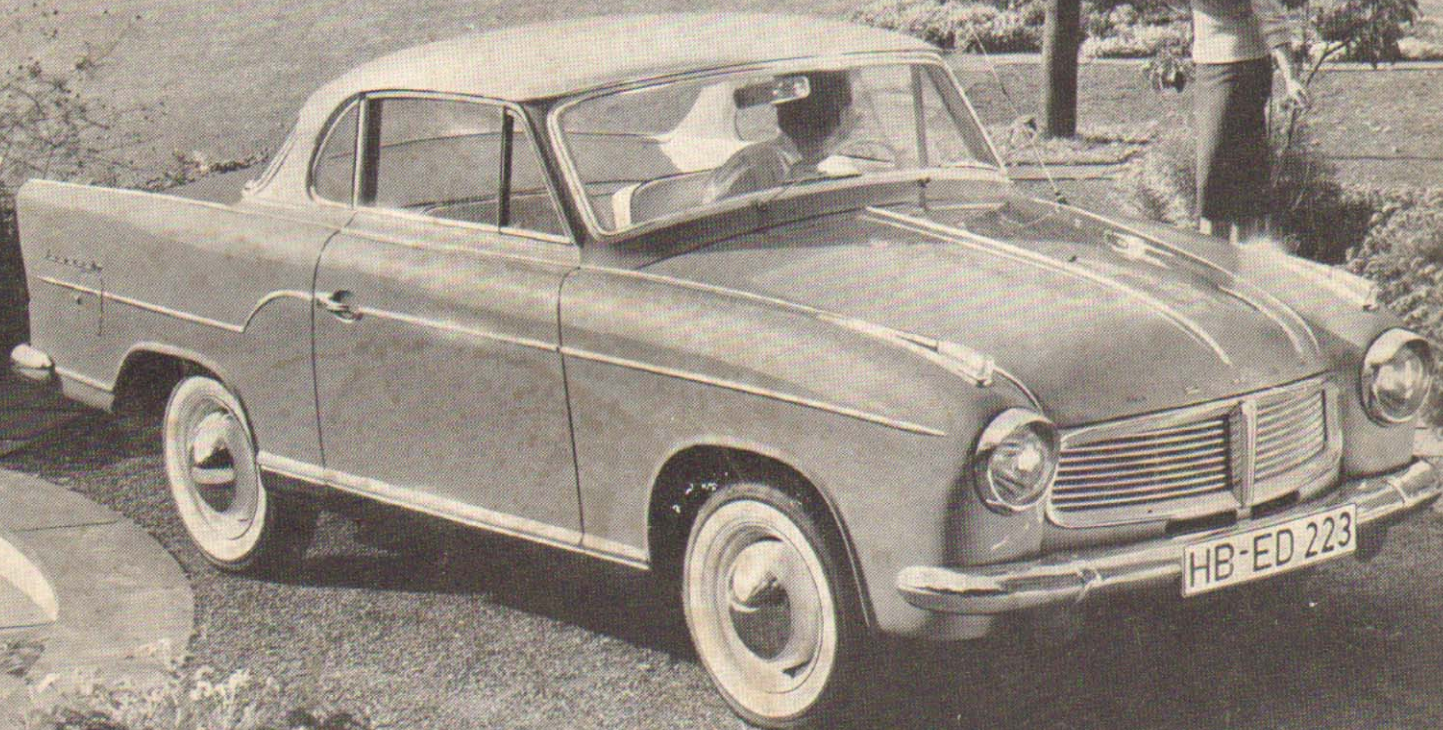


Motor

Rundschau
FÜR DEN JUNGFACHMANN



EINE SICHERE SACHE

hansa 1100

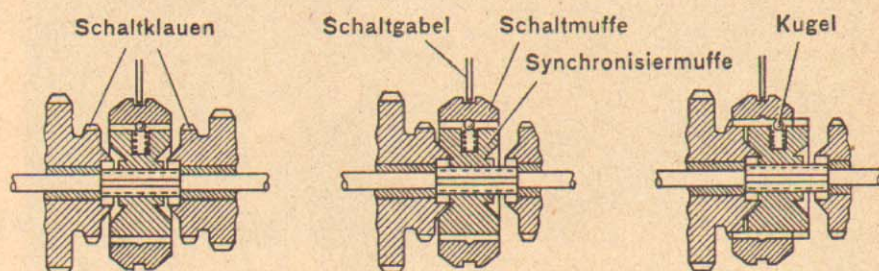
Vom Cisitalia zur Porsche-

Es war ein großer Konstruktionsauftrag für Cisitalia, mit dem man bei Porsche nach dem Kriege wieder anfangen, Automobile zu entwickeln. Noch saß das ausgelagerte Stuttgarter Konstruktionsbüro im österreichischen Gmünd. Während Professor Porsche in französischen Gefängnissen festgehalten wurde, gelang es dem heimgekehrten Sohn Ferry, wieder neue Verbindungen anzuknüpfen. Damals hatte es sich der ehemalige italienische Rennfahrer Dusio, Chef des italienischen Cisitalia-Werkes, in den Kopf gesetzt, daß die Porsche-Leute für ihn einen Formel I Rennwagen nach dem Vorbild des berühmten Auto Union-Wagens bauen sollten. So entstand jener 1,5-L-Kompressor-Wagen mit 320 PS-Heckmotor. Leider kam dieser Rennwagen mit den vielen interessanten Konstruktionsmerkmalen nie zum Einsatz. Man verkaufte ihn später nach Südamerika. Aber das vollsynchronisierte Fünfganggetriebe, das für den Cisitalia-Rennwagen (Bild 1) konstruiert worden war, bildete die Grundlage für ein neuartiges Synchronisierungssystem, das in Gestalt der heutigen Porsche-Sperrsynchrisierung für Geschwindigkeits-Wechselgetriebe eine hohe Entwicklungsstufe erreicht hat. Von dem Werdegang dieser Erfindung soll im Folgenden die Rede sein.

Warum Getriebesynchronisierung?

Was es bedeutet, mit zeitraubenden, umständlichen Hand- und Fußbewegungen durch Zwischengas und Doppelkuppeln die Drehzahldifferenzen während des Gangwechsels auszugleichen, ist auch heute immer noch vielen Kraftfahrern geläufig. Gibt es doch sogar Personenwagen vom Baujahr 1958, deren nichtsynchronisierte Getriebe nur mit Geschick