

# ANHANG

MPh3 – Mathematik und Physik koordiniert und kompetenzorientiert unterrichten

ID 273

<b>Vergleichsfragen der Schülerinnen und Schüler zu den Zehnerpotenzen-Postern</b>	<b>2</b>
<b>Beispiele aus der Plakatausstellung „Zehnerpotenzen im Universum“, Fotos</b>	<b>4</b>
<b>Sonnensystem im Stiegenhaus – Planetenwanderweg</b>	<b>6</b>
<b>Poster für den IMST Netzwerktag</b>	<b>7</b>
<b>Übersichtsplan und Arbeitsblätter zum Stationenbetrieb Fahrrad</b>	<b>8</b>
<b>Didaktische Analyse der Station „Kraftübertragung und Getriebe beim Fahrrad“ (<i>Gabriel Ranz</i>)</b>	<b>19</b>

## Vergleichsfragen der Schülerinnen und Schüler zu den Zehnerpotenzen-Postern (Originalabgaben incl. aller Fehler)

1. Wie viele Ameisen passen der Reihe nach in eine 100m Laufbahn? (20 000)
2. Wie viele Irische Wolfshunde passen in die Höhe des Mt.Everest? (8 848)
3. Wie viele Plabutschtunnel passen der Reihe nach in die Golden Gate Bridge? (ca. 273.7 Plabutschtunnel)
4. Wie viel Picometer passen in ein Angstrom? (100 Picometer)
5. Wie viele Angstrom sind 1 Nanometer? (10 Angstrom)
6. Wie viele Monde passen in das Erdvolumen? (ca. 50 mal)
7. Wie viele Irische Wolfshunde benötigt man für einen 10 m hohen Turm? (10)
8. Wie viele Galaxien sind eine Milchstraße? (1)
9. Wie schwer ist die Erde? (5,9736 mal  $10^{24}$  kg)
10. Wie viele Erden passen in die Sonne? (ca. 1 000 000 mal)
11. Wie viele Ameisen passen der Reihe nach in die Golden Gate Bridge? (547.400)
12. Wie viele Plabutschtunnel passen der Reihe nach in den Monddurchmesser? (347.5)

1. Wie viele Irische Wolfshunde passen der Länge nach in eine 100m Laufbahn? (A: 100)
2. Wie oft passt die Reichweite eines Scharfschützengewehres in die Höhe des Mount-Everest? (A: ca. 9mal)
3. Wie viele Ameisen passen der Länge nach in den Fadenwurm? (A: ca. 70 Ameisen)
4. Wie viele Ameisen braucht man um die Länge eines Haarwachstums in einem Monat darzustellen? (A: 2Ameisen)
5. Wie viele Sandwürmer braucht man um die Länge des Plabutschtunnels zu erreichen? (A: ca. 28 Sandwürmer)
6. Wie oft passt der Durchmesser des Sternes KY Cygni in den Durchmesser des Neptun? (A: 2.25 Terrameter)
7. Wie oft passt der Mond in die Erde? (A: ca. 4 mal)
8. Wie viele Scharfschützengewehrdistanzen braucht man um durch den Plabutschtunnel zu kommen? (A: ca. 4 mal)
9. Wie lange braucht Simes147 Ausdehnung um die Höhe des Mount Everests zu erreichen. (A: 8.848 mal)
10. Wie viele 100m Laufbahnen passen von Pfeiler von Pfeiler bei der Golden Gate bridge? (A: ca. 13)
11. Wie viele Keplergebäude passen der Länge nach in den Plabutsch Tunnel? (A: ca. 95)
12. Wie oft passt der Durchmesser eines Stecknadelkopfes in die Luftlinie Graz bis Paris? (A: ca: 1.000.000.000 mal)

1. Wie viele 1000 pico meter passen in einen Ärgström?
2. Wie viele Ameisen haben die gesamte Länge vom Kepler Gebäude?
3. Wie oft passt ein Stecknadelkopf in die Dicke einer 1€ Münze?
4. Wie viele Orion Nebel passen in unsere Milchstraße?
5. Wie viele Male passt die Länge des Plabutschunnels in die Länge der Golden Gate Bridge?
6. Wie viele rote Blutkörperchen passen in die menschliche DNA?
7. Wie viele Dicken einer 1€ Münze passen der Reihe nach auf eine Laufbahn von 100m?
8. Wie oft passt der Mond in die Erde?
9. Wie viele Ängströme passen in eine Cholera-Bakterie?
10. Wie viele Plabutschunnel passen iin den KJ Cygnus?
11. Wie viel Mal passt ein Schuss eines Scharfschützengewehres in die Höhe des Mount Everest?
12. Wie viele Tage muss ein Haar wachsen um den Durchmesser der 1€ Münze zu erreichen?

