

**Auto & Motor**  
**TECHNIEK**

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

Actieve veiligheid en sportief rijgedrag gecombineerd

# Macht over het stuur

Systemen als ABS, ASR en ESP oefenen steeds meer invloed uit op het rijkarakter van de auto. BMW heiligt de slogan 'BMW maakt rijden geweldig', en dus mogen actieve veiligheidssystemen de rijdynamiek van dit sportieve merk niet aantasten. Bij BMW's nieuwste onderstelinnovaties gaan veiligheid én rijplezier gelukkig hand in hand.

Vroeger waren actieve veiligheidssystemen voorbehouden aan auto's uit het topsegment. Nu worden ze vaak al standaard geleverd op middenklasse- en zelfs budgetauto's. De systemen worden ook steeds machtiger. Ze zijn al in staat

een noodstop te maken of zelfstandig stuurbewegingen uit te voeren. De automobilist geeft echter niet graag het stuur uit handen. Ook worden remingrepen van het ESP-systeem vaak als irritant ervaren en zorgen daarbij ook nog

eens voor extra belasting van de remmen.

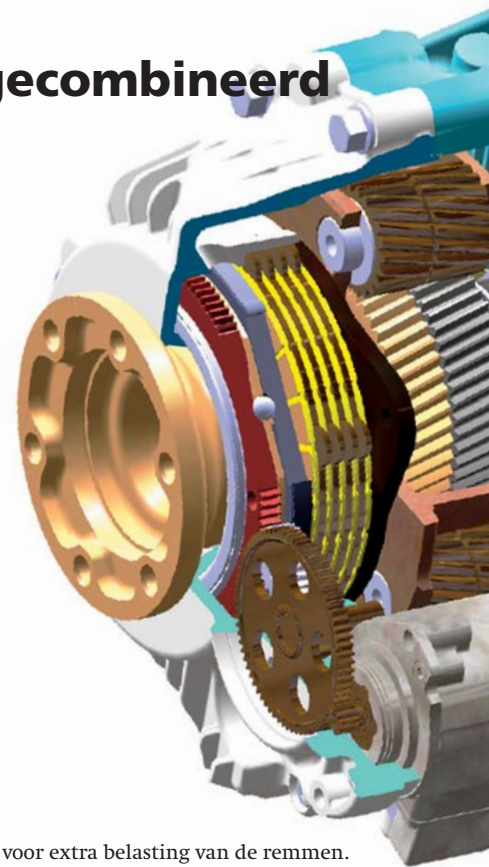
Zelfs juridische aspecten spelen een rol bij de ontwikkeling van veiligheidssystemen. Als de elektronica 'de macht overneemt', ligt daar ook de verantwoordelijkheid van genomen beslissingen. Gaat het fout, dan wordt met de beschuldigende vinger al snel naar de autofabrikant gewezen. Het autorijden moet dus niet te 'passief' worden.

