

Im *Berggang* (**Bild 1 und 2**) wird das Hohlrad bis an die Planseite des Antriebers geschoben. Die Sperrklinken werden über die **erste** Klinkenverzahnung der Nabenhülse geschoben und kommen somit nicht zur Wirkung.

Der Kraftverlauf erfolgt jetzt über das Hohlrad, den Planetenträger, Bremskonus und Sperrklinken auf die **zweite** Verzahnung der Nabenhülse. Die Übersetzung des Planetengetriebes bewirkt jetzt eine Verminderung der Drehzahl.

Im Normalgang (**Bild 3**) greift die kleine Verzahnung des Kupplungsrades in die entsprechende Kuppelungsverzahnung des Hohlrades.

Der Antrieb erfolgt nun direkt (im Verhältnis 1 : 1) über die Hohlradsperrklinken auf die Nabenhülse. Über die Verzahnung des Hohlrades wird das Getriebe leer mitgenommen und kommt so nicht zur Wirkung.

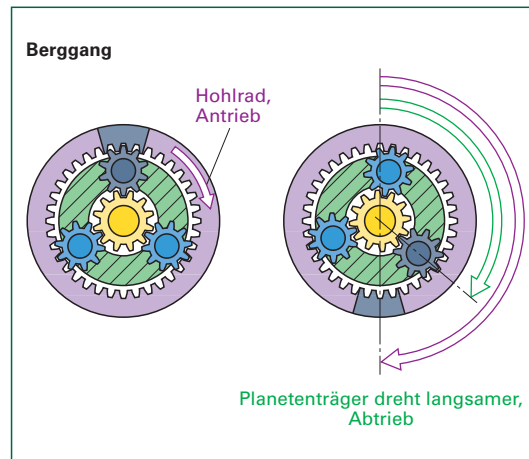


Bild 1: Berggang bei einer Dreigang-Nabenschaltung (SRAM)

