

Das Planetengetriebe

Aufbau – Anwendung - Berechnung

Dr. Florian Besler ¹

¹ Hochschule Kempten – University of Applied Sciences – Fakultät Maschinenbau – Getriebetechnik

Aufbau:

Planetengetriebe sind Umlaufrädergetriebe mit mindestens zwei zentralen Wellen (Einsatz im sog. **Zweiwellenbetrieb**), sowie mindestens einer umlaufenden Planetenradachse [1]. Wird der Planetenradträger ebenfalls zum An- oder Abtrieb genutzt, so entstehen Planetengetriebe mit einem Freiheitsgrad von $F=2$. Diese können dann in einem **Dreiwellenbetrieb** entweder mit:

2 Antrieben und 1 Abtrieb als **Summierungsgetriebe** oder mit

1 Antrieb und 2 Abtrieben als **Verteilgetriebe** eingesetzt werden.

Erfolgt im Dreiwellenbetrieb eine Sperrung eines Freiheitsgrades so kann das Planetengetriebe mit 1 Antrieb und 1 Abtrieb als **Übersetzungsgetriebe** eingesetzt werden [2].

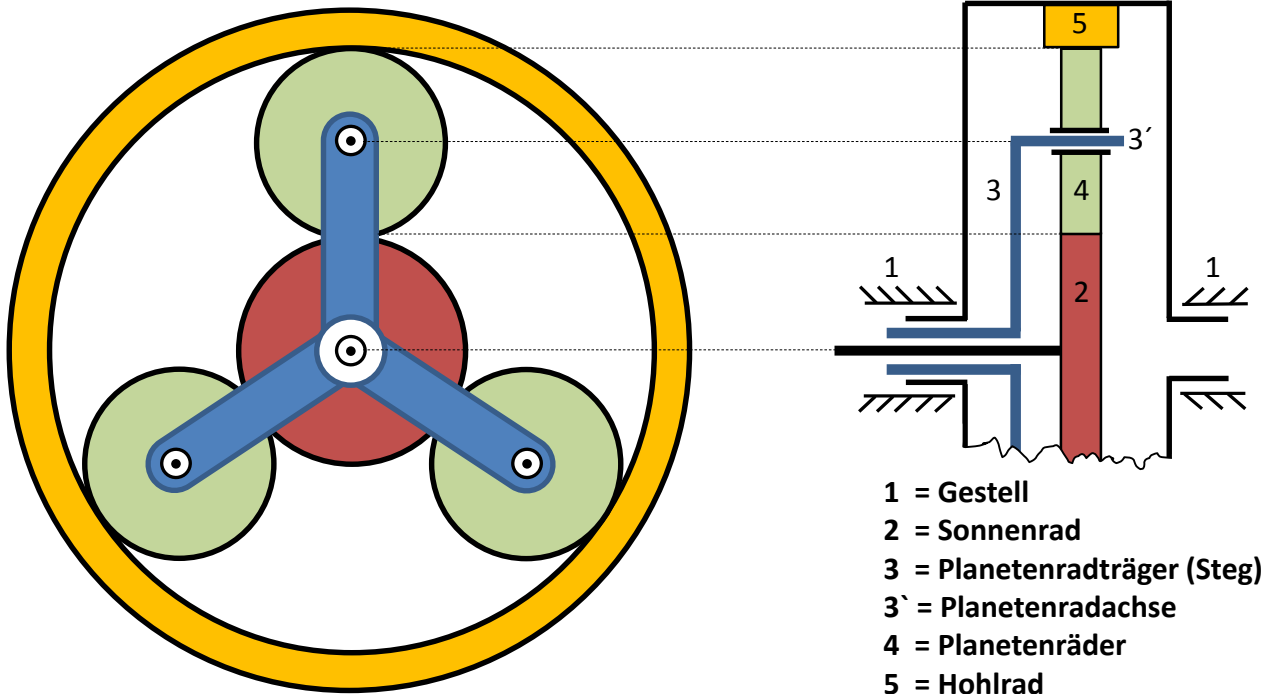


Abb.1: Aufbau eines Planetenradgetriebes, Vorderansicht und Seitenansicht im Schnitt [2]

