

LERNUMGEBUNG VELO

- 2 Fahrrad anschauen, Bauteile ansehen und ggf. Bezeichnungen mit Hilfe der Zeichnung klären

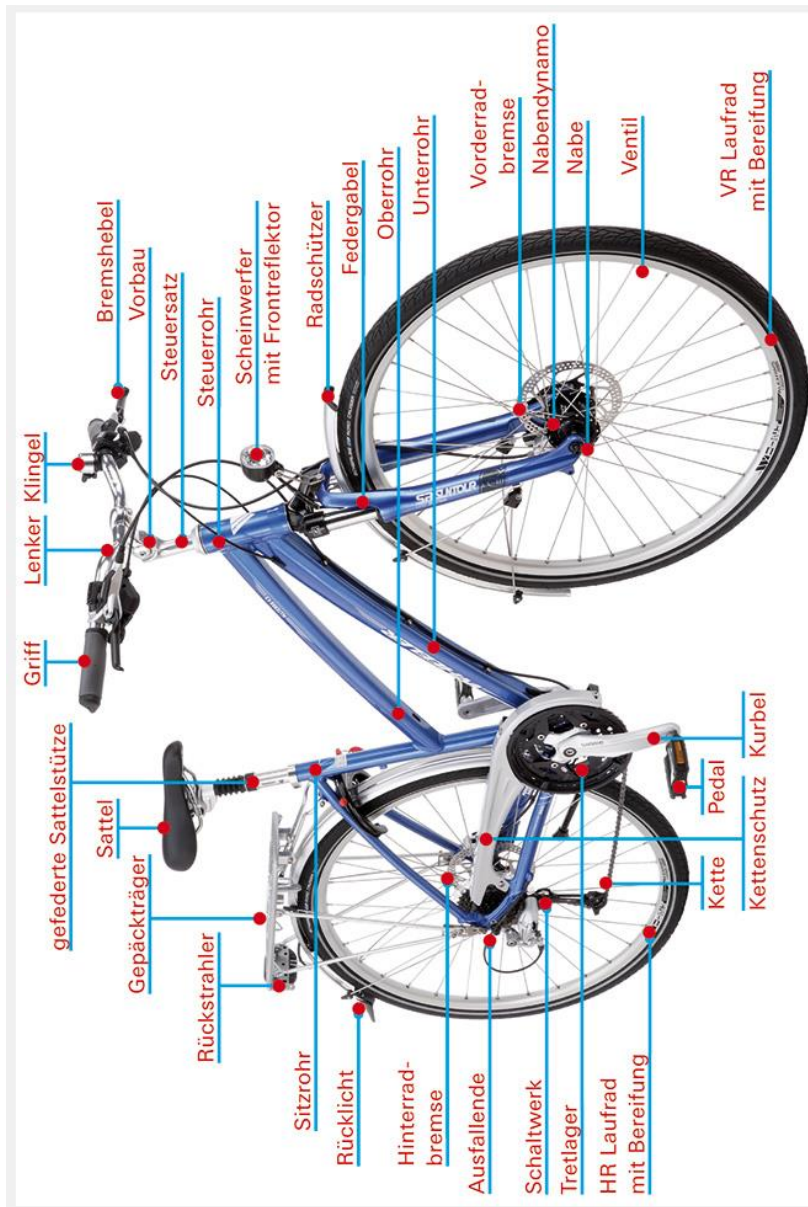


Abb. 2: Fahrrad und Bezeichnung der Bauteile

LERNUMGEBUNG VELO

- 3 Eine geschichtliche Phänomen-Reihe mit den Kindern mit Hilfe von Fotomaterial aufstellen, die Übergänge und Gründe für die Übergänge im Gespräch klären bzw. sich darüber Gedanken machen

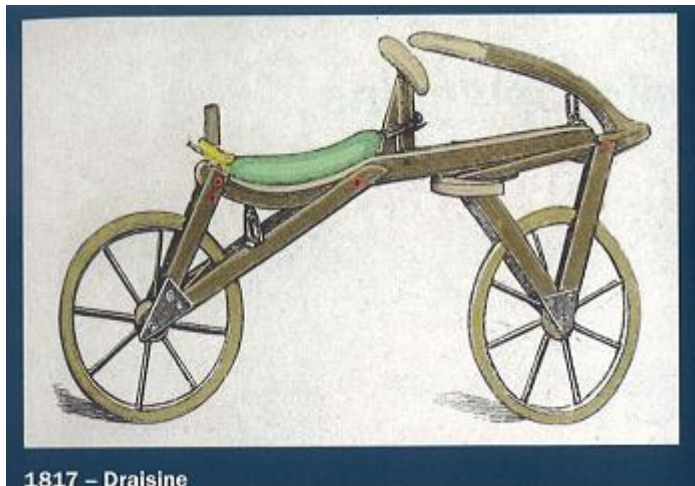


Abb. 3: Draisine 1817

Die Draisine ist ein Laufrad.

Man sitzt auf dem Sitz und treibt das Velo an, indem man sich mit den Füßen vom Boden abstößt.



Abb. 4: Hobby Horse 1818

Das Hobby Horse hat eine Sitzfederung.

