

7 | Tweedelig vliegwiel

7.1 | Van klassieke torsiedemping naar tweedelig vliegwiel



De ontwikkeling in de auto-industrie heeft de laatste jaren een enorme sprong gemaakt. De vermogens van motoren zijn enorm gestegen, daarnaast zijn ook de comfortwensen sterk toegenomen. Door gewichtsbesparing in auto's en door de in de windtunnel geoptimaliseerde modellen zijn er andere geluiden dan windgeruis hoorbaar geworden. Ook het feit dat er tegenwoordig veel lager in toeren gereden kan worden en de nieuwe generatie versnellingsbakken met dunnere olie dragen hieraan bij.

De in de jaren 80 verder ontwikkelde torsiedemper in de koppelingsplaat liep technisch gezien tegen zijn grenzen aan. De gestegen motorvermogens en de daarbij behorende koppels, bij gelijke of zelfs kleinere cilinderinhouden, konden niet meer toereikend opgevangen worden.

Vergevorderde ontwikkeling bij LuK leverde een eenvoudige, maar zeer effectieve oplossing op: het tweedelig vliegwiel (ZMS). Een nieuw soort torsiedempingsconcept in de aandrijflijn.



Fig. 7.1: Tweedelig vliegwiel

Het tweedelig vliegwiel van de eerste generatie had een veerconfiguratie als een conventionele torsiedemper. Hierbij waren de veren radiaal geplaatst aan de binnenzijde tegen de naaf en hadden hierdoor een beperkte veerweg. Hiermee was trillingsdemping voor een zescilinder mogelijk, dit vanwege een lager resonantietoerental.

Viercilindermotoren hebben echter een grotere onparigheid en een hoger resonantietoerental.

Door een andere plaatsing van de veren en het gebruik van veren met een grotere diameter kon de dempingscapaciteit vervijfvoudigd worden.

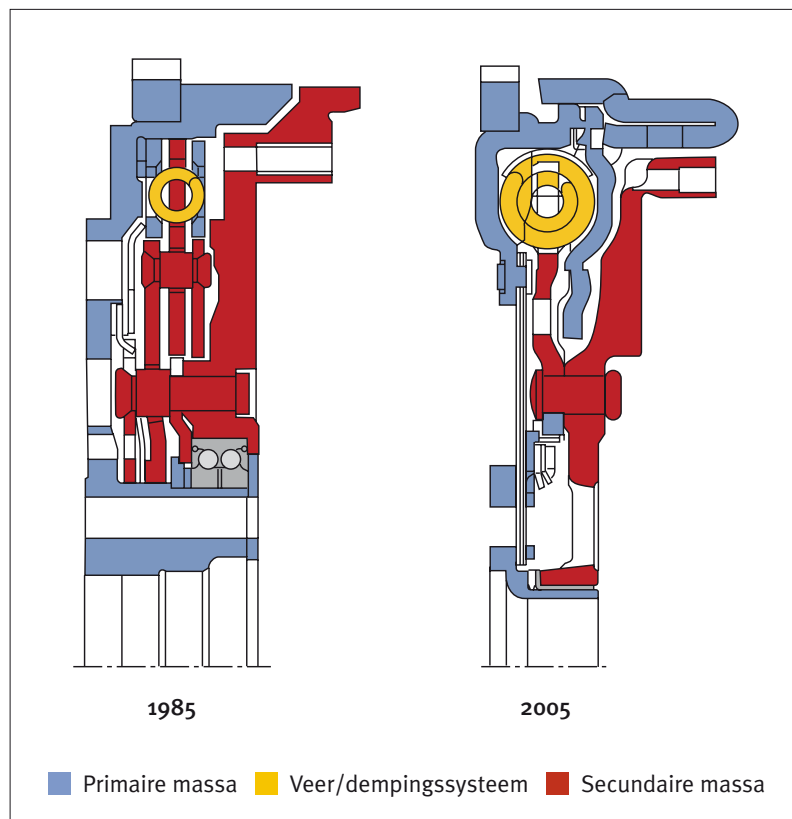


Fig. 7.2: Schematische voorstelling van het tweedelig vliegwiel

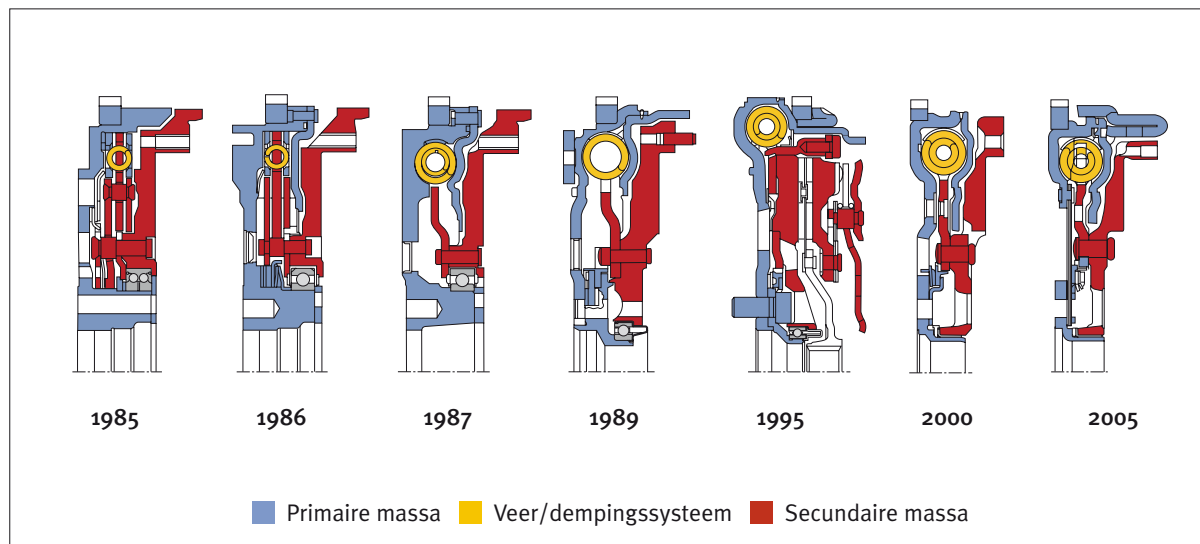


Fig. 7.3: De ontwikkeling van het tweedelig vliegwiel in de loop der jaren

7.2 | Tweedelig vliegwiël

7.2.1 | Waarom een vliegwiël met twee massa's?

Door de periodieke ontbrandingen in een verbrandingsmotor worden er onparige draaimomenten tot stand gebracht. Dit veroorzaakt geluiden, zoals versnellingsbakratelen, trillingen bij lastwissel en het dreunen van de carrosserie.

Het doel bij de ontwikkeling van het tweedelig vliegwiël was deze trillingen zo dicht mogelijk bij de bron te dempen en te scheiden van de aandrijflijn.

Het tweedelig vliegwiël absorbeert met zijn geïntegreerd veer/dempingssysteem de onparigheid, met als resultaat een significante vermindering van de geluiden en trillingen, dus meer comfort en minder slijtage.



Fig. 7.4: Tweedelig vliegwiël

7.2.2 | Ontwerp

Een "standaard" tweedelig vliegwiël bestaat uit een primaire massa (1) en een secundaire massa (6).

De beide ontkoppelde gedeelten zijn via het veer/dempingssysteem met elkaar verbonden en door middel van een kogel- of glijlager (2) verdraaibaar gelagerd. Het primaire gedeelte dat direct aan de krukas geschroefd is, vormt samen met het deksel (5) een holle ruimte, de zogenaamde veerkamers.

Het hoofdonderdeel van het veer/dempingssysteem is de boogveer (3).

De boogveren liggen in glijchalen in de veerkamers en bieden zo de meest ideale eigenschappen van torsiedemping. De glijchalen zorgen voor een goede geleiding van de boogveren. Een vetvulling vermindert de weerstand tussen glijchalen en boogveren. Het koppel wordt overgedragen via de pendel (4). Deze is vast met het secundaire gedeelte verbonden door middel van klinknagels en ligt met zijn flenzen tussen de boogveren.

Het secundaire gedeelte van het vliegwiël vergroot het massa-traagheidsmoment aan versnellingsbakzijde. Om de warmte-afvoer te verbeteren zijn er luchtsleuven voorzien. Omdat er in het tweedelig vliegwiël een veer/dempingssysteem zit kan de koppelingsplaat zonder torsiedemper uitgevoerd zijn.

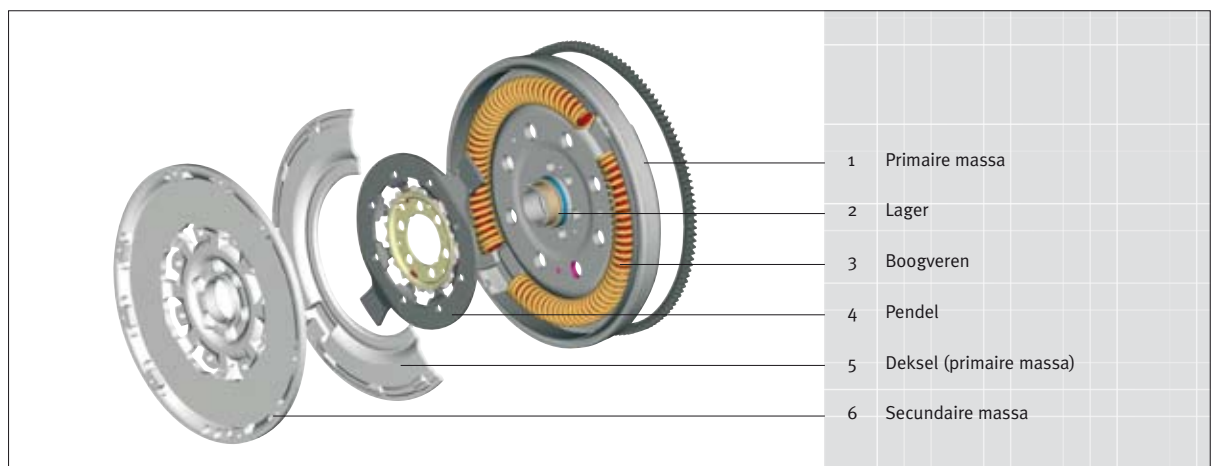


Fig. 7.5: Standaard tweedelig vliegwiël

7.2.3 | Werking

Het basisprincipe van het tweedelig vliegwiel is eenvoudig en efficiënt. Met de toegevoegde massa aan de ingaande as van de versnellingsbak wordt het resonantiebereik, dat normaal bij een conventionele demper tussen de 1200 en 2400 toeren ligt, verschoven naar een lager bereik. Daarmee is ook bij stationair toerental een uitstekende trillingsisolatie mogelijk.