Anwendung: Großgetriebe

Zahnrad Planetengetriebe für höhere Antriebsleistungen konstruierte Wilhelm Gustav Stoeckicht bereits 1931 (**Stoeckicht - Getriebe**). Um einen idealen Lastenausgleich zwischen Sonnenrad, Planeten- und Hohlrädern sicherzustellen, befestigte er das innenverzahnte Hohlrad in einer **Kardanischen Aufhängung** im Gehäuse, sodass es um die Getriebemitte pendeln konnte [3]. Im Rahmen eines Lizenzabkommens wurden diese Getriebe erstmals 1932 vom BHS Werk in Sonthofen mit einem Übersetzungsverhältnis von 1:12 (einstufig) und zweistufig mit Übersetzungen bis 1:44 gefertigt. [4]

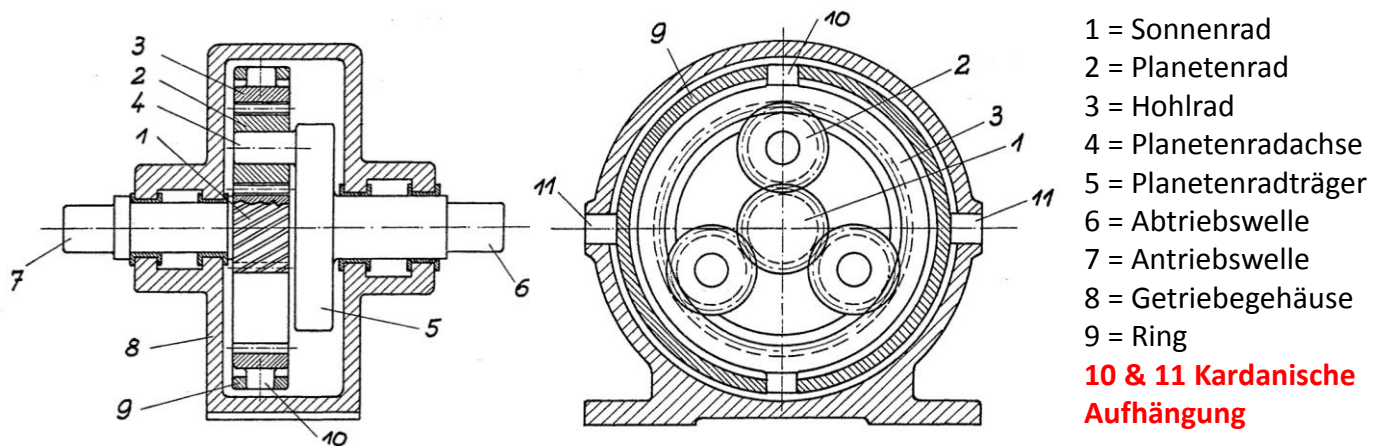


Abb.2: Patentzeichnungen von Wilhelm Gustav Stoeckicht [5]

Durch ihre kompakte Bauweise und hohe Leistungsdichte finden Planetengetriebe im **Zweiwellenbetrieb** mit Leistungen bis 20 MW vor allem Anwendung in der Energieerzeugung, zum Antrieb von Generatoren durch Gas-, Dampf-, Wasser- oder Expansionsturbinen [6].

