

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

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

**Opkomst hybrides stimuleert elektrificatie remsysteem**

# Remmen aan een draadje

**Met een jaar of twee wil Siemens VDO, sinds kort onderdeel van Continental, zijn elektrische wig-rem in productie hebben. Moederbedrijf Continental staat klaar met EHC, een gemengd elektrisch/hydraulisch remsysteem. Terwijl alle autofabrikanten ijverig werken aan hybride-aandrijvingen, waarin vrijwel altijd terugwinning van remenergie een rol speelt. Dan is de opkomst van brake-by-wire haast onvermijdelijk.**

De eerste poging leed nog schipbreuk. Geruisloos verdween SBC uit de topmodellen van Mercedes-Benz, het bleek dat Sensotronic Brake Control nog teveel problemen kende. Een remsysteem mag nooit falen, bij normaal gebruik en onderhoud. Dat deed SBC ook niet echt, achter de elektronica zat een mechanisch noodstelsel om desnoods langs gewone hydraulische weg te kunnen remmen. Maar als je in je dure Mercedes meldingen krijgt dat de remmen niet in orde zijn ga je daar geen genoegen mee nemen.

## Pedaalsensor

SBC werkte wel 'by wire', geheel elektronisch gestuurd, maar de feitelijke rembediening bleef hydraulisch. Alleen de directe verbinding tussen hoofdremcilinder en remleidingen werd verbroken (op het noodstelsel na), en vervangen door draadjes. Via het ABS-blok kon elke wielrem individueel door elektronica worden aangestuurd. Dat leek iets geweldigs: niet meer alleen voor/achter, maar voortaan ook links/rechts verdeelbare remkracht. Ideaal aansluitend op allerhande elektronische veiligheids-, tractie- en stabiliteitssystemen. Bovendien kon je de beste remstrategieën inprogrammeren, als de bediening van het rempedaal geen enkel verband meer houdt met de drukopbouw in het hydraulisch circuit.

Een sensor registreerde de druk op het rempedaal, waarin elektrisch een zo natuurlijk mogelijk aanvoelende tegendruk werd opgewekt. Zo'n elektronisch rempedaal zit overigens nu nog in

het programma van Conti Teves. Bijna net zoiets als het tegenwoordige gaspedaal, dat heel vaak werkt met een sensor. Een draadje naar een stelmotor op de gasklep, in plaats van een kabel of stangetje, dus een 'drive by wire'-systeem. De voet op het pedaal geeft alleen aan wat de rijder wil, elektronica bepaalt hoe dat het meest effectief en economisch bereikt zal worden.

## Sneller en beter

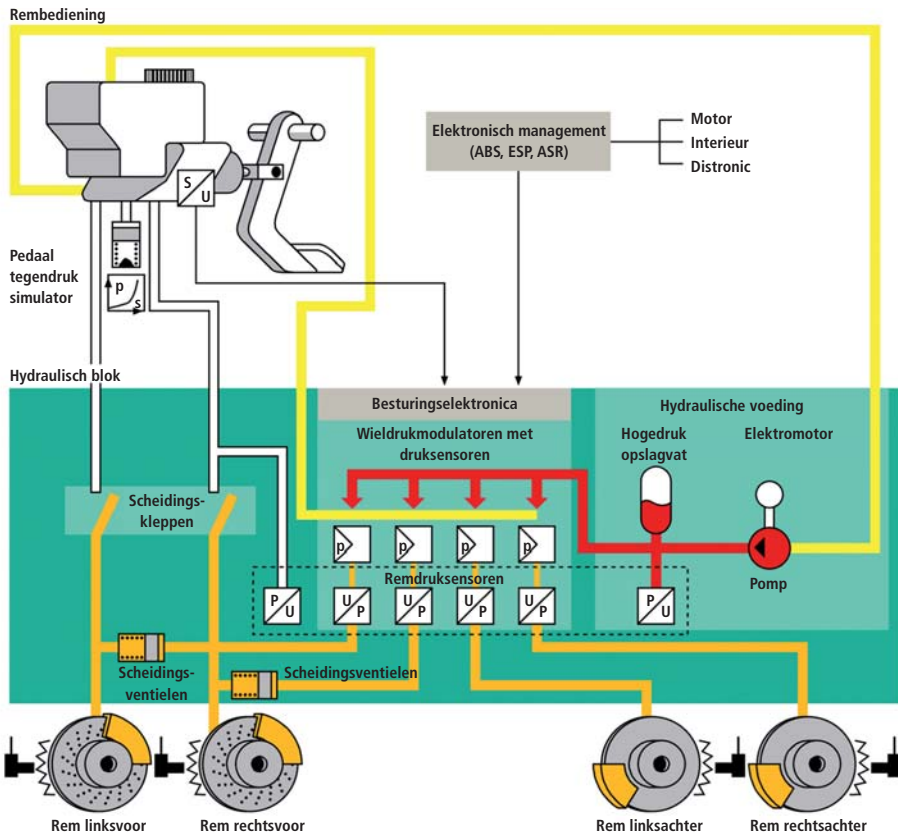
Herinnert u zich misschien nog de vroegere tv-serie 'de man van zes miljoen', waarin acteur Lee Majors werd omgebouwd tot bionische man? "We hebben hem sneller, beter en sterker gemaakt", zo begon dat altijd. Proeven met de elektrische wig-rem hebben al aangetoond dat op gladde ondergrond tot 15% winst in remweg



