. Strecken mit niedrigem Reibwert sind für uns die entscheidende Herausforderung. Auch wenn wir uns im fahrdynamischen Grenzbereich bewegen – ein Schwerpunkt ist die Beherrschbarkeit des Autos für ganz normale Fahrer_innen, also für Leute, die im Alltag auf einer rutschigen Straße fahren und dort ungewollt in den Grenzbereich geraten können. Für sie entwickeln und erproben wir, vor allem auf Schnee, einen quattro-Antrieb, der ihnen ein sicheres und leicht beherrschbares Handling garantiert.

Wie hat man sich diese Erprobungsfahrten vorzustellen?

Wijts: Wir nennen das Gelände „Kalt 1“, es liegt nahe am Polarkreis. Für die Abstimmung der Mittendifferenziale reisen wir meist mit vier oder sechs Autos nach Schweden, unterstützt durch einen oder zwei Mechaniker_innen. Wir fahren in der Regel im Februar, wenn alles tief verschneit ist, dann haben wir die stabilsten Wetterbedingungen. Auf dem privaten Prüfgelände gibt es unterschiedlichste Strecken, zum Teil mit nach außen hängenden Kurven und anderen Finessen. Wir haben mehrere Handlingkurse auf dem See und auf dem Land, die gezielt angelegt wurden, um unterschiedliche Kurvenprofile und Kurvengeschwindigkeiten darzustellen. Für die Traktionsabstimmung steht sogar eine Serpentinstraße bereit.

Weidemann: Am besten können wir bei Temperaturen unter fünf Grad Celsius arbeiten. Da sind die Bedingungen einigermaßen konstant und die verschiedenen Konfigurationen gut vergleichbar. Man braucht aber trotzdem immer ein Referenzfahrzeug, um richtig einordnen zu können, wie sich die Verhältnisse verändern. Am allerbesten für uns sind 25 Grad minus mit richtig hartem Schnee, der guten Grip bietet, aber das bleibt nicht den ganzen Tag so. Die zweite Testrunde verläuft schon anders als die erste, der Schnee wird plattgedrückt und das Eis poliert, und dadurch verschlechtern sich die Verhältnisse nach und nach immer weiter.

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



Aber wir kennen diesen Effekt und können ihn entsprechend einschätzen.

Wie riskant kann die Arbeit sein?

Wijts: Auf dem See kann nichts passieren, da fliegt man höchstens mal ab und muss aus dem Schnee geborgen werden. Beim Land-Handling auf dem privaten Testgelände kennen wir die Strecken mittlerweile sehr gut, so dass wir die Feinheiten der Abstimmung sauber analysieren können. Nichtsdestotz setzt die Physik Grenzen, die wir sehr ernst nehmen. Und in diesen Grenzen fahren wir so schnell, wie es für unsere Arbeit nötig ist – in manchen Abschnitten mit 30 km/h, in anderen mit 160 km/h.

Weidemann: Wenn wir Mittendifferenziale abstimmen, schalten wir möglichst alle Fahrwerksregelsysteme inklusive der ESC aus, um den reinen quattro-Antrieb beurteilen zu können. Wir wollen ja auch ohne die Regelsysteme ein harmonisches Grund-Fahrverhalten erreichen, bei dem das Auto schon genau das tut, was man als Fahrer_in möchte. Mit dieser Strategie haben wir übrigens mal einen hochrangigen Kollegen aus der Technischen Entwicklung überrascht, der von einem direkten Wettbewerber zu Audi kaum und zum ersten Mal mit uns in Schweden war. Er hat sich damals in einen A6 mit quattro-Antrieb gesetzt und uns danach begeistert erzählt, wie rund und harmonisch die Regelsysteme arbeiten würden. Dabei waren sie alle deaktiviert.

Sie sind ja routinierte Profis im Winter-Testing. Wie lange machen Sie das schon?