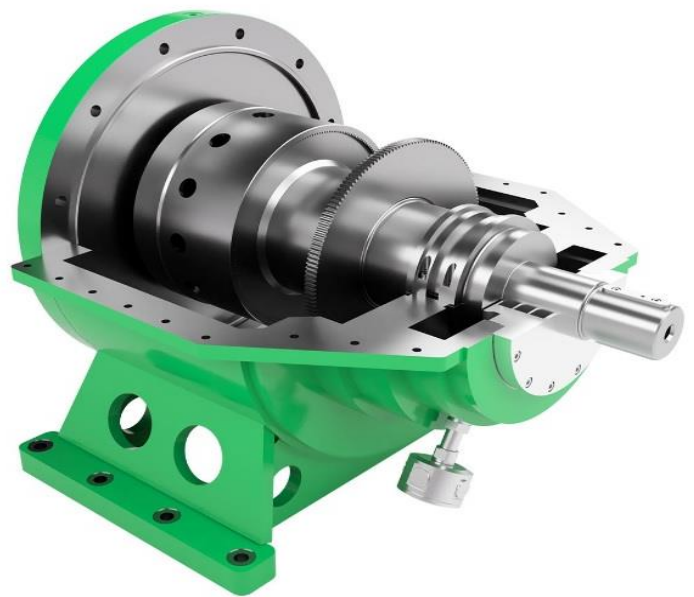


Abb.3: Planetengetriebe der Firma TGSK aus Kempten [6]

Anwendung: Fahrzeugantriebe

In **Automatikgetrieben** werden Planetengetriebe in gekoppelter Ausführung verwendet. So teilen sich beispielsweise in einem **Ravigneaux-Satz** zwei Planetenradsätze ein gemeinsames Hohlrad. Diese Anordnung ergibt ein Schaltungsschema mit 4 Vorwärtsgängen und einem Rückwärtsgang. Bei den Schaltvorgängen werden mittels Bremsbänder und Lamellenkupplung die jeweiligen Wellen gesperrt.

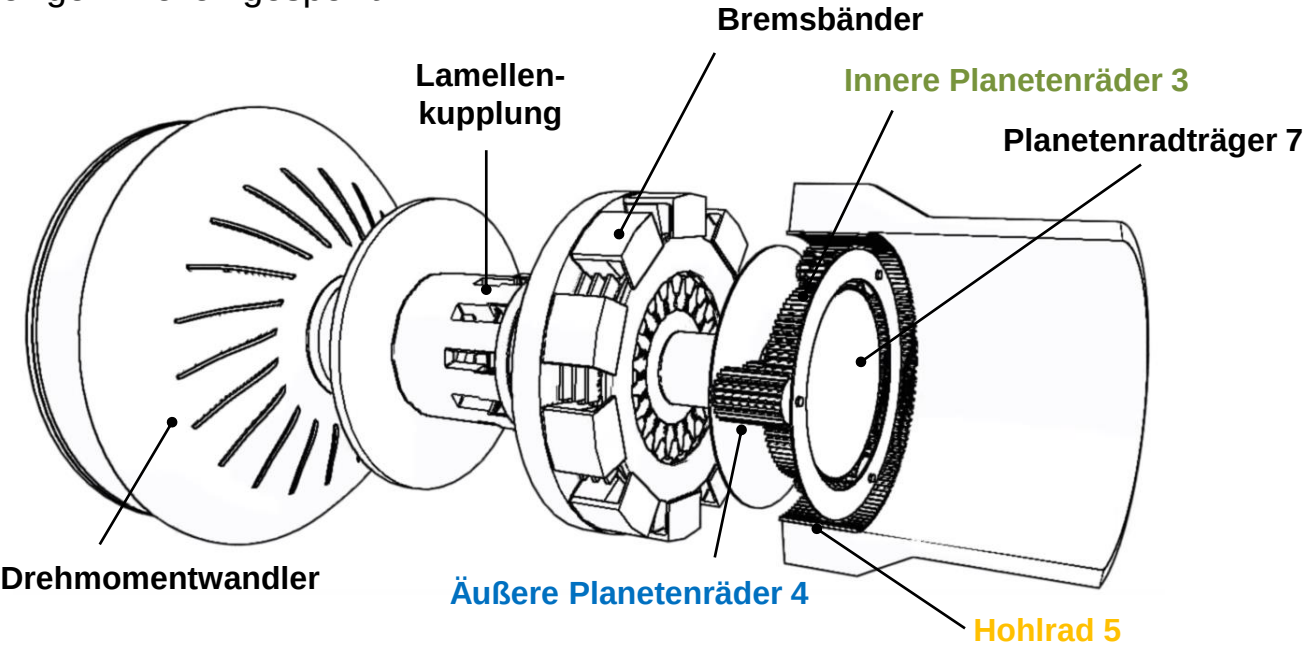


Abb.4 : Aufbau eines 4-Gang Automatikgetriebes mit Ravigneaux-Satz [7]