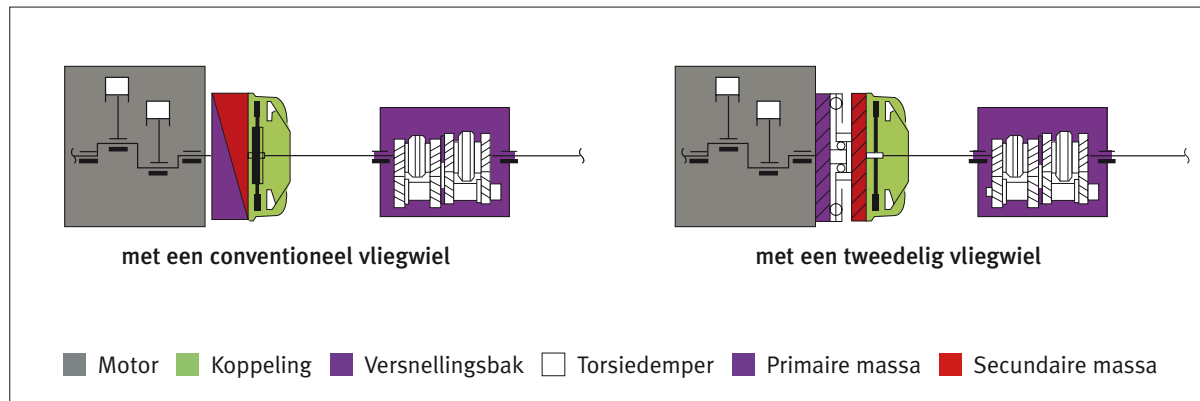


Fig. 7.6: Werking van een conventioneel en een tweedelig vliegwiel

7.2.4 | Overbrenging van trillingen

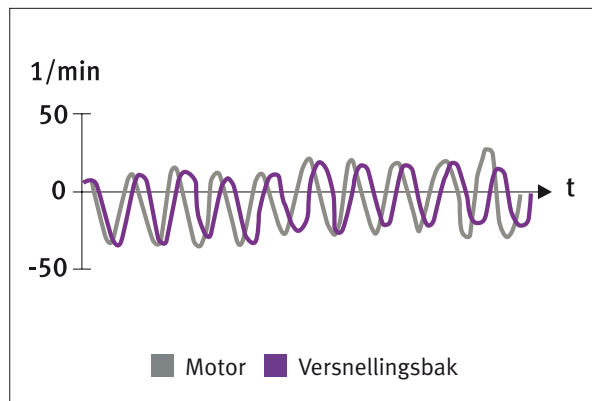


Fig. 7.7: Trillingen met een conventioneel vliegwiel

Met een conventioneel vliegwiel:

Met een conventioneel vliegwiel en een torsiedemper in de koppelingsplaat wordt het koppel bij stationair toerental quasi ongefilterd doorgegeven aan de versnellingsbak. Dit heeft tot gevolg dat de tanden van de tandwielen in de versnellingsbak tegen elkaar slaan.

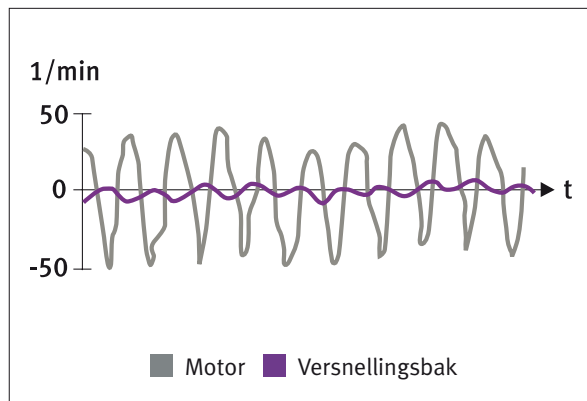


Fig. 7.8: Trillingen met een tweedelig vliegwiel

Met een tweedelig vliegwiel:

Door het gebruik van een tweedelig vliegwiel wordt het door de motor opgewekte koppel gefilterd. De onderdelen van de versnellingsbak tikken niet tegen elkaar, er zijn geen ratelgeluiden te horen. Op deze manier wordt aan de comforteisen van de automobilist tegemoetgekomen.

7.3 | Onderdelen van het tweedelig vliegwiel

7.3.1 | Primaire massa

Het primaire gedeelte van het vliegwiel is met de krukas verbonden. Zijn massa traagheid vormt samen een eenheid met de krukas. In vergelijking met een conventioneel vliegwiel is de primaire massa minder stijf, wat een ontlasting van de krukas met zich mee brengt. Het primaire deel van het vliegwiel vormt samen met het deksel de boogveer-kamers. Deze zijn veelal in tweeën verdeeld en worden door de boogveeraanslagen begrensd.

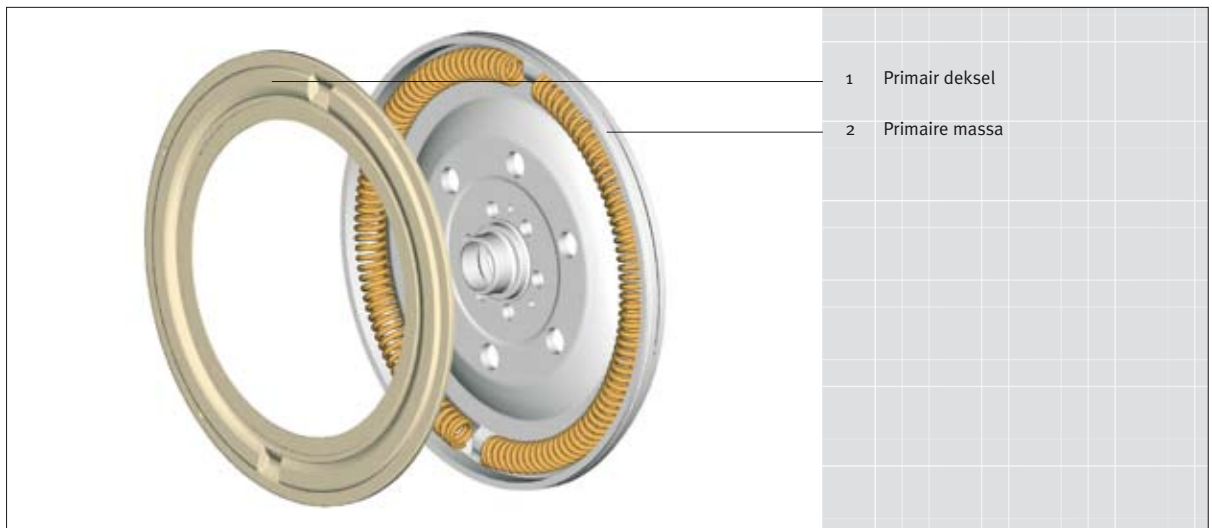


Fig. 7.9: Primaire massa

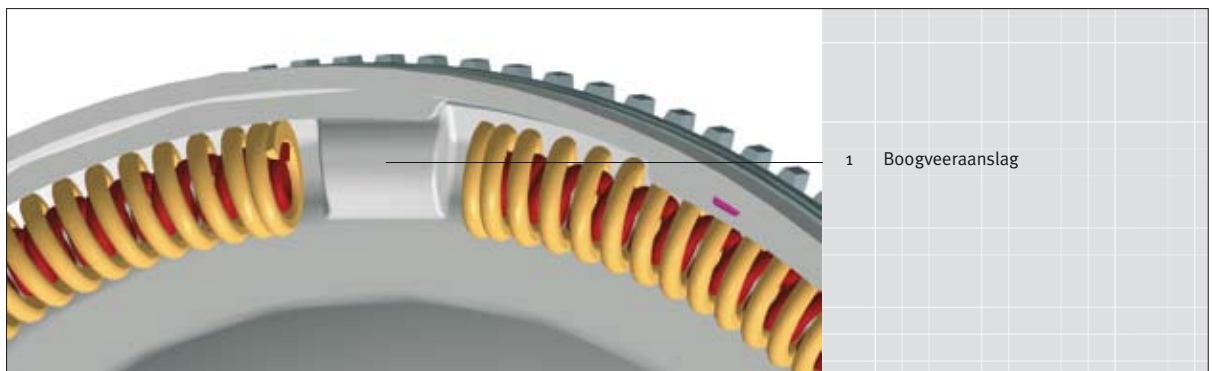


Fig. 7.10: Boogveeraanslag

Om de motor te kunnen starten zit er om het primaire gedeelte van het vliegwiel een starterkrans. Deze zit er meestal op gekrompen of opgelast.

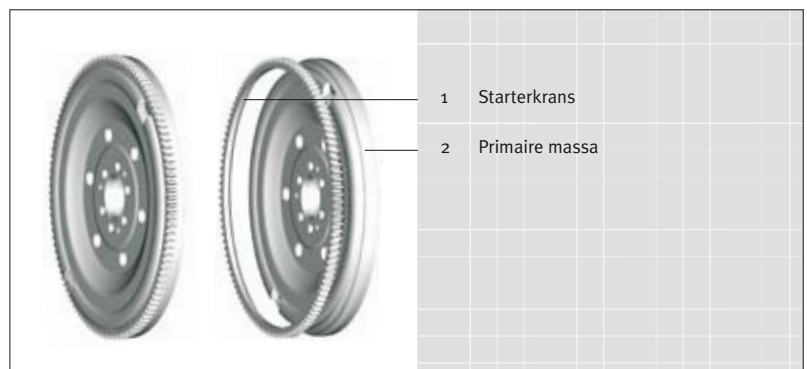


Fig. 7.11: Starterkrans

7.3.2 | Secundaire massa

Het secundaire gedeelte van het vliegwiel is het gedeelte dat aan versnellingsbakzijde zit. Samen met de koppeling draagt de secundaire massa het afgeleide motorkoppel over. De drukgroep van de koppeling zit aan het secundaire gedeelte vast met bouten.

In gekoppelde toestand drukt het diafragma de koppelingsplaat tegen de secundaire massa waardoor het koppel wordt overgedragen. Het secundaire vliegwiel bestaat hoofdzakelijk uit de secundaire massa en de pendel samen. Via de boogveren wordt het koppel afgegeven op de flenzen van de pendel.