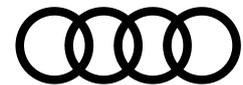
Wijts: Zum ersten Mal war ich 1998 auf Wintererprobung. Damals waren die Anforderungen an das Torsen-Differenzial noch viel niedriger als heute – es musste in erster Linie robust sein und sollte in engen Kurven und beim Rangieren möglichst wenig Verspannungen erzeugen. Dann kam Dieter dazu, der hatte schon ein starkes Interesse daran, wie sich die Autos fuhren. Von dem Moment an haben sich Fahrwerks- und Antriebsentwicklung gegenseitig vorangepusht.

Weidemann: Unsere Abteilung hat die Verantwortung für den quattro-Antrieb übernommen und die Entwicklung neu aufgestellt. Zusammen mit den Kolleg_innen aus dem Fahrwerksbereich haben wir nach und nach eine gemeinsame Philosophie erarbeitet. Wir haben ganz unterschiedliche Grundverteilungen und Sperrwerte für Vorder- und Hinterachse gewählt und zunächst auf dem Prüfstand auf ihre Funktion untersucht. Die Differenziale, die uns am vielversprechendsten erschienen, haben wir dann mit nach Schweden genommen. Am intensivsten war die Entwicklung Ende der 2000er Jahre, als wir grundlegende Konzeptuntersuchungen mit ganz unterschiedlichen Technologien für das selbstsperrende Mittendifferenzial gemacht haben. Da sind wir schon mal mit 30 verschiedenen Bauteilen oder noch mehr losgefahren.

Wie lange hat die Wintererprobung damals gedauert?

Wijts: Vor zehn Jahren waren das etwa zwei Wochen, ohne freie Wochenenden. Und alle Tage sind gleich verlaufen: Fahren, von den Mechaniker_innen umbauen lassen, wieder fahren...

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



Damals haben wir ein Konzept entwickelt, dem wir noch heute folgen. Wir definieren im Vorfeld unterschiedliche Modelle, mit denen wir die Erprobungen fahren wollen, beispielsweise einen S4* und einen SQ7*. Das ist deshalb wichtig, weil die Differenziale ja in ganz unterschiedlichen Fahrzeugklassen eingesetzt werden.

Weidemann: Von jedem Modell nehmen wir dann zwei identische Exemplare mit, die beide den Serienstand des selbstsperrenden Mittendifferenzials drin haben. Das Auto, das sich einen Tick besser verhält, wird unser erstes Referenzauto. In das andere bauen wir eines der Prototypen-Differenziale ein und bewerten, ob es ein besseres Fahrverhalten bringt. Wenn das eintrifft, wird dieses Auto die neue Referenz, und das erste Auto bekommt die nächste Entwicklungsvariante. Und so optimieren wir das Fahrverhalten iterativ immer weiter, bis wir alle Varianten abgearbeitet haben.

Sind Sie sich da in der Bewertung immer einig?

Wijts: Dieter und ich diskutieren sehr viel über das Verhalten des Autos beim Lastwechsel, über zu viel oder zu wenig Untersteuern. Am Ende sind wir uns dann immer einig. Das ist ähnlich wie bei einem alten Ehepaar (lacht).

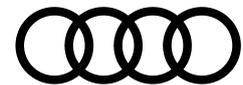
Welche Eigenschaften muss das ideale selbstsperrende Mittendifferenzial haben?

Wijts: Ein Audi soll auf Schnee und Eis schnell und sicher zu fahren sein. Das bedeutet, dass wir sehr viel Wert darauf legen, dass das Auto möglichst in jeder Situation gleich reagiert, dass es spontan einlenkt und neutral um die Kurven fährt. Und wenn dann doch mal das Heck ausbricht, zum Beispiel über einen Gasstoß, darf dies nicht zu hektisch geschehen, damit das Fahrzeug gut beherrschbar bleibt. Dazu soll es natürlich auch immer eine sehr gute Traktion haben.

