

1 | Geschiedenis van de koppeling

Na de uitvinding van de verbrandingsmotor was een koppeling noodzakelijk om deze motor toe te kunnen passen als aandrijving van voertuigen. Een verbrandingsmotor levert immers alleen maar vermogen als er toeren worden gemaakt. Om te kunnen rijden en te kunnen schakelen, moest er dus wel een scheiding mogelijk zijn tussen motor en transmissie. Omdat dit niet eenvoudig te realiseren was, werd er vooral bij kleinere voertuigen geen wegwijdkoppeling toegepast. Het voertuig moest worden aangeduwd.

De eerst toegepaste koppelingen kwamen uit de industrie. Daar werden als transmissie platte leren riemen gebruikt. Deze riem bracht via een poelie op de krukas en een poelie op de aandrijfas het vermogen over naar de wielen. De riem werd door een spanrol gespannen en ontkoppeld, en slipte dan door. Dit leidde tot grote slijtage van de riem.

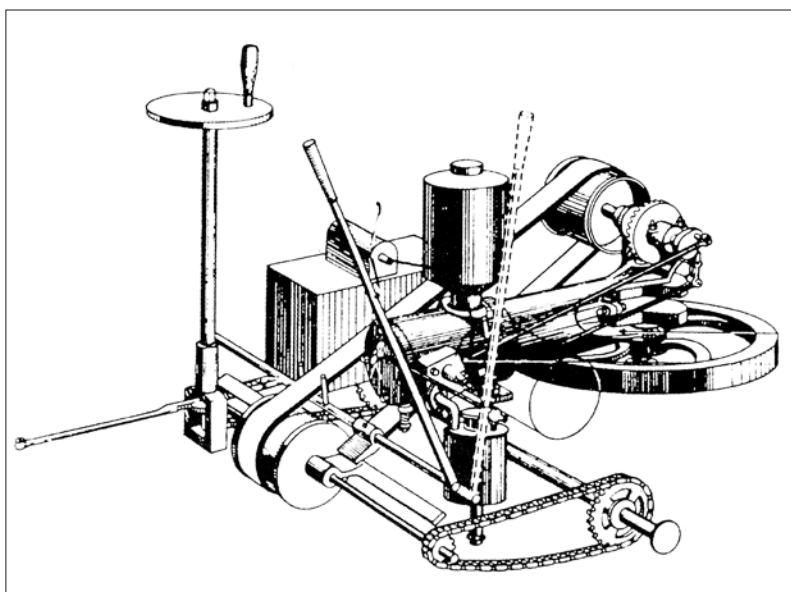


Fig. 1.1: Riemaandrijving

De nadelen van deze riemaandrijving waren een slecht rendement, hoge slijtage en slechte wrijvings eigenschappen. Ze was bovendien niet geschikt als scheidingskoppeling, wat wel noodzakelijk is voor het gebruik van een versnellingsbak.

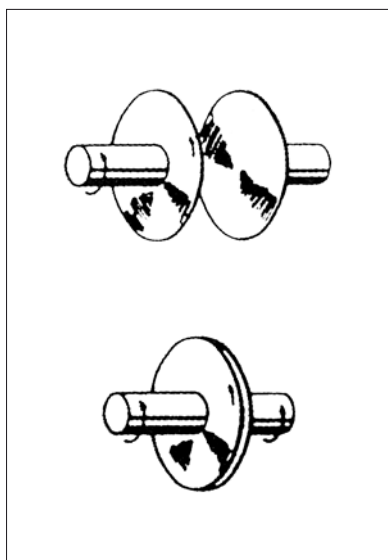


Fig. 1.2: Aangedreven as – schuifbare schijf

Hierna ontstonden allerlei uiteenlopende oplossingen en constructies.

Een voorloper op de huidige koppeling is een op de aangedreven as schuifbare schijf. Deze wordt tegen een schijf op de krukas geperst. Als de druk hoger wordt, neemt de wrijving net zolang toe tot beide assen dezelfde snelheid hebben.

Later werd dit principe verbeterd door de schijven van vorm te veranderen.

Zo ontstond in de jaren twintig de conus- of kegelwrijvingskoppeling.

Als wrijvingsmateriaal werden eerst kameelharen riemen toegepast, die later door leren riemen vervangen werden. Deze riemen werden ter bescherming in ricinusolie gedrenkt. Het grote nadeel van deze koppeling was dat de voering (de leren riem) snel versleet en niet gemakkelijk te vervangen was.

Een ander groot nadeel was dat deze onderdelen zeer zwaar waren uitgevoerd en versnellingsbakken destijds nog niet gesynchroniseerd waren.

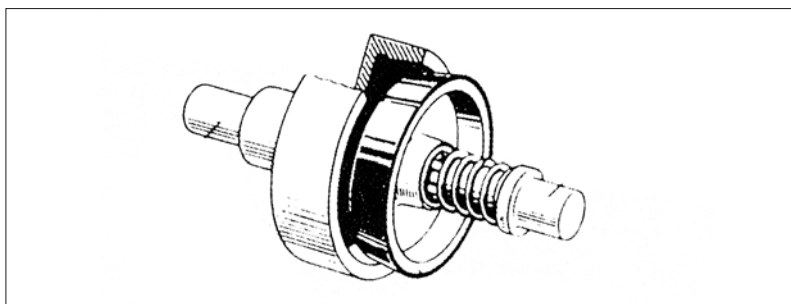


Fig. 1.3: Conus- of kegelwrijvingskoppeling (versie jaren 1920)

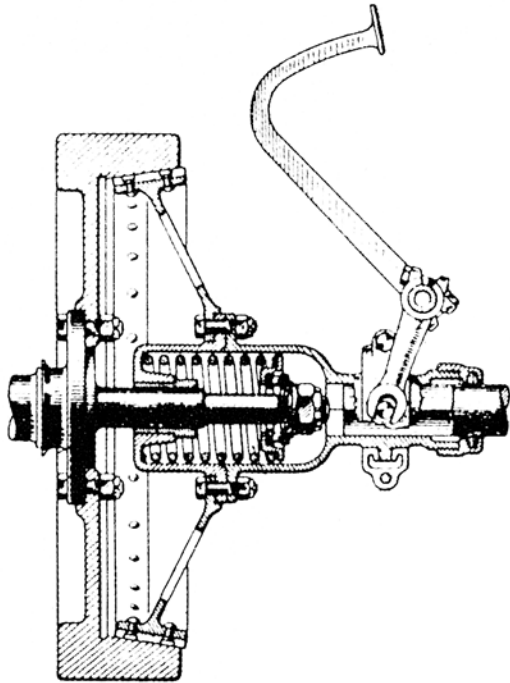


Fig. 1.4: Conus- of kegelwrijvingskoppeling met uitgedraaid vliegwiel

Dit maakte schakelen zeer moeilijk. Daarom werd al snel een extra koppelings- of versnellingsbakrem toegepast.

Deze werd dan gezamenlijk met de koppeling bediend. Zo kon de koppeling snel afgeremd worden en was schakelen mogelijk.

Nog een nadeel was dat als de koppeling zeer heet werd - voornamelijk doordat de snelheid veelal werd geregeld met de koppeling - de conus dieper in het door de warmte uitgezette vliegwiel zakte. Als het vliegwiel na een stilstand afgekoeld was, zat de conus muurvast in het vliegwiel.

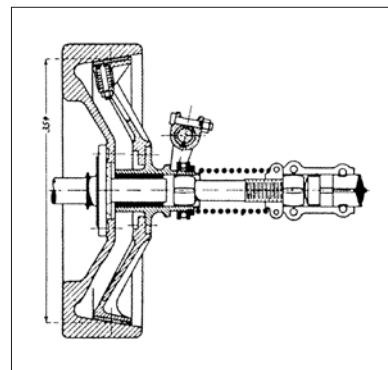


Fig. 1.5: Kegelskoppeling met leer belegd

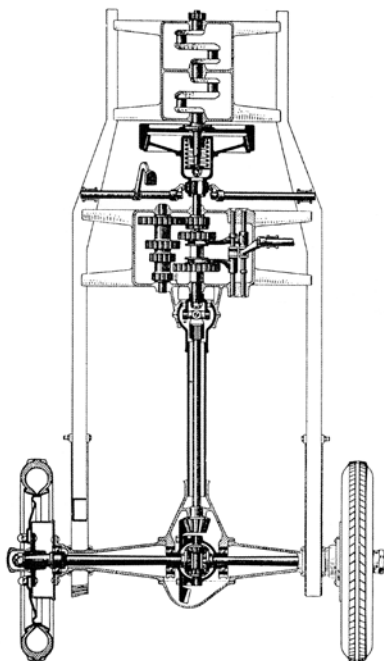


Fig. 1.6: Kegelskoppeling: bij het intrappen van het pedaal wordt de kegel tegen de kracht van de aandrukveer in getrokken, waardoor er ontkoppeld wordt.

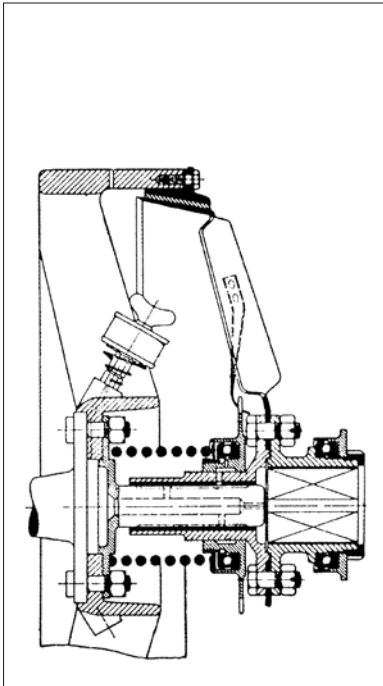


Fig. 1.7: Ventilatorgekoelde koppeling

NAG (Neue Automobilgesellschaft) ontwikkelde al snel een variant met een sterker wrijvingsmateriaal en een ventilatorgekoelde koppeling.

Daarom werden er steeds vaker metalen voeringen toegepast. Daimler gebruikte een aluminium kegel zonder voering. Deze kegel moest regelmatig met olie ingevet worden om hem soepel te laten aangrijpen. Naast de conus- of kegelkoppeling gebruikte Daimler ook nog de verende bandkoppeling. Bij deze koppeling was er in een uitsparing in het vliegwiel een spiraalvormige band gemonteerd.

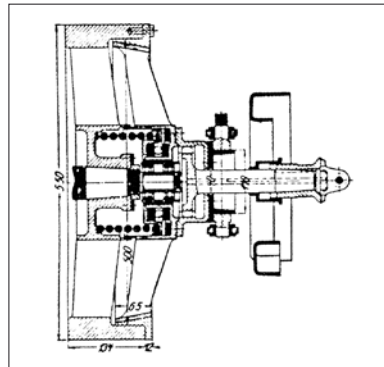


Fig. 1.8: Kegelkoppeling met aluminium kegel

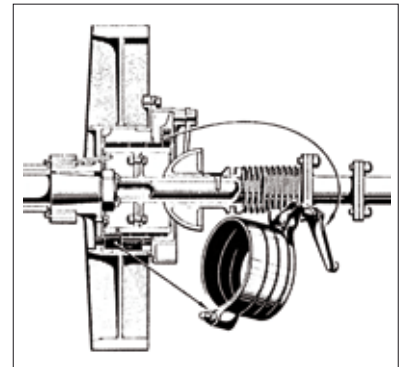


Fig. 1.9: Verende bandkoppeling

Deze band liep over een trommelvormige verlenging van de ingaande as. Het ene einde van de veer zat vast aan het vliegwiel, en het andere einde aan het deksel van het huis. Als het koppelingspedaal werd ingetrapt, spande de band zich en wikkelde zich steeds vaster om de trommel. Op deze manier werd de ingaande as van de versnellingsbak meegenomen en kwam het soepel weggrijden tot stand.

Ook in de jaren twintig was de Engelse professor Hele-Shaw al bezig met een lamellen- of meervoudige platenkoppeling. Dit was in principe de voorloper van de huidige enkelvoudige platenkoppeling.

Ten opzichte van de conus- of kegelwrijvingskoppeling heeft de lamellenkoppeling een aantal grote voordelen. Als eerste een veel groter wrijvingsoppervlak, en bovendien neemt ze minder ruimte in en grijpt ze soepeler aan.

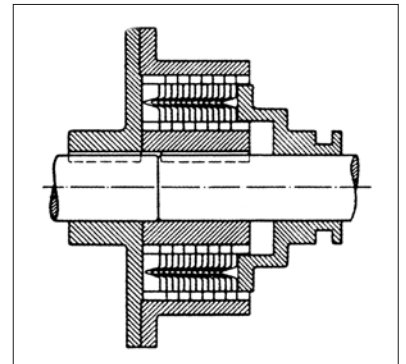


Fig. 1.10: Meervoudige platenkoppeling (Hele-Shaw)

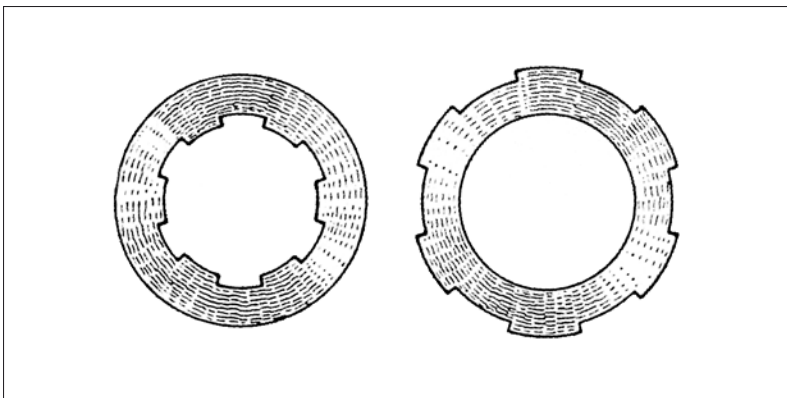


Fig. 1.11: Platenpaar van de lamellenkoppeling

Bij de meervoudige platenkoppeling zit er een trommelvormig huis aan het vliegwiel vast. Dit huis is aan de binnenzijde voorzien van gleuven. In deze gleuven worden platen geplaatst die nokken hebben aan de omtrek en meedraaien met de krukas. Ze kunnen in langsrichting schuiven, ook tijdens het draaien. Tussen deze platen zitten platen met nokken aan de binnenzijde, die schuiven over gleuven op een met de koppelingsas verbonden naaf.

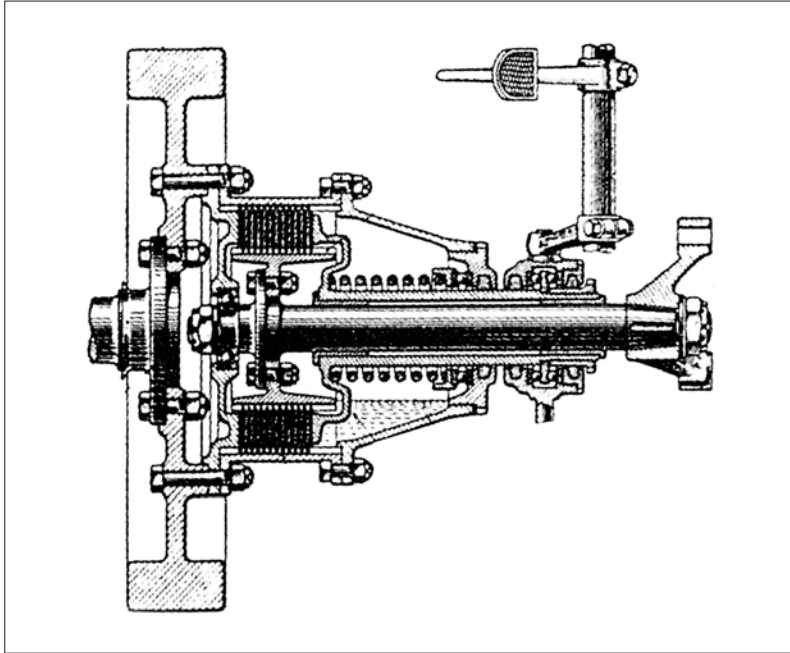


Fig. 1.12: Meerplatenkoppeling in een oliebad

Al in 1904 had De Dion-Bouton het principe van een enkelvoudige platenkoppeling geïntroduceerd. Pas in de jaren twintig werd dit type koppeling populair in de Verenigde Staten. Onder druk van de toeleveringsindustrie kwam het aan het eind van de jaren twintig naar Europa. Binnen enkele jaren verdrong de enkelvoudige platenkoppeling de conus- en de lamellenkoppeling.

Terwijl De Dion-Bouton de wrijvingsoppervlakken van hun koppeling nog met grafiet smeerden, kwam de grote vooruitgang van de koppelingstechniek er dankzij de voering van asbest, door Ferodo.

Asbestvoering werd vanaf 1920 gebruikt tot de huidige vervanger, asbestvrije voering, werd ingevoerd.

De voordelen van de enkelvoudige platenkoppeling waren groot. Door de geringe massa van de koppelingsplaat kwam deze bij het ontkoppelen veel sneller tot stilstand. Het schakelen ging hierdoor makkelijker en de koppelingsrem kon vervallen. De eerste constructies van de enkelvoudige platenkoppeling waren nog tamelijk ingewikkeld.

Een koppelingsveer en een drukplaat drukken deze platen tegen elkaar.

De meerdere platen geven een groot wrijvingsoppervlak en zorgen ervoor dat de koppeling soepel aangrijpt. Als de veerdruk wegvalt, ontkoppelt de koppeling zich. De platen bestonden meestal uit brons en staal. Deze koppelingen werkten meestal in een olie- of petroleumbad, maar ook wel droog.

Het nadeel van deze koppeling is dat ze snel blijft kleven, wat het schakelen bemoeilijkt omdat de aandrijving niet volledig onderbroken wordt.

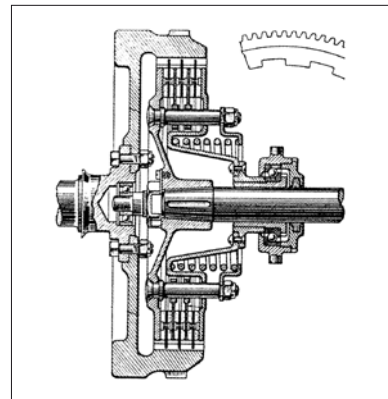


Fig. 1.13: Droge meerplatenkoppeling

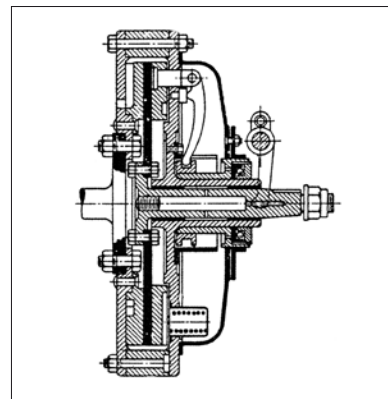


Fig. 1.14: Enkelvoudige platenkoppeling (De Dion-Bouton)

Op het vliegwiel werd het koppelingshuis bevestigd. Daarin werd het koppelingsdeksel geschroefd. In het deksel zaten gekromde hefbomen die door radiaal geplaatste schroefveren werden aangedrukt. Via de “neushefbomen” en een tussenplaat werd de druk van de veren overgebracht op de koppelingsplaat, die zo tegen het vliegwiel werd gedrukt. De koppelingsplaat was via een meenemer verbonden met de koppelingsas of de ingaande as van de versnellingsbak.

De koppeling werd bediend met behulp van een sleepring die een conus in axiale richting bewoog. De kegelflanken duwden de neushefbomen, die voor het aandrukken van de tussenplaat zorgden, tegen de veerdruk in naar buiten. Omdat de conus draaide en de sleepring stil stond, moest er regelmatig worden gesmeerd.

De enkelvoudige platenkoppeling werd pas populair toen de aandrukveren in plaats van radiaal, axiaal werden geplaatst. In het begin experimenteerde men met één centraal geplaatste veer, maar de seriefabricage kwam pas op gang nadat de koppelingsveren naar de buitenrand van het koppelingshuis werden verplaatst.

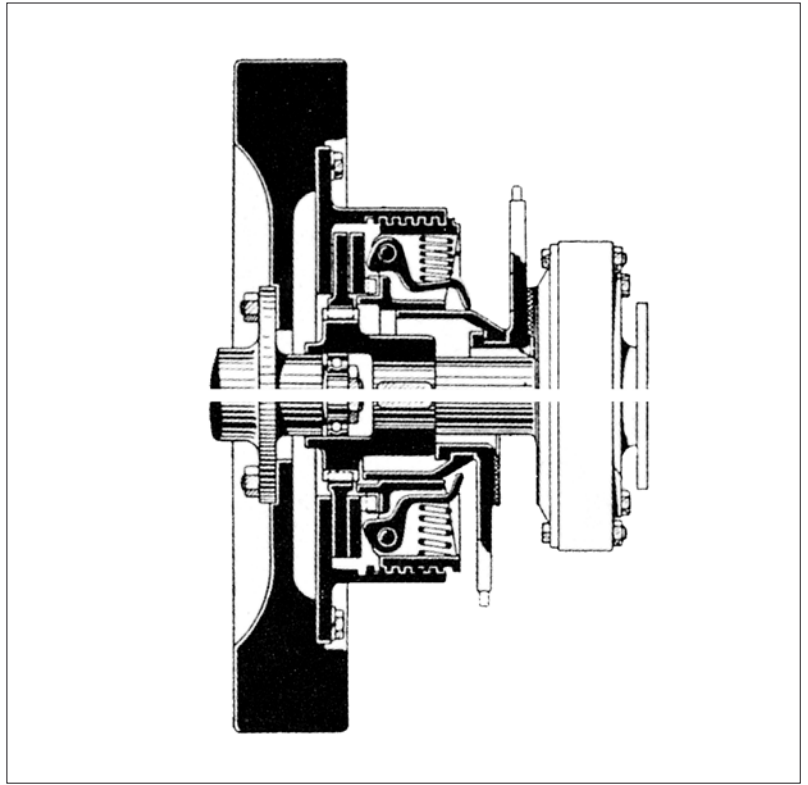


Fig. 1.15: Eerste schroefveerkoppeling

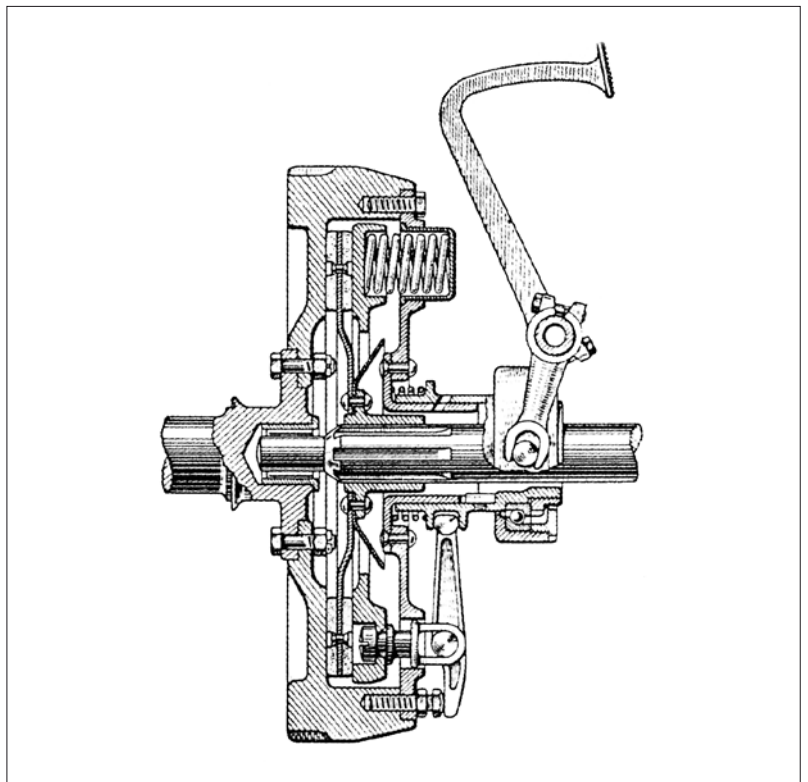


Fig. 1.16: Schroefveerkoppeling met de veren parallel met de as

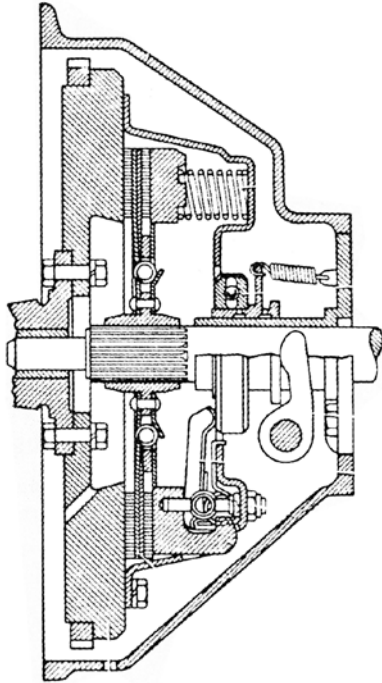


Fig. 1.17: Borg & Beck-schroefveren aan de binnenzijde van het deksel

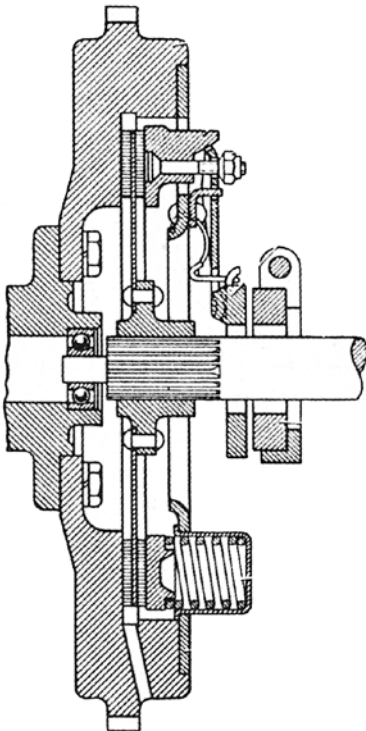


Fig. 1.18: Schroefveerkoppeling met de veren aan de buitenkant van het deksel

Via een vrij op de versnellingsbakas verschuifbare ontkoppelbus konden de hefboomen of vingers de schroefveren indrukken. Hierdoor werd de druktafel ontlast en kwam de koppeling vrij. Door verschillende veren te gebruiken, kon de aandrukkracht op de koppelingsplaat worden gewijzigd. Deze constructie heeft als nadeel dat de schroefveren, die aan de buitenkant van het deksel zaten, door de middelpuntvliedende kracht steeds sterker tegen hun huizen werden gedrukt. Daardoor nam de wrijving toe en veranderde de drukarakteristiek (het krachtverloop tijdens het ontkoppelen). De bediening van de koppeling verliep hierdoor steeds moeilijker.

Ook sletten de huizen van de veren snel door als er steeds bij hoge toerentallen werd geschakeld. Daar kwam nog bij dat de lagers van de koppelingsvingers, die voortdurend belast werden, snel versleten. Om deze principiële nadelen op te heffen, werd de schotel- of diafragma-koppeling ontwikkeld.

Al in 1936 werd deze in het onderzoekslaboratorium van General Motors uitgevonden en aan het eind van de jaren 30 in de VS in productie genomen.

In Europa werd de schotelveerkoppeling bekend na de tweede wereldoorlog, vooral dankzij de Amerikaanse militaire vrachtwagens van GMC.

Vanaf het midden van de jaren vijftig werd dit type koppeling her en der toegepast door Europese fabrikanten. In Duitsland was dat bij de Porsche 356, de Goggomobil, de BMW 700 en de DKW Munga. Voor de Opel Rekord B kwam in 1965 de schotelveerkoppeling voor het eerst in grootserieproductie.

De diafragmakoppeling is rotatiesymmetrisch en werkt daardoor onafhankelijk van het toerental. Daarom kwam die vooral op in de jaren zestig, toen veel sneldraaiende motoren met bovenliggende nokkenas (Glas, BMW, Alfa Romeo) de stoterstangconstructies begonnen te verdringen. Tegen het einde van de jaren zestig gingen bijna alle fabrikanten over op het inbouwen van schotelveerkoppelingen.

Bij de ontwikkeling van deze koppeling was het vooral het ontwikkelingswerk van LuK dat de schotelveerkoppeling geschikt maakte voor grootserieproductie.

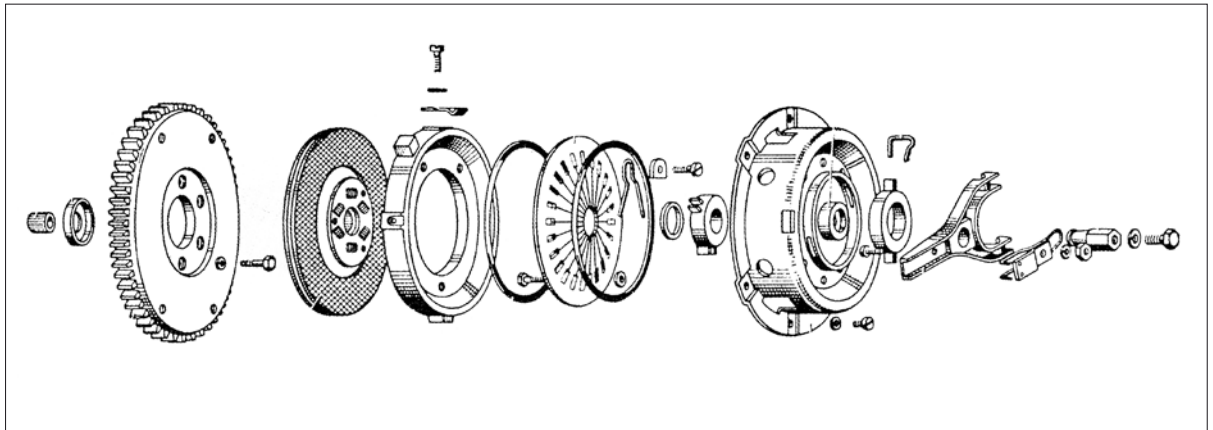


Fig. 1.19: Door Chevrolet ontwikkelde lamellenkoppeling met schotelveer i.p.v. schroefveren

Het vervangen van de vinger-schroefveersystemen door één schotelveer bracht grote voordelen met zich mee. De constructie werd eenvoudiger, de drukkracht constant, de inbouwruimte kleiner bij grotere drukkracht, vooral bij dwars geplaatste motoren. Bovendien was de constructie ongevoelig voor het toerental. Dit alles heeft ertoe geleid dat tegenwoordig bijna alleen nog schotelveerkoppelingen worden toegepast. In toenemende mate ook bij bedrijfswagens, waar nog lang de schroefvenenkoppeling werd toegepast. Tegelijk met deze ontwikkeling werd ook de koppelingsplaat - of frictieplaat - geoptimaliseerd.

Omdat het toerental voortdurend verandert en het koppelverloop van een verbrandingsmotor onregelmatig is, ontstaan er trillingen die door de krukas via de koppeling en de ingang van de versnellingsbakas - ook wel priseas genoemd - worden overgedragen op de versnellingsbaktandwielen.

Hierdoor ontstaan bijgeluiden en kan er een hoge slijtage aan de tandflanken van deze tandwielen optreden. De lichte vliegwheels en tandwielconstructies versterken dit effect. Daarom is men de koppelingsplaat gaan voorzien van een torsiedemper en een verende voering.

Lange tijd vroeg het bedienen van een koppeling om een stevige voet. De kracht werd immers overgebracht via stangen en assen. Sinds de jaren 30 worden er koppelingskabels gebruikt. Vanaf het begin van de jaren 50 werd de hydraulische bediening toegepast. Om het bedienen van de koppeling te vergemakkelijken, werd veel onderzoek verricht naar het automatiseren van de koppeling.

In 1918 kwam Wolseley met het idee van een elektromagnetische koppeling. In het begin van de jaren dertig bouwde de Franse firma Cotal een versnellingsbak met voorkeuzeschakelaar en elektromagnetische koppeling. Die werd bij enkele dure auto's ingebouwd. Het meest bekend werden de centrifugaalkoppelingen, waarbij de aanlegdruk afhankelijk van het toerental werd geregeld door de centrifugaalkracht.

Halfautomatische koppelingen zoals de Saxomat (Fichtel en Sachs), Lukomat (LuK), Manumatik (Borg en Beck) en Frelec (Ferodo) werden eveneens toegepast. Geen ervan werden een succes. De "gewone" handgeschakelde bak met voetbediende koppeling of een "echte" automaat met koppelomvormer bleek een te grote concurrent.