1. *Wie oft passt eine rote Ameise in die Größe von einem Irischen Wolfshund?*
2. *Wie oft passt die Menschliche DNA in die Länge der Golden Gate Bridge?*
3. *Wie oft passt ein Roter Blutkörper in die Schussweite eines Scharfschützengewehres?*
4. *Wie viele Blutkörperchen passen in einer roten Ameise?*
5. *Wie viele Euromünzen passen in 1m hinein*
6. *Wie viele Pikometer passen in einem Nanometer hinein*
7. *Wie viele irische Wolfshunde passen in einer Strecke von 1000m?*
8. *Wie viele Ängström sind 1Nanometer?*
9. *Wie weit ist die Schussweite von einem Scharfschützengewehr?*

# Beispiele aus der Plakatausstellung

<b>10<sup>-15</sup> m</b>	<b>femto</b>	<b>1 Billiardstel</b>
	<b>1 fm</b>	
0,000000000000001m		

Ein Femtometer ist in der Kernphysik und Teilchenphysik gebräuchlich. Die Objekte sind in dieser Größenordnung.

Quarks sind die kleinsten Bestandteile eines Protons. Ein Proton besteht aus zwei up-Quarks und einem down-Quark. Der Unterschied zwischen up- und down-Quarks ist die elektrische Ladung der beiden.

Protonen und Neutronen im Kern bestehen aus jeweils drei Quarks. Im CERN werden die Wechselwirkungen der Quarks untersucht, um zu ergründen, wie bei der Geburt des Universums die elementaren Teilchen entstanden sind.

Teilchenbeschleuniger „CERN“

1,6 fm

1,6 10<sup>-15</sup> m

Andriáš Benedikt, Erhart Antonia, Floderer Alisia, Haghofer Marwin, Klasse: 3.a  
BRG Kepler Graz 2010/11  
MPH3 MATHEMATIK UND PHYSIK KOORDINIERT UNTERRICHTEN

<b>10<sup>-9</sup> m</b>	<b>Nano</b>	<b>1 Milliardstel</b>
	<b>1 nm</b>	
0,000.000.001		

Nano heißt auf Griechisch Zwerg.

Nanotechnologie: Neue Materialien wie Fullerene (C<sub>60</sub>) oder Carbon-Nanotubes (CNT) werden schon jetzt in vielen Bereichen eingesetzt, z.B. Lacke, Kunststoffe oder schmutzabweisende Materialien.

Aberlender Wassertropfen nimmt Schmutzpartikel auf.

Die DNA (Desoxyribonukleinsäure) ist ein in allen Lebewesen vorkommendes Biomolekül. Sie ist Träger der Erbinformation.

Nanoroboter: So könnten Nanoroboter in Zukunft ausssehen. Diese können kleiner als Blutsörperchen sein.

Cholera-Bakterien: Dicke: 300 Nanometer

1 Nanometer = 10<sup>-9</sup> Meter = 1/1.000.000.000 Meter

Julio Krenn, Stefan Krickl, Lukas Melniczy 3.a  
BRG Kepler Graz 2010/11  
MPH3 MATHEMATIK UND PHYSIK KOORDINIERT UNTERRICHTEN

<b>10<sup>12</sup> m</b>	<b>Tera</b>	<b>1 Billion</b>
	<b>1 Tm</b>	
1 000 000 000 000		

Bildausschnitt unseres Sonnensystems von 1 Tm Kantlänge. Hier finden die Bahnen der inneren Planeten Merkur, Venus, Erde und Mars und der Asteroidengürtel Platz. Gerade nicht mehr die Jupiterbahn (Durchmesser von etwa 1,5\*10<sup>12</sup>m).

AE: Der Maßstab für das Sonnensystem. Im Sonnensystem werden Entfernungen meist mit astronomischen Einheiten angegeben: 1.000 000 000 m = 6,7 astronomische Einheiten (Entfernung von der Erde bis zur Sonne = 1AE)

Uranus ist 2,9 Terameter (2,9\*10<sup>12</sup>m) von der Sonne entfernt.