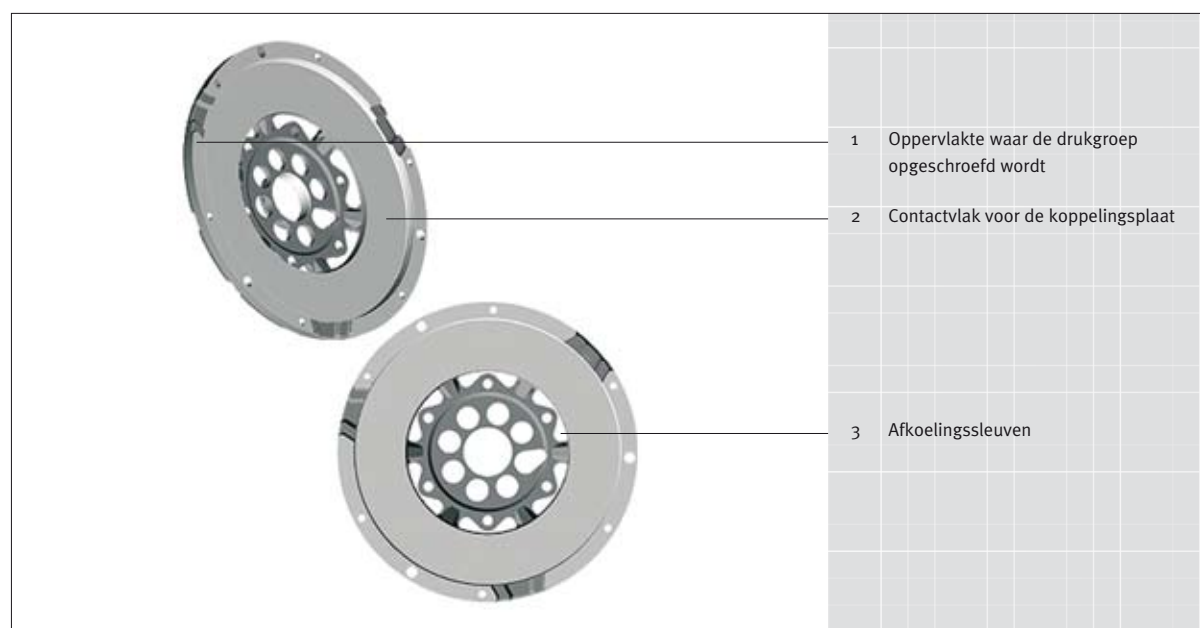


Fig. 7.12: Secundaire massa

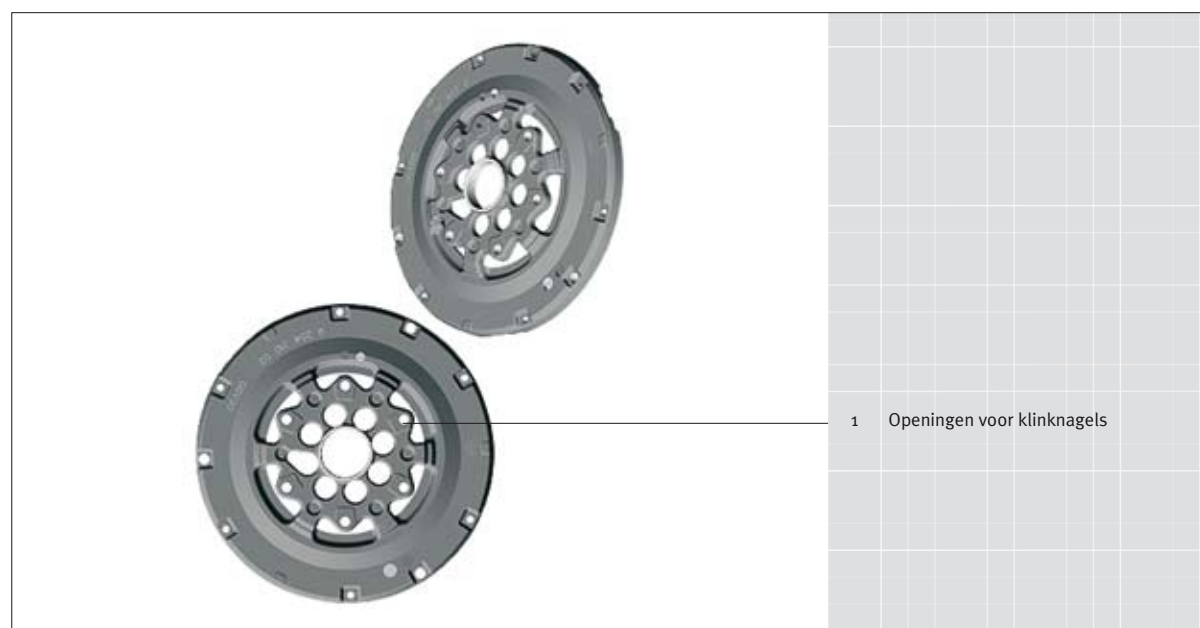


Fig. 7.13: Secundaire massa

7.3.3 | Lager

7.3.3.1 | Lagerzitting

De lagerzitting bevindt zich in het primaire gedeelte van het vliegwiel. Het lager is de verbinding tussen het primaire en het secundaire gedeelte van het vliegwiel. Over het lager wordt het gewicht van het secundaire gedeelte en van het koppelingshuis gelagerd. Tegelijkertijd vangt dit de bedieningskracht op die bij ontkoppelen op het vliegwiel werkt. De lagering is er niet alleen voor de verdraaiing van het secundaire gedeelte ten opzichte van het primaire gedeelte. In sommige gevallen is er ook een lichte kantelbeweging ten opzichte van elkaar.

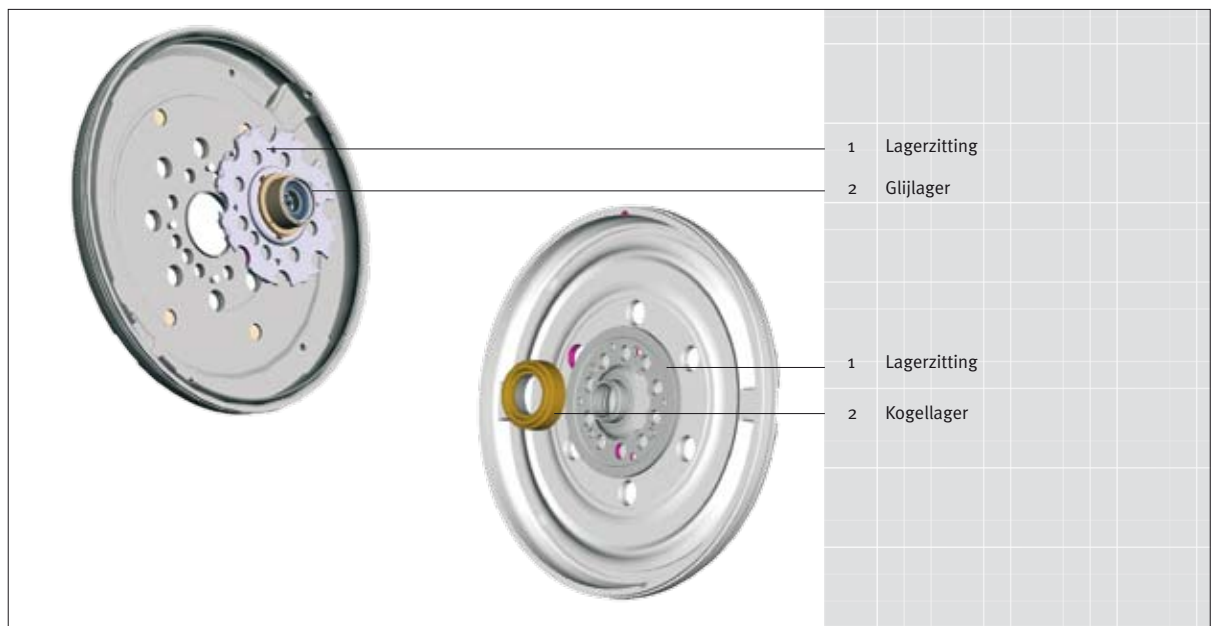


Fig. 7.14: Lagerzitting

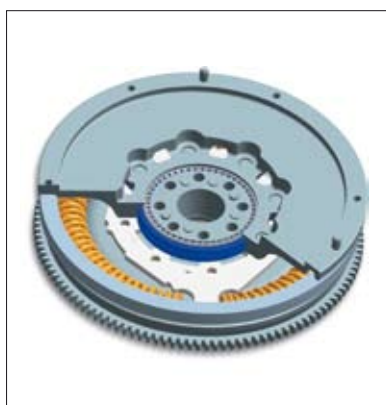


Fig. 7.15: Kogellager

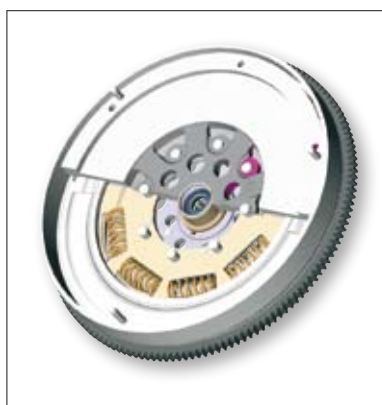


Fig. 7.16: Glijlager

Bij een tweedelig vliegwiel kunnen twee lagertypes worden toegepast.

Vanaf het begin worden er kogellagers toegepast, deze bieden door de verdere ontwikkeling goede loop-eigenschappen.

De doorontwikkeling leidde via een kleiner kogellager naar een glijlager. Dit lagerprincipe wordt nu standaard toegepast in een tweedelig vliegwiel.

7.3.3.2 | Groot kogellager

In het primaire deel van het vliegwiel is een gedraaide naaf aangebracht. Deze naaf dient als zitting voor een groot kogellager.

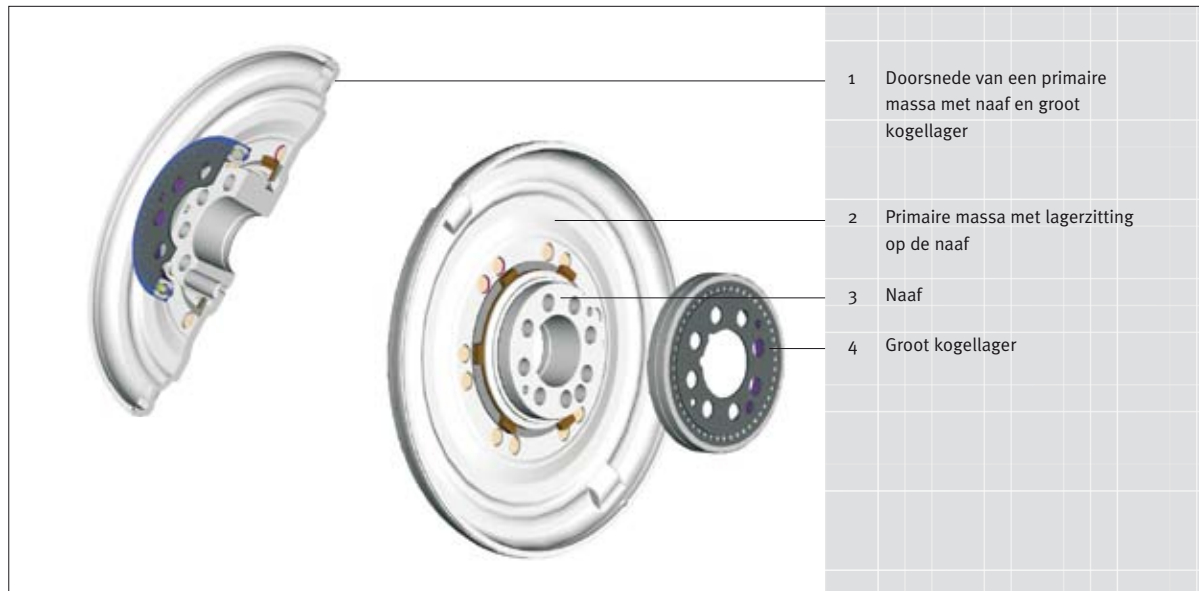


Fig. 7.17: Groot kogellager

7.3.3.3 | Klein kogellager

Op het primaire deel van het vliegwiel is uit staal, getrokken of gedraaid, een naafflens met lagerzitting aangebracht. Deze lagerzitting is zowel voor een klein kogellager als voor een glijlager toepasbaar.

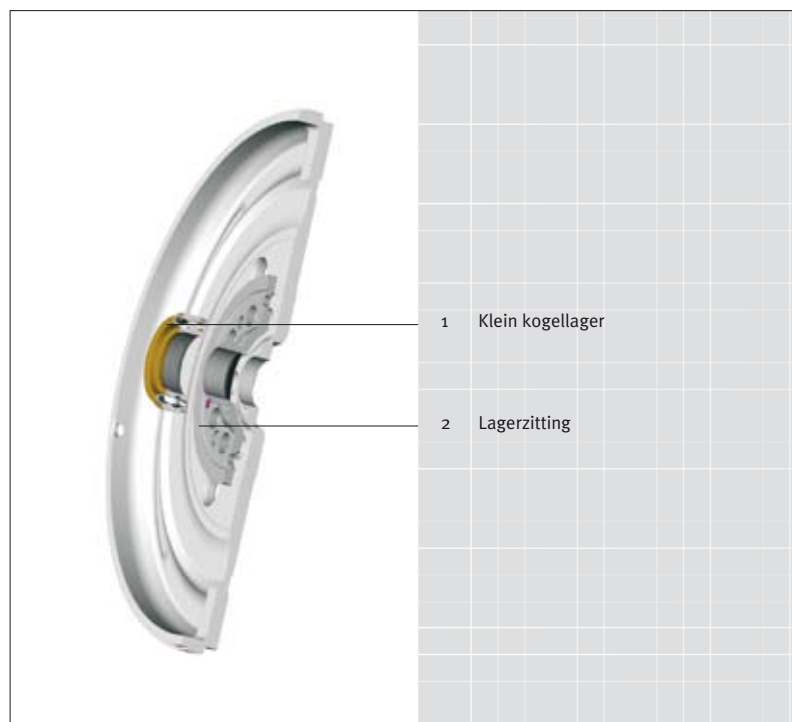


Fig. 7.18: Klein kogellager

7.3.3.4 | Glijlager

Verdere ontwikkeling van het kogellager heeft geleid tot het glijlager. Dit glijlager wordt algemeen toegepast in het tweedelig vliegwiel.

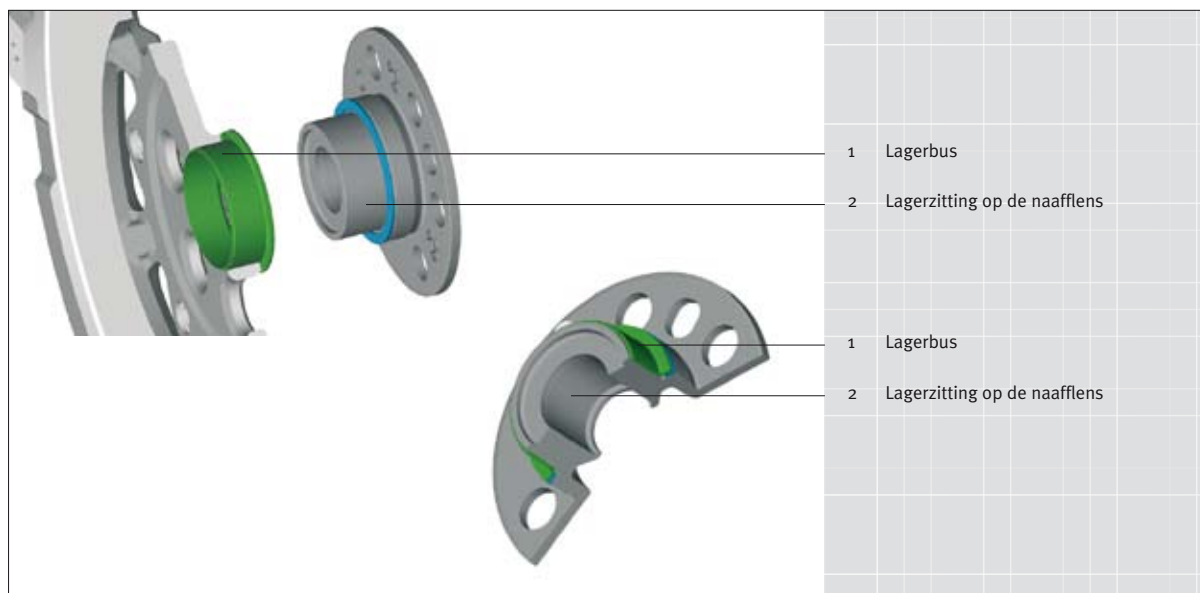


Fig. 7.19: Glijlager

7.4 | Pendel

De pendel dient om het koppel over te dragen van de primaire massa, via de boogveren, naar de secundaire massa en daarmee van motor naar koppeling. De pendel is vast verbonden met het secundaire deel van het vliegwiel en ligt met zijn flenzen in de boogveerkamers van het primaire deel. Tussen de aanslagen van de boogveren is voldoende ruimte zodat de verdraaiing van de pendel niet in het gedrang komt.

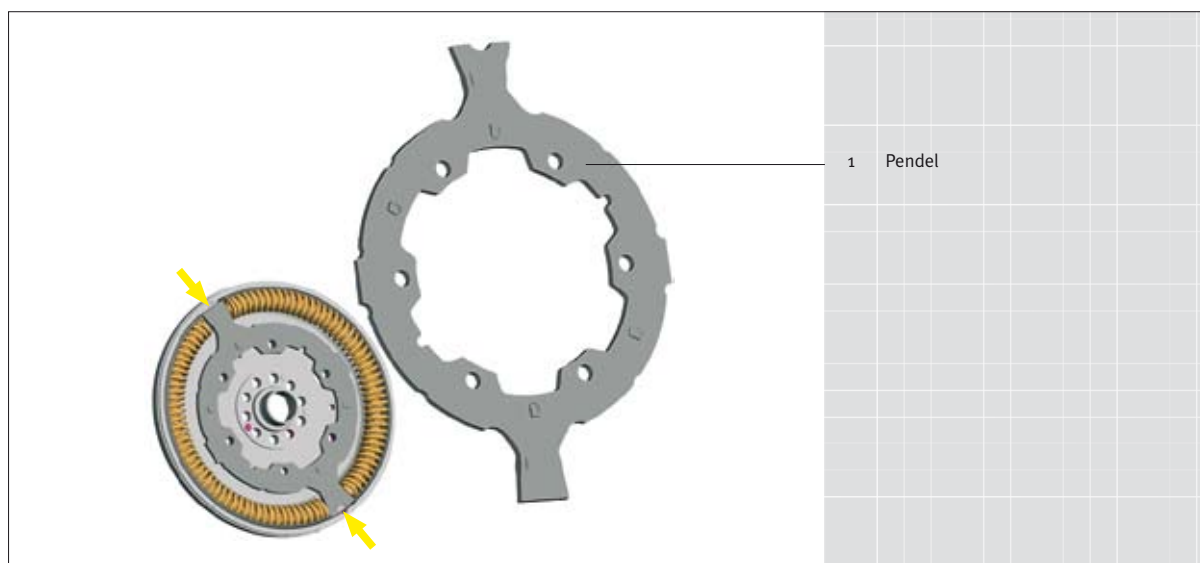


Fig. 7.20: Pendel

7.4.1 | Pendeluitvoeringen

7.4.1.1 | Starre pendel

Bij deze uitvoering is de star uitgevoerde pendel aan het secundaire deel van het vliegwiel geklonken. Om de werking te verbeteren zijn de flenzen van de pendel in verschillende vormen uitgevoerd. De eenvoudigste vorm is een symmetrische uitvoering. Deze is in beide richtingen hetzelfde uitgevoerd. De krachtverdeling van de boogveren verloopt dan zowel via de buitenzijde als via de binnenzijde van de eindwinding.

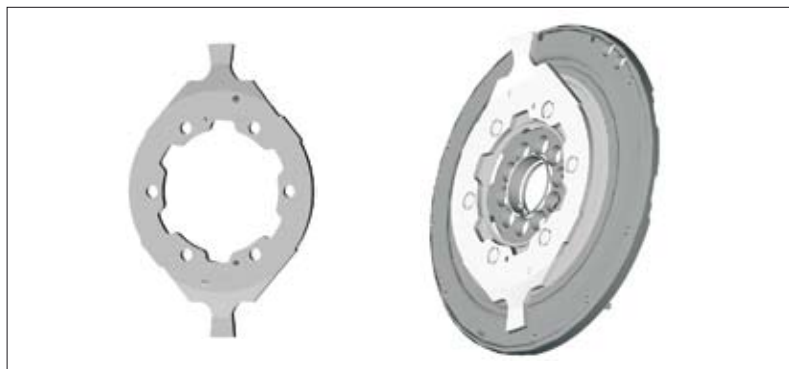


Fig. 7.21: Starre pendel

7.4.1.2 | Pendel met binnendemper

Het hoofddoel van een tweedelig vliegwiel is om tussen de motor en aandrijving een scheiding te maken waar de trillingen worden gedempt. Door de steeds maar stijgende koppels bij gelijkblijvende inbouwruimten moeten de boogveren krachtiger worden. Dit leidt tot een verslechtering van de trillingsdemping. Door het toepassen van een wrijvingsvrije binnendemper kan de trilling bij acceleratie, in trekrichting, beter gedempt worden. In de pendel zitten veerkamers waarin drukveren zitten. Dit zorgt voor een goede dempingswerking van het tweedelig vliegwiel, ook bij de hoogste toerentallen.

Bij hoge toerentallen worden de boogveren als gevolg van de hoge middelpuntvliedende kracht sterk tegen de glijschalen gedrukt. Ook komen de windingen op elkaar te liggen. Het gevolg hiervan is dat de boogveren verstijven en hun verende werking gedeeltelijk verliezen. Om toch een goede veerwerking te verkrijgen zijn in de pendel drukveren geplaatst. Op grond van hun kleine massa en een kleinere hoek hebben deze veren een duidelijk kleinere middelpuntvliedende kracht. Bovendien wordt de wrijving in de veerkamers door de convex gebogen rand verminderd. Hierdoor neemt de wrijving en de werkbare veerwerking bij hogere toerentallen niet meer toe.

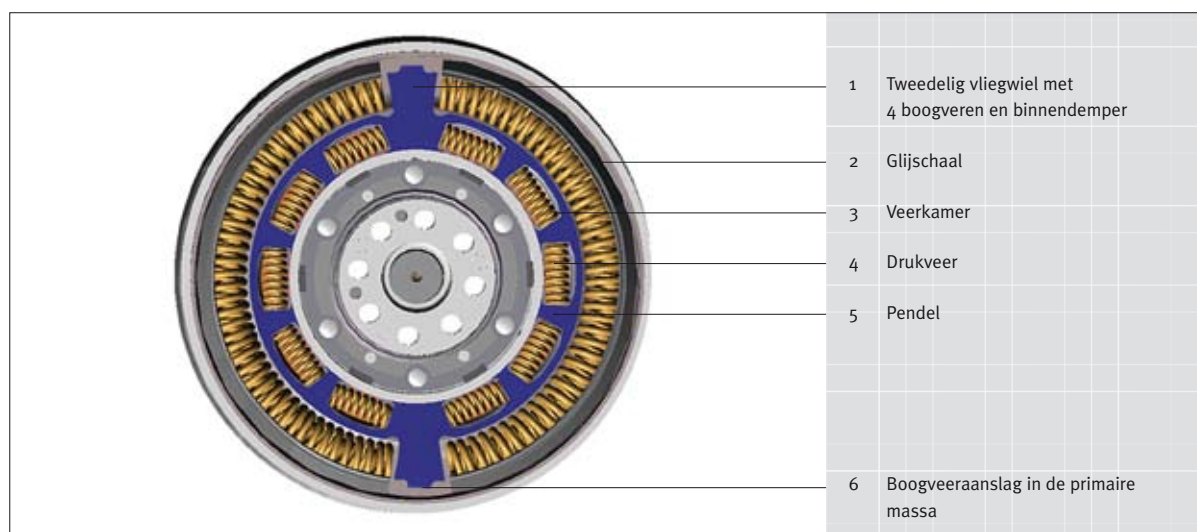


Fig. 7.22: Pendel met binnendemper

7.4.1.3 | Pendel met slipkoppeling

De derde variant van een pendel is, in tegenstelling tot de starre variant, niet vast met het secundaire deel van het vliegwiel verbonden. De pendel is in deze variant als diafragmaveer uitgevoerd. De diafragmaveer wordt aan de hand van twee bevestigingsplaten gepositioneerd. In doorsnede ontstaat hierdoor een haakse bevestiging. Door de wrijving tussen bevestiging en diafragma wordt het motormoment veilig overgedragen. Tegelijkertijd beveiligd de slipkoppeling het tweedelig vliegwiel voor overbelasting.