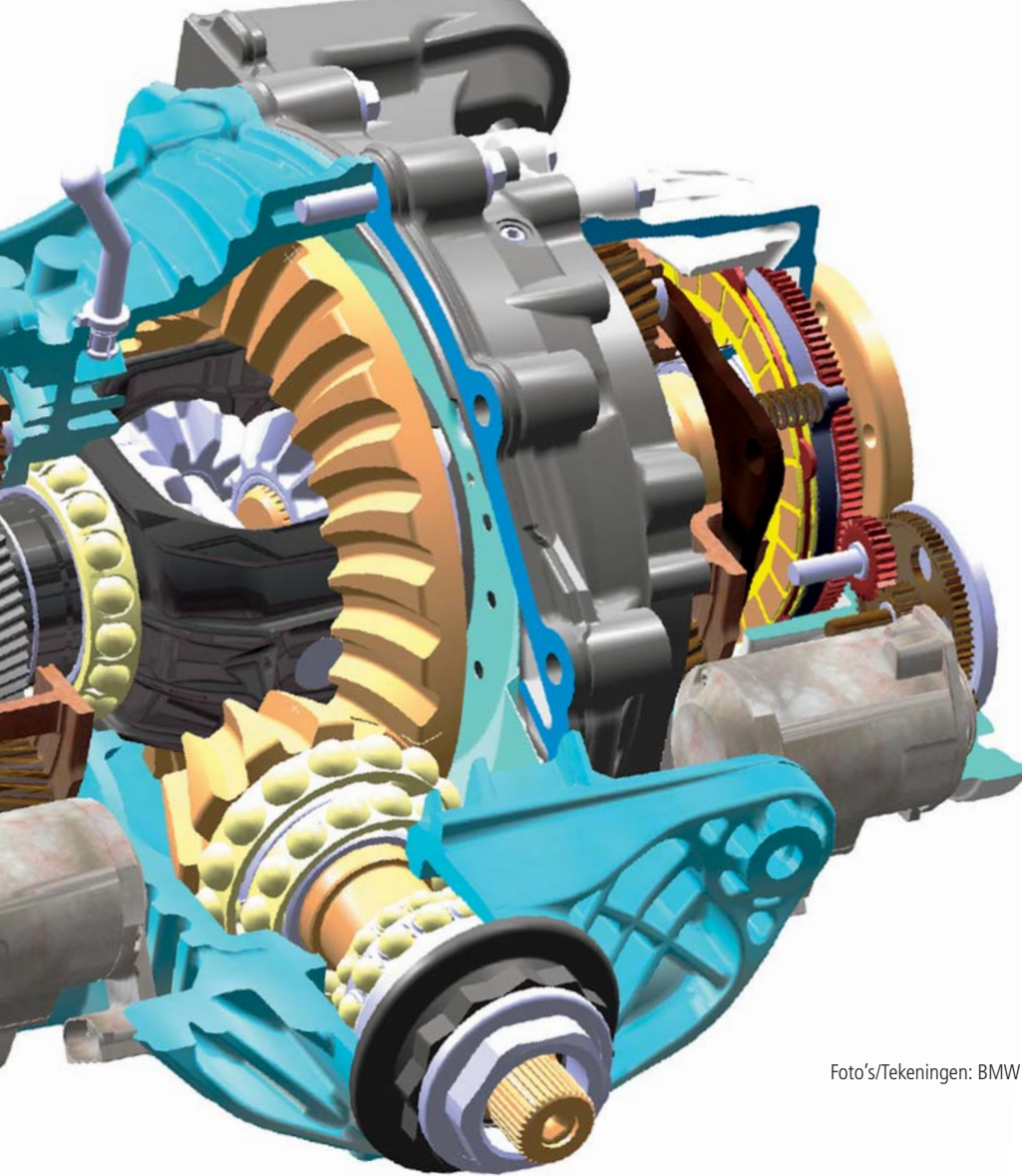
BMW, dat met zijn modellen vooral de sportieve rijder aanspreekt, past diverse innovatieve veiligheidssystemen toe. Belangrijk daarbij is dat de bestuurder geen hinder ondervindt van de 'hulp' van deze systemen en dat ze niet te vroeg ingrijpen. De BMW-rijder wil zelf de controle houden. BMW ziet een remingreep als een uiterst redmiddel.

## Dynamic Performance Control

Eén van de klapstukken van de door BMW gepresenteerde onderstelinnovaties is Dynamic Performance Control (DPC). Het in samenwerking met ZF ontwikkelde systeem zorgt ervoor dat het aandrijfkoppel tussen het linker en rechter achterwiel verdeeld kan worden. Dat is

BMW's Dynamic Performance Control biedt een hoge mate van stuurprecisie en stabiliteit in bochten. De auto is ook in grenssituaties veel beter onder controle, zonder dat wilde stuurcorrecties nodig zijn om de auto op de juiste koers te houden.





Foto's/Tekeningen: BMW

belangrijk in situaties waarbij zich een verschil in grip voordoet tussen linker- en rechterachterwiel. PDC stuurt dan het juiste koppel naar elk afzonderlijk wiel. Daardoor hoeft het DSC (Dynamic Stability Program, BMW's naam voor ESP) geen remingrepen te doen of de motor te smoren.

Nog mooier is dat een achteras, voorzien van dit DPC-differentieel, meehelpt bij het sturen van de auto. Dit sturende effect kan vergeleken worden met het sturen van een rupsvoertuig. Daarbij wordt een bocht gemaakt door een van de rupsen te versnellen, de rups aan de andere kant te vertragen of een combinatie hiervan. Bij een BMW uitgerust met het DPC-diff gebeurt dit ook, alleen zijn er geen rupsen maar achterwielen. Bij een bocht naar rechts zal het linkerachterwiel, afhankelijk van de stuuruitslag, een groter aandrijfmoment leveren waardoor de auto als het ware de bocht in wordt gedrukt. Bij een snelle acceleratie na het uitkomen van een bocht, is duidelijk te voelen dat er meer kracht gaat naar het achterwiel aan de buitenkant van de bocht.