Neptun ist 4,5 Terameter (4,5\*10<sup>12</sup>m) von der Sonne entfernt.

7,5 Terameter (7,5\*10<sup>12</sup>m) entspricht dem äußeren Radius des Kuipergürtels. 4,5 Terameter (4,5\*10<sup>12</sup>m) beträgt der innere Radius des Kuipergürtels.

2 Terameter beträgt der Durchmesser eines der größten und bekanntesten Sterne namens KY Cygni, der zu den roten Riesen gehört. Er leuchtet 300 000-mal so stark wie die Sonne und ist ca. 5200 Lichtjahre von der Erde entfernt.

Der Kuipergürtel ist eine ringförmige, relativ flache Region außerhalb der Neptunbahn. Sie enthält mehr als 70.000 Objekte mit mehr als 100 km Durchmesser.

1,079 Terameter (1,079\*10<sup>12</sup>m) entspricht einer Strecke von 1 Lichtstunde.

Simon Grabner, Lukas Griebler, Stefan Hirt, 3c  
BRG Kepler Graz 2010/11  
MPH3 MATHEMATIK UND PHYSIK KOORDINIERT UNTERRICHTEN

<b>10<sup>27</sup> m</b>	-	<b>1 Quatrilliarde</b>
	-	
1.000.000.000.000.000.000.000.000		

Das sichtbare Universum durchmisst 78\*10<sup>27</sup>m, d.h. 10 Quadrillionen Meter.

Ein Parsec ist definiert als die Entfernung eines Sterns, der eine jährliche Parallaxe von genau einer Bogensekunde (1" = 1/3600) aufweist. Das entspricht etwa 3,26 Lichtjahren. 30 Gigaparsec sind also fast 100 Milliarden Lichtjahre oder 10<sup>27</sup>m.

100.000 million lightyears

15 Milliarden Lichtjahre von der Erde entfernt, erreichen wir die Grenzen des sichtbaren Universums.

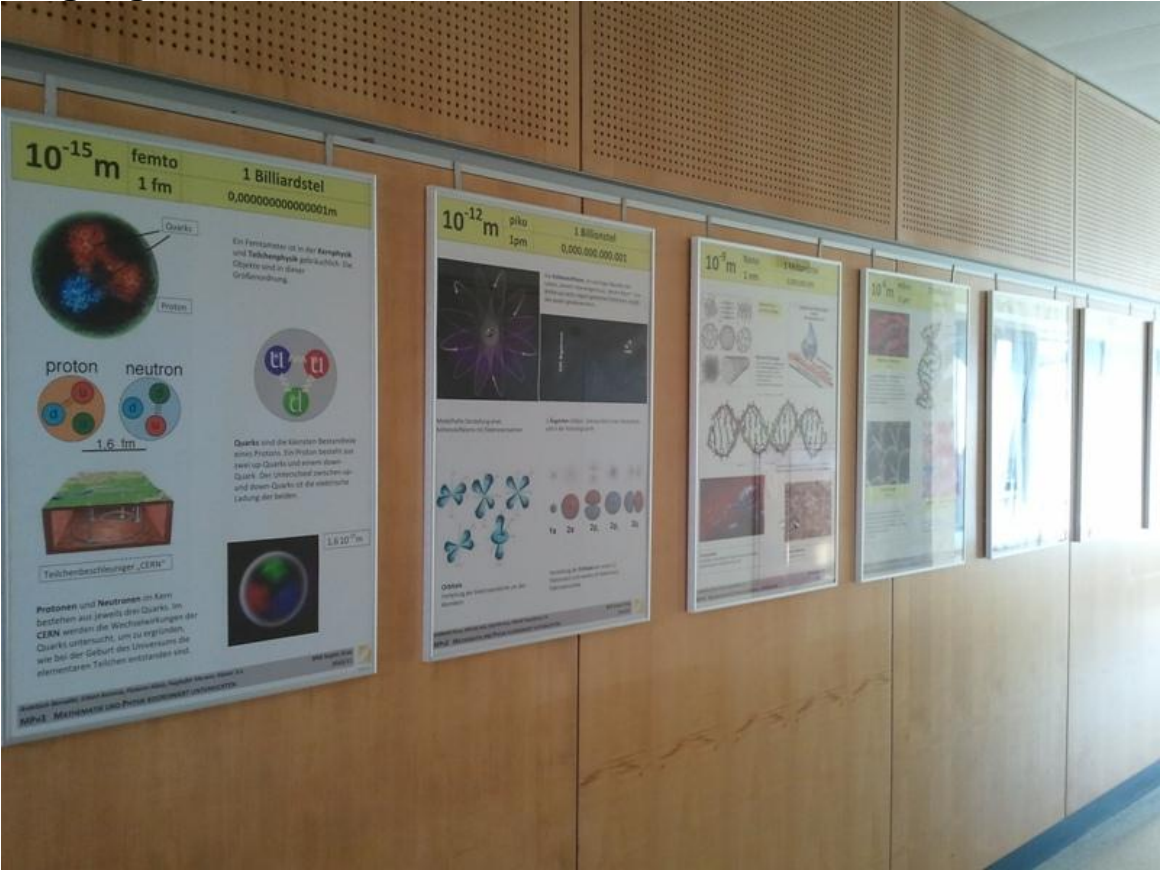
Die Ausdehnung des sichtbaren Universums beträgt etwa 3 Gigaparsec, vorsichtig geschätzt ist sein tatsächlicher Radius 30 Gigaparsec (≈ 10<sup>27</sup>m). Der Radius könnte aber genauso gut vieltausendfach größer sein. Wir können das nicht nachmessen.

Die Struktur des Universums: Die schaumige Struktur der Materie im Universum. Computersimulation der Galaxieverteilung in einem etwa 300 Millionen Lichtjahren (etwa 3\*10<sup>25</sup>m) messenden Raumausschnitt, gesehen aus einer Entfernung von mehreren Milliarden Lichtjahren.

Superhaufen, Voids und Filamente: Die derzeit größten beobachtbaren Objekte sind Galaxienhaufen, die sich zu noch größeren Superhaufen zusammenschließen. Diese bilden wiederum fadenartige Filamente, die riesige, blasenartige, praktisch galaxienfreie Hohlräume (engl. Voids, void = leer) umspannen. Man spricht mittlerweile auch von der webartigen Struktur (engl. cosmic web) des Universums. Die bisher direkt beobachteten Voids haben meist einen Durchmesser im Bereich von 100 Millionen Lichtjahren. Der bislang größte Void wurde 2007 im Sternbild Eridanus entdeckt und hat mit einem Durchmesser von etwa einer Milliarde Lichtjahren.

Tobias Spindler, Kenan Seperovic, Jonathan Postl, 3.c  
BRG Kepler Graz 2010/11  
MPH3 MATHEMATIK UND PHYSIK KOORDINIERT UNTERRICHTEN

**Die fertige Ausstellung zu den Größenordnungen – am Weg zum Eingang zur Schulsternwarte**



## Sonnensystem im Stiegenhaus - Planetenwanderweg

Das Besondere bei unserem Sonnensystem: Will man von der Sonne nach Außen, so muss man nach Oben. Auch in der Wirklichkeit muss man Energie aufwenden, um von der Sonne weg zu kommen. Der äußerste Planet Neptun befindet sich knapp unter der Decke des Stiegenhauses, im 3. Stock ist man schon außerhalb seiner Bahn. Weil sich Abstände und Größen der Planeten schwer gemeinsam darstellen lassen, haben wir zwei Maßstäbe verwendet.

### Abstände

Eine Astronomische Einheit (Abstand Erde– Sonne) entspricht in unserem Modell 44cm. 1 Meter in unserem Modell wäre etwa 340 Milliarden Meter in der Wirklichkeit. Der nächste Stern wäre ca. 135 km entfernt.

Objekt	Abstand real in AE	Lichtlaufzeit real (min)	Höhe (m)
Neptun	30,1	240,8	13,2
Uranus	19,5	153,6	9,0
Saturn	9,5	76	4,2
Jupiter	5,2	41,7	2,3
Mars	1,5	12	0,7
Erde	1	8	0,4
Venus	0,7	5,6	0,3
Merkur	0,4	3,2	0,2
Sonne	0	0	0

### Größen

Damit die kleinen Objekte wie Merkur oder Mond noch sichtbar sind, mussten wir die Sonne auf eine Größe von 3 Metern bringen. Einem Meter in diesem Maßstab entsprechen etwa 460 Millionen Meter in Wirklichkeit.