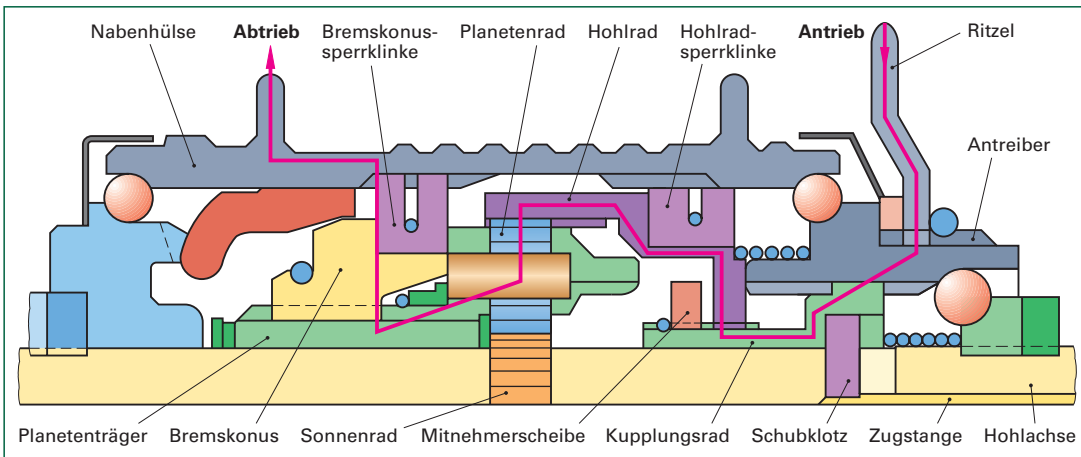


Bild 2: Kraftverlauf beim Berggang der Dreigang-Nabenschaltung

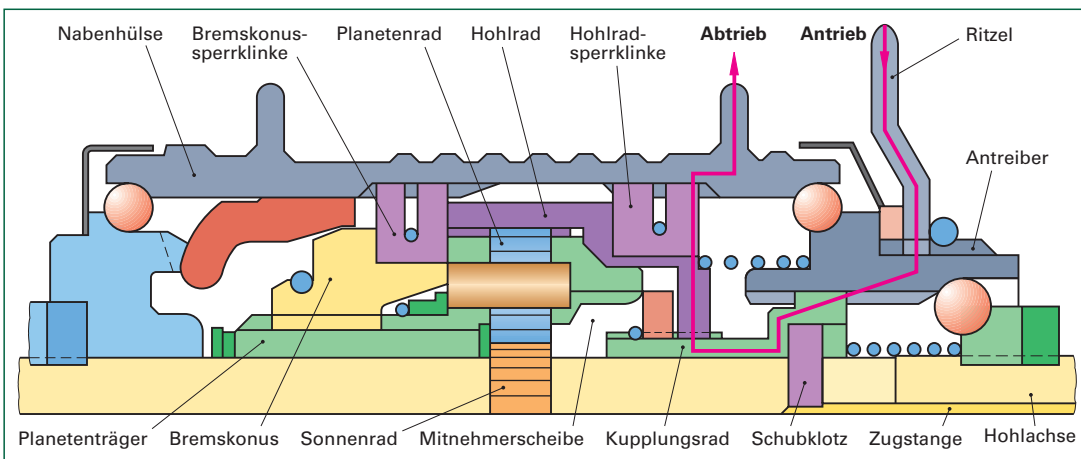


Bild 3: Kraftverlauf beim Normalgang der Dreigang-Nabenschaltung

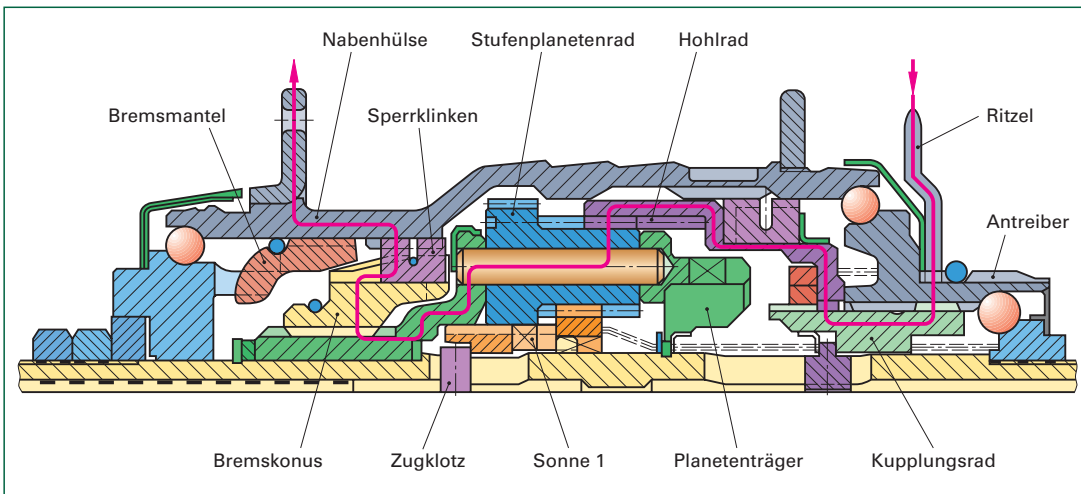


Bild 1: Kraftverlauf beim großen Berggang der Fünfgang-Nabenschaltung

Beim Rückwärtstreten nimmt das Fünfgang-Planetengetriebe die *Bremstellung* ein. Dabei wird der Bremskonus über das Bewegungsgewinde des Planetenträgers in den Konus des zweiteiligen Bremsmantels gedrückt und schiebt ihn nach links auf die konische Fläche des Hebelkonus. Die beiden Hälften des Bremsmantels werden gespreizt und pressen sich gegen den Bremszylinder der Nabenhülle.

Das Bremsmoment ist vom eingelegten Gang abhängig. Es ist im Berggang am größten – was nicht im Interesse des Fahrers ist.

Viergang-Nabenschaltung

Bei der Viergangnabe von Shimano wird in allen vier Gängen der Planetenträger angetrieben. Im ersten Gang (Normalgang) ist das Getriebe direkt übersetzt: Der Planetenträger wird an- und abgetrieben. Die folgenden drei Gänge sind Schnellgänge, bei denen das Hohlrad die Nabe antreibt. Beim Schalten werden nacheinander unterschiedlich große Sonnenräder auf der Achse festgesetzt (**Bild 2**).