Weidemann: Seit 1980 hat das mechanische quattro-System von Audi natürlich immense Fortschritte gemacht. Die heutige Grundverteilung von 40 Prozent an die Vorderachse und 60 Prozent an die Hinterachse, kombiniert mit den passenden Sperrwerten, bedeutet eine sehr gute Schnittmenge aus hohem Grip und guter Fahrdynamik. Die große Stärke ist und bleibt jedoch die Traktion auf Untergründen mit niedrigem Reibwert.

Waschkau: Für Kund_innen, die hohe Fahrdynamik auf trockener Strecke erleben wollen, haben wir ja das quattro sport, unser Sportdifferenzial an der Hinterachse. Es macht das Auto agil, indem es die Antriebsmomente je nach Bedarf aktiv zwischen den Hinterrädern umverteilt. Bei der Abstimmung spielen auch Rennstrecken und hohe Reibwerte eine wichtige Rolle, vor allem bei den RS-Modellen. Im Gegensatz zum klassischen Mittendifferenzial ist das Sportdifferenzial ein elektronisch geregeltes System. Es besteht aus zwei Kupplungen und einem Überlagerungsgetriebe, die Software ist für jedes Fahrzeug speziell angepasst und abgestimmt.

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



Ein weiteres geregeltes System ist der quattro mit ultra-Technologie. Was war der Anlass, ihn zu entwickeln?

Weidemann: Wir haben bei einer Befragung vor etwa zehn Jahren herausgefunden, dass viele Audi Kund_innen, die keinen quattro fahren, den Mehrverbrauch deutlich zu hoch eingeschätzt, zugleich aber die Stärken des Allradantriebs noch nie erlebt haben. Der quattro hilft ja nicht nur bei Eis und Schnee – die Vorteile fangen schon beim Abbiegen und Anfahren auf trockenem Asphalt an. Im Kundenbetrieb existieren also viele Situationen, in denen der quattro-Antrieb kurzzeitig Vorteile bietet, aber es gibt auch viele Fahranteile, in denen kein Unterschied zum Frontantrieb erkennbar ist. Daraufhin haben wir entschieden, ein völlig neues System mit zuschaltbarer Hinterachse zu realisieren, das die hohe Effizienz des Frontantriebs mit allen Vorteilen des permanenten Allradantriebs vereint.

Wijts: Unser Ziel war, dass keinerlei Unterschied zum permanenten quattro zu spüren ist. Wir haben 15 Rechenmodelle erstellt, die die Differenzen beschrieben haben, beispielsweise im Lenkgefühl. Wir wussten also genau, wann sich bei einem Fronttriebler bei zunehmender Last die Lenkung leichter anfühlt als bei einem quattro oder wann er beginnt, Spurrillen nachzulaufen. In all diesen Situationen schalten wir den Hinterachs Antrieb vorübergehend zu. Immer geschieht dies vorausschauend, so dass der Allradantrieb bereits aktiv ist, wenn er gebraucht wird.

Wie schwierig waren Abstimmung und Erprobung des quattro mit ultra-Technologie?

Weidemann: Unser Vorteil war, dass die gesetzlichen Sicherheitsanforderungen bei der Erprobung niedrig waren – selbst bei einem Totalausfall des Systems wäre das Auto ja mit normalem Frontantrieb weitergefahren. Dadurch konnten wir die Straßenerprobung schon sehr früh beginnen, was dem Reifegrad sehr gut getan hat. Wir fahren oft eine große Runde um Ingolstadt, die auf 120 Kilometern durch öffentlichen Verkehr führt. Dort haben wir die Fortschritte bei den Softwareständen immer wieder gegengecheckt. Das ist sehr hilfreich und wichtig. Alles in allem konnten wir die verschiedensten Fahrsituationen zwischen Südtalien und dem Polarkreis im realen Kundenbetrieb herausfahren und unsere Betriebsstrategie so abstimmen, dass sich das Fahrverhalten nicht vom permanenten quattro unterscheidet.