geräuschfrei zu schalten sind. Doch in der Fachliteratur wird schon aus dem Jahre 1904 von einer Gleichlaufeinrichtung für Kraftfahrzeuggetriebe berichtet, die den Schaltvorgang erleichtern sollte. Aber erst Ende der zwanziger Jahre begannen sich Gleichlauf- oder Synchronisierungseinrichtungen, wie man sie zu nennen pflegt, ganz langsam einzuführen. Trotzdem wurden Gleichlaufeinrichtungen für

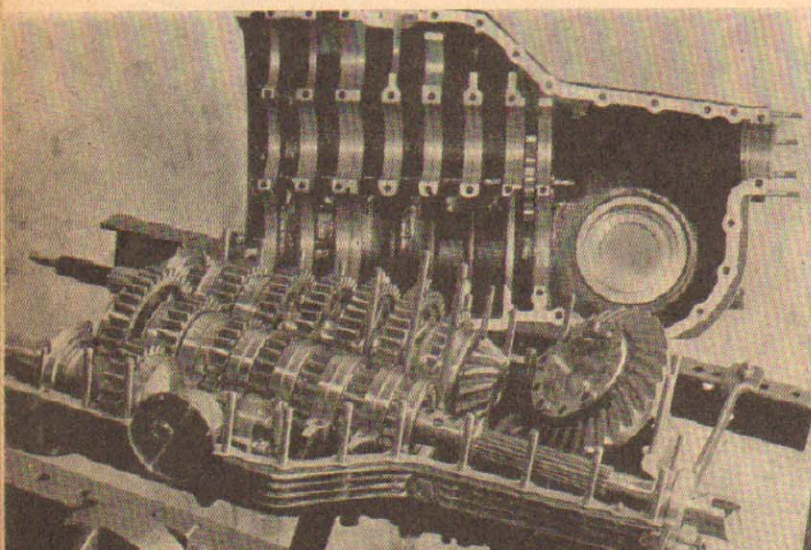
sämtliche Gänge infolge der komplizierten Konstruktion damals nur selten angewendet. Erst in den letzten Jahren gingen einige Automobilfirmen dazu über, das vollsynchronisierte Getriebe als Standardausrüstung zu bringen. Während vollautomatische Kraftfahrzeuggetriebe den kostspieligen Idealfall darstellen, der sich bisher aus mancherlei Gründen in einer wirtschaftlich vertretbaren Form noch nicht verwirklichen läßt, suchen die Konstrukteure weiter nach möglichst einfach realisierbaren Schalterleichterungen. So ist heute die Kupplungsautomatik zum Nah-



Bei der Synchronisierung mit Kegelkupplung ist jedes Getriebezahnrad mit einem Klauenkranz und einer Keilreibfläche versehen. Um zwischen Synchronisiermuffe und Getrieberad Gleichlauf für den Schaltvorgang zu erzielen, preßt man durch die Schaltmuffe die Synchronisiermuffe mit ihrer Keilreibfläche gegen die entsprechende Reibfläche der Zahnräder. Erst wenn Gleichlauf hergestellt ist, kann die Verzahnung der Schaltmuffe in den Klauenkranz geschoben werden.

2

1 Und so sah das Fünfganggetriebe mit Differential für den Cisitalia-Heckmotor-Rennwagen aus, dessen Synchronisierungseinrichtung die Grundlage für die neue Porsche Sperrsynchrisierung bildet.



ziel geworden. Aber selbst für sie ist eigentlich das vollsynchronisierte Getriebe Voraussetzung.

