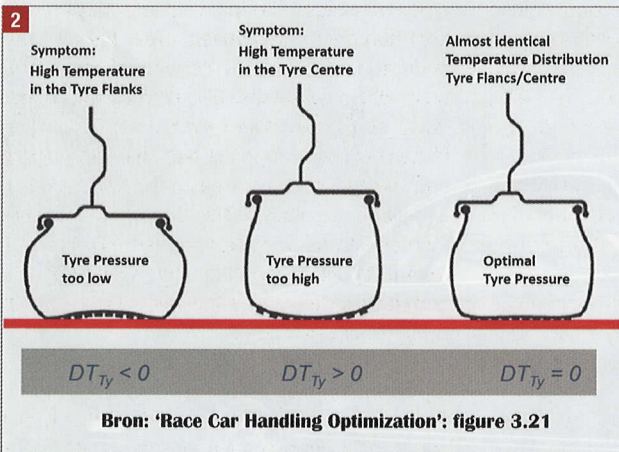
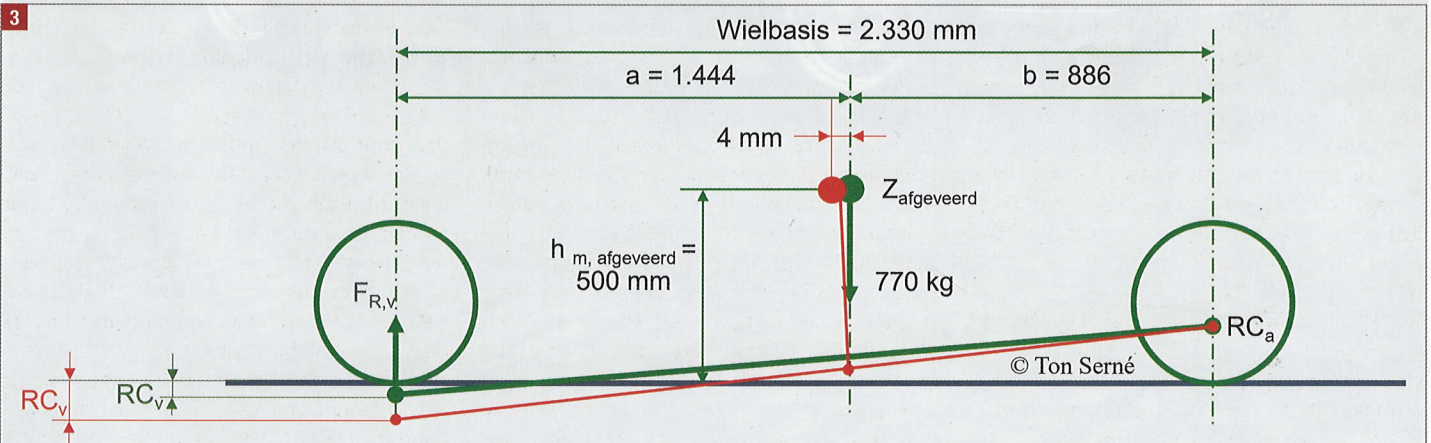