Stichwort Betriebsstrategie und Software: Hier kommen Sie ins Spiel, Herr Baur und Herr Lehner.

Lehner: Unsere Abteilung betreut die mechatronischen und rein elektrischen quattro-Systeme. Wir entwickeln beispielsweise Software-Funktionen wie die Ansteuerung der Kupplung unter den wechselnden Bedingungen und Anforderungen. Wir sind bei allen geregelten Systemen dabei. In der mechanischen Welt sind das der quattro-Antrieb für den R8*, für die Fahrzeuge mit Längsmotor und quattro ultra sowie der quattro für die Autos auf dem Modularen Querbaukasten. Sie nutzen ja eine hydraulische Lamellenkupplung, und auch bei ihrer Steuerung hat die Effizienz großes Gewicht.

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.



Unter normalen, ruhigen Fahrbedingungen erfolgt der Antrieb größtenteils über die direkt angetriebene Achse, bei Bedarf werden die Antriebsmomente stufenlos auf alle vier Räder verteilt.

Baur: Und dann gibt es die e-tron-Modelle mit dem elektrischen Allradantrieb, der gar keine physischen Allrad-Bauteile mehr besitzt, also ganz ohne Mechanik und Hydraulik auskommt. Hier hat jede Achse einen oder sogar zwei Motoren, aus deren Zusammenspiel sich der elektrische quattro ergibt.

Wie läuft die Erprobungsarbeit bei Ihnen ab? Sie müssen doch eine Menge digitaler Stellschrauben zur Verfügung haben...

Lehner: Ja, die möglichen Parameter für die Software können in die Tausende gehen, je nachdem, wie fein man sie auflöst und miteinander kombiniert. Wir grenzen sie nach und nach auf eine überschaubare Menge ein, am Ende stehen dann etwa 100 bis 200 Eigenschaftsparameter. Mit ihnen stimmen wir beispielsweise die Traktion und die Fahrdynamik ab, und zwar jeweils individuell für die einzelnen Modellderivate. Die Erprobung machen wir ganz klassisch während der Fahrt – da sitzt ein_e Kolleg_in mit einem Laptop auf dem Beifahrersitz und spielt immer wieder veränderte Software-Stände ins System ein. Wir fahren Runde um Runde immer wieder dieselben Kurven, bis am Ende das ideale Ergebnis gefunden ist.

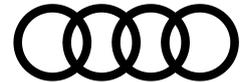
Erproben Sie mehr auf der Teststrecke oder auf der Straße?

Lehner: Zu Beginn des Projekts dürfen wir mit den Autos aus verschiedenen Gründen noch gar nicht auf die Straße und sind auf die Prüfgelände angewiesen. Der Vorteil dort ist, dass wir reproduzierbare Bedingungen vorfinden und beim Fahren ans Limit gehen können. Meistens läuft es so ab, dass wir nur eine Stunde lang fahren und danach fünf Stunden lang am Schreibtisch die Messdaten auswerten. In der zweiten Entwicklungsphase, wenn's Richtung Serie geht, sitzen wir dann viel im Auto und fahren viele Kundensituationen ab. Das sind winterliche Straßen in Schweden, Alpenstraßen mit Verwerfungen und bröckelnder Decke, aber auch die Nordschleife, weil sie viele spezielle Herausforderungen auf engem Raum bietet, etwa Belagwechsel oder hängende Kurven. Der krasse Gegensatz dazu sind die Parkhäuser – auch dort fahren wir, weil der Reibwert auf Beton sehr niedrig ist und die Kehren sehr eng sind.

Je komplexer das Allradsystem, desto aufwändiger Entwicklung und Erprobung. Stimmt das, Herr Baur?