Vooraf bij wintertests deed de elektronische wigrem EWB het erg goed. U ziet het principe: klein elektromotortje, de feitelijke wiggen met rollen ertussen, en een gewone remklauw.

Foto: Siemens VDO

## Sensotronic Brake Control: het hogedruk remsysteem in de Mercedes-Benz SL



Schematische weergave van Mercedes SBC. Via de scheidingsventielen gaan bij uitval van de elektronica de voorwieleremmen weer puur hydraulisch werken. Zo blijft de remwerking in stand, zij het op verminderd niveau.

Tekening: Mercedes-Benz

wordt bereikt tegenover een hydraulisch remsysteem.

Waarom is dat? Simpel, elektrische commando's en elektromotoren reageren stukken sneller en nauwkeuriger dan hydraulische cilinders en leidingen. De remkracht wordt niet groter, maar de remmen spreken sneller aan, en bovenal werkt ABS veel effectiever wanneer met een hogere frequentie de remkracht varieert. Zodat de wielen nog beter (vaker, langer) op het punt van maximale remkracht blijven, ietsje voor het punt waar ze gaan blokkeren.

Wegvallen van het hydraulisch systeem betekent ook het wegvallen van een onderhoudspunt. Geen gedoe meer met remvloeistof die teveel vocht heeft opgenomen, of te heet is geworden, of domweg preventief aan verversing toe is. Geen remvloeistof als chemisch afval, geen gepruts met ontluchten. Stuurbevestiging werkt nu vaak al elektrisch, doen de remmen dat ook dan is alle hydrauliek uit de auto verbannen.

Aanvankelijk leefde de vrees dat voldoende remkracht, en een niet onredelijk hoog elektrisch

energieverbruik, riepen om een 42 V boordnet. Zeker de wig-rem die Siemens VDO ontwikkelde heeft door zijn zelfbekrachtigende werking ruimschoots genoeg aan 12 V. Maar ook de Continental EHC doet het nu daarmee.

### Waardevolle remenergie

In het enorme offensief om auto's op de kortst mogelijke termijn zuiniger te maken en minder CO<sub>2</sub> te laten produceren tellen alle beetjes. De bewegingsenergie die verloren gaat bij remmen is bepaald geen beetje, daar willen we best graag iets van terug. In auto's met elektromotor is dat niet zo moeilijk. Laat de elektromotor als generator werken, en daarmee als motorrem. Vertragen levert nu stroom op, die we in de accu kunnen opslaan voor later gebruik.