Um geräuscharme Getriebe zu erhalten, verwendet man fast allgemein schrägverzahnnte Räder. Diese Räder lassen sich mit besonderem Bauaufwand als Schieberäder schalten, wenn man die Keilwelle spiralförmig ausführt, so daß die von der Schrägverzahnung herrührende Axialkraft kompensiert wird. Einfacher ordnet man die Zahnräder z. B. auf der Abtriebswelle freilaufend an, wobei sie jedoch mit den Zahnrädern, die fest auf der Antriebswelle sitzen, ständig im Eingriff bleiben. Geschaltet wird in diesem Fall mit Hilfe einer Klauenkupplung, die axial verschiebbar, aber in Umfangsrichtung unbeweglich mit der Abtriebswelle verbunden ist. Diese Klauen-Kupplung soll die feste Verbindung zwischen dem gewünschten freilaufenden Zahnrad und der Abtriebswelle herstellen. Hier ergibt sich für die Gleichlaufeinrichtung oder Synchronisierung folgende Aufgabe: Durch eine Vorkupplung (Synchronkupplung) gleich welcher Art muß das Zahnrad des zu schaltenden Ganges auf die Drehzahl der Welle, auf der es sich vor dem Schaltvorgang lose drehte, gebracht werden. Mit diesem Zahnrad werden aber auch alle übrigen dauernd im Eingriff stehenden Zahnräder und die Abtriebswelle mit der auf ihr sitzenden Kupplungsscheibe beschleunigt oder verzögert. Erst so läßt sich dann mit Hilfe der Klauenkupplung die zum Gangwechsel notwendige oben erwähnte feste Verbindung herstellen, ohne daß Verschleiß und Geräusche entstehen. Seit mehr als 20 Jahren verwendet man beim Kraftfahrzeug für diese Vorkupplungen fast nur **Kegelkupplungen** (Bild 2) in der verschiedensten Form, wobei heute im In- und Ausland das System Borg-Warner vorherrscht. Um so bedeutsamer erscheint uns die Entwicklung des Hauses Porsche, die in einer Zeit, wo der Automobilbau kaum noch sensationelle Neuheiten bringt, für den Getriebebau eine wertvolle Bereicherung zu werden verspricht.

Die neue Porsche-Sperrsynchrisierung

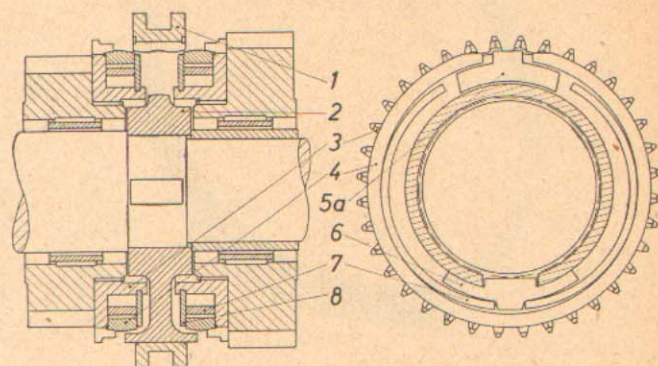
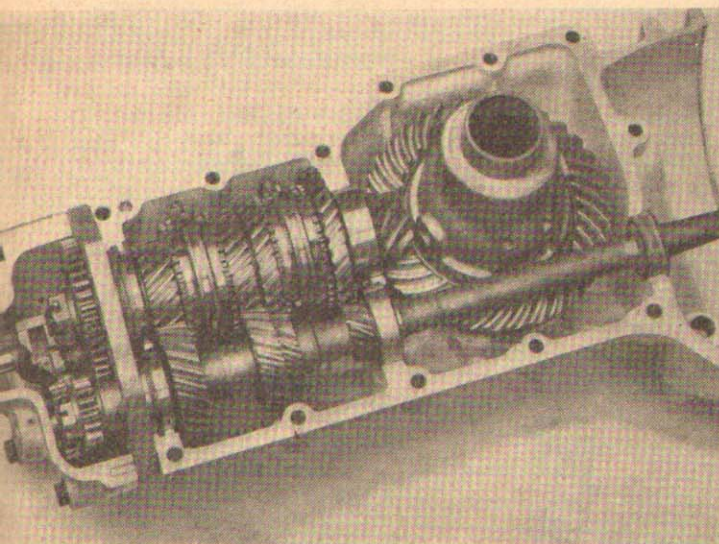
Aufgabe dieser neuen Sperrsynchrisierung ist es, den Gleichlauf der zu schaltenden Zahnräder als Voraussetzung für den geräuschlosen Schaltvorgang auf möglichst einfache Weise zu erreichen. Die charakteristischen Merkmale der neuen Porsche-