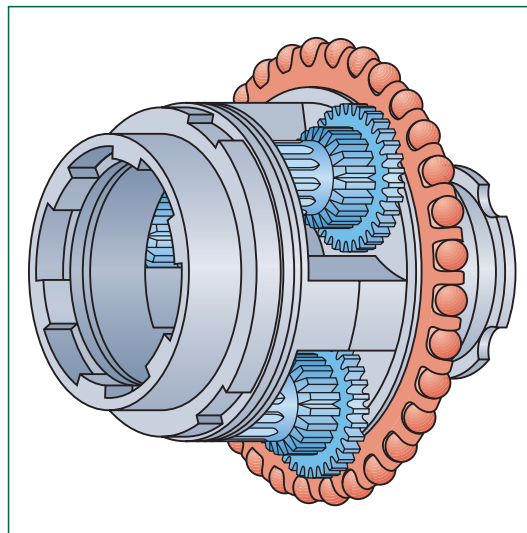


Bild 2: Viergang-Nabenschaltung von Shimano

Siebangang-Nabenschaltung

Nach dem gleichen Schema der Fünfgangnaben sind die Siebangang-Naben von Sachs/SRAM und Sturmey-Archer konzipiert (**Bild 1**, Seite 86). Jedoch sind hier drei Sonnenräder mit den dazugehörigen Planetenrädern im Einsatz. Das Getriebe liefert neben einen Normalgang drei Übersetzungen ins Langsame und drei Übersetzungen ins Schnelle.

Bei der Siebangang-Nabenschaltung von Shimano sind zwei Planetengetriebe mit je zwei Sonnenrädern hintereinander geschaltet. Hier entfällt der Normalgang, da dieser fast dem vierten Gang entspricht.

In **Bild 2**, Seite 86 ist der Aufbau der Achtgang-Nabenschaltung von Shimano dargestellt.

Die Gründe, warum Sportradler (selten) mit Nabenschaltungen fahren, sondern Kettenschaltungen bevorzugen, sind:

- Nabenschaltungen haben relativ große Gangsprünge (siehe Kapitel 11.18).
- Nabenschaltungen widerstehen auf Dauer nicht den hohen Pedalkräften.
- Nabenschaltungen haben einen um etwa 6% schlechteren Wirkungsgrad als Kettenschaltungen.
- Bedingt durch dünne Speichenflansche kommt es bei einigen Nabenschaltungen häufiger zum Speichenbruch.

Übungsaufgabe Federung

Die Fahreigenschaften und der Komfort eines Fahrrads können durch eine Federung verbessert werden. Notwendige Voraussetzungen für die Funktion einer Federung sind geringe ungefederte Massen und genügend nachgiebige (weiche) Federn. Unter diesen Umständen kann die Federung optimal arbeiten.

Der Einfederweg kann zu einem Sicherheitsrisiko werden, wenn sich das Tretlager zu stark absenkt (h_T in Bild 1, Seite 329). Üblicherweise wird dieser Problematik durch einen Endanschlag in der Federgabel begegnet.

Gegeben ist die Weg-Kraft-Kennlinie einer Federgabel (**Bild 1**). Die Horizontalachse (x-Achse) entspricht dem Einfederweg. Eine Auslenkung = 0 mm bedeutet unbelastet, eine Auslenkung > 0 mm belastet. Auf der Vertikalachse (y-Achse) ist die dazugehörige Kraft aufgetragen.