De simpelste aanzet daartoe gebruikt BMW nu al in seriemodellen, als onderdeel van 'EfficientDynamics'. Een generator met speciale regeling wekt onder andere extra stroom op als de auto afremt, geeft dus extra belasting op de motor, die daardoor meer remwerking oplevert. Zo lang de bestuurder niet de koppeling intrapt. En minder hard op de rem trapt, omdat de motor al meer dan gebruikelijke remwerking geeft. Het zou nog mooier zijn als je dat kon regelen. Maximale remwerking uit de generator halen, aan een pedaalsensor aflezen hoe hard de bestuurder wil remmen. Dan de remwerking van

## Elektrische handrem, in de wielrem opgenomen

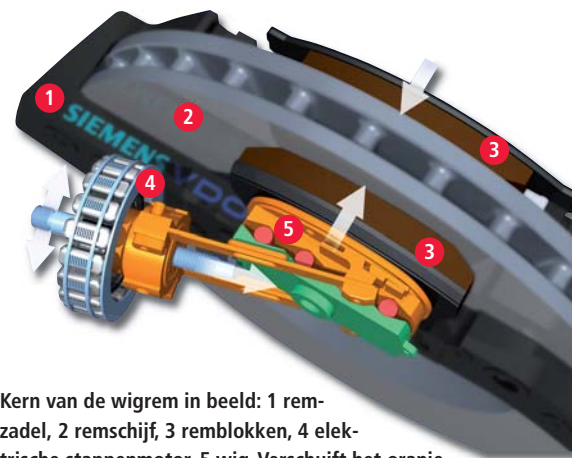


Systeemonderdelen:  
- Centrale regelunit  
- Direct elektrisch bediende duo-remservo

Systeemonderdelen:  
- Regelunit apart of bv. in ESP verwerkt  
- Combi-remklauw met elektromotor

De elektrische handrem is snel populair geworden, onder andere voor een automatische 'Hill Holder'-functie. Kan simpel, met een elektromotor op de handremkabels, maar eleganter en betrouwbaarder zijn deze Conti Teves-oplossingen.

Foto: Continental



Kern van de wigrem in beeld: 1 remzadel, 2 remschijf, 3 remblokken, 4 elektrische stappenmotor, 5 wig. Verschuift het oranje deel in de wig langs het (vaste) groene deel, dan lopen de rode rollen langs de schuine vlakken op het groene deel. De remblokken komen tegen de schijf, en proberen vanzelf het oranje deel nog verder langs het groene te trekken. Zo groeit de aandrukkracht, tot de elektromotor het oranje deel terugtrekt.

Tekening: Siemens VDO

de generator aanvullen tot het gewenste niveau met de wielremmen. Als je die wielremmen dus onafhankelijk van de rempedaaldruk kunt regelen.

Daarom zijn 'by wire'-remmen ineens heel erg interessant geworden. Dat is makkelijker en goedkoper te realiseren met elektrische remmen, dan via de hydraulische omweg van SBC. Gedebuteerd in 2001 op de Mercedes SL, toen er nog geen bruikbare elektrische remklauwen waren.

## ONDERSTEL

Elektrische remsystemen

### Achtergrond van EHC

Voor in grotere auto's gaat vrijwel onvermijdelijk hybridisering komen, een elektromotor die naast of in plaats van de verbrandingsmotor werkt. Daarop dacht Continental door. Meestal zullen die auto's achterwielaandrijving hebben. Gaan we remenergie terugwinnen met de elektromotor, dan gebeurt dat dus ook specifiek op de achterwielen. Daarom werkten ze EHC uit, met elektrische remmen achteraan en hydraulische vooraan. Ook een hybride-systeem, zou je kunnen zeggen. De elektrische remmen achter kunnen zodanig getemperd worden dat steeds maximale generator(rem)werking wordt gebruikt. Voordeel ook dat de achterremmen lager belast worden dan de voorremmen, er is niet zo'n sterke elektrische knijpkracht nodig op de remblokken achter.

Nog een voordeel is dat er geen probleem is met fail-safewerking van het remsysteem. Vooraan blijven de hydraulische remmen werken als de stroom in de auto ooit op slag mocht wegvallen. Dit omzeilt het probleem dat de regelgeving volledig elektrische remmen niet toestaat zonder een (mechanische) noodvoorziening. Die onder elke omstandigheid blijft werken, met een bepaalde minimale remvertraging. Welke je met alleen de voorwielremmen al haalt.

Een dikke elektromotor, zoals als Lexus in zijn hybrides gebruikt, kan bij generatorwerking een remvermogen leveren dat er niet om liegt. De generatorwerking kun je overigens regelen. Remregeling gebruikt Toyota/Lexus in hybride-

modellen ook, het hydraulisch remsysteem wordt via het ABS-regelblok bijgestuurd om terugwinning van remenergie te optimaliseren. Maar dat is nog geen volledige 'by wire'-sturing zoals in SBC.