Sperrsynchronisierung

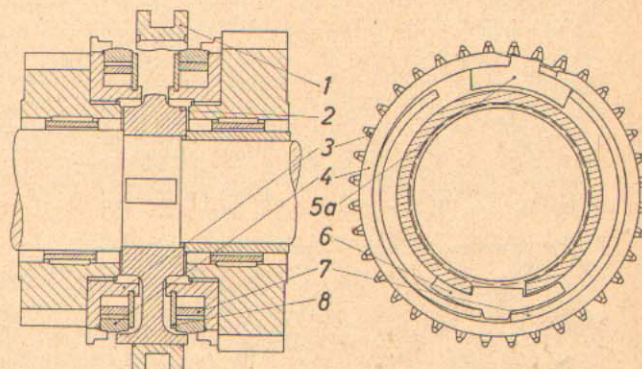
Konstruktion sind der geschlitzte, federnde Synchron- oder Gleichlaufring und die Sperrkörper in Form von Sperrbändern, mit Stein und Anschlag, die zusammen eine **Servowirkung** erzielen. Im Gegensatz zu bekannten Kegel-, Lamellen- oder sonstigen Reibkupplungen erfolgt der bremsende Effekt des Porsche-Synchron-Ringes durch Spreizen nach Art einer Innenbackenbremse **mit Hilfe radial wirkender, sich selbst verstärkender Kräfte**. Zu den Vorzügen der Porsche-Sperrsynchronisierung gehören eine äußerst **kurze Schaltzeit**, eine **geringe Schaltkraft** und die Art der Konstruktion, die nicht nur äußerst **raumsparend** ist, sondern sich auch durch ein einfaches mechanisches System und somit leichte Fertigung auszeichnet.

Dieses Bild eines vollsynchronisierten Viergang-Pkw-Getriebes (Bild 3) soll die Anordnung der neuen Sperrsynchronisierung zeigen. Die vier Zahnradpaare sind im Getriebe so verteilt, daß zwischen zwei Paaren immer eine Schaltmuffe mit Synchronisierungseinrichtung montiert ist, die über das Schaltgestänge betätigt werden kann. In unserem Fall sieht dann die Reihenfolge so aus: 4. Gang — Schaltmuffe — 3. Gang — 2. Gang — Schaltmuffe — 1. Gang (die Zahnräder im linken Gehäuseteil gehören zum Rückwärtsgang). Bei Abbildung 4a-c handelt es sich um Schnitte, so daß die Zahnräder des 4. und 3. Ganges und die jeweils am Zahnrad vormontierten Teile der Synchronisierungseinrichtung samt Schaltmuffe und Führungsmuffe in ihrer Anordnung zueinander erkennbar sind. Die Führungsmuffe (2) hat die Aufgabe, das Drehmoment von der Abtriebswelle, auf der sie durch Nuten verankert ist, mit Hilfe der Schaltmuffe zu den Gang-(Zahn)-Rädern zu übertragen. Die Schaltmuffe (1), die in den drei Führungsstegen der Führungsmuffe (2) ruht, läßt sich axial nach rechts oder links verschieben. Zwischen ihrer Innenverzahnung und der entsprechenden Gegenverzahnung (3) entsteht dann am Gangrad eine kraftschlüssige Verbindung. Nun besitzt jedes der (in unserem Fall vier) Gangräder auf der seiner Schaltmuffe zugewandten Seite einen Kupplungskörper. Dieser Kupplungskörper mit Verzahnung (3) ist der eigentliche Träger für Synchron-Ring und Sperreinrichtung. Ob der Kupplungskörper auf das Gang-Zahnrad aufgeschraubt wird oder ob beide Teile aus einem Stück bestehen, ist lediglich eine Frage der Ausführung. Beim vollsynchronisierten Vierganggetriebe brauchen wir vier Synchron-Ringe, die nach Abbildung 4a so auf die Kupplungskörper gesetzt werden, daß sich die Ring-Enden an der Nase des Steins (5a) abstützen können. Der Ring (4) selbst wird

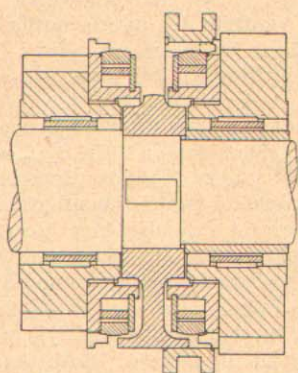
3 Viergang-Pkw-Getriebe mit Porsche-Sperrsynchronisierung für alle Vorwärtsgänge.