	1.Gang	2.Gang	3.Gang	4.Gang	R-Gang
Antrieb	Kleines Sonnenrad 2	Kleines Sonnenrad 2	Hohlrad 5	Planetenrad-träger 7	Großes Sonnenrad 6
Abtrieb	Hohlrad 5	Hohlrad 5	Hohlrad 5	Hohlrad 5	Hohlrad 5
Sperre	Planetenrad-träger 7	Großes Sonnenrad 6	Kompletter Block	Großes Sonnenrad 6	Planetenrad-träger 7
Übersetzung	4	<u>2,25</u>	1	0,64	-1,77

Tabelle : Schaltungsschema eines 4-Gang Automatikgetriebes

Anwendung: VARIO Getriebe

Die Firma Fendt (Marktoberdorf) verwendet in ihrem VARIO-GETRIEBE ein Planetengetriebe im **Dreiwellenbetrieb**, das je nach Fahrgeschwindigkeit als **Verteilgetriebe**, als **Summierungsgetriebe** sowie als **Übersetzungsgetriebe** zum Einsatz kommt.

In diesem **Stufenlosen Getriebe** erfolgt bei langsamer Fahrgeschwindigkeit, sowie bei der Rückwärtsfahrt im Planetengetriebe eine **Leistungsverzweigung** (Verteilbetrieb) auf die Hydraulik-Pumpen-Motor-Einheit. In diesem Betriebszustand sind alle Wellen des Planetengetriebes in Bewegung (Summierungsbetrieb). Bei höherer Fahrgeschwindigkeit wird das Hohlrad festgesetzt, das Getriebe arbeitet nun als Übersetzungsgetriebe mit konstantem Übersetzungsverhältnis sowie mit:

Antrieb = Planetenradträger

Abtrieb = Sonnenrad

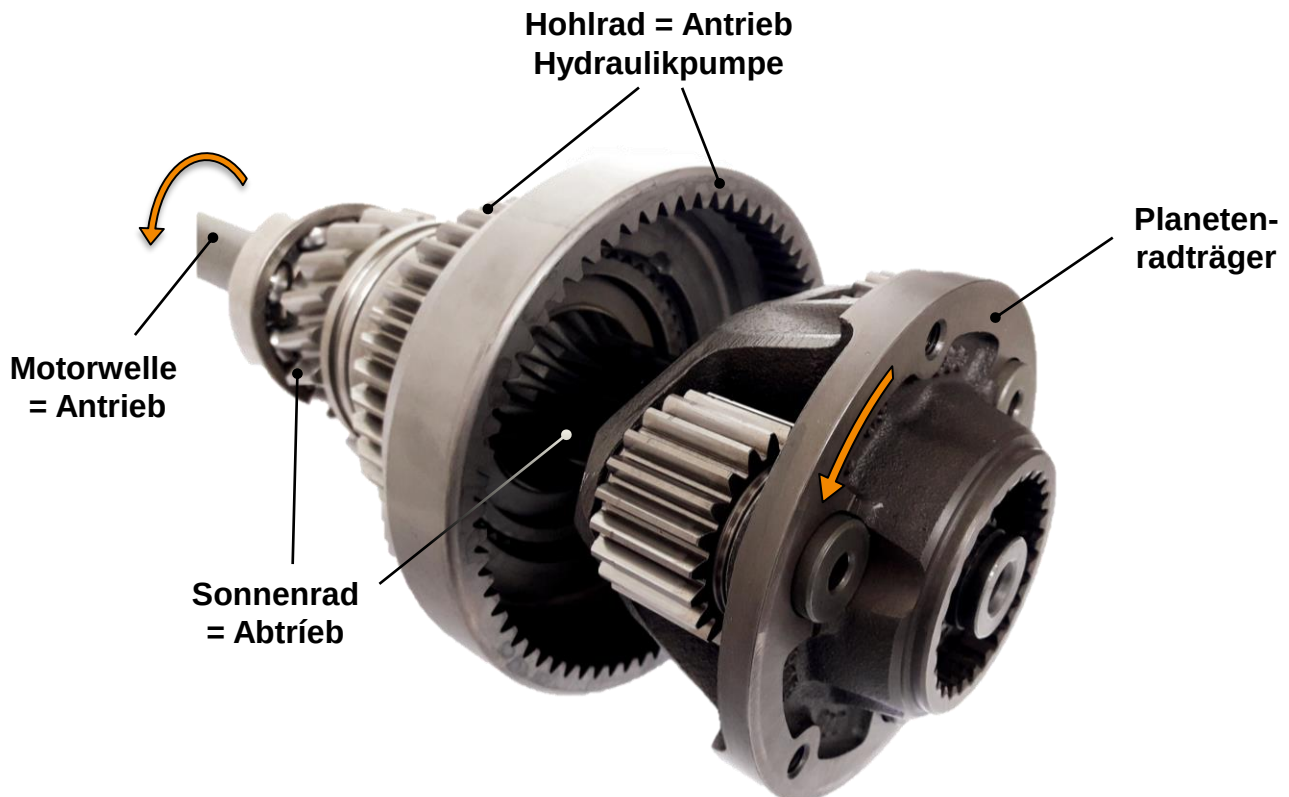


Abb.5 : Dreiwellen Planetengetriebe aus dem Fendt-Vario Getriebe

Berechnung:

Die Berechnung aller Drehzahlen eines Getriebes kann durch den **Drehzahlplan nach Kutzbach** erfolgen (Franz Karl Kutzbach 1875 -1942) . Dieser basiert auf der Abhängigkeit zwischen den Durchmessern der Zahnräder und deren Relativbewegungen zueinander [9]. Dazu wird eine schematische, aber bzgl. der Durchmesser sowie der Abstände Planetenradachsen / Zentralachse **maßstäbliche Darstellung** verwendet. Die Achsabstände und radialen Abmessungen werden dann in den Drehzahlplan übertragen und dort ausgehend von den bekannten Drehzahlen bzw. Geschwindigkeiten die fehlenden Drehzahlen ermittelt.