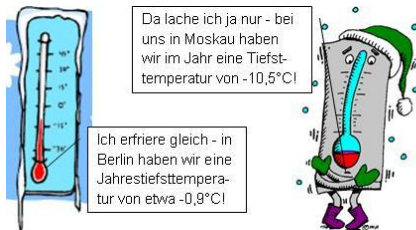
Objekt	Durchmesser real (km)	Modell (cm)
Neptun	49.000	10,6
Uranus	50.000	10,8
Saturn	108.000/120.000	ca. 24
Jupiter	133.000/142.000	ca. 30
Mars	6.800	1,5
Mond	3750	0,8
Erde	12.750	2,8
Venus	12.100	2,6
Merkur	4.900	1,1
Sonne	1.390.000	300



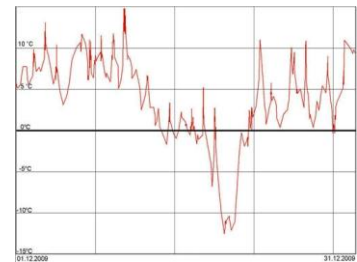
# Poster für den IMST Netzwerktag

## MPh3 – Mathematik und Physik koordiniert und kompetenzorientiert unterrichten

### Negative Zahlen und Statistik / Wärme und Temperatur

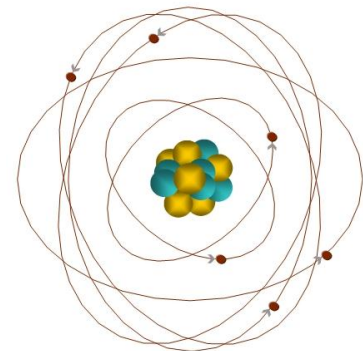


Wärme und Temperatur als Thema und Temperaturmessungen in Physik zeitgleich zum Rechnen mit negativen Zahlen in Mathematik; Fokus auf fächerverbundene Aufgaben



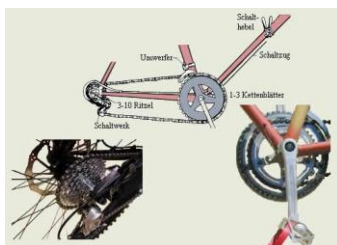
Schneetemperaturen messen, Tagesmittelwerte im Winter, grafische Darstellung der Temperaturverläufe, Berechnung von Durchschnittstemperaturen

### Große Zahlen / Größenordnungen im Kosmos



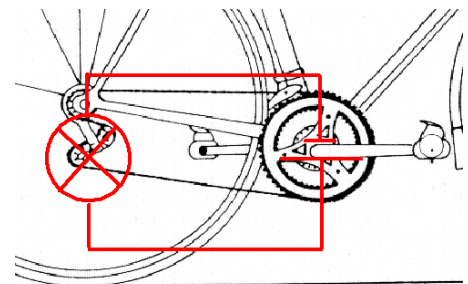
Die Größenordnungen des Kosmos als begehbare „Powers of 10“ – Reise durch die Zehnerpotenzen  
SchülerInnen gestalten eine Plakatausstellung als real begehbaren Weg vom Atomkern bis zum Galaxienhaufen

### Thema Fahrrad: Gangschaltung und Proportionalität



Physik und Mathematik rund ums Fahrrad: von der Berechnung prozentmäßiger Ermäßigung beim Fahrradeinkauf über die Frage, was denn 50% von einem Fahrrad sind bis zu den Proportionalitätsverhältnissen der Gangschaltung, Funktionsweise von Fahrraddynamo und akkubetriebener Beleuchtung, Geschwindigkeitsmessung und Durchschnittsgeschwindigkeiten mittels Fahrradcomputer bis hin zur Verwendung des Fahrrades als Modell für den Stromkreis

### Fahrrad als Modell für den Stromkreis



## Übersichtsplan Stationenbetrieb Fahrrad

Station	Aufgaben		Probleme
Fahradhelm & Sicherheit	Fragen zum Helm Baue einen Sturzhelm	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Aufbau & Einstellung	Fragen zum Aufbau Messaufgabe & Berechnungen Bonusaufgabe	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Fahrrad & Reibung	Reibungsminimierung Abhängigkeit vom Reifendruck Luftwiderstand	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Bewegung & Geschwindigkeit	Fragen zur Geschwindigkeit Geschwindigkeitsmessung Weg- Zeit- Diagramm Bonusaufgabe	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
<b>P A U S E</b>			
Kräfteübertragung & Getriebe	Radiusbestimmung Wegmessung Berechnung der Weglänge Bonusfrage (Kraftmessung)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Leistung & Energie	Berechnen der Leistung Messungen und Mittelwert Berechnung der Energie Bonusfrage	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	

### WICHTIGES:

- Ihr habt für jede Station 30 min Zeit
- Wechsel nach dem Signalton
- Arbeitsblätter ausfüllen (werden kontrolliert!!!)
- Wer will kann von den gewonnenen Erkenntnissen mit dem Handy ein Foto machen



## Station 1:

### Fahrradhelm und Sicherheit



#### Aufgabe 1:

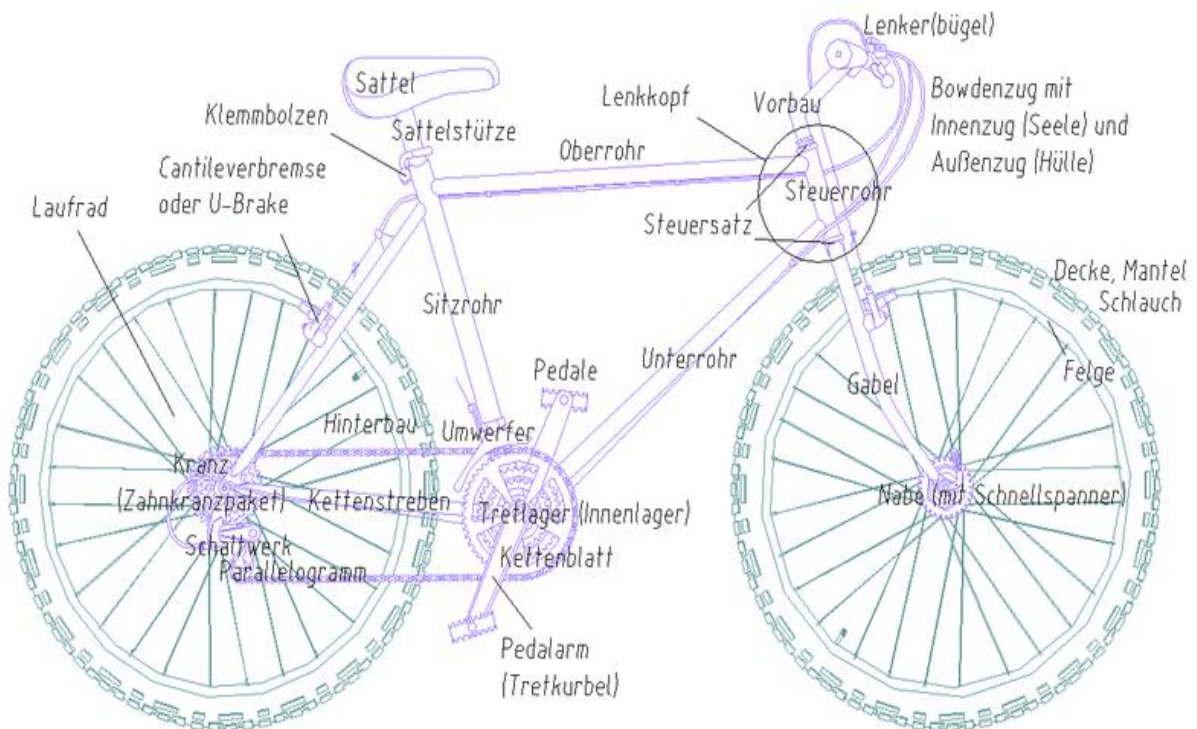
- 1.) *Aus welchen Materialien besteht ein zugelassener Fahrradhelm?*
  - 2.) *Erkläre kurz wie ein Fahrradhelm funktioniert!*
  - 3.) *Was muss beim Aufsetzen eines Fahrradhelms beachtet werden? Wie setzte ich ihn richtig auf?*
- 

#### Aufgabe 2:

**Baue nun deinen eigenen Sturzhelm für ein gekochtes Ei.**

- 4.) *Welche Materialien verwendest du dabei?*
- 5.) *Aus welcher Höhe lässt du dein Ei am sinnvollsten fallen?*
- 6.) *Hat dein Sturzhelm funktioniert? Wenn nicht, überlege warum nicht!*

## Station 2: Aufbau und Einstellungen beim Fahrrad



### Beantworte folgende Fragen:

- Was ist der Unterschied zwischen einem Rennrad und einem Mountainbike und welche Vor- bzw. Nachteile haben die beiden Radtypen?