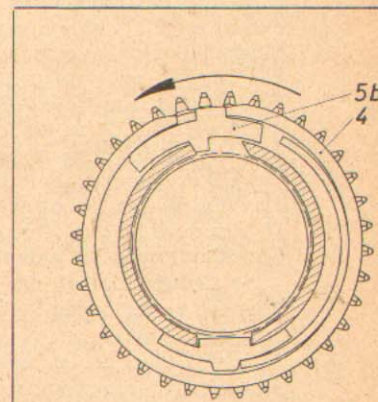
4a



4b



4c



5

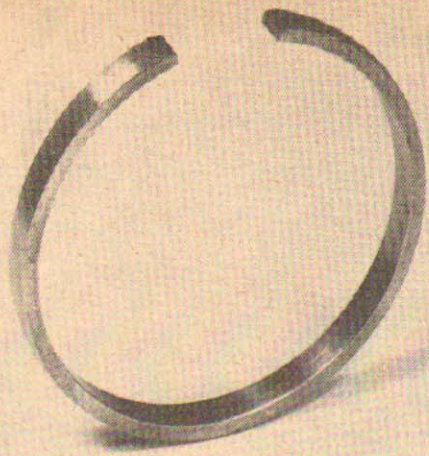
4a—c) stellen Schnitte durch die Porsche-Sperrsynchronisierungseinrichtung eines Pkw-Getriebes mit den Gangstufen 4 und 3 dar. (1) Schaltmuffe, (2) Führungsmuffe, (3) Kupplungskörper, (4) Synchronring, (5a) Stein, (6) Anschlag, (7) Sperrband, (8) Sicherungsring.

4a) Schaltmuffe in Leerlaufstellung.

4b) Reibschluß zwischen Innenverzahnung und Synchronring, Sperrstellung! (Abb. rechts) Synchronring drückt den Stein gegen das rechte Sperrband und bewirkt dadurch die bremsende Servokraft.

4c) Gleichlauf ist hergestellt und der Schaltvorgang vollzogen. Die Schaltmuffe ist in den Führungsstegen der Führungsmuffe nach rechts geschoben worden, wodurch die Innenverzahnung der Schaltmuffe in die Außenverzahnung des Kupplungskörpers eingreift. Es besteht kraftschlüssige Verbindung zum 3. Gangrad. Der Synchronring ruht in der dachförmigen Ausnehmung der Schaltmuffe und fixiert durch seine Eigenspannung diese Schaltstellung.

5) Der Stein (5b) für den 1. Gang besitzt eine abgeschrägte Innennase, die in eine zusätzliche Ausnehmung des Kupplungskörpers hineinragt. Um den 1. Gang bei stehendem Wagen, aber laufendem Motor einzuschalten, genügt eine kleine Servokraft, um die ausgekuppelten Zahnräder aus niedriger Drehzahl abzubremser. Der Synchronring ruht in der dachförmigen Ausnehmung der Schaltmuffe und fixiert durch seine Eigenspannung diese Schaltstellung.



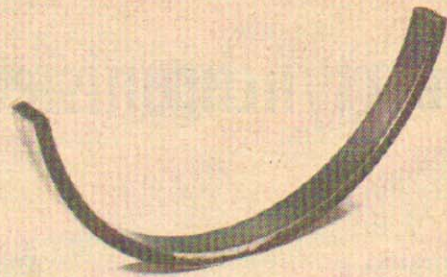
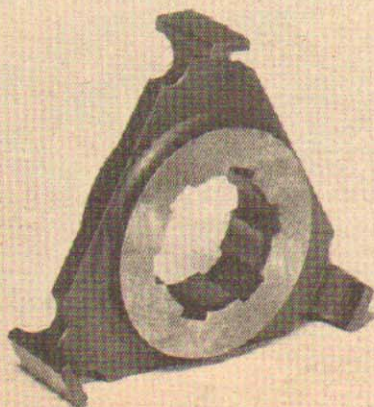
6 Der geschlitzte, federnde Synchronring ist (ausgenommen Lastwagen) symmetrisch. Die konischen Flächen an seinem Außendurchmesser dienen der Synchronisierung und zur Führung im Kupplungskörper.

durch seine Eigenspannung von der überragenden Verzahnung des Kupplungskörpers (3) gehalten. In den gefrästten Schlitz des Kupplungskörpers wird der Anschlag (6) eingesetzt; so daß dann die beiden Sperrbänder (7) eingelegt werden können. Und schließlich verhindert der Sicherungsring (8), daß sich die beweglichen Teile selbständig machen. Nur für den niedrigsten (1.) Gang gibt es einen Kupplungskörper (Bild 5) mit einer zweiten schrägen Ausnehmung für einen besonders geformten Stein. Außerdem verzichtet man dort auf eines der beiden Sperrbänder. Warum das so ist, werden wir im Folgenden sehen.

Arbeitsweise der neuen Sperrsynchonisierung

Einzelheiten des Schaltvorganges aus dem 4. Gang in den 3. Gang zeigen die Bilder 4a—c: Die Verzahnung der Schaltmuffe hat sich bereits vom 4. Gang gelöst und legt sich nach dem Weg über die neutrale Lage (Leerlauf) (Bild 4a) mit ihrer rechten Konusfläche an die linke Konusfläche des Synchron-Ringes (Bild 4b). Es entsteht eine Reibung, denn zwischen Schaltmuffe und 3. Gangrad herrscht eine unterschiedliche Drehzahl. Diese Drehzahldifferenz soll durch das Reibmoment der Reibungskupplung ausgeglichen und dadurch Gleichlauf erzielt werden. **Der Reibungsschluß der Schaltmuffeninnenverzahnung (1) verdreht den Synchronring (4),** der dadurch mit seinem linken Ende die Nase des Steins (5a) berührt und damit die Reibkraft weitergibt. Der Stein versucht das Sperrband (7) zu verschieben, was ihm jedoch nicht gelingt, weil der Anschlag (6) in der Ausnehmung des Kupplungskörpers diese Bewegungsrichtung blockiert. Statt dessen führt die Kraftwirkung des Synchron-Ringes (4) dazu, daß das Sperrband (7) sich durchbiegt und damit weitgehend **an die Innenfläche des Gleichlaufringes (4) anpreßt.** Es ergibt sich also eine Verstärkung (Servowirkung), **die den Anpreßdruck des Synchronringes über die vorhandenen Reibkräfte zwischen Schaltmuffe und Synchronring hinaus weiter erhöht.** Dabei wird die Anpreßkraft so groß, daß es nahezu unmöglich ist, den gespreizten Synchron-Ring (4) mit der Schaltmuffe (1) zu überfahren. Diese Servowirkung ermöglicht den **Gleichlauf in kürzester Zeit,** und es ergeben sich außerordentlich knappe Schaltzeiten. Existiert durch absoluten Gleichlauf zwischen Schaltmuffe und Gleichlauf-

8 Ursprünglich war die Führungsmuffe (Bild 8) rund. Doch die sparsame Dreiecksform erwies sich später als vorteilhafter. Durch den Nutenkranz auf der Welle fixiert, überträgt die Führungsmuffe das Drehmoment zu

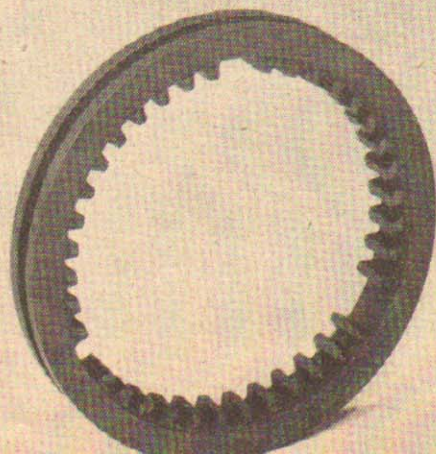


Für beide Drehrichtungen besitzt jede Synchronisierung ein Sperrband, das sich gegen die Bohrung des Synchronringes preßt. **7**

ring kein Drehzahlunterschied mehr, so entspannt sich das Sperrband (7), da keine Reibkräfte mehr übertragen werden. Die Schaltmuffe kann nun über den Gleichlaufring geschoben werden (Bild 4 c), weil lediglich noch die Eigenspannung des Ringes zu überwinden ist. Die Innenverzahnung der Schaltmuffe (1) kann mit der Außenverzahnung (3) des Kupplungskörpers in Eingriff gebracht werden, und damit ist der Gangwechsel beendet. In dieser Stellung rastet der Synchron-Ring kraft seiner Eigenspannung in eine (im Querschnitt) dachförmige Ausnehmung (Raste) in der Bohrung der Schaltmuffe, und so wird zugleich eine Fixierung des Ganges erreicht. Man braucht infolgedessen an der Schaltstange keine besondere Raste oder dgl. In entsprechender Weise werden auch die übrigen Gänge geschaltet. Wir erwähnten, daß die Synchronisierungseinrichtung des ersten Ganges Änderungen aufweist. Steht ein Fahrzeug still, und der Motor läuft, so muß es auch möglich sein, den ersten Gang schnell und ohne kratzen einzuschalten. Da es meist einige Sekunden dauert, bis die Zahnräder nach dem Auskuppeln zum Stehen kommen, wird hier ebenfalls Gleichlaufarbeit benötigt. Allerdings braucht diese Bremskraft für die verhältnismäßig niedrige Leerlaufdrehzahl nicht groß zu sein. So verzichtet man auf die übliche Sperreinrichtung. Der Kupplungskörper (Bild 5) erhielt eine zweite Ausnehmung mit schrägen Flächen und der Stein (5 b) eine entsprechend ausgebildete zweite Nase nach unten. Soll aus der Leerlaufstellung heraus der erste Gang eingelegt werden, dann stützt sich zwar auch hier das Ende des Synchronringes (4) oben im Stein ab, da jedoch das Sperrband fehlt, wird der Stein durch die Schräge seiner Innennase mit dem längeren Ende gegen die Bohrung des Synchronringes gedrückt. Es entsteht nur eine verhältnismäßig kleine Zusatzkraft, die aber genügt, um das Zahnrad abzubremesen. Soll dagegen während der Fahrt vom zweiten in den ersten Gang geschaltet werden, muß das Zahnrad beschleunigt werden, und die Synchronisierung arbeitet mit Hilfe des vorhandenen Sperrbandes in der bekannten Weise.