Hoewel het systeem ook op achterwielaandrijvers werkt, kiest BMW ervoor het vooraanvoertuig alleen toe te passen in combinatie met xDrive

(4WD van BMW), en dat zijn tegenwoordig wereldwijd gezien toch een op de vier nieuw afgeleverde BMW's.

### DPC technisch bekeken

Het DPC-differentieel kan zijn koppelverdeelwerk doen dankzij twee planetaire tandwielstel-

Het BMW DPC-differentieel met aan weerszijden een lamellenkoppeling die wordt geregeld door een elektromotortje. Door het ringwiel van het linker of rechter planetaire tandwielstelsel af te remmen, kan het koppel over de achterwielen worden verdeeld. Dat is mogelijk tot een maximum verschil van 1800 Nm, onafhankelijk van het koppel dat via de cardanas het differentieel binnenkomt.

sels die aan weerszijden van het differentieel gemonteerd zijn. In deze planetaire stelsels heeft het zonwiel aan de aandrijfzijde tien procent minder tanden dan aan de differentieelzijde. Door het ringwiel van het linker of rechter planetaire tandwielstelsel met een elektrisch aangestuurde lamellenkoppeling af te remmen, kan de koppelverdeling worden geregeld. Dat is mogelijk tot een maximum verschil van 1800 Nm, onafhankelijk van het koppel dat via de cardanas het differentieel binnenkomt.

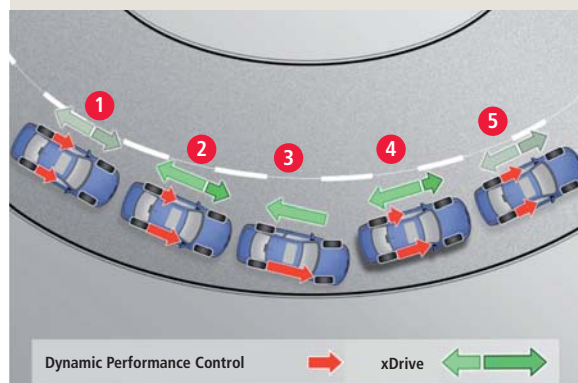
De vijfplaats lamellenkoppelingen worden tegen een veerdruk in gekoppeld door middel van een elektromotor, die op zijn beurt wordt aangestuurd door een dubbel uitgevoerd stuurapparaat.

Wat het BMW-systeem onderscheidt van zijn concurrenten is dat de koppelverdeling altijd is te regelen. Dus ook als er geen aandrijfkraften van de motor komen en zelfs als er op de motor wordt afgeremd.

Om de smering van de planetaire tandwielstelsels en lamellenkoppelingen ook tijdens hoge bochtsnelheden te waarborgen, worden deze links en rechts afzonderlijk gesmeerd door een synthetische ATF, terwijl het differentieel zelf wordt gesmeerd door een conventionele hypoidolie.

Het systeem is op zich failsafe, valt de elektronica uit dan houdt alleen de helpende werking van DPC op. Blijft het feit dat de bestuurder dan opeens weer merkt hoe het is om helemaal 'zelf te moeten sturen.

### Zo werkt het DPC-differentieel



Hier ziet u stap voor stap hoe het koppel naar elk afzonderlijk wiel geregeld wordt bij het nemen van een bocht. De aandrijving stuurt als het ware mee.

1. De auto rijdt rechtdoor, de verdeling van de aandrijfkraften is in dit geval met xDrive 40% om 60% (voor/achter). De aandrijfkraften worden symmetrisch verdeeld over het linker- en rechterachterwiel, zoals dat ook bij een conventioneel differentieel gebeurt.
2. De auto begint met het maken van de bocht. xDrive stuurt nog meer aandrijfkoppel naar de achteren en het DPC-differentieel zorgt ervoor dat het rechterachterwiel meer aandrijfkoppel krijgt aangestuurd dan het linker.
3. Midden in de bocht is de meest extreme situatie te zien waarvoor DPC kan zorgen. xDrive stuurt al het koppel naar achteren. DPC stuurt het vervolgens allemaal naar het rechterachterwiel.
4. Bocht uitaccelerend worden de voorwielen weer van koppel voorzien. Wel is er nog steeds een asymmetrische verdeling van koppel over de achterwielen te zien.
5. De auto heeft de bocht verlaten en rijdt weer zoals een conventionele BMW met xDrive.