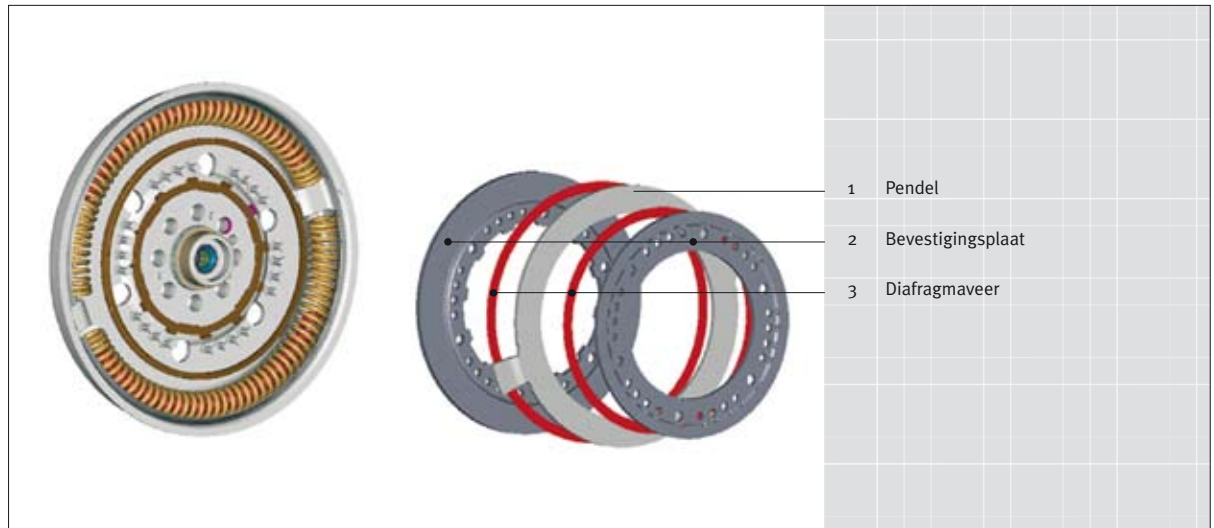


Fig. 7.23: Pendel met slipkoppeling

7.4.1.4 | Pendel met pendulegewichtjes

De pendel is van in totaal acht gewichtjes voorzien, die centrifugaal enkele graden kunnen bewegen. Bij het optreden van motortrillingen trillen de gewichten in een tegenfase en werken daardoor trillingdempend. Een belangrijke eigenschap is dat de trillingsfrequentie van de gewichtjes varieert met het motortoerental en dus bij elk toerental hun dempende werking doen. Met deze uitvinding, die inmiddels in productie is, neemt LuK nog eens tot 60 procent van de resterende trillingen weg. De acht extra gewichtjes komen in de plaats van de binnendemper in een 'conventioneel' tweedelig vliegwiel. Daardoor heeft de nieuwe vinding geen nadelige gevolgen voor de afmetingen en het gewicht van een tweedelig vliegwiel. Ook dat is een belangrijke eis van de autofabrikanten.



Fig. 7.24: De pendelgewichtjes (paars)

7.5 | Voorlastschijf

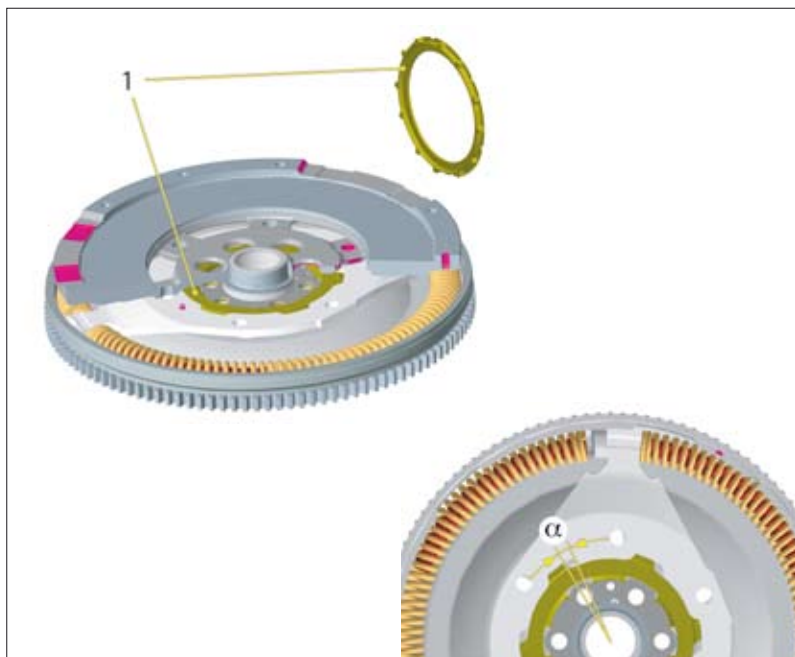


Fig. 7.25: Voorlastschijf

In een tweedelig vliegwiel kan een extra wrijvingsinrichting, een zogeheten voorlastschijf, worden geplaatst. Deze bezit een vrije hoek (α). De extra voorlastinrichting treedt in werking bij een grote verdraaihoek van het vliegwiel en werkt dan als extra demping, bijvoorbeeld bij het starten of bij een lastwissel.

7.6 | Boogveren



Fig. 7.26: Tweedelig vliegwiel met boogveer

Tweedelige vliegwielssystemen hebben onder andere als taak, door middel van speciale toepassing van torsiedemping, het geluidsniveau van een auto aanzienlijk te verbeteren. Naast een lager geluidsniveau is ook een lager brandstof verbruik een direct gevolg van het tweedelig vliegwiel.

Om de beschikbare ruimte optimaal te kunnen benutten wordt een schroefveer met een zeer groot aantal windingen half rond ingebouwd. Deze zogenaamde boogveren liggen in de veerkamers van het tweedelige vliegwiel en worden door glijschalen afgesteund.

In werking glijden de windingen van de boogveren over de glijschalen. De wrijving die daarbij opgewekt wordt, dient als demping. Om de slijtage van de boogveren te verminderen worden ze met vet gevuld en zo gesmeerd. Door de optimale vormgeving van de veergeleiding wordt slijtage verminderd en komt men tot een optimale demping.



Fig. 7.27: Boogveer en glijschaal

Voordelen van de boogveren:

- ▶ Grote wrijving bij een grote verdraaiingshoek (start) en lage wrijving bij een kleine verdraaiingshoek (trekken).
- ▶ Weke veren dankzij een goed en flexibel gebruik van inbouwruimte.
- ▶ Mogelijkheid tot integreren van aanslagdemper.

De grote verscheidenheid aan boogveren maakt het mogelijk om voor elk type auto en voor elke belastingssituatie een juist afgestemd tweedelig vliegwiel-systeem te ontwikkelen. Boogveren worden in verschillende uitvoeringen en met verschillende eigenschappen ontwikkeld.

Er zijn onder andere:

- ▶ Eentrapsboogveren
- ▶ Tweetrapsboogveren ofwel parallel ofwel in serie geplaatst
- ▶ Dempingsveren

De genoemde veeruitvoeringen worden in de praktijk in verschillende combinaties gebruikt.



Fig. 7.28: Dubbele veer

7.6.1 | Enkele veer

De eenvoudigste uitvoering van de boogveer is de enkelvoudige standaardveer.



Fig. 7.29: Enkele veer

7.6.2 | Eentraps dubbele veer

De op dit moment meest gebruikte veren zijn zogenaamde eentraps dubbele veren. Deze bestaan uit een binnen- en een buitenveer, die nagenoeg even lang zijn. Beide veren worden parallel geplaatst. Wanneer men de kenlijnen van de veren afzonderlijk bij elkaar optelt, krijgt men de kenlijn van de set veren.

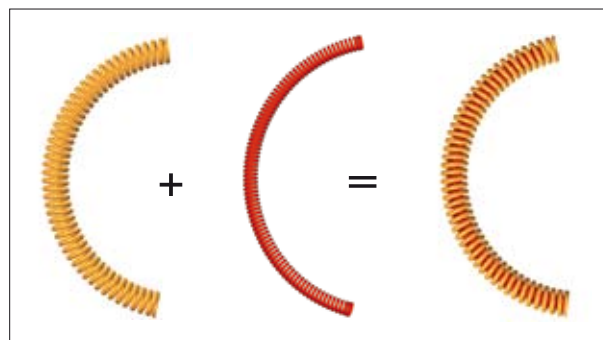


Fig. 7.30: Eentraps dubbele veer

7.6.3 | Tweekraps dubbele veer

Bij de tweekrapsveer liggen er ook twee veren in elkaar. De binnenste veer is echter korter dan de buitenste, zodat deze later wordt ingedrukt. De kenlijn van de buitenste veer is op de eisen van de motorstart afgestemd. Hierbij wordt alleen de wekere buitenveer bediend. Het problematische resonantiegebied kan hierdoor sneller doorlopen worden. Bij hogere belasting, zoals bij maximaal koppel wordt ook de binnenste veer bediend. De buitenste en binnenste veer werken in de tweede trap samen. Dit samenspel van de beide veren zorgt voor een goede demping bij alle toerentallen.



Fig. 7.31: Tweekraps dubbele veer

7.6.4 | Drietraps dubbele veer

Deze boogveren bestaan uit een buitenveer en twee in serie geplaatste binnenste veren met verschillende veer karakteristiek. Op deze manier wordt er een combinatie gemaakt van parallel- en in serie geplaatste veren. Dit zorgt bij elke belasting voor een optimale torsiedemping.



Fig. 7.32: Drietraps dubbele veer

7.7 | Bijzondere uitvoeringen

7.7.1 | Compact tweedelig vliegwiel DFC (DFC = Damped Flywheel Clutch)



Deze bijzondere uitvoering van het tweedelig vliegwiel bestaat uit een voorgesampteerde, op elkaar afgestemde, eenheid van een tweedelig vliegwiel, een koppelingsplaat en een drukgroep.