Deel 4: banden, uitwegen, uitlijnen



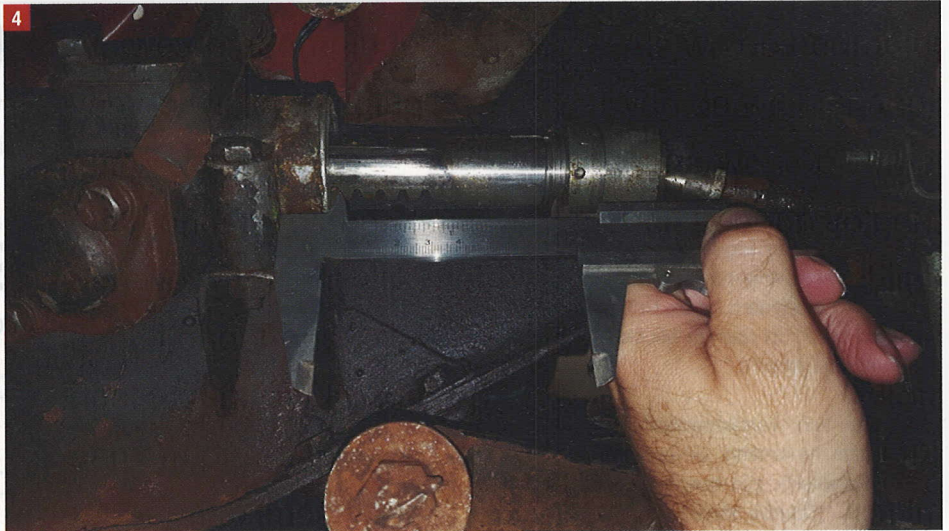
1: Een royale 2,99 meter asafstand bij deze Amerikaanse youngtimer, een Lincoln Town Car. **2:** Het slijtagepatroon zegt vaak iets over de bandendruk. Te laag? Dan slijten de schouders het hardst. Te hoog? Dan zal het midden van het loopvlak eerder aan zijn einde komen. Is de druk correct, dan zie je een mooi gelijkmatig slijtagepatroon over de gehele breedte, mits de uitlijning deugt. **3:** Het verlagen van de rijhoogte aan de vooras heeft meestal een positief effect op het weggedrag, hetgeen ten onrechte wordt toegeschreven aan 'meer gewicht op de voorwielen'. Dat gewicht neemt wel toe, maar in zeer beperkte mate, zoals in deze tekening toont. In de uitgangspositie (groen) is de druk per voorwiel $FR,v (770 \text{ kg} * 886 \text{ mm} / 2330 \text{ mm}) / 2 = 146,4 \text{ kg}$. Gaan we de rijhoogte vóór met 20 mm verlagen (rood), dan komt het zwaartepunt slechts 4 mm naar voren. De druk per voorwiel wordt nu $FR,v (770 \text{ kg} * (886 + 4) \text{ mm} / 2330 \text{ mm}) / 2 = 147,1 \text{ kg}$. Daarmee stijgt de wioldruk met slechts 700 gram... dat is nog niet eens een pint bier! De verbetering in de wegligging komt dus door andere factoren, met name door het toegenomen negatieve camber op de voorwielen en, indien van toepassing, meer toespoor als gevolg van bumpsteer.



Als we de gedragingen van de wielophanging onderweg op camerabeelden konden volgen, zouden we waarschijnlijk met een ei onder ons gaspedaal rijden. Het komt erop aan om die vier stukjes rubber maximaal in contact met het aardoppervlak te laten blijven. Hoe pakken fabrikanten dat aan en wat zijn de effecten ervan? In een serie artikelen geeft wegliggings-expert Ton Serné de geheimen van het onderstel prijs.

Het spelletje van de geometrie beginnen we inmiddels aardig te doorgronden en ook het gedrag van veren en schokdempers kent nog weinig geheimen, dankzij de verhelderende uitleg van de man die al deze wijsheden ook overbrengt op deelnemers aan de cursus 'Magic Numbers' en studenten van de Minor Motorsport Engineering aan de Fontys Hogescholen in Eindhoven en Helmond. Met zijn boek 'Race Car Handling Optimization' gaat hij helemaal de diepte in. Voor de laatste aflevering van deze serie over het wel en wee van het onderstel blijven nog drie onderwerpen staan, namelijk banden, uitwegen en uitlijnen. Die elementen hangen nauw met elkaar samen en bepalen in een onderling partnerschap of de goede bedoelingen van de ingenieurs die de auto in kwestie hebben ontwikkeld ook wel echt tot hun recht komen. Lees in dat verband vooral ook even het kader 'Begin bij de basis', om de dingen in de juiste volgorde te doen. Immers, wat heeft uitlijnen voor zin als een wielophanging vol speling alle kanten op klappert? Dan bewandelt het voertuig een kronkelpad tussen bijvoorbeeld toespoor en uitspoor.