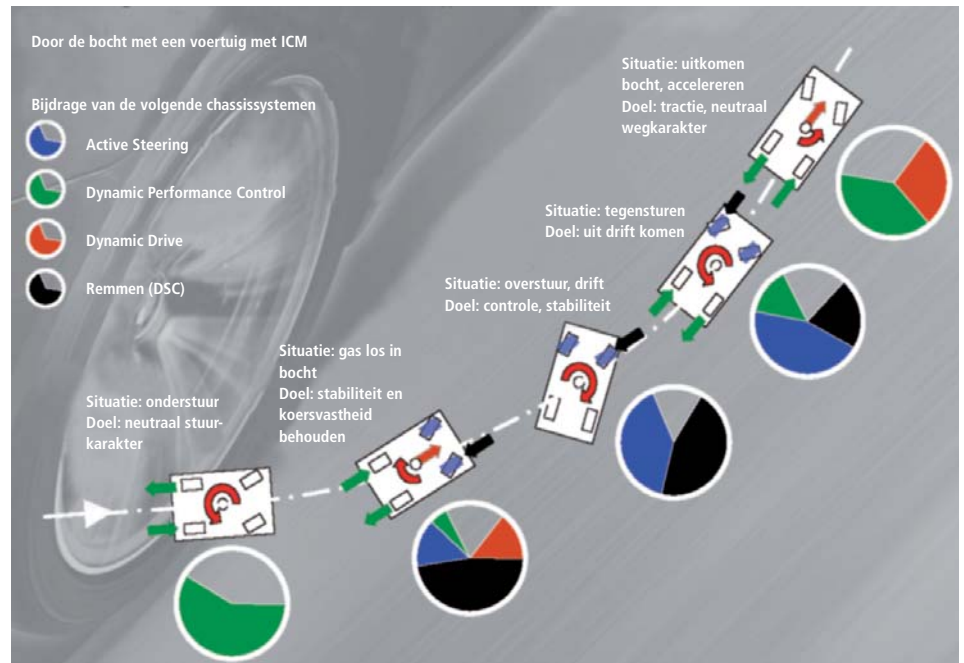
# VEILIGHEID

Innovaties in BMW-ondersteltechniek



Hard door de bocht met respectievelijk ingeschakeld Dynamic Stability Control, met DTC en tenslotte met DSC uit.

## Samenwerking geeft meerwaarde



Door Integrated Chassis Management wordt een intelligent samenspel tussen de verschillende onderstelssystemen mogelijk. Aan de gekleurde schijven is te zien hoe het werk tussen de systemen is verdeeld in verschillende stadia van de bocht.

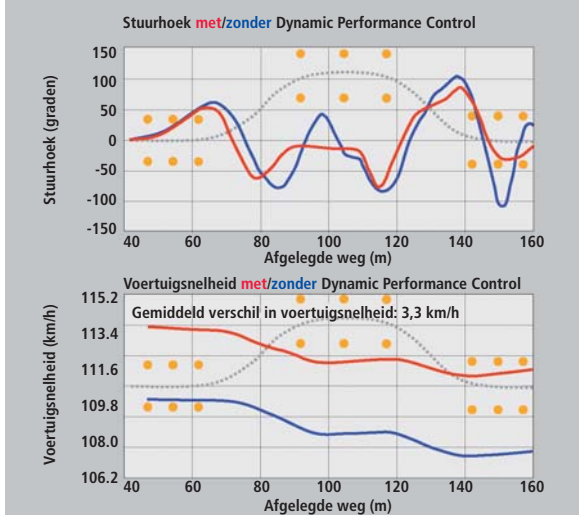
## Dynamic Stability Control

Dynamische Stabiliteits Controle, ofwel het ESP van BMW, is verder geëvolueerd en beschikt nu over het zogenaamde yaw rate control. Dat kan met behulp van de motor en de (achter)remmen voor een koppelverschil tussen

de achterwielen zorgen van ongeveer 600 Nm, eenderde van wat DPC kan. Bij het starten van een BMW staat het DSC altijd standaard ingeschakeld. De bestuurder met sportieve aspiraties kan via een knop op de middenconsole DTC (Dynamische Tractie Controle)