Fig. 7.33: Compact tweedelig vliegwiel (DFC)

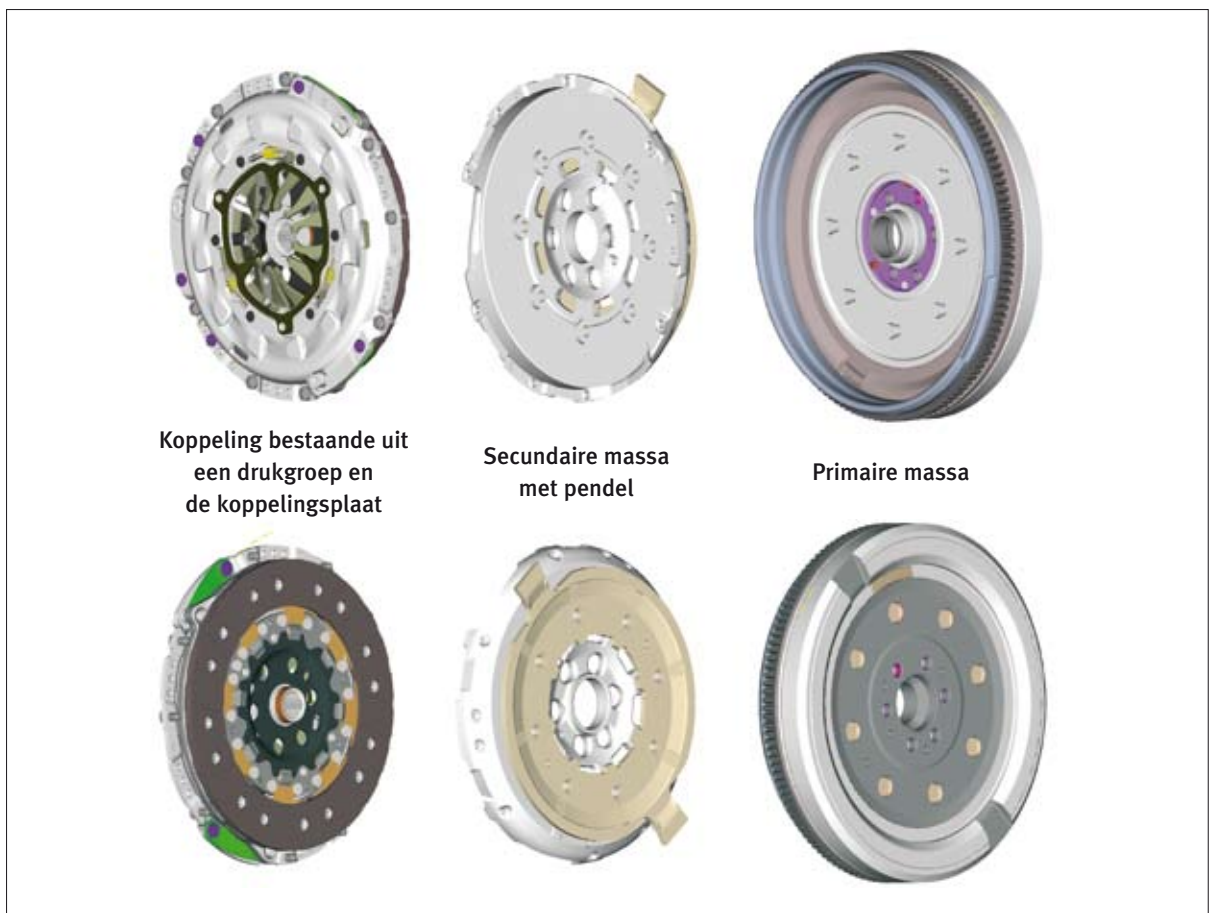


Fig. 7.34: Compact tweedelig vliegwiel (DFC) ontleed

7.7.2 | Tweedelig vliegwiel voor CVT (CVT = Continuously Variable Transmission)

Dit tweedelig vliegwiel wordt toegepast bij CVT (continu variabele transmissie) of DSG (direct-schakel-transmissie). De krachtoverbrenging gaat hier niet via wrijving tussen het secundair deel van vliegwiel, koppelingsplaat en drukgroep. Aandrijving gaat direct via de naaf naar de ingaande as van CVT of versnellingsbak. Hier zijn diverse varianten in mogelijk.

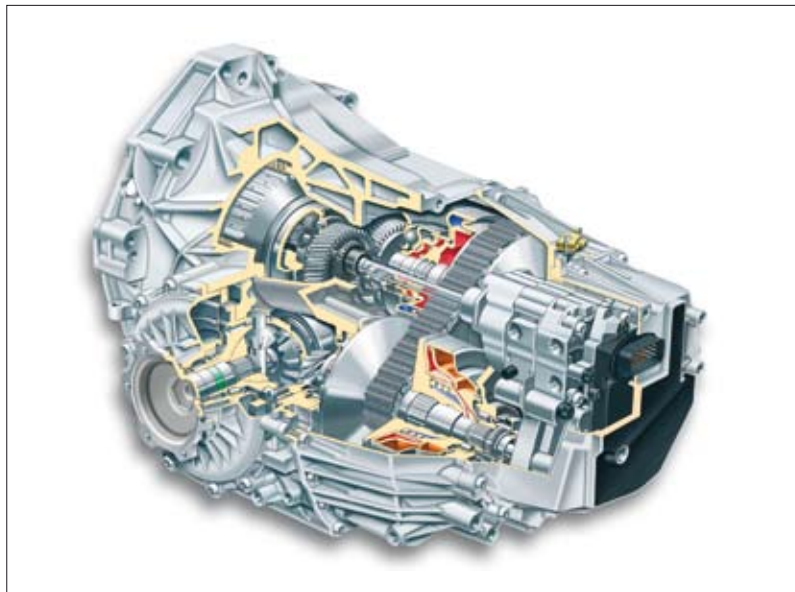


Fig. 7.35: Tweedelig vliegwiel voor CVT (Audi Multitronic ®)

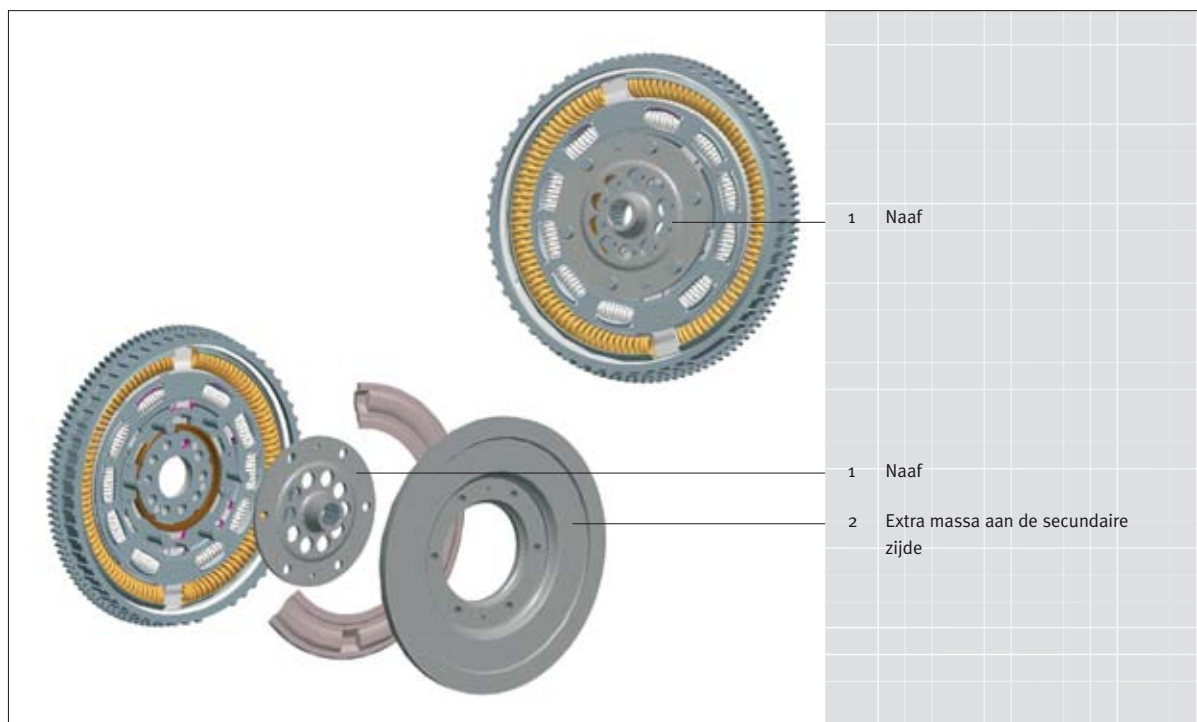


Fig. 7.36: Compact tweedelig vliegwiel (DFC) ontleed

7.8 | Speciaal gereedschap voor het tweedelig vliegwiel

Gebruiksaanwijzing

7.8.1 | Beschrijving en inhoud van het speciaal gereedschap

Een 100 procent functionele test van het tweedelig vliegwiel omvat onder andere de meting van de karakteristieken van de boogveren van het tweedelig vliegwiel. Deze controle is enkel mogelijk op een speciale testbank en niet met de middelen die voorhanden in de werkplaats. Evenwel kunnen de belangrijkste metingen, die van de vrije hoek en de kantelspeling, door middel van het speciale gereedschap LuK ZMS 400 0080 10 in de werkplaats uitgevoerd worden.

Volgende criteria dienen geïntegreerd te worden in de evaluatie van het tweedelig vliegwiel.

- ▶ Vetverlies
- ▶ Staat van het contactvlak (thermische overbelasting, hitte-vlekken en scheuren)
- ▶ Geluiden
- ▶ Staat van de koppeling
- ▶ Enz.



In het kader van de vervanging van de koppeling, is het aangewezen het tweedelig vliegwiel te vervangen in geval van twijfel.

7.8.2 | Algemene opmerking voor het meten

Als een koppeling vervangen wordt, is het noodzakelijk om het tweedelig vliegwiel te controleren. Een versleten of beschadigd tweedelig vliegwiel kan tot beschadiging van de nieuwe koppeling leiden.

7.8.2.1 | Bevraag uw klant

Wanneer een klant een klacht formuleert, stel hem dan doelgerichte vragen die u kunnen helpen voor het stellen van een juiste diagnose.

- ▶ Wat functioneert er niet, wat is de klacht?
- ▶ Sinds wanneer is de klacht aanwezig?
- ▶ Wanneer komt het probleem voor?
 - Sporadisch, vaak, steeds.
- ▶ Op welk moment doet het probleem zich voor?
 - Bij start, weggrijden, accelereren, afremmen, opschakelen, terugschakelen, bij koude of warme motor?
- ▶ Heeft het voertuig startproblemen?
- ▶ Kilometerstand stand en jaarlijks aantal gereden kilometers.
- ▶ Belasting van het voertuig
 - Aanhangwagen, zware lading, taxi, vlootvoertuig, rijsschool, chiptuning
- ▶ Rijprofiel (Hoe wordt het voertuig gebruikt?)
 - Plaatselijk, korte ritten, stadsverkeer, autosnelweg.
- ▶ Werden er reeds reparaties aan de motor, koppeling of versnellingsbak uitgevoerd?
 - Indien ja, wanneer, bij welke kilometerstand, toenmalige klacht?

7.8.2.2 | Algemene controle aan het voertuig

Alvorens de meting te starten dienen volgende punten gecontroleerd te worden.

- ▶ Foutcode in motorstuurdoos of transmissiestuurdoos
- ▶ Batterijtoestand (vermogen)
- ▶ Staat en werking van de startmotor
- ▶ Is het voertuig getuned?
- ▶ Staat van de andere trillingsdempers op de aandrijflijn

7.8.2.3 | Juist omgaan met het tweedelig vliegwiel

- ▶ Een tweedelig vliegwiel dat gevallen is mag niet meer gemonteerd worden.
 - Beschadiging van kogel- of glijlager, verbogen impulsring, verhoogde onbalans.
- ▶ Een tweedelig vliegwiel mag nooit afgedraaid worden!
 - Door de verzwakking van het contactvlak kan het barsttoerental niet meer gegarandeerd worden.
- ▶ Bij een tweedelig vliegwiel met glijlager mag de secundaire zijde van het vliegwiel niet met grote kracht in axiale richting bewogen worden.
 - Het inwendige membraan in het vliegwiel kan hierdoor beschadigd worden.
- ▶ Het is niet toegelaten het tweedelig vliegwiel te wassen in een reinigingsmachine noch met een hogedrukreiniger, stoomcleaner, perslucht of reinigingssprays.

7.8.2.4 | Monteren van het tweedelig vliegwiel

Belangrijke punten om op te letten bij de montage van een tweedelig vliegwiel. Raadpleeg steeds de voorschriften van de autoconstructeur!