Zu den wichtigen Eigenschaften dieses Synchronisierungssystems gehört es, daß eine Konstruktion gefunden wurde, bei der sich je nach den geforderten Schaltzeiten die Servowirkung automatisch anpaßt (Bild 10). Man kann selbst bei sehr hoher Be-

der Schaltmuffe (Bild 9), die in den Stegen gleitet und die kraftschlüssige Verbindung zu den Gangrädern herstellt. **9**

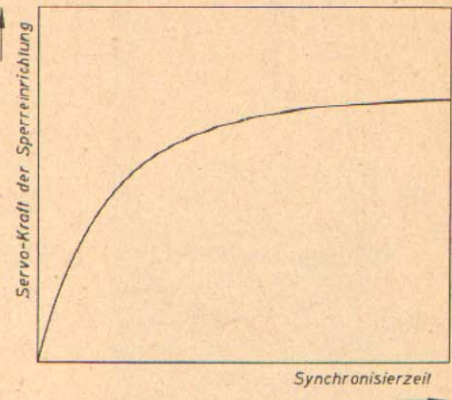


anspruchung der Synchronisierungseinrichtung minimale Schaltzeiten erreichen. Das fällt um so mehr ins Gewicht, als sich die Porsche-Sperrsynchrisierung auch bei entsprechenden Abmessungen für Nutzfahrzeuggetriebe und damit für Leistungen in der Größenordnung von 300 PS und darüber oder für die Übertragung von Drehmomenten bis zu 80 mkg (Motordrehmomenten) eignet. Mit einer besonderen Oberflächenbehandlung (Molybdänüberzug) gelang es, die Verschleißfestigkeit der Synchronringe zu erhöhen, außerdem erhält man durch den Servoeffekt auch bei Abnutzung bis zu einem gewissen Grade Verschleißausgleich. Die bisher durchgeführten Dauerversuche des Werkes ergaben bei hoher Beanspruchung günstige Ergebnisse für die Lebensdauer der Synchronisierung. Bei Synchronisierungseinrichtungen mit Konuskupplungen zeigen sich häufig Abnutzungserscheinungen, wenn es gilt, bei großen Massen oder bei großen Drehzahlunterschieden durch entsprechende Schaltkraft möglichst schnell Gleichlauf zu erzielen. Die Folge ist dann, bedingt durch das System, ein Nachlassen der Synchronisierungswirkung. Die Porsche-Gleichlaufeinrichtung mit Sperreinrichtung ist im übrigen nicht auf Fahrzeuggetriebe beschränkt, sondern eignet sich auch für andere Wechselgetriebe-Arten.

Und wie die Idee geboren wurde

Wie sind Sie eigentlich auf die Idee gekommen? Diese Frage wird einem Erfinder nur zu gern gestellt. Auch in unserem Fall fördert die Antwort eine nette Geschichte zu Tage. Meist ist es doch so, daß eine Idee jahrelang mit herumgeschleppt wird, bis sie schließlich einmal für die Praxis herangereift ist. Schon vor dem Kriege, also noch lange vor der Rennwagenentwicklung für Cisitalia, knobelte man an den Problemen des Ziehkeilgetriebes, wie man es auch damals im Werkzeugmaschinenbau verwendete. Bei diesen Ziehkeilgetrieben wurden in einer hohlen Welle kleine Sperrkeile radial nach außen gedrückt, so daß sie im Stande waren, jeweils erforderliche Zahnradübersetzungen einzuschalten. Leider aber ließ sich das Schalten nur bei stehenden Rädern durchführen. Gerade das aber wurmte unseren Erfinder. Zunächst hatte er eine Idee, wie man die kleinen Keile in das drehende Zahnrad einrasten lassen könnte. Heute, wenn er davon erzählt, lächelt er darüber. Und doch seit jener Zeit ging es stetig weiter, und über eine Innenklauenschaltung kam er schließlich zu dem federnden Ring, der, innen in das Zahnrad geschoben, durch seine Klemmwirkung den Gleichlauf für die feste Ziehkeil- oder, besser gesagt, Klauenverbindung herstellen sollte. Und so wurde der geschlitzte, federnde Ring, den man übrigens auch in Amerika schon für andere Zwecke kannte, zum Fundament der heutigen Porsche-Sperrsynchrisierung. Aber noch war es ja längst nicht so weit. Die Porsche-Leute hatten ursprünglich gar nicht daran gedacht, die bewährten und anerkannten guten Synchronisierungssysteme zu verbessern. Vielmehr handelte es sich bei der Entwicklung für den Cisitalia-Rennwagen darum, ein anderes Schalt-schema zu finden. Es war bekannt, daß schon so manches Rennen durch Schaltfehler oder Schaltschwierigkeiten verloren wurde, und jetzt suchte man eine Methode, um das Fünfganggetriebe dieses Rennfahrzeuges auf einfachste und doch robuste Weise zu schalten. Man wollte erreichen, daß der Schalthebel nur in einer Ebene vor oder zurück bewegt zu werden brauchte. Ähnlich wird z. B. das Ziehkeilgetriebe des Zündapp „Janus“ betätigt. Dies also war die Entwicklungsaufgabe, und damit begann die erste Stufe (Abb. 11) für die Konstruktion der Porsche-Synchronisierung. Man baute für den Cisitalia ein Durchschaltsynchrongetriebe. Auf einer Welle wurde das kleine Schaltrad verschiebbar angeordnet, dessen Verzahnung in die verzahnten Bohrungen der Getrieberäder paßte. Zu beiden Seiten des Schaltrades saß je ein kleiner, geschlitzter Ring. Die Eigenspannung des federnden Ringes, der etwas größeren Durchmesser als die Zahnradbohrung besaß, mußte mit seinen Konusflächen durch Reibung mit den angeschrägten Schaltzähnen der Zahnräder den Gleichlauf herstellen. Also ähnlich wie das heutige Prinzip. Doch es zeigte sich bei weiteren Entwicklungen, daß eine bessere Wirkung durch größere Synchronringe bei dieser Anordnung mit nun einmal begrenzten **Zahnradabmessungen** nicht möglich war. Es gab zahllose Versuche und manche neue Idee, die durchaus nicht immer gleich in die so gradlinig erscheinende Entwicklungsrichtung deutete. Allmählich kam man zur zweiten Entwicklungsstufe, wie wir sie nennen wollen. Im Grunde genommen war das Prinzip „nur“ umgedreht worden. Die Verzahnung des ursprüng-