Baur: Ja, mit der Komplexität steigt die Zahl der Funktionen und Parameter. Beim e-tron* wird die Koppelung zwischen Vorder- und Hinterachse rein in der Software abgebildet, dabei entstehen zehntausende Zeilen Code und zig Parameter. Die große Herausforderung liegt in der Abstimmung der beteiligten Systeme – vor allem im S-Modell* mit seinen drei E-Maschinen. Hier haben wir eng mit den Kolleg_innen zusammengearbeitet, die das Antriebssteuergerät und die Steuergeräte für Leistungselektronik und Bremsregelsystem entwickelt haben.

*Die gesammelten Verbrauchswerte aller genannten und für den deutschen Markt erhältlichen Modelle entnehmen Sie der Auflistung am Ende dieser MediaInfo.

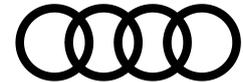


Wir müssen eine Vielzahl von Funktionen entwickeln und dabei immer die vielfältigen Rückwirkungen auf andere Systeme berücksichtigen. Das Auto soll in ja jeder Situation ein vorhersehbares und reproduzierbares Verhalten an den Tag legen, da verfolgen wir genau das gleiche Ziel wie die Kolleg_innen.

Wie laufen bei Ihnen die Erprobungen ab?

Baur: Wenn wir auf ein Prüfgelände gehen, sind oft um die 20 bis 30 Kolleg_innen dabei, die sich eng miteinander austauschen. Sie kommen aus der Antriebs- und Fahrwerksentwicklung und dort aus verschiedenen Fachabteilungen. Wir sitzen alle an einem Tisch und, wenn es ans Testen kommt, alle in einem Auto – im übertragenen Sinn.

Weidemann: Was mich am quattro-Antrieb immer wieder fasziniert, ist seine Vielfalt. Ich verantworte bei den Modellen mit längs eingebautem Frontmotor alle Komponenten, die Drehmomente zwischen den Achsen verteilen – und das ist nur ein Teil des gesamten Spektrums. Aber ganz unabhängig davon, wie der quattro-Antrieb technisch umgesetzt ist, steht er immer für hohe Sicherheit, starke Traktion und hohe Fahrdynamik. Das sind nun mal unsere großen Stärken, hier besitzen wir bei Audi eine Erfahrung, die wir uns über Generationen von quattro-Modellen erarbeitet haben. Wir wollen gemeinsam alle Potenziale heben, damit wir unseren Kund_innen maximalen Nutzen bieten und sie für Audi begeistern.



Kommunikation Produkt und Technologie

Eva Stania

Telefon: +49 152 57767044

E-Mail: eva.stania@audi.de

www.audi-mediacyber.com/de



Der Audi-Konzern mit seinen Marken Audi, Ducati und Lamborghini ist einer der erfolgreichsten Hersteller von Automobilen und Motorrädern im Premiumsegment. Er ist weltweit in mehr als 100 Märkten präsent und produziert an 19 Standorten in zwölf Ländern. 100-prozentige Töchter der AUDI AG sind unter anderem die Audi Sport GmbH (Neckarsulm), die Automobili Lamborghini S.p.A. (Sant'Agata Bolognese/Italien) und die Ducati Motor Holding S.p.A. (Bologna/Italien).

2020 hat der Audi-Konzern rund 1,693 Millionen Automobile der Marke Audi sowie 7.430 Sportwagen der Marke Lamborghini und 48.042 Motorräder der Marke Ducati an Kund_innen ausgeliefert. Im Geschäftsjahr 2020 erzielte der Premiumhersteller bei einem Umsatz von €50,0 Mrd. ein Operatives Ergebnis vor Sondereinflüssen von €2,7 Mrd. Zurzeit arbeiten weltweit rund 87.000 Menschen für das Unternehmen, davon 60.000 in Deutschland. Mit neuen Modellen, innovativen Mobilitätsangeboten und attraktiven Services wird Audi zum Anbieter nachhaltiger, individueller Premiummobilität.



Verbrauchsangaben der genannten Modelle

Angaben zu den Kraftstoffverbräuchen und CO₂-Emissionen sowie Effizienzklassen bei Spannweiten in Abhängigkeit vom verwendeten Reifen-/Rädersatz sowie von der gewählten Ausstattung des Fahrzeugs.