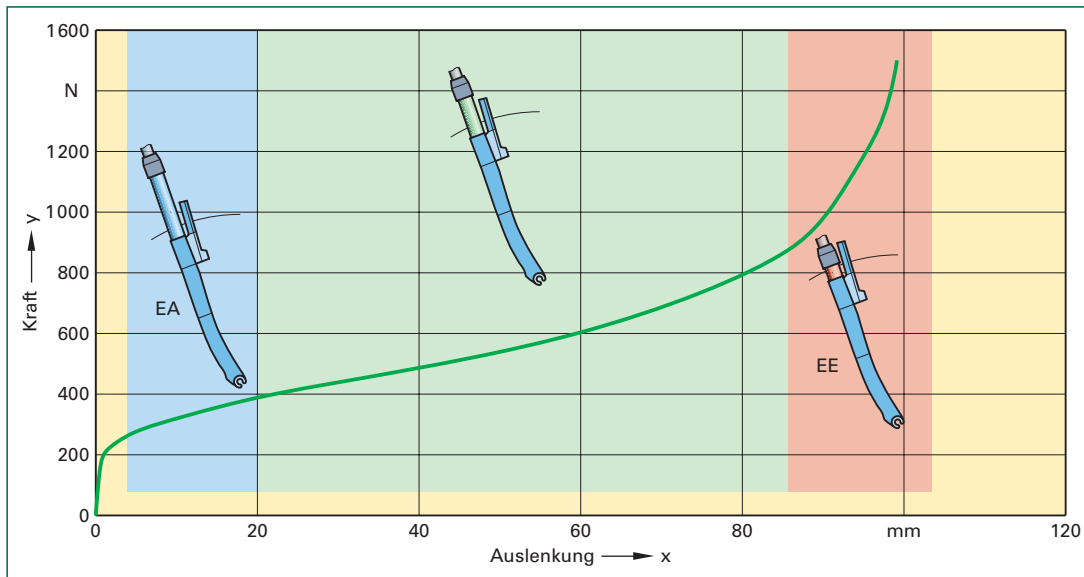


Bild 1: Weg-Kraft-Kennlinie einer Federgabel

Der Endanschlag EA begrenzt den Ausfederweg, der Endanschlag EE den Einfederweg.

Die Kennlinie der Federgabel gliedert sich in drei Bereiche. Im linken und rechten Teil lassen die Endanschläge die Kennlinie steil ausfallen.

Im mittleren Teil befindet sich der Arbeitsbereich mit einem vorteilhaft flachen Kurvenverlauf.

Auch die Reifen senken sich mit zunehmender Radlast ab. Die Weg-Kraft-Kennlinien (**Bild 2**) zeigen diesen Zusammenhang. Es wurde die Aufstandskraft über der Absenkung der Radachse aufgezeichnet, wobei mit einem Reifendruck von 2 bar und 4 bar gemessen wurde.

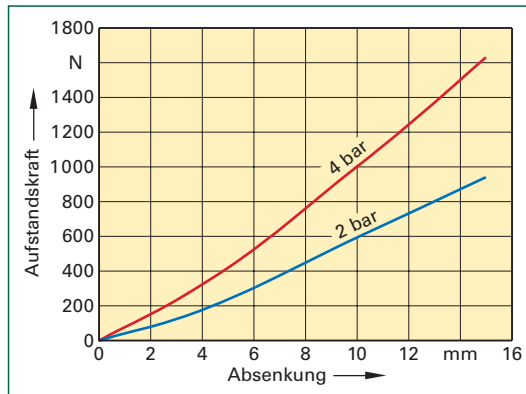


Bild 2: Weg-Kraft-Kennlinie eines Reifens 50 x 559

Aufgabe:

Untersuchen Sie die Situation eines vorn gefederten Fahrrades (**Bild 1**, Seite 329) im unbelasteten, gebremsten und rollenden Zustand.

NuVinci-Nabenschaltung

Die NuVinci-Nabe ist eine stufenlose Getriebe-*nabe* des amerikanischen Herstellers *Falbrook*. Sie hat eine Gesamtkapazität von 350 % und wiegt ca. 4,3 kg. Die Nabe wird über einen Drehgriffschalter geschaltet und ist für den Einsatz an Alltagsrädern vorgesehen (**Bild 1**).



Bild 1: NuVinci-Nabe mit Drehgriffschalter

Die NuVinci-Nabe arbeitet wie alle Nabenschaltungen als Planetengetriebe, das aber nicht aus Zahnradern, sondern aus Kugeln und Kugellaufbahnen aufgebaut ist (**Bild 2**). Die Verbindung zwischen den Getriebebauteilen erfolgt nicht formschlüssig wie bei Zahnradgetrieben, sondern kraftschlüssig, wobei ein spezielles Hydrauliköl in der Nabe den Schlupf zwischen den Kugeln und Kugellaufbahnen verhindert.



Bild 2: Schnittbild NuVinci-Nabe

Durch Betätigung des Drehgriffschalters werden die Lagerachsen der Kugeln schräg gestellt. Die Kugeln entsprechen den Planetenrädern und die Lagerachsen den Planetenradachsen des normalen Zahnrad-Planetengetriebes. Durch die Schrägstellung verändert man den wirksamen Umfang der Kugel, so als würde man ein Zahnrad mit einer anderen Zähnezahl verwenden.