- ▶ Controleer de dichtingen aan motor en versnellingsbakzijde op lekkage en vervang indien nodig.
- ▶ Starterkrans op beschadiging en goed vastzitten controleren.
- ▶ Gebruik steeds nieuwe montagebouten.
- ▶ Respecteer de juiste afstand tussen motortoerentalsensor en impulsring.
 - Zie gegevens van de autoconstructeur.
- ▶ Juist gepositioneerde paspennen voor het centreren van de koppeling is belangrijk.
 - De paspennen mogen niet in het vliegwiel gedrukt zijn of mogen niet naar buiten gelopen zijn.
 - Deze kunnen dan aanlopen tegen de primaire massa (geluiden).
- ▶ Het contactvlak van het tweedelig vliegwiel mag enkel gereinigd worden met een doek bevochtigd met vetoplossend middel.
 - Er mag geen reinigingsmiddel in het vliegwiel komen!
- ▶ De juiste boutlengte voor de bevestiging van de drukgroep.
 - Te lange bouten slijpen tegen het primair vliegwiel (geluid) of kunnen deze blokkeren.
 - Te lange bouten beschadigen het kogellager of trekken deze van zijn zitting af.

7.8.2.5 | Bijzonderheden

Afhankelijk van het ontwerp zijn volgende technische gegevens toegelaten en hebben deze bijgevolg geen invloed op de werking.

- ▶ Geringe vetsporen op de achterzijde van het vliegwiel, van bij de boringen naar buiten lopend.
- ▶ Het secundaire deel, enkele centimeters, kunnen verdraaien zonder dat het volledig terugkomt.
 - Bij een tweedelig vliegwiel met voorlastschijf is er een harde aanslag voel- en hoorbaar.
- ▶ Afhankelijk van de uitvoering kan er tot 2 mm axiale speling zijn tussen het primair en het secundair deel van het vliegwiel.
 - Bij bepaalde uitvoeringen met glijlager tot 6 mm axiale speling.
- ▶ Bij elk tweedelig vliegwiel beschikt het secundair vliegwiel over een kantelspeling:
 - Kogellager tot 1,6 mm
 - Glijlager tot 3,0 mm
 - Primair- en secundair vliegwiel mogen hierbij niet tegen elkaar slaan.

7.8.2.6 | Meerdere reparatiekits

Autoconstructeurs, in eerste montage, passen steeds vaker het tweedelig vliegwiel toe. Aan deze toename liggen verschillende redenen ten grondslag. Naast de technische voordelen van het tweedelig vliegwiel helpt dit tevens de storende geluiden en de schadelijke uitlaatgassen van moderne motoren te verminderen. Het tweedelige vliegwiel is aan elk voertuig en elke motor aangepast. Als alternatief voor het tweedelig vliegwiel bestaan er op de markt verschillende reparatiekits. Deze kits bestaan uit:

- ▶ een traditioneel star vliegwiel
- ▶ een drukgroep
- ▶ een koppelingsplaat
- ▶ een druklager

Opgelet !

Deze kits corresponderen niet met de specificaties van de autoconstructeur!

De koppelingsplaat kan in deze toepassing, door zijn beperkte verdraaihoek, niet alle torsie-trillingen van de motor absorberen: Deze vibraties kunnen leiden tot geluiden en zelfs tot beschadiging van de aandrijflijn.

7.8.3 | Meten van het tweedelig vliegwiel

Met het meetgereedschap voor het tweedelig vliegwiel van LuK kunnen volgende metingen worden uitgevoerd:

- ▶ Meten van de vrije hoek
- ▶ Meten van de kantelspeling

Met de waarde van deze beide metingen en de visuele controle op vetverlies, thermische overbelasting en de staat van de koppeling, kan een betrouwbare beoordeling van het tweedelig vliegwiel gebeuren.

Met de vrije hoek bedoelt men de verdraaiingshoek tussen de primaire en de secundaire massa alvorens de tegenkracht van de boogveren voelbaar is.

De twee aanslagpunten, door een rotatie naar links of rechts, bepalen de 2 meetpunten.

De gemeten vrije hoek geeft een maat van slijtage van het vliegwiel aan.

De meetpunten voor de vrije hoek zijn die punten, in beide richtingen, waar het secundaire vliegwiel staat wanneer de boogveren in ontspannen toestand zijn.

Opgelet !

Bij een tweedelig vliegwiel met voorlastschijf is bij een verdraaiing in de ene richting een harde aanslag voelbaar. In dit geval moet men het tweedelig vliegwiel verdraaien - met verhoogde kracht - in elke richting tot dat deze het aanslagpunt met enkele mm overschrijdt (linksom-rechtsom) tot men de spanning van boogveren ondervindt. Hierdoor wordt de voorlastschijf eveneens verdraaid.

7.8.3.1 | Welke meting hoort bij welk vliegwiel



Bij tweedelige vliegwielen met een even aantal bevestigingsgaten voor het monteren van de koppeling kan men de hefboom monteren zodat deze over het center van het vliegwiel staat. Vervolgens kan men de vrije hoek bepalen. Deze meetwijze is de meestvoorkomende. (Zie deel 3.2)



In enkele gevallen treft men een oneven aantal bevestigingsgaten aan voor het monteren van de koppeling zodat men de hefboom niet exact over het center van het vliegwiel kan monteren. In dit geval wordt de vrije hoek bepaald aan de hand van het aantal starterkranstanden. (Zie deel 3.3)

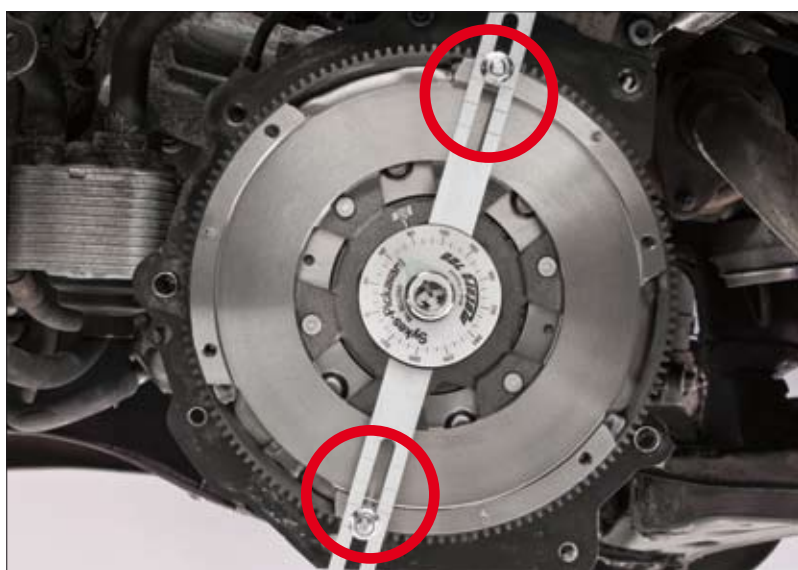
Het meten van de kantelspeling kan in beide gevallen op dezelfde manier worden uitgevoerd. (Zie deel 3.4)

7.8.3.2 | Vrije hoek controleren met de gradenschijf

1. Uitbouwen van de versnellingsbak en de koppeling zoals voorgeschreven door de autoconstructeur.



2. De overeenstemmende adapters (M6, M7 of M8) in twee tegenover elkaar liggende bevestigingsgaten voor de koppeling schroeven en vastspannen.



3. Monteer de hefboom op de adapters, centreer de sleufgaten ten opzichte van de adapters en span de moeren vast aan.



4. Blokkeer het tweedelig vliegwiel, gebruik de versnellingsbaksbouten en indien nodig de bijgeleverde afstandsbussen om het blokkeergereedschap op de hoogte van de starterkrans te brengen. Indien de bijgeleverde afstandsbussen niet voldoende zijn kan men zelf afstandsbussen toevoegen tot de gewenste hoogte is bereikt.



Indien het enkel mogelijk is het blokkeergereedschap te monteren op de plaats waar zich een centreerbus voor de versnellingsbak bevindt, gebruik dan de bijgevoegde aanpasbus.



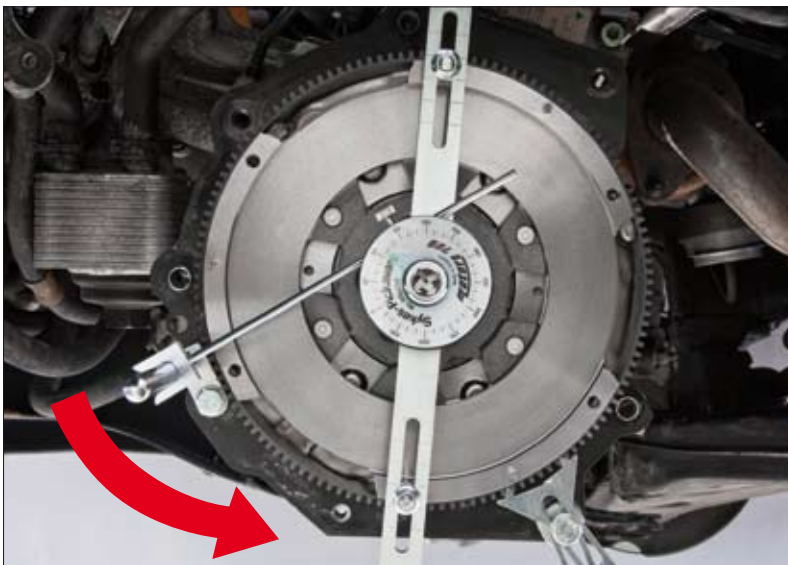
5. Meetklokhouder aan het motorblok bevestigen. Gebruik hiervoor eveneens een versnellingsbalkbout.



Eventueel kan men ook het blokkeergereedschap en de meetklokhouder op één bout monteren.



6. Blokkeer de gradenschijf met behulp van de blokkeerinrichting voor de gradenschijf en span de kartelmoer goed aan.



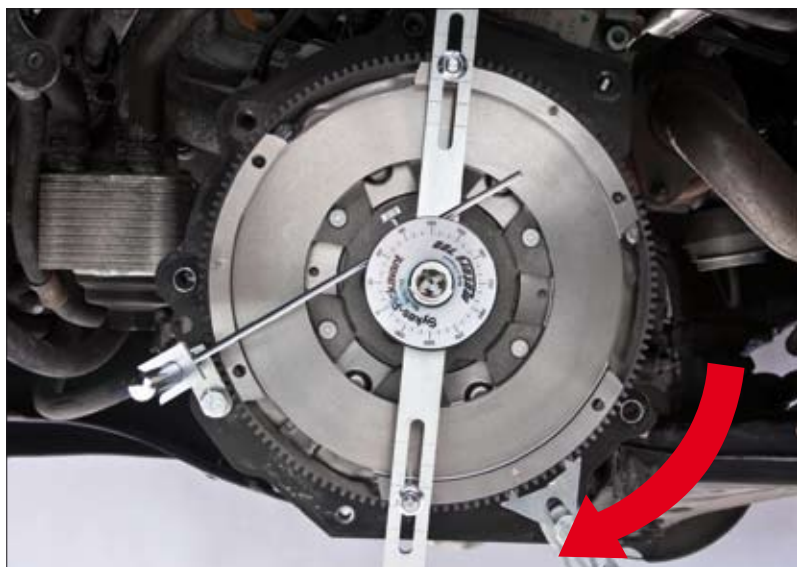
7. Draai de secundaire massa in tegenwijzerzin met behulp van de hefboom tot men weerstand ondervindt van de boogveren.

Opgelet !