Ton Serné schept er, zo weten we inmiddels, een genoeg in om vastgeroeste fabels te ontcrachten. Neem de bewering dat je je auto op brede sloffen zou moeten zetten om hem onder alle omstandigheden beter aan de weg



4: Bij het instellen van het toe- of uitspoor dient de stuurinrichting volledig symmetrisch te zijn. Als eerste stap breng je de spoorstangen op gelijke lengte, tot op de millimeter nauwkeurig.

5: Na het symmetrisch zetten van de spoorstangen centreer je de tandheugel. Doe dit niet door het stuur recht te zetten van het stuur, want dat biedt geen garantie voor een juiste uitkomst. Meet met behulp van bijvoorbeeld een schuifmaat de standen links en rechts tot op de millimeter nauwkeurig. Maak daarna een markering op het stuurhuis waar de stuurstang uitkomt, zodat je deze meting later niet steeds hoeft te herhalen.

te laten plakken. "Ik weet nog goed hoe in een ver verleden Bob de Jong in de rallysport werd uitgelachen toen hij bij een wedstrijd in de sneeuw met heel smalle spikes verscheen. Daar kwamen de andere teams gauw van terug, want hij reed ze één voor één zoek. Het werkt heel simpel: hoe breder het rubber, hoe lager de oppervlaktedruk." Vergelijk het met naaldhakken. Als je daarmee over het strand loopt, zak je diep in het zand weg. Niet dat dat prettig is voor madame, maar het illustreert wel wat er met banden gebeurt. Ook in de regen trek je volgens Serné meer profijt van slank schoeisel onder je auto. "Dan kan het profiel sneller en makkelijker het water afvoeren."

Alles goed en wel, maar waarom zie je dan toch breed rubber en - bij droog weer - slicks onder racewagens? "Met name om de thermische balans onder controle te houden. Door de wrijving bij hoge snelheden en extreem bochtenwerk vindt er veel warmteontwikkeling plaats, waardoor het rubber zwaarder belast wordt en de druk in de banden hard kan stijgen. Dat geldt natuurlijk in mindere mate ook bij een voertuig dat je op de openbare weg gebruikt. Overigens zet niet zozeer de lucht uit, maar het vocht dat erin zit, vandaar dat raceteams hun banden vaak met stikstof op druk brengen. Dat kun je trouwens zelf ook op een relatief eenvoudige wijze doen, als je het

type compressor koopt waarmee diepzeeduikers hun gasflessen vullen. Weet dat de lucht in de atmosfeer al voor 78 procent uit stikstof bestaat. De warmteontwikkeling vormt in ieder geval een belangrijke reden om banden niet té hard op te pompen. Naast het gevaar van een te hoge druk en in uitzonderlijke gevallen een klapband gaan ze bol staan, waardoor het midden van het loopvlak onevenredig hard zal slijten. Bij een te lage spanning werkt het juist andersom: dan zie je op de schouders het profiel snel verdwijnen."

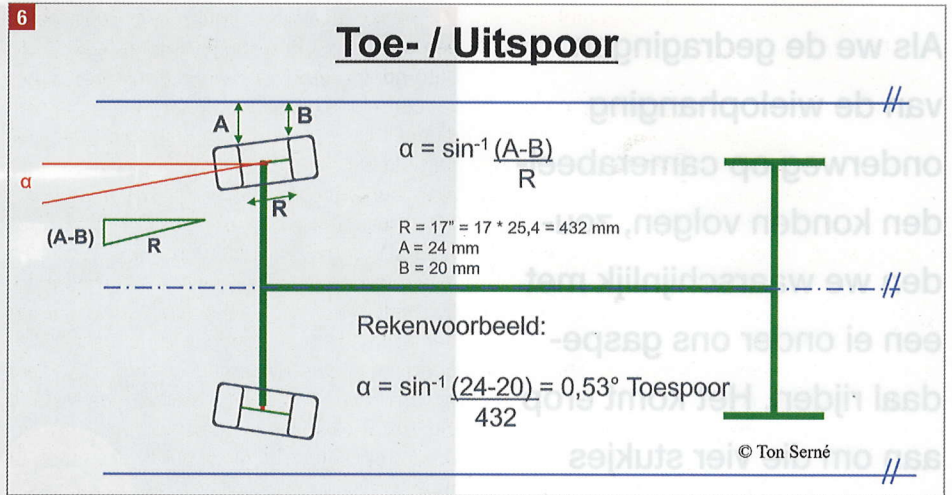
Bij de keuze tussen een radiaal- en een diagonaalband moet je volgens Serné ook niet blind op borrelpraat vertrouwen. "Ga vooral na voor welk type je voertuig gemaakt is. Laat ik de verschillen in gedragskenmerken eens uiteenzetten, dan wordt dat wel duidelijk. Allereerst iets over de structuur, over de opbouw. Bij diagonaalband, in 1898 uitgevonden door Dunlop, liggen de koordlagen kruislings over elkaar heen. Bij de radiaalband, zoals Michelin die in 1946 lanceerde, lopen ze dwars en dat heeft impact op de mechanische eigenschappen. Hij is zeker niet altijd in het voordeel, hoewel mensen dat vaak denken. Van deze twee typen presteert hij het best bij een kleinere sliphoek, maar juist minder wanneer de dwarskrachten toenemen. In het verlengde daarvan ligt dat de diagonaalband minder negatief camber behoeft om het

voertuig onder controle te houden. Gunstig wanneer je dit niet kunt beïnvloeden, zoals bij een starre achteras. Verder is dit 'ouderwetse' type band qua gedrag minder afhankelijk van de spanning. Hij ontwikkelt wel meer warmte, doordat er wrijving ontstaat tussen de koordlagen wanneer deze in- en uitveren. Bij hoge snelheid neemt de diameter aanmerkelijk toe, iets dat je in de vroege jaren tachtig mooi kon zien wanneer je naar Formule 1 keek. De diagonale Goodyears bij de Britse teams bodden veel meer op dan de Michelins onder de Renaults en Ferrari's."

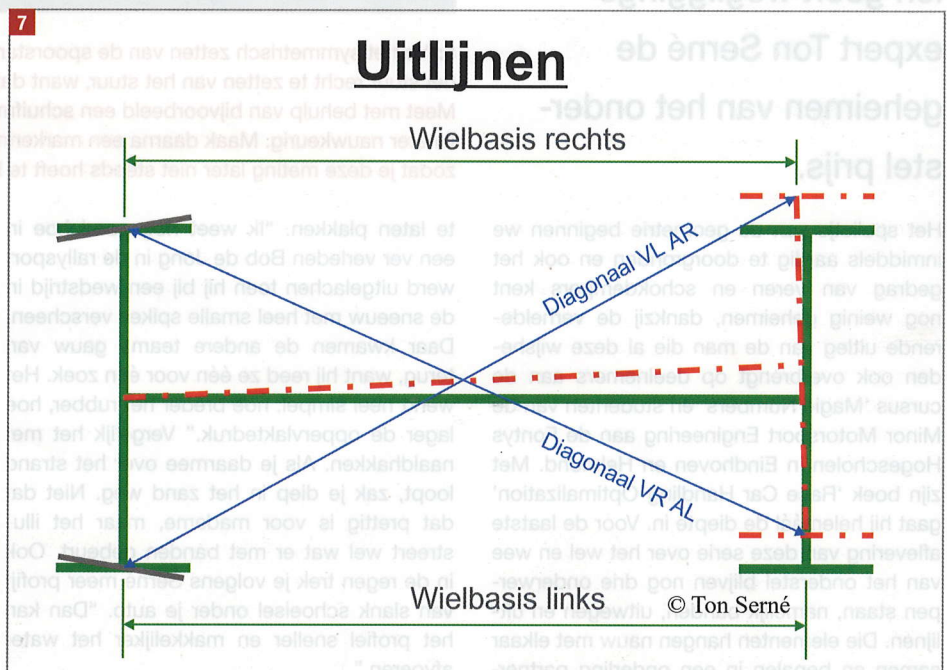
Bij wijze van verrijkingsstof zoomt Serné in op het fenomeen uitwegen, dat eigenlijk hoofdzakelijk zijn toepassing vindt in de autosport. "Daarbij streef je naar het beste evenwicht tussen de wioldrukken op alle vier de hoeken. Besef dat er niet alleen tussen voor en achter, maar ook tussen links en rechts verschillen kunnen zitten, op één van de assen of beide. De positie van de stuurman en eventuele passagiers beïnvloedt dat natuurlijk ook weer. Voor straatgebruik niet van levensbelang, maar je vergaart wél nuttige informatie wanneer je de meetgegevens diagonaal analyseert, dus kruiselings. Stel je een onderling verschil van vele tientallen kilo's vast, dan duidt dat er waarschijnlijk op dat de auto krom oftewel getordeerd is. Dat valt te compenseren door shims te plaatsen aan het uiteinde van een schroef- of bladveer. Een torsieveer draai je een stukje op of terug. Let er trouwens op dat je een eventuele antirollbar loskoppelt wanneer je wioldrukken gaat meten, anders bestaat het risico dat de zaak onder spanning komt te staan. Dat zou een vertekend beeld geven. Monteer de stabilisatorstang daarna spanningsloos terug. Moet je wringen om hem passend te krijgen, dan is er iets krom of zit er iets anders fout."