Audi e-tron

Stromverbrauch kombiniert in kWh/100 km: 26,1–21,7 (WLTP); 24,3–21,4 (NEFZ);
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km: 0

Audi e-tron Sportback

Stromverbrauch kombiniert in kWh/100 km: 25,9–21,0 (WLTP); 24,0–20,9 (NEFZ);
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km: 0

Audi e-tron S

Stromverbrauch kombiniert in kWh/100 km: 28,4–26,2 (WLTP); 26,3–25,1 (NEFZ);
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km: 0

Audi e-tron S Sportback

Stromverbrauch kombiniert in kWh/100 km: 28,1–25,8 (WLTP); 26,0–24,6 (NEFZ);
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km: 0

Audi S3

Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 7,4–7,2;
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km: 170–165

Audi RS 3

Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 8,8–8,2;
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km: 201–188

Audi S4

Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 6,5–6,3;
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km: 170–167

Audi RS 4 Avant

Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 8,8;
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km: 201

Audi SQ7

Kraftstoffverbrauch kombiniert in l/100 km: 12,1–12,0;
CO₂-Emissionen kombiniert in g/km: 278–276

Die angegebenen Verbrauchs- und Emissionswerte wurden nach den gesetzlich vorgeschriebenen Messverfahren ermittelt. Seit dem 1. September 2017 werden bestimmte Neuwagen bereits nach dem weltweit harmonisierten Prüfverfahren für Personenwagen und leichte Nutzfahrzeuge (Worldwide Harmonized Light Vehicles Test Procedure, WLTP), einem realistischeren Prüfverfahren zur Messung des Kraftstoffverbrauchs und der CO₂-Emissionen, typgenehmigt. Seit dem 1. September 2018 ersetzt der WLTP schrittweise den neuen europäischen Fahrzyklus (NEFZ). Wegen der realistischeren Prüfbedingungen sind die nach dem WLTP gemessenen Kraftstoffverbrauchs- und CO₂-Emissionswerte in vielen Fällen höher als die nach dem NEFZ gemessenen. Weitere Informationen zu den Unterschieden zwischen WLTP und NEFZ finden Sie unter www.audi.de/wltp.

Aktuell sind noch die NEFZ-Werte verpflichtend zu kommunizieren. Soweit es sich um Neuwagen handelt, die nach WLTP typgenehmigt sind, werden die NEFZ-Werte von den WLTP-Werten abgeleitet. Die zusätzliche Angabe der WLTP-Werte kann bis zu deren verpflichtender Verwendung freiwillig erfolgen. Soweit die NEFZ-Werte als Spannen angegeben werden, beziehen sie sich nicht auf ein einzelnes, individuelles Fahrzeug und



sind nicht Bestandteil des Angebotes. Sie dienen allein Vergleichszwecken zwischen den verschiedenen Fahrzeugtypen. Zusatzausstattungen und Zubehör (Anbauteile, Reifenformat usw.) können relevante Fahrzeugparameter wie z. B. Gewicht, Rollwiderstand und Aerodynamik verändern und neben Witterungs- und Verkehrsbedingungen sowie dem individuellen Fahrverhalten den Kraftstoffverbrauch, den Stromverbrauch, die CO₂-Emissionen und die Fahrleistungswerte eines Fahrzeugs beeinflussen.

Weitere Informationen zum offiziellen Kraftstoffverbrauch und den offiziellen spezifischen CO₂-Emissionen neuer Personenkraftwagen können dem „Leitfaden über den Kraftstoffverbrauch, die CO₂-Emissionen und den Stromverbrauch neuer Personenkraftwagen“ entnommen werden, der an allen Verkaufsstellen und bei der DAT Deutsche Automobil Treuhand GmbH, Hellmuth-Hirth-Str. 1, D-73760 Ostfildern oder unter www.dat.de unentgeltlich erhältlich ist.