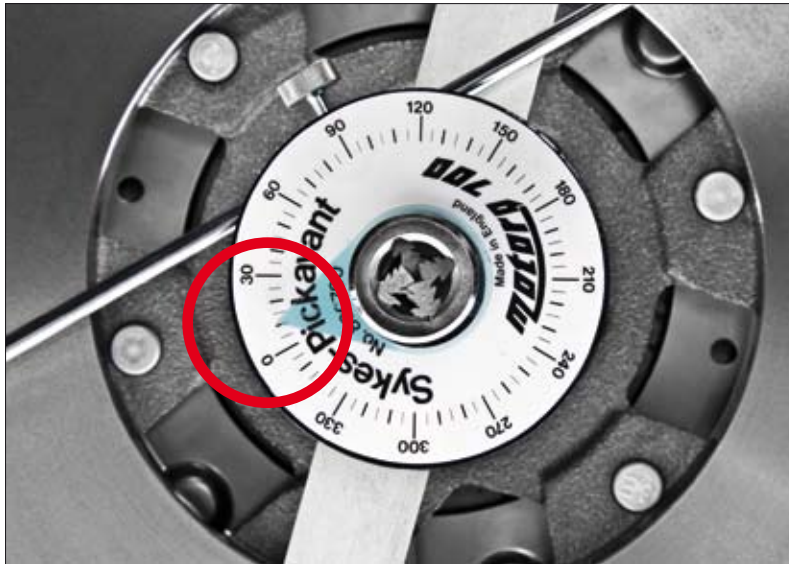
Bij een tweedelig vliegwiel met voorlastschijf is bij een verdraaiing in de ene richting een harde aanslag voelbaar. In dit geval moet men het tweedelig vliegwiel verdraaien - met verhoogde kracht - in elke richting tot dat deze het aanslagpunt met enkele mm overschrijdt (linksom-rechtsom) tot men de spanning van boogveren ondervindt. Hierdoor wordt de voorlastschijf eveneens verdraaid.



8. Laat de hefboom langzaam los, tot de boogveren zich in ontspannen toestand bevinden. Zet de gradenschijf op „0“.



9. Draai met behulp van de hefboom de secundaire massa in wijzerszin, tot men de weerstand van de boogveren ondervindt.



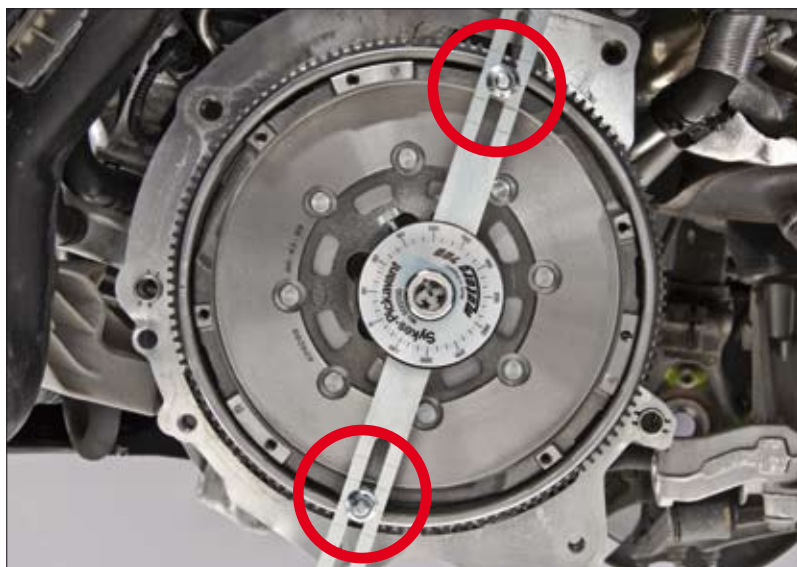
10. Laat de hefboom langzaam los tot de boogveren zich in ontspannen toestand bevinden. De waarde van de gradenschijf aflezen en met de vooropgestelde waarde vergelijken. (Zie deel 7.8.4)

7.8.3.3 | Vrije hoek controleren aan de hand van het aantal starterkranstanden

1. Uitbouwen van de versnellingsbak en de koppeling zoals voorgeschreven door de autoconstructeur.



2. De overeenstemmende adapters (M6, M7 of M8) in twee tegenover elkaar liggende bevestigingsgaten voor de koppeling schroeven en vastspannen.



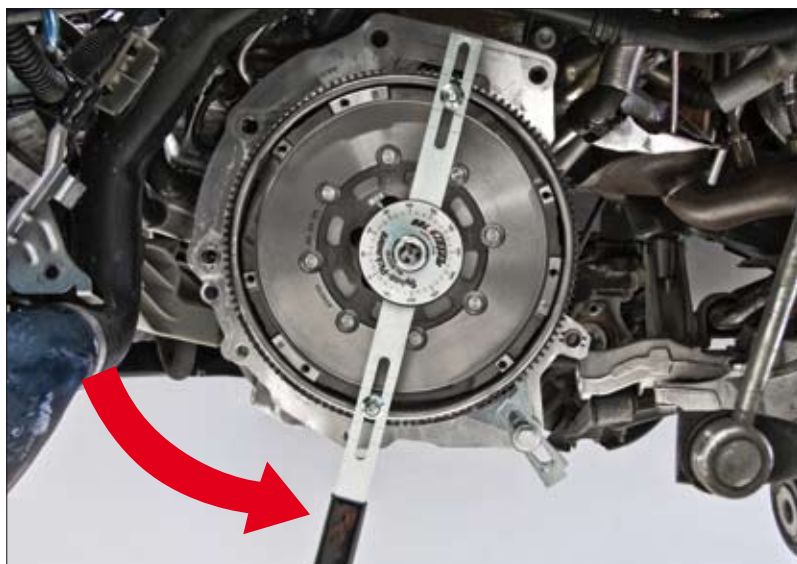
3. Monteer de hefboom op de adapters, centreer de sleufgaten ten opzichte van de adapters en span de moeren vast aan. Gezien het oneven aantal bevestigingsgaten voor de koppeling kan de hefboom niet exact over het midden van het vliegwiel gemonteerd worden.



4. Blokkeer het tweedelig vliegwiel, gebruik de versnellingsbaksbouten en indien nodig de bijgeleverde afstandsbussen om het blokkeergereedschap op de hoogte van de starterkrans te brengen. Indien de bijgeleverde afstandsbussen niet voldoende zijn kan men zelf afstandsbussen toevoegen tot de gewenste hoogte is bereikt.



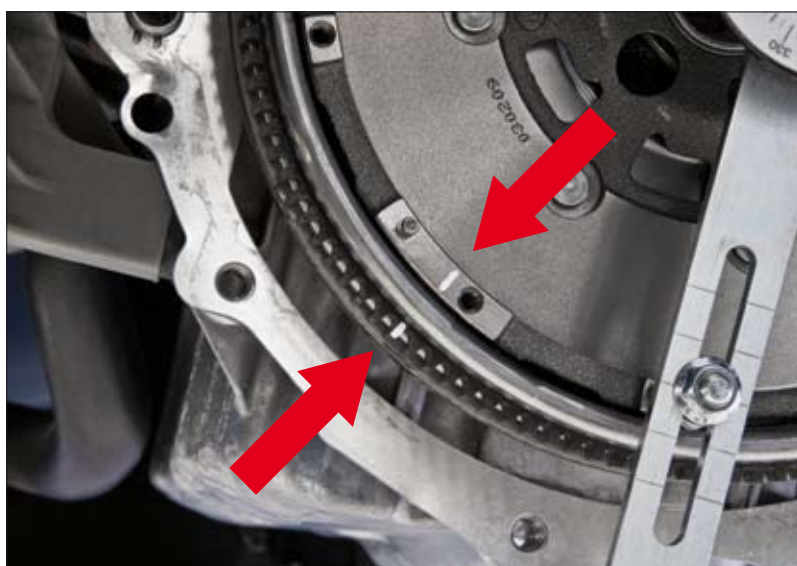
Indien het enkel mogelijk is het blokkeergereedschap te monteren op de plaats waar zich een centreerbus voor de versnellingsbak bevindt, gebruik dan de bijgevoegde aanpasbus.



5. Draai de secundaire massa in tegenwijzerzin met behulp van de hefboom tot men weerstand ondervindt van de boogveren.

Opgelet !

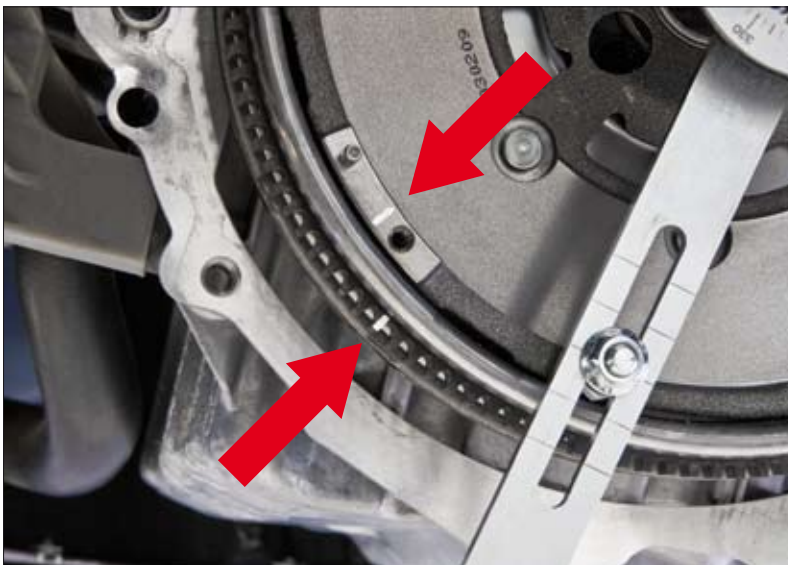
Bij een tweedelig vliegwiel met voorlastschijf is bij een verdraaiing in de ene richting een harde aanslag voelbaar. In dit geval moet men het tweedelig vliegwiel verdraaien - met verhoogde kracht - in elke richting tot dat deze het aanslagpunt met enkele mm overschrijdt (linksom-rechtsom) tot men de spanning van boogveren ondervindt. Hierdoor wordt de voorlastschijf eveneens verdraaid.



6. Laat de hefboom langzaam los, tot de boogveren zich in ontspannen toestand bevinden. Breng op beide massa's een merkteken aan op gelijke hoogte.



7. Draai met behulp van de hefboom de secundaire massa in wijzerszin, tot men de weerstand van de boogveren ondervindt. Laat de hefboom langzaam los tot de boogveren zich in ontspannen toestand bevinden. Breng een merkteken op de starterkrans aan.



8. Tel het aantal starterkranstanden tussen beide merktekens en vergelijk met de vooropgestelde waarden. (Zie deel 7.8.4)

7.8.3.4 | Controleren van de kantelspeling



1. Monteer de meetklok met behulp van de meetklokhouder aan het motorblok.



2. Centreer de meetklok op de adapter. Geef de meetklok 1 mm voorspanning.

Belangrijk:

De meting dient voorzichtig te gebeuren, bij het gebruik van een te grote kracht vervalst men het resultaat van de meting en zou men het lager kunnen beschadigen.



3. De hefboom lichtjes (bijvoorbeeld met de duim) in de richting van de motor drukken tot enige weerstand voelbaar is. De hefboom in deze stand houden en de meetklok op „0“ zetten.



4. De hefboom lichtjes in de tegenovergestelde richting duwen tot enige weerstand voelbaar is. De waarde van de meetklok aflezen en vergelijken met de vooropgestelde waarden. (Zie deel 7.8.4)

7.8.4 | Vooropgestelde waarden

De vooropgestelde waarden van de vrije hoek en de kantelspeling zijn specifiek voor elk tweedelig vliegwiel. De waarden kunt u terugvinden op de Cd, de dataschijf voor het tweedelig vliegwiel of op internet via volgende linken:

- ▶ www.RepXpert.com
- ▶ www.schaeffler-aftermarket.com

Op regelmatige basis zullen de vooropgestelde waarden actueel gehouden worden.