Dies bietet mehr Komfort bzw. ist eine Lösung des Problems des harten Sitzens und Durchgeschütteltwerdens. Die Strassen waren ja damals noch sehr schlecht und uneben.

LERNUMGEBUNG VELO



Abb. 5: Tretkurbelrad

Das Tretkurbelrad bietet die Möglichkeit, die Füße vorne abzustellen und gleichzeitig das vordere Rad tretend anzutreiben.

3.1 Das Hochrad

Mit der Erfindung des Hochrads startete die industrielle Veloproduktion. Doch war das Hochrad damals nicht für jedermann zugänglich, sondern das Statussymbol vermögender und sportiver Männer. (<https://velojournal.ch/vj-online/nachrichten/2019/velo-ikonen-das-hochrad.html>)



Abb. 6: Spazierfahrt mit dem Ordinary-Bicycle

LERNUMGEBUNG VELO



Abb. 7: Hochrad

Das Hochrad hat beim Fahren gegenüber Niederrädern mehrere Vorteile, die sich vor allem aus der Größe des Vorderrades ergeben. Das größere Rad erlaubt eine größere Übersetzung – ein Umlauf der Pedale entspricht einer größeren zurückgelegten Strecke – und damit höhere Geschwindigkeiten. Außerdem gleicht es Unebenheiten des Untergrundes durch die geringere Wölbung besser aus als baugleiche Räder mit kleinerem Durchmesser. Der Fahrer ist dadurch Erschütterungen nicht so stark ausgesetzt und das Fahrrad verliert beim Fahren weniger Energie. Wichtig für die Entwicklung des Fahrrads war dabei insbesondere der Schritt von Holz- zu Gummireifen und auf Zug belastete Metallspeichen.

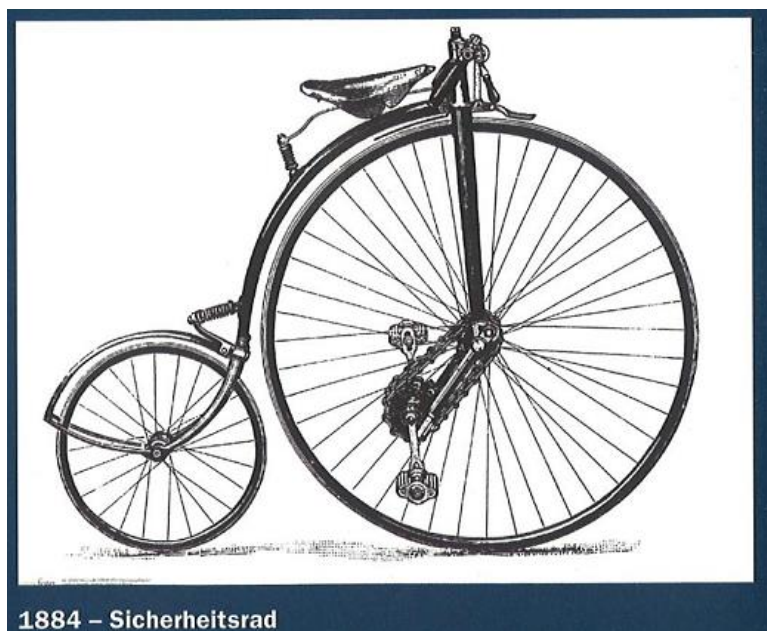


Abb. 8: Sicherheitsrad

LERNUMGEBUNG VELO



Abb. 9: Facile (1879)

Das Sicherheitsrad: Das Ordinary oder gewöhnliche Hochrad hatte durch das große Vorderrad, neben der Sturzgefahr, eine schlechte Auf- und Abstiegsmöglichkeit. Schon früh wurde versucht, ein Sicherheitsrad aus dem Hochrad zu entwickeln, das letztlich auf einen reduzierten Vorderraddurchmesser hinauslief. Als erstes hohes Sicherheitsrad gilt das Xtraordinary von Singer (1878), danach erschien das Facile (1879) und schließlich das Kangaroo (1884). Die Gabeln dieser hohen Sicherheitsräder waren nach hinten geneigt; dadurch erhielt das Hochrad erstmals einen Nachlauf und die Schwerpunktlage wurde in Richtung hinteres Rad verschoben.

Besonders wichtig für die Weiterentwicklung des Fahrrads war die Wiedererfindung des Luftreifens im Jahr 1888 und das Fahrradventil durch John Dunlop. Bereits 1894 waren ca. 90% aller neuen Fahrräder mit Luftreifen ausgerüstet.