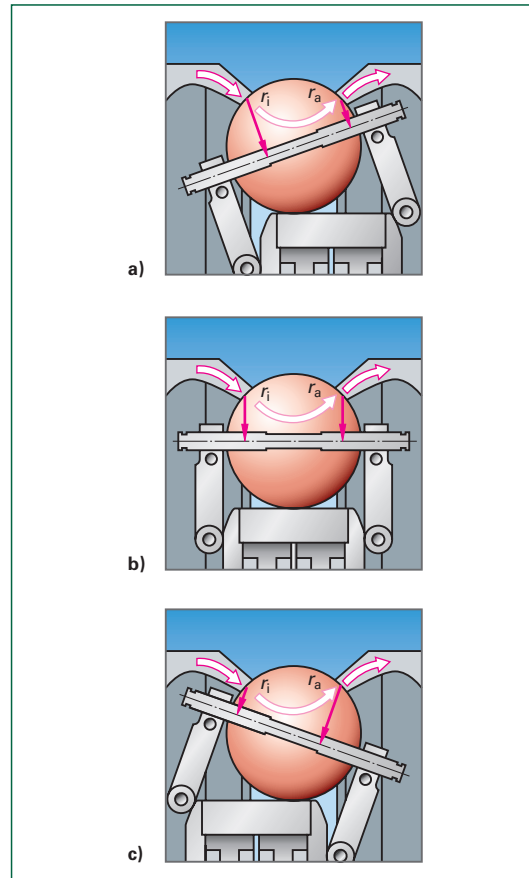


Bild 3: Schrägstellung der Kugelachsen

- a) Übersetzung ins Langsame
- b) Direkte Übersetzung
- c) Übersetzung ins Schnelle

Ist die Kugelachse geneigt (**Bild 3 a**), übersetzt der linke Teil des Getriebes mit dem großen wirksamen Kugelradius r_i stark ins Langsame und der rechte Teil mit dem kleinen wirksamen Kugelradius r_a schwach ins Schnelle. Die Gesamtübersetzung ist eine Übersetzung ins Langsame.

Steht die Kugelachse waagrecht (**Bild 3 b**), übersetzt der linke Teil des Getriebes genauso stark ins Langsame wie der rechte ins Schnelle. Die Gesamtübersetzung ist 1 : 1.

Ist die Kugelachse geneigt (**Bild 3 c**), übersetzt der linke Teil des Getriebes mit dem kleinen wirksamen Kugelradius r_i schwach ins Langsame und der rechte Teil mit dem großen wirksamen Kugelradius r_a stark ins Schnelle. Die Gesamtübersetzung ist eine Übersetzung ins Schnelle.

Durch das Schrägstellen der Kugelachsen werden stufenlos alle möglichen Übersetzungen durchlaufen.

Messblatt Fahrrad

1	Reifen-/Felgendurchmesser nach ETRTO	13	Sitzrohrwinkel
2	Rahmenhöhe ¹	14	Radstand
3a	Sitzrohrlänge	15	Hinterbaulänge
3b	Sitzrohr-Überstand	16	Vorderbaulänge
4	Rahmenlänge	17	Nachlauf
5	Stand-Over-Maß	18	Gabelversatz, Gabelvorbiegung
6	Lenkrohrwinkel, Lenkkopfwinkel	19	Fußfreiheit ²
7	Sattelüberstand	20	Tretkurbellänge
8	Sattelhöhe, Sitzhöhe	21	Tretlagerhöhe
9	Sattelrückstellung	22	Tretlager-Tiefgang
10	Vorbaulänge		Zähnezahl Kettenblätter
11	Lenkerausladung		Zähnezahl Ritzel
12	Lenkerhöhe		Gewicht Fahrrad

1 Mitte Tretlager – Oberkante Steuerrohr (waagrecht auf den Schnittpunkt mit der Sitzrohrlinie übertragen)

2 Nach DIN EN bei ungünstigster Lenker-/Kurbelstellung gemessen

Weitere Daten sind:

Steuerkopflänge, Gabelschaftlänge, Steuersatzgröße, Steuersatzsystem, Vorbausystem, Federweg hinten, Federweg vorn, Federhärte vorderes und hinteres Federelement, Federelementlänge, Federelement-Einbaubreite, Übersetzungsverhältnis der Federung, Tretlagerbreite, Lenkerbreite, Hinterbaubreite, Kettenstrebendlänge