In de racerij en rallysport heerst de opvatting dat je de gewichtsbalans behoorlijk kunt beïnvloeden door voor en/of achter de rijhoogte aan te passen. Ton Serné nuanceert dat. "Het maakt zeker iets verschil, maar niet wereldschokkend veel. Tijdens een presentatie voor de Duitse Opel Speedster Club liet ik zien dat het laten zakken van de neus met twintig millimeter per wiel slechts een verschil geeft van 700 gram. Tenzij je Max Verstappen bent, voel je dat echt niet. Hooguit merk je dat de auto wat scherper instuurt, maar dat wordt veroorzaakt door het toegenomen negatieve camber op de voorwielen. Er gebeurt ook nog iets anders waarbij je niet snel stilstaat, namelijk dat het rollcentrum sneller zakt dan het voertuig en mogelijk onder de weg verdwijnt, waardoor de banden negatieve krachten gaan ontwikkelen en de grip juist afneemt. Dan treedt het zogeheten 'turn-in understeer' op, dat verderop in de bocht wel weer verdwijnt. Kortom, je denkt een issue op te lossen, maar je creëert een nieuw probleem."

Over uitlijning kun je boeken schrijven en dat heeft Ton Serné ook gedaan, als onderdeel



6: Toe- of uitspoor valt uit te drukken in millimeters of graden. Volg de instellingen uit het handboek of van de bandenleverancier. Ga bij millimeters goed na of daarmee het verschil tussen A en B op één wiel of bij tussen beide wielen opgeteld bedoeld wordt! Bij graden kun je de hoek uitrekenen, waarbij je rekening dient te houden met de velgdiameter. Check daarbij of de calculator dit in graden of radialen weergeeft... **7:** Twee dimensies die iets zeggen over in hoeverre de auto 'recht' is: vergelijk of de wielbases links en rechts met elkaar en check of de diagonalen een identieke lengte hebben. Doe dit na het correct instellen van het toespoor en na controle of de wielen precies in de rechthoek staan. Als de diagonalen in lengte verschillen, hoeft dat nog niet te betekenen dat de auto 'krom' is. Wellicht zit de achteras er niet recht onder, hetgeen bij een starre as met bladveren al snel kan gebeuren. Vergeet trouwens niet het toespoor achter te meten, mocht dat instelbaar zijn.



van een groter geheel. We beperken ons hier tot hoofdzaken, te beginnen met de gangbare set-up bij personenwagens, allereerst op het gebied van sporing. "Normaliter staat de vooras op toespoor en de achteras vaak ook een beetje, mits onafhankelijk opgehangen. Dat zorgt voor een stabiliserende werking bij rechthoek rijden, als compensatie van het feit dat de rolweerstand de wielen naar achteren wil drukken, zeker aan de rechterzijde op de licht verkante wegen die je overal tegenkomt. De banden met hun verende werking staan dan onder een dwarsgerichte voorspanning en hoeven dus niet een zekere dwarskracht op te bouwen voor ze reageren bij een flin-