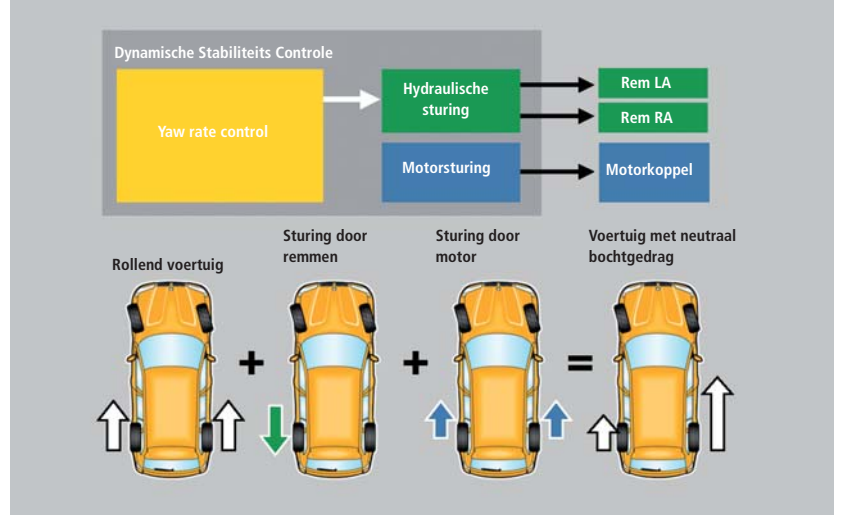
activeren. Bij een ingeschakeld DTC worden de motor- en remassistentiesystemen later aangesproken. Hierdoor kan er met licht slippende of blokkerende wielen meer tractie worden afgegeven op losse of gladde ondergronden. Door het later aanspreken van deze assistentiesystemen

## Veilige baanwissel



Uit de grafieken blijkt dat een auto uitgerust met DPC (rood) met kleinere stuuruitslagen en een hogere gemiddelde snelheid plotselinge baanwisselingen kan uitvoeren dan een zelfde auto zonder DPC (blauw).

## Evolutie van DSC

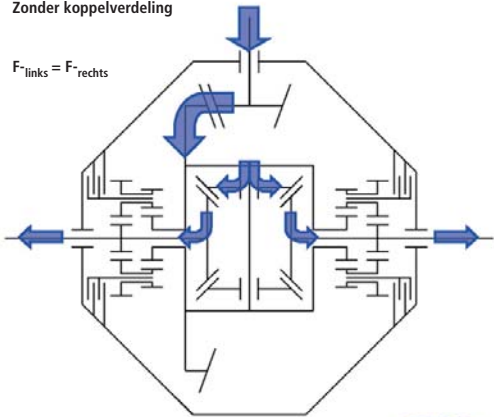


Dynamische Stabiliteits Controle, ofwel het ESP van BMW, is verder geëvolueerd en beschikt nu over het zogenaamde yaw rate control. Dat kan met behulp van de motor en de (achter)remmen voor een koppelverschil tussen de achterwielen zorgen van ongeveer 600 Nm, eenderde van wat DPC kan.

## Slimme krachtverdeling voor meer stabiliteit

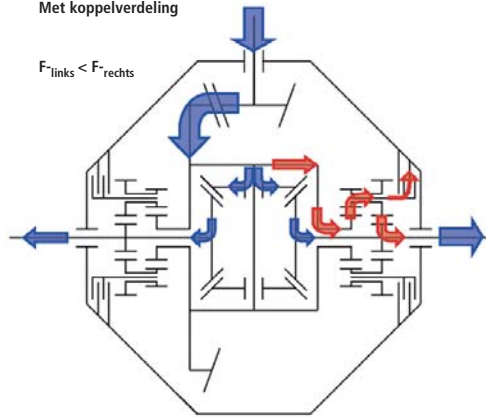
Zonder koppelverdeling

$$F_{\text{links}} = F_{\text{rechts}}$$



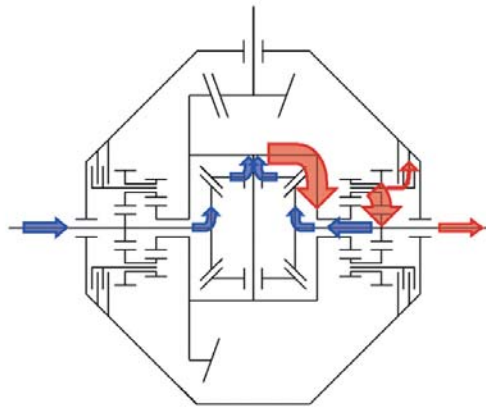
Met koppelverdeling

$$F_{\text{links}} < F_{\text{rechts}}$$



Planetaire stelsels zorgen voor een asymmetrische koppelverdeling

- Gedrag van een conventionele eindaandrijving
- Rechttuitrijden: planetaire stelsels draaien in zijn geheel mee
- In een bocht: planetaire stelsels draaien mee zonder koppelverdeling



De koppelverdeling is onafhankelijk van de door de motor aangeleverde aandrijf- of remkracht.

