

## Wat doet u als u schakelt?

Het originele artikel komt uit het december 1962 nummer van het blad VW, voor hen die 'Vooruit Willen'. De tekst is, waar nodig, aangepast aan de huidige tijd.

U start de motor en rijdt weg, schakelt achtereenvolgens de 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup> en 4<sup>e</sup> versnelling in en geeft gas bij tot de gewenste snelheid bereikt is. Zo heeft u het eens geleerd, zo doet u het dagelijks. Maar wanneer u men zou vragen waarom u die manipulaties met de schakelhefboom behoort te verrichten, blijft u dan het antwoord schuldig? Indien dit zo is, bent u er niets minder om; door de geraffineerde van het moderne motorrijtuig is kennis van het mechanisme volstrekt niet nodig om de auto onberispelijk te kunnen bedienen. En daarbij beschikt men, vooral bij de VW, over een dicht net van gespecialiseerde servicewerkplaatsen om de auto in goede conditie te houden. Toch vraagt men ons vaak, zonder dat de vraagsteller zich nu in mechanische details wil verdiepen, naar de zin van een en ander, waar bij slechts een vaag begrip van heeft. Vandaar het volgende.

### Motorvermogen en toerental

Al naar u gas geeft, loopt de motor van uw Volkswagen met een toerental van ca. 500 tot rond 3400 omwentelingen per minuut, indien het een 30 pk motor is. De 34 pk motor levert zijn maximale vermogen bij 3600 omw. / min, en de 45 pk motor van de VW1500 bij 3800 omw. / min, de 1700 injectie motor uit de VW411 zelfs bij 4900 omw. / min. De zojuist gemaakte opmerking over het maximaal vermogen bij een bepaald toerental verraadt, dat de motor bij lager toerental minder vermogen kan leveren dan bij een hoger. Het verband tussen toerental en vermogen wordt altijd weergegeven in een zogenaamde vermogenskromme, een grafische lijn waarop men het maximale vermogen bij elk toerental kan aflezen. Wij drukken hierbij zo'n vermogenskromme af van de 34 pk VW-motor. Uit de vorm van de kromme lijn kunt u zien, dat het verband tussen vermogen en toerental niet rechtlijnig verloopt, m.a.w. bij verdubbeling van het toerental wordt het vermogen niet eveneens verdubbeld. De lijn die het verband tussen beide grootheden aangeeft, verloopt bij toenemend toerental, in het hogere gebied steeds vlakker, totdat, bij nog stijgend aantal omwentelingen per minuut, het bereikbare vermogen weer afneemt.

Tot goed begrip zij er op gewezen, dat de afgebeelde vermogenskromme, zoals gebruikelijk, het verband tussen vermogen en toerental aangeeft bij volle belasting. Dat wil zeggen, dat bij geringere belasting minder pk's zal worden ontwikkeld dan de kromme voor het betrokken toerental aangeeft. Dit komt, doordat de motor in zo'n geval met minder gas tot dat toerental wordt gebracht kan worden. Het vermogen wordt namelijk niet alleen bepaald door het toerental, maar ook door de kracht die de motor per omwenteling aan het vliegwiel ontwikkelt, het zogenoemde 'koppel', of 'draaimoment', dat sterk wordt beïnvloed door de hoeveelheid verbrand gas.

Enerzijds is die onderlinge afhankelijkheid tussen vermogen, koppel en toerental een lastige eigenschap van een verbrandingsmotor, anderzijds is het ook weer gemakkelijk, omdat men niet onder alle omstandigheden het volle motorvermogen nodig heeft. Wie alleen in de auto zit op een vlakke weg zonder veel tegenwind, met een snelheid van 90 km/u, zal het volle vermogen niet nodig hebben; bij fel accelereren, of met volle belasting klimmend tegen een helling, daarentegen, wel.

Dat een motor bij meer toeren meer kan presteren, wist u wel. U zult namelijk nooit vergeten de stationair draaiende motor met wat meer gas op een hoger toerental te brengen, alvorens in te koppelen om weg te rijden. Omdat hij anders nauwelijks bij machte is de wagen van zijn plaats te trekken, zelfs in de eerste versnelling.

### Schakelstand en toerental

Nu zitten we al in de eerste versnelling zonder ons te realiseren wat dat betekent. U weet wel - u hoort het ook - dat de motor in een lagere versnelling meer toeren maakt, dan bij dezelfde snelheid in een hogere. Door dat hogere toerental kan hij meer vermogen ontwikkelen, in de eerste versnelling om de wagen weg te trekken, in de 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> om te kunnen accele-

reeren.

Voor de aanvangssnelheden zijn die hogere toerentallen echter niet noodzakelijk, daarom worden ze vertraagd op de achteraandrijving overgebracht; u wilt namelijk niet met een sprong aan het verkeer gaan deelnemen! Die vertraging vindt plaats in de versnellingsbak. Dat klinkt wonderlijk tegenstrijdig, maar dat komt doordat het woord 'versnelling' eigenlijk niet juist is. De 1<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> en 3<sup>e</sup> versnelling zijn in werkelijkheid vertraagde overbrengingen van het motortoerental op de aandrijving. Het geschiedt door een klein tandwiel op de verlengde motoras te doen grijpen in een groter tandwiel op de achteraandrijving.

Afgezien van het voorkomen van die sprong bij het weggrijden, hebben die vertragingen een zeer belangrijke eigenschap. Om dit te doen inzien, het volgende: als u een wiel verwisseld hebt, kunt u de bouten met de hand aandraaien. Maar hoe u ook op de kopkanten van de bouten drukt, vastdraaien kunt u ze niet. Maar met de sleutel gaat het gemakkelijk. Waarom? Omdat u nu de kracht uitoefent met behulp van een hefboom. Wel moet uw hand een grotere 'slag' maken, maar aan inspanning kost het niet veel. Hoe langer de steel aan de sleutel, des te zwaarder werk u kunt verrichten met dezelfde inspanning, maar des te langer is de 'weg' die uw hand moet afleggen. Het product van uw inspanning en de hefboomlengte noemt men het 'moment' van de kracht of het 'koppel'.

Van dit effect wordt veelvuldig gebruik gemaakt: hijswerktuigen, de bascule, de koevoet, de krik van uw VW. Zij allen gaan van dit principe uit. Door aan een kracht een geschikt 'moment' te verlenen kan men het effect ervan enorm verhogen. Men zou, bij wijze van spreken, met een geschikt koppel, een VW-motor een trein kunnen laten trekken; men moet dan echter wel de tijd hebben! Wat aan kracht gewonnen wordt, gaat ten koste van de snelheid: men krijgt nu eenmaal niets voor niets.

Als u schakelt, doet u niets anders dan de 'hefboom' van de motorkracht verkorten of verlengen. De hefboom bestaat in dit geval voor elke versnelling uit twee in elkaar grijpende tandwielen, waarvan het ene groter is dan het andere. Hoe kleiner het tandwiel op de verlengde motoras ten opzichte van dat op de daaraan parallel lopende secundaire as in de wisselbak, des te groter is de vertraging van het motortoerental, maar des te groter de uit te oefenen kracht. Anders gezegd: des te groter is het 'koppel' van de aandrijving. De grootste vertraging van het motortoerental vindt in de 1<sup>e</sup> versnelling plaats. Hier is ook bij elk toerental van de motor het koppel het sterkst. Vandaar dat u er een steile helling mee kunt beklimmen. In de 2<sup>e</sup> versnelling is het koppel al zwakker, de vertraging echter minder, in de 3<sup>e</sup> is het koppel opnieuw kleiner, de snelheid groter enz. Om de wagen op snelheid te houden, is niet zoveel kracht nodig als om hem in beweging te zetten, respectievelijk te versnellen.

Uit tabel 1 van de wisselverhoudingen, die we hierbij afdrukken, blijkt de 4<sup>e</sup> versnelling inderdaad een versnelling van het motortoerental in de wisselbak te bewerken. In de overbrenging op de achterwielen, via pignon en kroonwiel, vindt echter nog een extra vertraging plaats in alle versnellingen van (bij de 30 pk motor) 4,43:1.

Berekent men nu het aantal omwentelingen van de wielen ten opzichte van het motortoerental, dan moet men in de 1<sup>e</sup> versnelling dit toerental delen (voor de 30 pk motor) door:  $(3,60 \times 4,43)$  15,943. Het krachtmoment is daar nu ook 15,943 x zo sterk als aan het vlieg wiel van de motor. Onvermijdelijke wrijvingsverliezen laten wij nu buiten beschouwing. Wij geven de overeenkomstige verhoudingen voor de overige versnellingen tabel 2.

Als u nu weet dat een wielomtrek bij een Volkswagen rond 2 m. bedraagt, dan kunt u, aan de hand van de snelheidsmeter, uitrekenen hoeveel toeren de motor maakt, de versnelling waarin u rijdt in aanmerking genomen. Omgekeerd kunt u, als u een toerenteller in uw VW hebt, uitrekenen hoe snel de wagen zich beweegt in de gekozen versnelling. U zult dan merken, dat de in de handleiding aangegeven snelheidsbereiken in de diverse standen van de schakelhefboom berusten op de minimaal en maximaal toelaatbare toerentallen van de motor. Met behulp van de hierboven gegeven cijfers kunt u ze globaal terugvinden.

Voorbeeld: voor de 1<sup>e</sup> versnelling wordt opgegeven: max. 25 km/u. Dit komt neer op 12.500 wielomwentelingen per uur = 208 omw./min. Toelaatbaar motortoerental (voor 30 pk), 15,943 maal zoveel = 3316 omw./min. Met dit zelfde motortoerental rijdt u echter in de 4<sup>e</sup> versnelling 110 km/u. Reken het maar na. Natuurlijk vindt u geringe verschillen, doordat de snelheden in ronde getallen gegeven worden.

## Praktische betekenis

Een aantal adviezen uit de handleiding zijn, na aandachtige lezing van het voorgaande, nu duidelijk:

1. Terugschakelen naar een lagere versnelling als u merkt, dat de auto moeilijk snelheid houdt, bijv. bergopwaarts, of een caravan trekkend, is bijzonder doeltreffend. Door de vertraagde overbrenging kan de motor gemakkelijker op toeren komen om, zo nodig, zijn maximum vermogen te leveren en, ten tweede kan hij een aanzienlijk grotere trekkracht aan de achterwielen ontwikkelen. Daarbij is de koeling gunstiger door hogere ventilatorsnelheid.
2. Schakelen binnen de in de handleiding geadviseerde snelheidsgrenzen voorkomt overschrijding van de toelaatbare toerental in elke versnelling. Bij geringe belasting kan men, bij opschakelen, met voordeel reeds de volgende versnelling kiezen in het onderste snelheidsbereik daarvan: bij zwaardere belasting daarentegen, eerst wat hoger optrekken. Tijdig terugschakelen bij zware belasting; bij geringe belasting kan men, door gas te minderen, zich tot het lager snelheidsbereik laten zakken van de versnelling waarin men rijdt.
3. Niet het toerental is beslissend voor het benzineverbruik, maar de stand van het gaspedaal. Een motor die met laag toerental moet zwoegen, werkt veel oneconomischer dan een motor die met gemak behoorlijk toeren maakt en behoorlijk gekoeld wordt. Laag toerental is alleen bij lage belasting voordelig.
4. Het ontwikkelde vermogen wordt niet alleen bepaald door het toerental, maar vooral ook door de hoeveelheid gas die nodig is om dat toerental te bereiken. Daardoor is het, bij geringe belasting mogelijk, snel te rijden zonder het volle vermogen te gebruiken.

Henk Grootaarts