ke zucht wind, aflopend wegdek of andere omstandigheden. Teveel toespoor veroorzaakt echter een hoge rolweerstand en bandenslijtage. Vind je rijdynamiek belangrijker dan rust in je besturing op rechte wegen, dan zou je voor een klein beetje statisch uitspoor kunnen kiezen, om het onderstuur in langzame bochten bij veel stuuruitslag te verminderen. Onder invloed van de centrifugaalkracht vertoont de auto roll, waardoor er meer druk komt op het buitenste voorwiel en het binnenste achterwiel wordt ontlast. De vooras ontwikkelt daardoor meer dwarskracht, de achteras iets minder. Meer uitspoor geeft iets meer roll en daarmee meer druk op het bui-

tenste voorwiel, wat de stabiliteit in met name korte bochten verhoogt.”

Dan caster oftewel naloop, makkelijk te snappen door naar de voorvork van een fiets te kijken. “Hoe meer graden, hoe groter de rechthoekstabiliteit, alleen gaat een auto zonder bekrachtiging daar wel zwaarder van sturen,” legt Serné uit. “Caster valt bij de meeste personenwagens niet te verstellen, net zo min als camber, uitzonderingen daargelaten. Deze dwarshelling van de king pin oftewel fuseeas staat in het zijaanzicht vrijwel altijd achterover gericht en de aldus verkregen naloop zorgt voor stabiliteit bij rechthoekrijden. Bij negatief camber zijn de bovenkanten van de wielen naar binnen gericht, behalve bij een aangedreven starre as, anders zouden de splines teveel op hun donder krijgen. Bij een Volkswagen Kever, een Fiat 500 en een enkel ander geval met pendelassen zie je zelfs een positief camber, om bij het inveren het verloop naar negatief enigszins te beperken. Het idee van deze wielvlucht kun je vergelijken met je eigen benen. Als je ze iets uit elkaar zet, sta je veel steviger, zeker als iemand je een duw geeft. Aan de andere kant moet je beseffen dat het camber bij de meeste typen wielophanging toeneemt wanneer de auto inveert, wat het contactoppervlak van de band met de weg vermindert. Dat mag niet te gek worden. Denk alleen maar even aan het duikeffect dat tijdens een remactie optreedt. Dan wil je wel de maximale hoeveelheid rubber hebben om tijdig tot stilstand te kunnen komen.”

Over het algemeen spitst uitlijnen zich dus toe op sporing. Serné: “Je kunt er zelf mee in de slag gaan, maar houd dan wel strikt de volgorde aan die ik nu beschrijf. Allereerst zet je beide spoorstangen op gelijke lengte, daarna centreer je de tandheugel of andersoortige stuuroverbrenging ten opzichte van de spoorstangeinden. Uitlijnbedrijven zien dit soms over het hoofd. Niet elke computer merkt dat op, want bepaalde typen kennen

de hartlijn van het voertuig niet. Bouw eerst een symmetrisch systeem, anders krijg je de auto nooit correct uitgelijnd. Dan gebeurt het bijvoorbeeld dat de korter ingestelde spoorstang tijdens een flinke remactie het wiel aan die zijde naar binnen trekt, waardoor de auto het spoor wil verlaten. Meestal wordt de schuld dan bij de schokdempers neergelegd... Voor het daadwerkelijke uitlijnen span je aan weerszijden een touwtje naast de auto. Dat trek je exact parallel aan de hartlijn van het voertuig, die je bepaalt door de middelpunten van de voor- en achterzijde met elkaar te verbinden. Dan meet je per wiel de afstand van beide velgranden tot het touwtje. Het verschil daartussen geeft de mate van toe- of uitspoor aan, in millimeters. Let op: fabrikanten vermelden meestal de opgetelde waarde voor beide wielen, die je dus door twee moet delen. Eventueel reken je het verschil in millimeters tussen de velgranden om naar graden. Als je eenmaal weet hoe het ervoor staat met de sporing van de auto, kun je deze volgens de fabrieksnorm gaan corrigeren, met een gelijke verstelling van beide spoorstangen.”

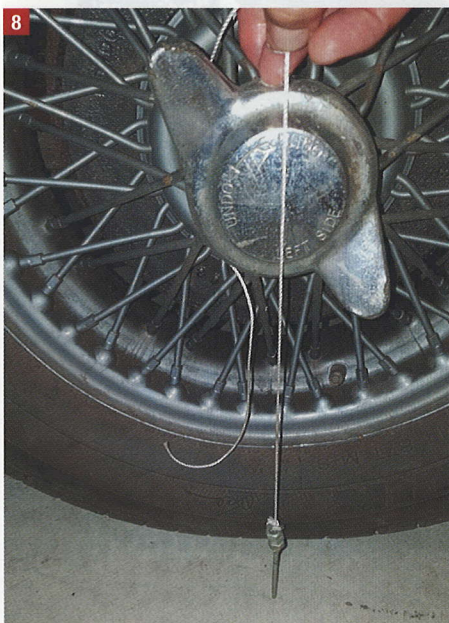
Daarmee zijn we er nog niet helemaal. “Na het uitlijnen controleer je nogmaals of de wielen netjes in de rechthoekstand staan, uiteraard met de correctie van het aantal graden toespoor. Vervolgens meet je of de wielbasis links en rechts gelijk is* en doe je hetzelfde bij de diagonale afstanden tussen de wielnaven. Gebruik daarbij bijvoorbeeld een schietlood. Pas op het allerlaatst, als alles symmetrisch staat, controleer je de stand van het stuurwiel en corrigeer je dit - indien nodig - ten opzichte van de stuurkolom.” Nou, zo hebben we in vier afleveringen (waarmee deze verhalenserie compleet is) toch onvoorstelbaar veel opgestoken van wegliggingsexpert Ton Serné, voor wie zo ongeveer zijn hele leven in het teken van deze materie staat. Daarmee komt er hopelijk vaker wat zinnigs op tafel tijdens de borrelpraat en wordt menigeen behoed voor onverantwoorde toestanden aan het onderstel. |

Begin bij de basis

In de vorige afleveringen van deze serie passeerde her en der het onderwerp ‘modificaties’ de revue. Ton Serné wil daar graag in algemene zin nog iets over kwijt. “Vraag jezelf altijd af: ‘Welk probleem wil ik oplossen?’ Stel dat je vindt dat het bochtgedrag voor verbetering vatbaar is, kijk dan eerst eens naar de basis voordat je in een mooie catalogus een set verlagingsveren, speciale schokdempers en dikke anti-rollbars gaat aanvinken. Daarmee bedoel ik dat je moet beginnen om de ophanging op het niveau te brengen zoals de ontwerpers hem ooit bedacht hebben, met de juiste lagers, bussen, rubbers etcetera. Spelingvrij, niet krom en goed gesmeerd. Kortom, eerst reviseren en daarna pas modificeren. Nog steeds geldt dan: weet wat je doet. Denk maar even terug aan wat ik in de vorige aflevering vertelde over de wielophanging met dubbele draagarmen vóór en een bladgeveerde achteras, waarbij het rolcentrum aan de voorzijde veel lager ligt dan aan de achterzijde. Door de schuine rollas die daarbij ontstaat wil de koets in bochten over de voorwielen duiken. Kom je in de verleiding om een stabilisatorstang achter te monteren, dan creëer je al snel véél te veel ‘rollweerstand’ op de achteras en krijg je een auto die zeer onvoorspelbaar zijn kont kan laten uitbreken. Dat noemen we ‘snap oversteeer’. Helemaal fout, dus. Probeer alsjeblieft niet slimmer te zijn dan de constructeur.

**Bij Renaults uit de jaren zestig en zeventig met torsietaafvering zit hier wél verschil tussen!*

Meer informatie: www.handlingracingcars.com
Ton Serné geeft cursussen over de wegligging van klassiekers; zie www.cursuswegligging.nl



8: Om de diagonalen tussen de wielen linksvoor (LV) en rechtsachter (RA) te kunnen meten maak je een markering op de grond. Gebruik daarvoor bijvoorbeeld een schietlood.
9: JClassics gebruikt de Hunter HawkEye Elite, één van de allerbeste uitlijnbanken.