Het DPC-differentieel kan zijn koppelverdeelwerk doen dankzij twee planetaire tandwielstelsels die aan weerszijden van het differentieel gemonteerd zijn.

kan er ook sportiever worden gereden en is het mogelijk een (gecontroleerde) drift te maken. Door de knop op de middenconsole langere tijd in te drukken worden DSC en DTC volledig uitgeschakeld. Met uitzondering van het ABS (en voor sommige modellen het Elektronische Differentieel Slot) is de bestuurder dan op zijn eigen rijkwaliteiten aangewezen.

### Integrated Chassis Management

Tot op heden treffen we onder een BMW tal van afzonderlijke chassissystemen aan. Elk daarvan heeft zijn eigen sensoren en stuurmodules. Dat kan natuurlijk intelligenter. Om de regelsnelheid te verhogen en het aantal 'dubbele' sensoren te verminderen, wil BMW alle onderstelsystemen centraliseren in één chassisstuurmodule. Dit noemt BMW 'Integrated Chassis Management', kortweg ICM. Met één centrale chassismodule wordt het veel gemakkelijker om gegevens tussen verschillende systemen uit te wisselen. Dynamic Performance Control kan bijvoorbeeld gaan samenwerken met Dynamic Stability Control, Active Steering en Dynamic Drive. De ICM-stuurmodule zoekt dan voor iedere situatie de beste combinatie van ingrepen door de verschillende hulpsystemen.

### Active Steering

BMW Active Steering zorgt ervoor dat de besturing bij lage snelheden erg direct is en bij hoge

snelheden juist indirect. De reactie van het stuur is dus snelheidsafhankelijk. Het systeem werkt door middel van een planetair tandwielstelsel. Bij deze manier van stuurbekrachtiging is het zonwiel de ingang, de planeetwiel de uitgang. Een hiermee verbonden computer zorgt voor een variabele overbrenging. Maar dat is niet alles. De vernieuwde Active Steering zorgt er samen met Dynamic Stability Control voor dat het voertuig stabiel op de weg ligt. Plotselinge stuurcorrecties door bijvoorbeeld zijwind hoeven niet meer door de bestuurder te worden uitgevoerd.

### Dynamic Drive

Dynamic Drive is een actief onderstelsysteem dat overhellen in bochten moet voorkomen. Ook zorgt het ervoor dat de auto vriendelijker reageert op plotseling gasgeven en -loslaten. Dit wordt geregeld door hydraulisch verstel-

bare schokdempers en stabilisatorstangen met elektronisch gestuurde drukregelkleppen. De druk in het systeem is afgeregeld op 160 bar. BMW heeft bewust niet gekozen voor een schokdempersysteem dat werkt met magnetisme en een dempervloeistof dat metaaldeeltjes bevat. De homogeniteit van de dempervloeistof zou bij veroudering verloren gaan doordat de metaaldeeltjes naar de bodem van de demper zakken.

### ICM in de praktijk

Bij het insturen van een bocht wordt langzaam door Active Steering een weerstand in het stuur opgeroepen en tegelijkertijd zorgt het Dynamic Performance Systeem voor een neutraal weggedrag in de bocht. Verderop in de bocht voorkomt Dynamic Drive het ongewenst overhellen van de carrosserie. Mocht de auto toch nog in een slip raken, dan zal Active Steering een tegenstuurreactie geven. Is dit nog niet afdoende, dan volgt pas het uiterste redmiddel: een remingreep door het DSC.

Zo blijft de BMW-rijder baas achter eigen stuur, maar krijgt wel gezelschap van een team van samenwerkende assistenten met elk zijn eigen specialiteit. Rijplezier blijft behouden en de veiligheid neemt belangrijk toe. Een knappe prestatie, dankzij de moderne elektronica!

**Martijn Roskam**

**www.AMT.nl**

Dé internetsite voor de Automotive Professional

Op [www.AMT.nl](http://www.AMT.nl) zijn onder Video, rubriek Onderstel een aantal video's te bekijken over de werking van het BMW Adaptive-Drive-systeem.