LERNUMGEBUNG VELO

- 4 **Fragestellung: Gibt es Fahrräder ohne Schaltung bzw. mit nur einem Gang? Wenn ja, welche Räder in dieser Art gibt es und warum haben sie keinen (oder nur einen) Gang?**
- Beispiele zeigen anhand von Abbildungen oder realen Objekten, Dialog darüber führen; Kinderfahrrad, Hollandrad, Bahnrad, BMX, Fixie (Ein-Gang-Rad - fixed gear)



Abb. 10 Fahrräder ohne Schaltung bzw. mit einem Gang

LERNUMGEBUNG VELO

- Geschichte des Fahrrads: Die Entwicklung des Fahrrads beginnt mit dem Laufrad, und später dann mit dem Eingangrad ohne Freilauf (ca. ab 1860) - der Antrieb erfolgt über Pedale und Kette. Die Gangschaltung in der Hinterradnabe mit Freilauf wurde erst 1902 erfunden.
- Gründe für den Verzicht auf eine Gangschaltung
 - a) Kostengründe: Fahrräder ohne Schaltung sind günstiger in der Anschaffung und robuster.
 - b) Mode: in den letzten Jahren sind Räder ohne Gangschaltung wieder in Mode gekommen, vor allem in den Grossstädten (minimalistischer Stil)
 - c) Spezialfahrräder: für bestimmte Zwecke werden Räder ohne Gangschaltung benötigt, z.B. beim Kunstradfahren, BMX, Radball (denn dabei wird auch rückwärts gefahren) oder bei Bahnradern.
- Vorteile von Fahrrädern ohne Gangschaltung oder mit nur einem Gang
 - a) Gewicht: das Rad ist leicht
 - b) Die Pflege, Wartung und Reparatur von Komponenten der Gangschaltung entfällt.
 - c) geringer Kettenverschleiss
 - d) keine Schaltarbeit
- Nachteile von Fahrrädern ohne Gangschaltung oder mit nur einem Gang
 - a) Keine Anpassungsmöglichkeit an Gelände(steigung)
 - b) Nicht geeignet für Reiseräder, Mountainbikes
 - c) Erhöhter Kettenverschleiss

LERNUMGEBUNG VELO

5 Fragestellung: Wozu braucht man eine Schaltung?

- Mit einer Schaltung stellt man ein optimales Verhältnis zwischen Drehgeschwindigkeit der Räder (Drehzahl) und der dafür nötigen Kraft (Drehmoment) her. Man kann mit Hilfe der Gangschaltung variieren – will ich mit mehr Kraft treten? Oder will ich leicht treten können? Will ich schnell und leicht treten, oder eher langsam und schwer treten?
- Drehzahl (in Umdrehungen/min, z.B. 60-80) * Drehmoment (in Newtonmeter = Kraft mal Weg) = Leistung (in Watt oder Nm/s); Anlehnung an das Hebelgesetz (Kraft * Weg = Drehmoment)

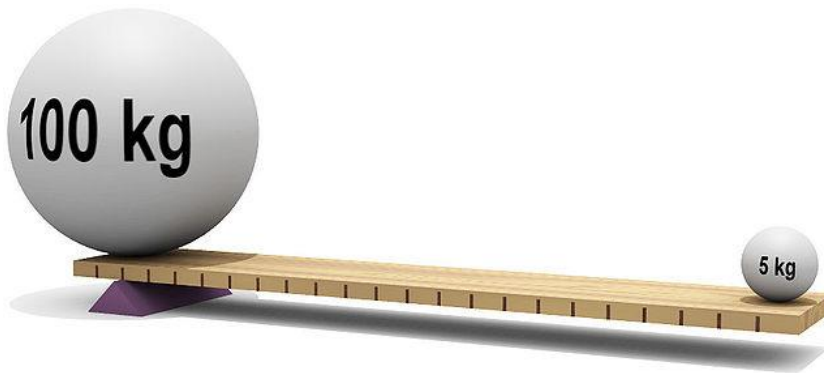


Abb. 11: Visualisierung des Hebelgesetzes mit Gewichten und Abstand vom Drehpunkt

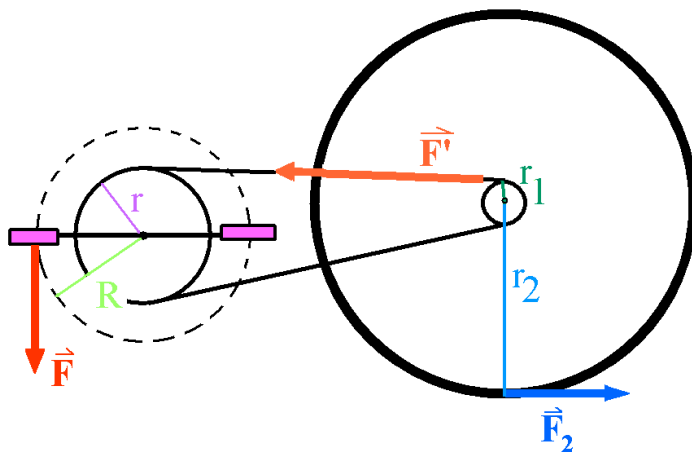


Abb. 12: Prinzip des Fahrradtriebs mit Pedalen, zwei Zahnrädern, Kette und Hinterrad

LERNUMGEBUNG VELO

6 Fragestellung: Wann schaltet man in kleine Gänge (niedrige Übersetzung) und wann in grosse Gänge (hohe Übersetzung)? Was heisst kleiner Gang und grosser Gang?

- Wenn ich beispielsweise einen Berg hochfahre, dann will ich es nicht schwer haben – ich fahre also in einem leichten Gang. Das bedeutet aber auch, dass ich pro Pedaltritt nicht weit vorankomme – ich muss also relativ schnell und viel treten – dafür spare ich Kraft.

7 Fragestellung: Welche Schaltarten gibt es grundsätzlich?

- Man unterscheidet Kettenschaltungen und Nabenschaltungen



Abb. 13: Links: Kassette am Hinterrad bei einer Kettenschaltung; rechts: Hinterrad mit Nabenschaltung

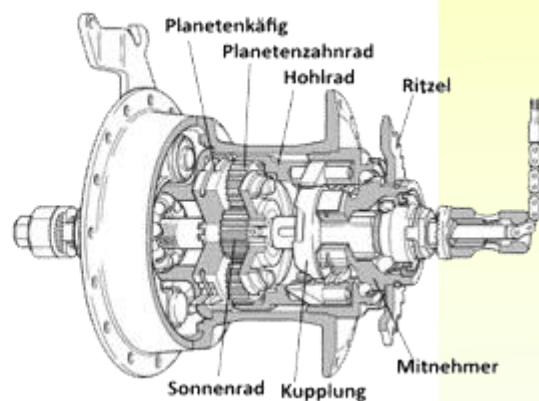


Abb. 14: Links: Planetengetriebe einer 14-Gang-Nabe (Rohloff Speedhub 500/14); rechts: Schnittmodell einer Sturmey-Archer Nabe

- Funktionsweise
 - a) Kettenschaltung: je nachdem, wie ich schalte, habe ich einen bestimmten Gang eingelegt; ich fahre z.B. auf dem mittleren Kettenblatt (vorne) und auf dem kleinsten Ritzel (hinten).
 - b) Nabenschaltung: von aussen sehe ich nur ein Kettenblatt und ein Ritzel – aber in der Nabe wird umgeschaltet, so dass ein neuer Gang eingelegt wird – auch wenn von aussen gesehen alles „gleichbleibt“.
- Nachdenken über Vor- und Nachteile der Schaltungstypen: Vorteil bei der Kettenschaltung: ich sehe alles, komme an alles „dran“. Vorteil Nabenschaltung: alles ist in Gehäuse und daher gut geschützt. Vorteil Planetengetriebe: robust, wenig putzen und ölen (wartungsarm); Nachteil: teuer

LERNUMGEBUNG VELO

8 Aufgabe: Planeten- bzw. Umlaufgetriebe aus Zahnrädern nachbauen:

Bei allen Nabenschaltungen befindet sich ein Planetengetriebe im Nabengehäuse.



Abb. 15: Planetengetriebe

9 Fragestellung: Wie viele Gänge können Kettenschaltungen haben?

- Antwort 7, 8, 9, 10, 14, 16, 18, 20, 21, 24, 27, 30
- Fahrräder mit Kettenschaltungen haben zwischen zwei und 30 verschiedenen "Gängen".
- Für Räder mit nur einem Schalthebel ist es sehr einfach. Die Anzahl der Gänge entspricht der Zahl der möglichen Positionen.
- Bei Nabenschaltungen wird die Anzahl der Gänge durch die interne Konstruktion der Nabe bestimmt.
- Bei einem Umwerfersystem ist die Zahl der Ritzel des Ritzelpaketes entsprechend der Anzahl der Gänge.
- Bei zwei Schalthebeln wird es komplexer. Die meisten Fahrräder besitzen zwei Umwerfer und Schalthebel, der eine ist für die Gangwahl am Ritzelpaket, mit dem anderen bestimmt man das zu nutzende Kettenblatt an der Kurbel. Traditionellerweise bestimmt man die Anzahl der Gänge, indem man die Zahl der hinteren Positionen (Ritzel) mit denen von vorn (Kettenblatt) multipliziert. Demnach ist ein Fahrrad mit vier Ritzeln und 2 Kettenblättern ein so genannter 8-Gänger (4×2)

LERNUMGEBUNG VELO

- In den späten 50er Jahren des 20. Jahrhunderts wurden Fünfgang-Ritzelpakete normal und diese Fahrräder wurden als 10-Gang bezeichnet. Bis in die 70er Jahre hinein war 10-Gang in den USA ein Synonym für "Fahrrad". In den frühen 80er Jahren des 20. Jahrhunderts wurden Sechsgang-Ritzelpakete verbreitet, so dass sie jetzt als 12-Gang bezeichnet wurden. Fahrräder mit drei Kettenblättern hießen fortan 18-Gang. In den späten 80er Jahren wurden Siebengang-Ritzelpakete eingeführt - technisch gesehen wurden damit die Fahrräder 14-Gang oder 21-Gang, je nach Kettenblattkonfiguration. Jedoch wurden diese Fahrräder weit verbreitet als 7-Gang bezeichnet, wobei die Zahl der Kettenblätter unerheblich war. In den frühen 90er Jahren bewegte man sich zu 8 Ritzeln.

Straßenradfahrer, die normalerweise zwei Kettenblätter benutzten, bezeichneten ihre Räder als 8-Gang - dabei wurde gerne vergessen, dass in den 50er Jahren damit die 4x2-Systeme bezeichnet wurden. Eigentlich hätte man hier den Begriff des 16-Gang Fahrrads einführen müssen. •Tourenrad- und Mountainbikefahrer benutzten schon damals drei Kettenblätter vorne und nannten Ihre Fahrräder 24-Gang. Dieses Muster wurde weit verbreitet verwendet. Fahrräder mit zwei Kettenblättern wurden meist nur über die Zahl der Ritzel am Hinterrad identifiziert (inzwischen 10-Gang) und Fahrräder mit drei Kettenblättern vorne wurden über die Multiplikation der Zahl der Kettenblätter mit der Zahl der Ritzel identifiziert. Zum Beispiel 27-Gang oder 30-Gang. Obwohl ein Fahrrad mit neun Ritzeln hinten und zwei Kettenblättern vorne technisch problemlos 18-Gang genannt werden könnte, macht das niemand, um keine Verwechslung mit 6x3 18-Gang zu erzeugen. In den 2010er Jahren ist die neueste Entwicklung bei Kettenschaltungen, vorne nur noch ein Kettenblatt zu verbauen. Diese 1-fach Schaltungen haben dann oft hinten elf oder zwölf Ritzel.

- Bei einem Zwei-Umwerfer-System sollte man zudem bedenken, dass die Anzahl der theoretisch möglichen Gänge nicht der Anzahl der tatsächlich nutzbaren Gänge entspricht. Es gibt einige Gangkombinationen, bei denen der Kettenwinkel so extrem ist, dass diese Gänge nicht genutzt werden sollten. Zusätzlich sind manche Gänge vom Übersetzungsverhältnis her gleich, so dass ein 27-Gang Fahrrad tatsächlich nur ungefähr 20 unterscheidbare Gänge zur Verfügung stellt.
- Wäre eine Kettenschaltung mit 25 Gängen möglich? Warum nicht?

LERNUMGEBUNG VELO

10 Fragestellung: Wie schaltet man richtig?

- Wie muss man schalten, um den grössten Gang einzustellen (vorderes Kettenblatt hat viele Zähne; Ritzel am Hinterrad hat wenig Zähne)?
- Wie muss man schalten, um den kleinsten Gang einzustellen (vorderes Kettenblatt hat wenig Zähne; Ritzel am Hinterrad hat viele Zähne)? Warum ist das so (Hebelgesetz)?

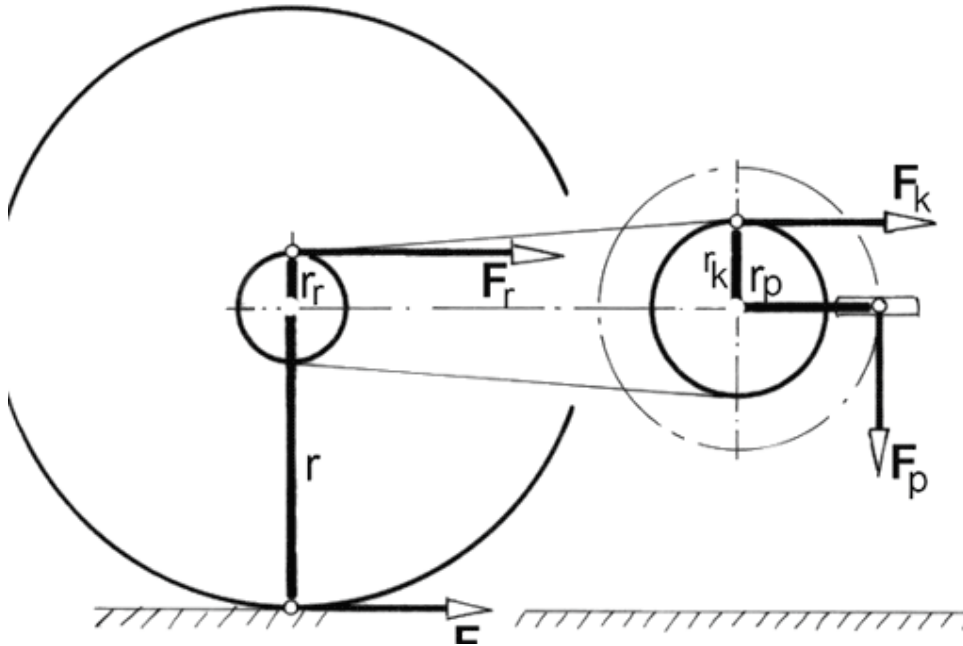


Abb. 16: Von Links nach rechts: Hinterrad, Kette, Kurbel, Pedale (Quelle: <https://www.lehrerfreund.de/technik/1s/fahrrad-antrieb/3018>)

- Der Radfahrer erzeugt mit seiner Tretkraft F_p und dem Kurbelradius r_p über die Pedale ein Drehmoment ($M_P = F_P \cdot r_P$). Je kleiner das vordere und je grösser das hintere Kettenblatt ist, um so kleiner ist das Drehmoment und um so leichter lässt es sich treten (kleine Gänge)

LERNUMGEBUNG VELO

11 Fragestellung: Wo werden noch Schaltungen gebraucht?

- Auto, Motorrad, Standbohrmaschinen...

Genau wie Schaltungen beim Fahrrad, wandeln Fahrzeugschaltgetriebe Drehzahl und Drehmomente um, damit Autos oder LKWs optimal anfahren, aber auch schnell auf Autobahnen fahren können.



Abb. 17: Fahrzeugschaltgetriebe eines LKWs; Von Stahlkocher - Selbst fotografiert, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=734714>

LERNUMGEBUNG VELO

- 12 Fragestellung: Wie weit komme ich, wenn ich in einem bestimmten Gang fahre, mit einer Umdrehung der Pedale?

Theorie: (Quelle: http://www.vagastreich.de/gs_mathematik.html)

Laufradumfang z.B. $u=2,10\text{m}$

Das kennt man aus dem Mathematikunterricht, das Produkt aus dem Radius eines Kreises mit 2π ergibt seinen *Umfang* (u). Also: Radius (oder Durchmesser) des Hinterrades messen und entweder mit 2π oder mit π ($=\text{Pi ca. } 3,14$) multiplizieren.

In unserem Fall können wir auch messen: Wie weit ist der Weg, wenn das Rad einmal 'abläuft'? Sehr praktisch: Ventil senkrecht zum Boden stellen, Markierung am Boden anbringen, Rad soweit schieben, bis Ventil wieder senkrecht steht. Erneut Markierung auf den Boden machen und dann messen. Das ist genauer und schneller als die Sache mit dem Radius.

Übersetzung $U=K/R$

Im einfachen Fall (also ohne Nabenschaltung) das Verhältnis zwischen Kettenblatt und Ritzel.
 U -- Übersetzung/ K -- Zähne am Kettenblatt/ R -- Zähne am Ritzel

Entfaltung allgemein: $w=K/R*u$ mit: w =Entfaltung(Weg), u =Laufradumfang

Die Entfaltung ist die Strecke, die mit einer Pedalumdrehung zurückgelegt wird. Diese Strecke ist natürlich zum einen von der Größe des Laufrades abhängig, zum anderen aber auch proportional zur aufgelegten Übersetzung, zwei Beispiele:

Mit $K=32$ und $R=32$ dreht sich das Ritzel genau einmal, wenn das Kettenblatt eine Umdrehung macht. Das bedeutet, das Fahrrad bewegt sich um genau einen Laufradumfang (also: $2,10\text{ m}$) vorwärts, wenn die Kurbel einmal gedreht wird.

Mit $K=52$ und $R=13$ wird das Hinterrad bei einer Kurbelumdrehung genau 4 Umdrehungen bewegt, hat also eine Entfaltung von: $w=4*2,10\text{ m}=8,40\text{ m}$

So ergibt sich also die angegebene Formel, mit: w =Entfaltung(Weg), u =Laufradumfang

Versuchsplanung:

1. Start und Ziel mit Kreide markieren und Meter Markierungen mit Massband einzeichnen (mind. 20 m)



Abb. 18: Startmarkierung

LERNUMGEBUNG VELO

2. Gang notieren, z.B. Vorne 1, Hinten 3
3. Die Fahrradfahrenden konzentrieren sich auf das Fahren
→ besser langsam fahren und konstant treten (ohne Unterbruch)
4. Eine Person zählt die Anzahl Umdrehungen der Pedalen auf einer bestimmten Strecke
5. Eine andere Person notiert die Distanz, z.B. 20 m

Protokoll:

Versuche	Distanz	Gang vorne	Gang hinten	Pedal-umdrehungen	Berechnete Distanz
1	20 m	1	2		
2	20 m	2	3		
3		3	5		
4					



Abb. 19: Abstandsmarkierung

LERNUMGEBUNG VELO

13 Klingeln von Fahrrädern anschauen, analysieren und vergleichen



Abb. 20: Verschiedene Klingeln

LERNUMGEBUNG VELO

14 Auftrag: Text verfassen, der die Funktion einer Fahrradschaltung verständlich in Sprache fasst

- Vorschläge entwerfen, anschliessend verschiedene Vorschläge miteinander vergleichen; Dialog über Schwierigkeiten der verständlichen Formulierung führen
- Ggf. diesen Text zum Vergleich hinzuziehen:

Zur Fahrradschaltung und ihrer Funktion lässt sich sagen: Mit Hilfe der Kettenschaltung kann man beim Fahrrad einen anderen Gang einlegen. Das Zahnkranzpaket am Hinterrad besteht aus verschiedenen grossen, also mit unterschiedlichen Anzahlen von Zähnen versehenen Zahnkränzen. Beim Schalten wird die Kette mit Hilfe des Schaltwerks von einem auf einen anderen Zahnkranz gelegt, dadurch verändert sich die Übersetzung, d.h. je nach Verhältnis des Kettenblattes auf der Tretkurbel zum Zahnkranz auf dem Hinterrad wird das Treten leichter oder schwerer. Das Schaltwerk verschiebt die Kette in Querrichtung, wenn man den dazugehörigen Schalthebel am Lenker betätigt. Schalthebel und Schaltwerk sind mittels eines Bautenzugs miteinander verbunden. Die Kette steigt beim Schalten auf das gewünschte benachbarte Zahnrad über. Während des Wechsels zwischen zwei Zahnradern, also beim Schaltvorgang, darf man nur mit geringer Kraft treten. Die Kette wird im Schaltwerk von zwei kleinen Zahnradern, dem oberen sog. Kettenleiträdchen und dem unteren sog. Kettenspannrädchen, sowohl geführt als auch gespannt. Beide Kettenrädchen sitzen in einem sog. Käfig, d.h. einem Rahmen aus Metall. Dieser Rahmen lässt sich mittels Parallelogramm-Mechanik in Querrichtung verschieben (s.o.). Wenn das Schaltwerk nicht richtig eingestellt ist, kann die Kette über das letzte Zahnrad hinausgezogen werden und abspringen oder aber die Kette verklemmt sich zwischen Rahmen und innerstem Zahnrad. Um das Schaltwerk richtig einzustellen, gibt es zwei sog. Einstellschrauben am Schaltwerk. Den höchsten Gang, bezogen auf die Zahnkränze am Hinterrad, hat man dann eingestellt, wenn die Kette auf dem kleinsten Zahnkranz liegt. Für die Kettenräder auf der Tretkurbel verhält es sich umgekehrt: hier ist der höchste Gang dann eingestellt, wenn die Kette auf dem grössten Kettenblatt liegt.

Bei drei Kettenblättern vorne und elf Zahnkränzen hinten sind theoretisch 33 Gänge schaltbar. Ein Teil der Gänge, bei denen die Kette besonders schräg läuft, sind aufgrund des hohen Verschleisses, des reduzierten Wirkungsgrads und der unangenehmen Geräuschentwicklung jedoch nicht empfehlenswert. Die Zahl der fahrbaren Gänge liegt bei drei Kettenblättern vorne und neun Zahnkränzen hinten bei 23, da die beiden grössten Kränze nicht mit dem grossen Kettenblatt und die beiden kleinsten nicht mit dem kleinen Kettenblatt kombiniert werden sollten.

- Ggf. auch Text in Form eines Sprechertextes zum Stummfilm „Fahrradschaltung“ entwerfen

LERNUMGEBUNG VELO

15 Rahmengeometrien und Werkstoffe

Aus welchen Werkstoffen werden Fahrradrahmen hergestellt?
Was sind die jeweiligen Vor- und Nachteile?
Wie kann man sie leicht voneinander unterscheiden?

15.1 Stahllegierung

In der Regel werden rostfreie Stähle eingesetzt, z.B. 24CrMo4. Durch Vergüten (Temperaturbehandlung) kann die Festigkeit dieses Stahls von 500 auf 1200 MPa erhöht werden.

CrMo Stahl ist sehr steif, wodurch die Rohrdurchmesser sehr klein ausgeführt werden können.

Ein grosser Vorteil von CrMo-Stahl ist die sehr gute Dauerschwingfestigkeit. Zudem lässt sich dieser Werkstoff sehr gut schweissen.



Abb. 21: Allroad-Rennrad mit CrMo-Stahlrahmen, Komplettrad Gr. M, ca. 9kg

LERNUMGEBUNG VELO

15.2 Aluminiumlegierung

Aluminiumlegierungen, z.B. AlZn5,5MgCu weisen im Vergleich zu Stahllegierungen ein geringeres E-Modul auf, was in einer geringeren Steifigkeit des Rahmens bei gleicher Bauform resultieren würde. Aus diesem Grund werden Alu-Rahmen voluminöser ausgelegt:



Abb. 22: Rennrad mit Alu-Rahmen, Alu Räder und Carbon-Gabel, Gesamtgewicht 10kg

Die Dauerschwingfestigkeit von Aluminiumlegierungen ist schlechter als die von Stahllegierungen. Zusätzlich lässt sich Alu schlechter verschweißen.

LERNUMGEBUNG VELO

15.3 Faserverstärkte Kunststoffe

Grundsätzlich muss man zwischen Langfaserverstärkten Kunststoffen, z.B. CFK = Kohlefaserverstärkter Kunststoff mit Faserlängen deutlich über 20mm und kurzfaserverstärkten Kunststoffen mit deutlich unter 20mm langen Fasern unterscheiden. Bei Langfaserverstärkten Kunststoffen spricht man häufig von Composites. Diese Werkstoffe haben eine sehr hohe spezifische Festigkeit und E-Modul. Dadurch lassen sich sehr leichte Rahmen bauen:



Abb. 23: Rennrad mit Fahrradrahmen aus CFK, Gesamtgewicht 7.2kg; Gewicht Rahmen = 850g

Nachteilig sind die hohen Material- und Verarbeitungskosten, weshalb die meisten Rahmen in Asien gefertigt werden. Teilweise sind insbesondere CFK Werkstoffe empfindlich gegen Steinschlag, weshalb die Kohlenstofffasern mit Aramidfasern vermischt werden. Die Verbindungstechnik, i.d.R. Kleben ist relativ aufwendig:

LERNUMGEBUNG VELO

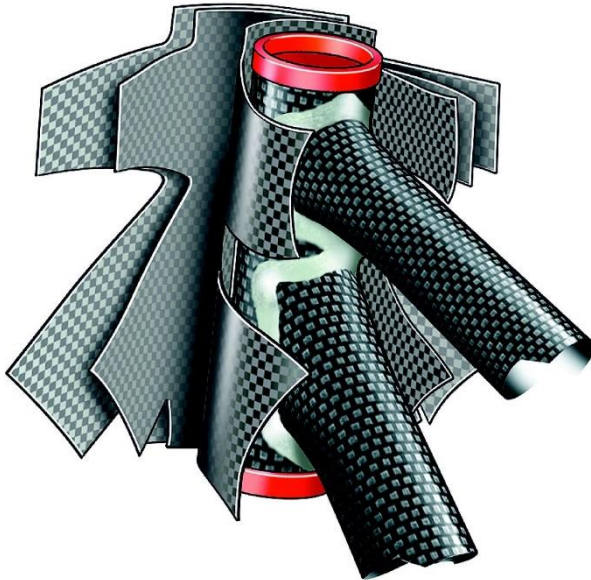


Abb. 24: Verbindungsbereich eines CFK-Rahmens

Die Dauerschwingfestigkeit ist allerdings sehr gut.

Die Verwendung von kurzfaserverstärkten Kunststoffen ist noch sehr neu. Die Fa. Nuvelos hat ein Fahrrad auf den Markt gebracht, mit einem Rahmen, der aus Polyamid mit 50% Kurzglasfasern hergestellt wird. Zwei Halbschalen werden dabei spritzgegossen und miteinander verklebt:



Abb. 25: E-Bike der Fa. Nuvelos aus spritzgegossenen Kurzglasfaserverstärkten Kunststoffen; Quelle K-Zeitung/Kögel

LERNUMGEBUNG VELO

15.4 Exotische Werkstoffe

Zu den selteneren Werkstoffen für Fahrradrahmen gehören Titan, Magnesium oder Bambus.

Titan und Magnesium sind sehr leichte aber auch sehr teure Werkstoffe. Bambus dagegen ist natürlich und nachwachsend, die mechanische Eigenschaften können allerdings schwanken.



Abb. 26: Rennrad mit Bambusrahmen

Die Verbindungen werden mit Hanfseilen und Epoxid-Harz realisiert.

Diskussion Vor- und Nachteile von Bambus im Vergleich zu Alu oder Stahl

Bambus ist quasi ein natürlicher Verbundwerkstoff.

Vorteile: Nachhaltig, individuell, leicht

Nachteil: Qualitätsschwankungen (z.B. schwankene Wandstärken)

LERNUMGEBUNG VELO

16 Antriebe

16.1 Kettenantrieb



Abb. 27: Kette im Vergleich zum Riemen

Bei niedrigen Leistungen haben Ketten einen höheren Wirkungsgrad, was aus der höheren Reibung des vorgespannten Riemens resultiert.

Ketten sind günstiger müssen aber immer gut gereinigt und gefettet werden, da sonst der Wirkungsgrad stark herabgesetzt wird.

16.2 Riemenantrieb

Riemenantriebe bestehen aus einem verstärkten Spezialkunststoff. Sie müssen nicht geschmiert werden, rosten nicht und weisen eine deutlich höhere Lebensdauer als Stahlketten auf. Gerade für E-Bikes mit Mittelmotor sind sie sehr gut geeignet, da dort wesentlich höhere Kräfte als beim Fahrrad ohne E-Antrieb auftreten. Nachteil ist der höhere Preis und der Radausbau ist ein wenig komplizierter.

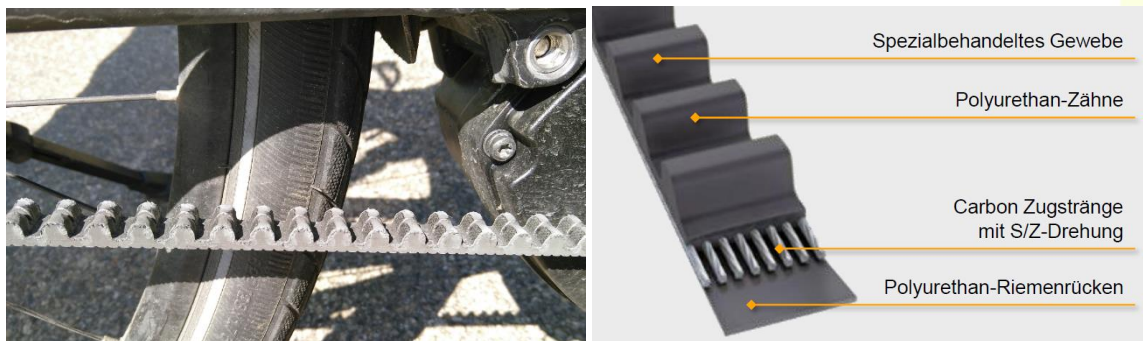


Abb. 28: Riemenantrieb aus Polyurethan und Carbonfasern

LERNUMGEBUNG VELO

16.3 Überlegungen zum Antrieb

Diskussion: Warum werden heutige Fahrräder mit dem Hinterrad angetrieben?
Könnte man ein Fahrrad so herstellen, dass es mit dem Vorderrad angetrieben wird?

Wie müsste das Fahrrad aussehen, damit es mit dem Vorderrad angetrieben werden könnte?

→ Kinder könnten Zeichnungen anfertigen?



Abb. 29: Fahrräder mit Vorderradantrieb (Quelle: Cargobike-Forum)

Bezugnehmen auf die geschichtliche Entwicklung (Kapitel 3).