### Slimme werking wig-rem

Er is één klein probleempje, in een hydraulisch remsysteem zit ook een bekrachtiger. Die heb je niet bij elektrisch remmen. Hier vond Siemens

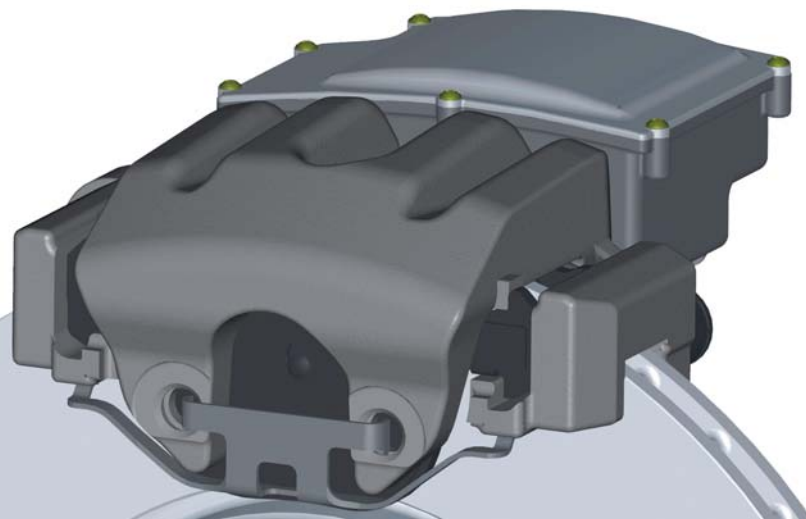
- 1 Wielvelg
- 2 Elektromotor
- 3 Elektrische rem
- 4 Elektronisch gestuurd veerelement
- 5 Elektrische besturing

Toekomstideaal is een elektrisch aangestuurd wiel waar alles in zit, zoals deze eCorner van Siemens VDO. Elektromotor, elektrische rem, elektrische besturing en een elektronisch gestuurd veerelement allemaal gehuisvest binnen de wielvelg.

Tekening: Continental

VDO iets heel slims op met hun zelfbekrachtigende wig-rem.

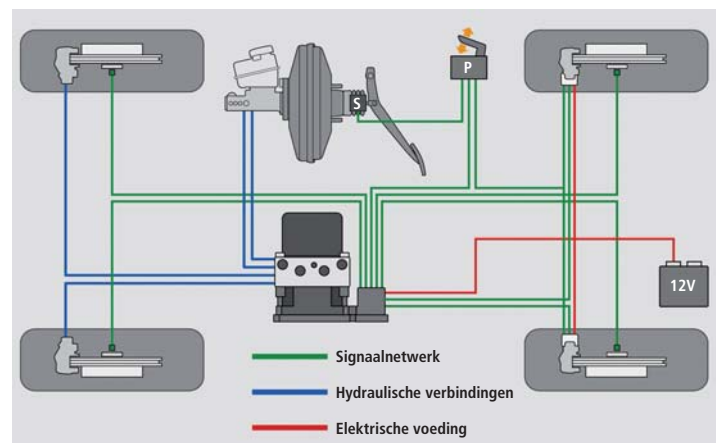
Deze gebruikt een elektrisch verplaatsbare wig om de remblokken aan te drukken. Vanzelf trekken de remblokken zich vaster doordat ze die wig meettekken, tot je de wig tegenhoudt. Er is niet veel kracht, dus maar een klein elektromotortje nodig om de wig te verschuiven. De remmen zelf wekken de benodigde knijpkracht op.



Zo ziet de elektrische rem van EHC eruit, een remklauw met een doosje eraan. Nog een voordeel van elektrische remmen: de remblokken hoeven niet meer aan te lopen. Je kunt ze vrij van de schijf trekken en weer een stukje rijweerstand opheffen, wat hydraulisch niet gaat.

Tekening: Continental

### EHC-systeemopbouw



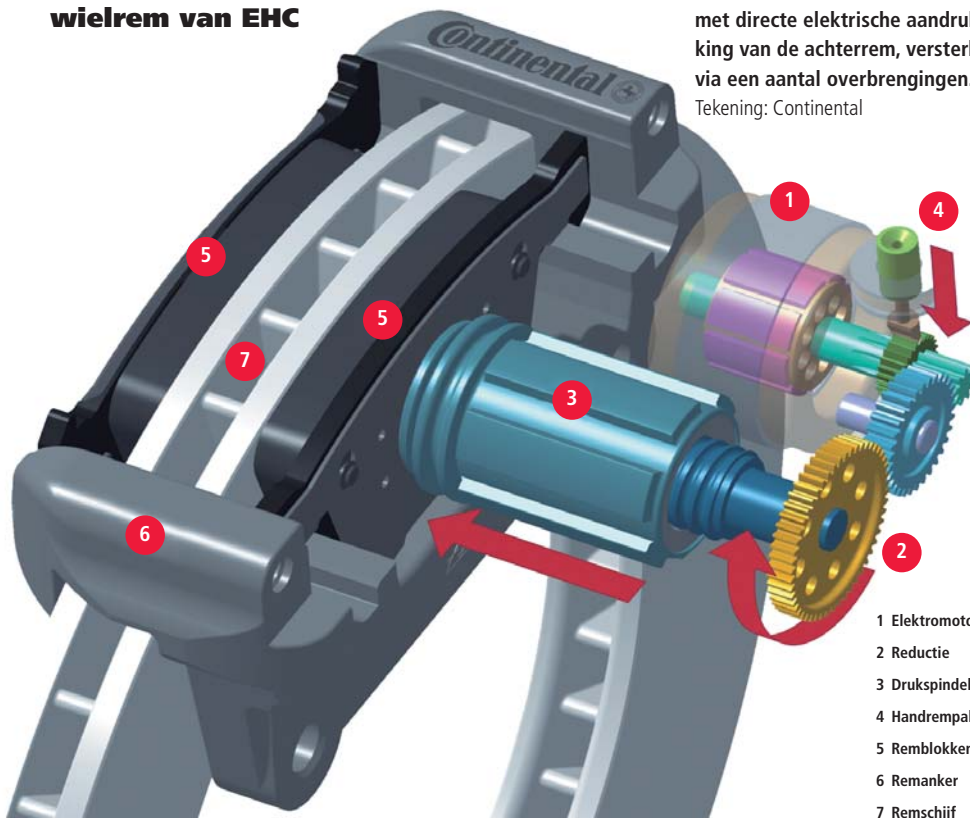
EHC is een hybride-systeem, met hydrauliek op de voorremmen en elektrisch bediende achterremmen. Dat geldt als fail-safe, de puur mechanische verbinding tussen rempedaal en de remmen voor, waarmee meer dan de helft van het remvermogen behouden blijft.

Tekening: Continental

## Elektro-mechanische wielrem van EHC

Het EHC van Continental werkt met directe elektrische aandrijving van de achterrem, versterkt via een aantal overbrengingen.

Tekening: Continental



- 1 Elektromotor
- 2 Reductie
- 3 Drukspindel
- 4 Handrempal
- 5 Remblokken
- 6 Remanker
- 7 Remschijf

Een geweldige uitkomst, want remmen behoren wel tot het onafgeveerd gewicht. Daar willen we bepaald geen dikke, zware elektromotoren op hebben, waar eerst alleen een hydraulisch slangetje zat.

### Doorbraak aanstaande?

Alle vragen zijn hiermee nog niet beantwoord. Hoe zit het met remgevoel, dat je ook weer langs elektrische weg kunstmatig moet gaan opwekken in het pedaal? De autoklant mag op geen enkele manier nadeel voelen door overgang van hydraulisch op elektrisch remmen. Nu elektrische remmen technisch gezien klaar zijn kan zeer intensief getest worden, om autofabrikanten te overtuigen dat ze heus betrouwbaar zijn. In verband met terugwinning van remenergie hebben ze nu echt regelbare remmen nodig. Dat kan beter via elektrische remmen, dan via wat knijpen op de hydraulische druk in het ABS-regelblok. Kan meteen weg, dat blok, als je elektrisch remt! En alle hydrauliek weg, en de rembekrachtiger; een mooi stuk gewichtsbesparing dat ook meer dan welkom is. Misschien net het zetje dat nog nodig was om elektrische remmen te laten loskomen uit het experimentele stadium.

**Peter Fokker**