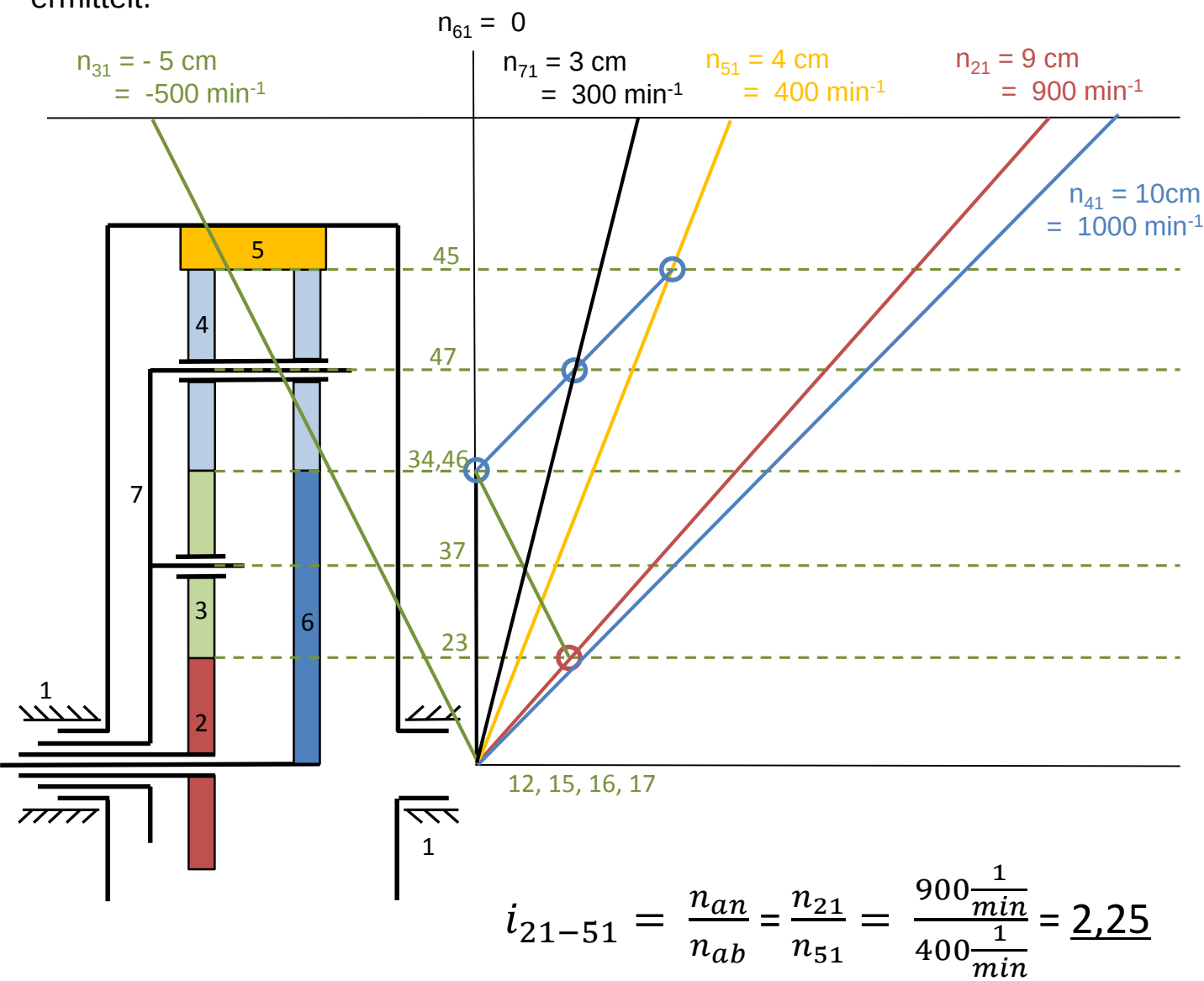


Abb.7 : Drehzahlplan nach Kutzbach im 2. Gang eines 4-Gang Automatikgetriebes

Literatur / Quellen:

- [1] Fricke A. Günzel D. Schaeffer T. : Bewegungstechnik Konzipieren und Auslegen von mechanischen Getrieben, Hanser Verlag
- [2] Besler F. : Vorlesungsskript Getriebetechnik,
- [3] Seherr-Thoß, H.C.: "Stoeckicht, Wilhelm" in: Neue Deutsche Biographie 25 URL: <https://www.deutsche-biographie.de/pnd1082510521.html#ndbcontent>
- [4] Heidrich G. : Das Stoeckicht Planetengetriebe
- [5] Wilhelm Gustav Stoeckicht, Patentschrift DE000000556683A vom 24.06.1931
- [6] TGSK Antriebstechnik GmbH & Co. KG Firmenhomepage – Planetengetriebe
- [7] Schwenke T., Funktion Automatikgetriebe (4-Gang) / Ravigneaux-Satz https://www.youtube.com/watch?v=qcq4dZf_46c
- [8] Fa. Fendt Marktoberdorf, Produktinformationen zum Vario-Getriebe
- [9] Stangl M., Methodik zur kinematischen und kinetischen Berechnung mehrwelliger Planeten-Koppelgetriebe

Weitere Informationen zur Vorlesung & Übung Getriebetechnik:

