



U 7: "Kettenschaltung": Fahrradtechnik I

Bezug

- Physik, Mathematik, Technik
- Anknüpfungspunkte zur Mechanik und Getriebetechnik

Ziele

- Schülerinnen und Schüler lernen durch selbständiges Experimentieren die Funktionsweise einer Kettenschaltung.
- Sie vollziehen sie durch Nutzung von Formeln und Diagrammen auch mathematisch nach.

Kurzbeschreibung/Ablauf

In einer Experimentierphase erkennen die Schüler, dass ein Zusammenhang zwischen dem eingelegten Gang und der zurückgelegten Strecke besteht. Dazu werden sowohl die mit einer Pedalumdrehung zurückgelegten Strecken bei festgelegten Ritzel- und Kettenblattposition gemessen, in Diagramme übertragen und ausgewertet.

Danach werden anhand von Kettenblatt- und Ritzelzähnen die Übersetzung errechnet und die tatsächliche Anzahl von Gängen bei verschiedenen Kettenschaltungen bestimmt.

Hilfreiche Links für die Umsetzung

Unter www.ritzelrechner.de kann man alle Berechnungen die hier vorgestellt wurden schnell und einfach online durchführen.

Zeitbedarf

2 bis 3 Einzelstunden oder eine Doppelstunde

Voraussetzung / Material

- Mindestens ein Fahrrad mit Kettenschaltung, optimalerweise mehrere mit unterschiedlicher Gangzahl (18, 21, 24, 27, 30) und unterschiedlichen Reifendurchmessern
- Maßband
- Kreide

Ein detaillierter Unterrichtsentwurf findet sich unter „Kettenschaltung_Unterrichtsentwurf.pdf (45 KB).

Unterrichtsentwurf Kettenschaltung

Diese Unterrichtseinheit soll Schüler der Sekundarstufe I durch selbständiges Experimentieren dazu befähigen, die Funktionsweise einer Kettenschaltung und zu verstehen und durch Nutzung von Formeln und Diagrammen auch mathematisch nachzuvollziehen. Sie bietet viele Anknüpfungspunkte für Vertiefungen in Mechanik und Getriebetechnik.

Zeitbedarf: Zwei bis drei Einzelstunden oder eine Doppelstunde

Benötigtes Material:

- Mindestens ein Fahrrad mit Kettenschaltung, optimalerweise mehrere mit unterschiedlicher Gangzahl (18, 21, 24, 27, 30) und unterschiedlichen Reifendurchmessern
- Maßband
- Kreide
- Handschuhe gegen dreckige Finger

Ablaufskizze:

Einführung in das Thema (evtl. auch vorbereitende Hausaufgabe)
Vermittlung der für den Versuch wichtigen Zusammenhänge und Begriffe
Vorbereitung Experiment, Beispielmessung, Gruppeneinteilung
Gruppenarbeit
Erste Ergebnissicherung
Diagramme zeichnen, Erkenntnisse sammeln (Zusammenhang Zahnzahl/Entfaltung) (evtl. auch Hausaufgabe)
Berechnung der Übersetzung, Erkenntnisse sammeln (Wie viele Gänge hat das Rad wirklich?)
Berechnung der Geschwindigkeit (optional)
Zusammenfassung

Definitionen:

<i>Kettenblätter:</i>	Zahnkränze an den Pedalen
<i>Ritzel:</i>	Zahnkränze am Hinterrad
<i>Radumfang:</i>	$L = \pi \cdot d$ (d = Durchmesser, auf dem Reifen in Zoll angegeben, 1 Zoll = 2,54 cm)
<i>Übersetzung:</i>	(Zähnezahl Kettenblatt) / (Zähnezahl Ritzel) $\rightarrow U = K / R$
<i>Entfaltung:</i>	Entfernung die das Rad bei einer vollen Umdrehung des Kettenblatts (also Pedals) zurückgelegt hat, wird auch Entwicklung genannt $\rightarrow E = U \cdot L$
<i>Trittfrequenz:</i>	Pedalumdrehungen pro Minute
<i>Geschwindigkeit:</i>	Trittfrequenz · Entfaltung $\rightarrow v = f \cdot E$

Ablauf

Bevor die Experimentierphase beginnen kann müssen die Schüler zu der wichtigen Erkenntnis gelangt sein, dass ein Zusammenhang zwischen dem eingelegten Gang und der zurückgelegten Strecke besteht. Der Zusammenhang muss noch nicht weiter qualifiziert werden, zur Not kann er vom Lehrer mit Verweis auf die Untersuchung auch nur angedeutet werden.

Zusätzlich müssen wichtige Begriffe geklärt werden. Das kann sowohl an der Tafel als auch direkt am Objekt Rad geschehen.

Mögliche Fragen zur Einführung:

- 1) Wozu hat ein Fahrrad eine Gangschaltung?
→ Pedaltritt wird leichter oder schwerer
- 2) Benutzt man auf einer flachen Strecke kleine oder große Gänge? Warum?
→ kleiner Gang: leichter Tritt, häufiger Treten
→ großer Gang: schwerer Tritt, weniger oft Treten

Begriffsklärung

1. Kettenblatt
2. Ritzel (inkl. Zähne)
3. Radumfang/Durchmesser, Zoll / cm
4. Übersetzung
5. Entfaltung

Experiment zum Zusammenhang von Übersetzung und Entfaltung

1. Vorbereitung

Je nach Schülerzahl und Anzahl der vorhandenen Fahrräder werden die Schüler in Gruppen eingeteilt. Dabei sollten mindestens 4 Schüler in einer Gruppe sein.

Gemessen wird die zurückgelegte Strecke eines Fahrrades bei unterschiedlichen Einstellungen der Kettenschaltung. Start der Messung ist die Stelle, wo das Vorderrad am Boden aufliegt. Am Besten wird vorher mit Kreide eine Startmarkierung am Boden gezeichnet. In Startposition ist ein Fahrrad, wenn es mit dem Vorderrad auf der Startmarkierung aufliegt. Evtl. ist auch eine geradlinige Markierung, entlang derer das Fahrrad bewegt wird, sinnvoll

2. Erfassung der Kenndaten der Schaltung

Die Anzahl der Kettenblätter und Ritzel wird in die Tabelle eingetragen. Dann müssen die Zähne jedes Kettenblatts und aller Ritzel gezählt und ebenfalls eingetragen werden. Am Besten arbeiten zwei Schüler parallel an der Zählung.

3. Messung des Radumfangs

Die Reifengröße in Zoll wird am Mantel abgelesen und in Tabelle eintragen.

Dann wird das Rad von der Startposition aus eine Radumdrehung weit bewegt, die Strecke gemessen und in Tabelle eingetragen. Am Besten benutzt man das Ventil als Orientierungshilfe.

4. Messung der Entfaltung bei festem Kettenblatt

Die Gruppen wählen ein beliebiges Kettenblatt aus.

Nun werden nacheinander für alle Ritzel Entfaltungsmessungen durchgeführt. Dazu wird das Rad auf die Startmarkierung gestellt und das Rad nun eine Pedalumdrehung nach vorne bewegt. Dazu hält ein Schöler das Fahrrad, ein weiterer dreht die Pedale. Der Dritte markiert mit Kreide am Vorderrad die Endposition und ein vierter Schöler misst die Strecke.

Die Ergebnisse werden in die Tabelle eingetragen.

5. Messung der Entfaltung bei festem Ritzel

Die Gruppen wöhlen ein Ritzel aus. Theoretisch ist die Auswahl beliebig, aus praktischen Gründen sollte jedoch ein mittleres Ritzel gewöhlt werden.

Die Messungen erfolgen genau wie bei 4.

Nachbereitung

Die gemessenen Werte werden von den Schölern in zwei Diagramme übertragen. Dabei ergibt sich ein Zusammenhang zwischen verwendeter Schaltungseinstellung und zurückgelegter Strecke. Das Diagramm mit den Ergebnissen aus der Entfaltungsmessung mit festem Kettenblatt zeigt, dass mit steigender Zahnzahl im Ritzel die zurückgelegte Strecke sinkt. Im Falle der Messergebnisse mit festem Ritzel zeigt das Diagramm einen linearen Zusammenhang: mit zunehmender Zahnzahl im Kettenblatt steigt die zurückgelegte Strecke.

Um das Verständnis der Schöler vom Zusammenhang zu testen bietet sich die Frage an, bei welcher Kombination von Kettenblatt und Ritzel der größtmögliche und der kleinstmögliche Gang erreicht wird.

Die Formel der Übersetzung, also der Zahl der Kettenblattzöhne geteilt durch die Zahl der Ritzelzöhne wird den Schölern vorgestellt. Im Anschluss berechnen die Schöler die Übersetzung bei den von ihnen verwendeten Fahrräder oder alternativ einer vorgegebenen Schaltung. Die Ergebnisse sollten gerundet werden. Gänge mit ähnlicher Übersetzung werden nun von den Schölern farbig markiert und dann die tatsächliche Zahl der Gänge ermittelt. Dabei kann darauf hingewiesen werden, dass bei Kettenschaltungen einige Kombinationen (großes Kettenblatt/großes Ritzel oder kleines Kettenblatt/kleines Ritzel) aufgrund der durch den schlechten Winkel entstehenden Schwierigkeiten (Schwergängigkeit, Lärm) praktisch nie angewendet werden.

Optional kann zusätzlich der Zusammenhang von Entfaltung, Trittfrequenz und Geschwindigkeit erklärt und anhand einer Rechtaufgabe eingeübt werden. Dazu werden Entfaltung und Trittfrequenz vorgegeben und daraus die Geschwindigkeit berechnet.

Unterrichtende

Schöler suchen Beispiele, wo ebenfalls Techniken ähnlich der bei der Kettenschaltung eingesetzt, benutzt werden (Getriebe in Autos, bei Windrädern etc.)

Tipps

- Bei der Streckenmessung werden die Ergebnisse genauer, wenn mehr als eine Pedalumdrehung gemessen wird. Allerdings müssen die ermittelten Strecken dann durch die Anzahl der Umdrehungen geteilt werden.
- Unter www.ritzelrechner.de kann man alle Berechnungen die hier vorgestellt wurden schnell und einfach online durchführen.