Die Synchronisierung erfolgt mit Unterstützung der Servokräfte, die von innen durch das Sperrband an den Synchronring abgegeben werden. Unser Diagramm zeigt den Kräfteverlauf der Sperr-einrichtung, die so ausgelegt wurde, daß sich der Servovorgang begrenzt. Es ist also nicht möglich, daß die Kräfte unendlich groß werden und dadurch Selbsthemmung hervorrufen.



10

lichen Schaltrades wanderte zu den Zahnradern, wo sie jetzt als Zahnkranz des Kupplungskörpers sitzt, und die Schaltmuffe erhielt die Innenverzahnung. Diese Anordnung wurde beibehalten. Den Synchronring selbst hatte man immer wieder verändert und weiter entwickelt. Es würde zu weit führen, die ganze interessante Kleinarbeit zu schildern, die im Laufe der Jahre an der Synchronisierungseinrichtung vorgenommen wurde, bis es zu jener Ausführung kam, die Porsche 1952 serienmäßig für seine Sportwagen-Getriebe einführt. Charakteristisch war, daß die federnden Ringe vorgespannt wurden, um gutes Anliegen innerhalb der Schaltmuffe und so schon einen gewissen Servoeffekt zu erreichen. Darum erhielten die federnden Ringe die größte Wandstärke an den Stellen der größten Biegebeanspruchung, so daß eine **asymmetrische Form** entstanden ist. Schon damals betrachtete die Fachwelt diese Synchronisierungskupplung mit dem asymmetrischen Servo-Synchron-Ring als wichtige Neuentwicklung. Von Daimler-Benz, Ferrari, Maserati und Vandervell „Vanwall“ wurde die Porschessynchronisierung im Renneinsatz verwendet. Aber man blieb nicht stehen, und so ging es Schritt für Schritt weiter auf dem Weg zur dritten Stufe, eben zu der **Synchronisierung mit Sperrreffekt**, wie sie mittlerweile verwirklicht worden ist. Da gab es manches Problem und manch wichtige Anregung. Servowirkung war auf der einen Seite gefordert, und doch konnte man **keine Selbsthemmung** gebrauchen. Wo lag der brauchbare Mittelweg? Wie wir zeigten, wurde er gefunden, und das Zuffenhausener Werk hat mittlerweile schon mit großen Firmen Lizenzverträge abgeschlossen. Alfa Romeo rüstet jetzt sämtliche Fahrzeuge mit Porsche-Synchronisierung aus. Getrag baut Getriebe für Goggomobil und Vidal-Wiking-Rapid mit Sperrsynchrisierung System Porsche. Aber auch britische Lastwagenfirmen wie Meadows und David-Brown verwenden die Porsche-Synchronisierung serienmäßig. Auf dem Pariser Salon sah man Nutzfahrzeuge der zum Simea-Konzern gehörenden UNIC mit Porsche-Synchronisierung. Als Beispiel für weitere Verwendungsarten seien schließlich noch die Hubstapler der Maschinenfabrik EBlingen erwähnt, deren sämtliche Vor- und Rückwärtsgänge diese Sperrsynchrisierung erhielten.

Ing. Joh.-Chr. Spira

11 Das erste Versuchsmodell für die Synchronisierung des Cisitalia-Getriebes. Das Schaltrad mit den Synchronringen sitzt verdrehfest, jedoch axial verschiebbar, auf der Welle und stellt nach dem Synchronisierungsvorgang die feste Verbindung mit der Innenverzahnung der Zahnäder her.