- Welche Teile an deinem Fahrrad solltest du aus Sicherheitsgründen öfters überprüfen?

- Welchen Nachteil hast du wenn dein Rad nicht auf deine Größe eingestellt ist?

- Aus welchen Einzelteilen besteht der Rahmen eines Fahrrads?

## **Aufgabe:**

*Miss deine Schritthöhe :*

*Berechne die richtige Rahmenhöhe für dich für:*

*- ein Mountainbike:*

*Formel: **Rahmenhöhe in Zoll = Schritthöhe mal 0.226***

*1 Zoll entspricht 2,54 Zentimeter! Berechne deine Rahmenhöhe in Zentimeter.*

*- ein Rennrad:*

*Formel: **Rahmenhöhe in Zentimeter = Schritthöhe mal 0.665***

*Rechne die Rahmenhöhe in Zoll um!*

*Mit welcher Zahl müsstest du die Schritthöhe multiplizieren um die Rahmenhöhe in Zoll zu bekommen?*

<b>INFO:</b>
Die Rahmenlänge sollte etwa der Rahmenhöhe entsprechen. Personen mit „langem“ Oberkörper sollten die Rahmenlänge 2 cm länger wählen bzw. mit „kurzem“ Oberkörper 2 cm kürzer.
Der Sattel sollte so eingestellt werden, dass die Oberkante 12 – 15 cm über dem Oberrohr des Rahmens verläuft und der Sattel parallel zum Rohr verläuft. Bei Rädern mit federgedämpftem Sattel sollte 5 cm bei der berechneten Rahmenhöhe abgezogen werden.
Die Höhe des Lenkers sollte 1-3 cm unter der des Sattels liegen.

## ***Bonusfrage:***

*Für die genaue Berechnung der Rahmenlänge braucht man die eigene Rumpflänge (= Abstand Schulter - Oberschenkelknochen) und die eigene Armlänge (=Schulter – Handgelenk der herunter-hängenden Hand). Diese Werte werden in die folgende Formel eingesetzt.*

***Armlänge + Oberkörperlänge x 0,28 + 25,1 = Rahmenlänge in cm***

*Berechne die für dich passende Rahmenlänge!*

## Station 3: Reibung beim Fahrrad

### **Einleitung**

Viele Elemente wirken bei einer Radfahrt zusammen und sind für die Reibung verantwortlich. Einige Faktoren kann ich beeinflussen und verringern, sodass ich mich müheloser fortbewegen kann. Lagerreibung kann z.B. durch ölen vermindert werden. Schmiere also immer gut deine Kette!

### **1 Praktischer Versuch**

**Material:** Federkraftmesser mit möglichst großem Messbereich, 1 Fahrrad, Kompressor oder Luftpumpe mit einem Manometer.

#### **Ziel des Versuches**

Miss jene Kraft, die du benötigst, um ein Fahrrad mit konstanter Geschwindigkeit zu ziehen (also fortzubewegen). Versuche dabei herauszufinden inwiefern diese vom Reifendruck abhängt.

#### **Durchführung:**

Nimm den Kompressor und lies den derzeitigen Reifendruck am Hinterrad ab. Stelle das Rad nun aufrecht hin und halte es, damit es nicht umfällt. Hacke nun mit dem Federkraftmesser ein und ziehe das Fahrrad damit langsam zu dir. Achte auf eine konstanten Zug bzw. eine konstante Geschwindigkeit des Fahrrades! Notiere die Newton und trage sie in die untenstehende Grafik ein. Verändere mit Hilfe des Kompressors den Druck des Reifens und lies den neuen Wert für den Druck ab. Wie verändert sich die Reibungskraft? Notiere.

#### **Mögliche Abwandlungen des Versuches**

Alternativ kann auch an mehreren Fahrräder mit jeweils verschiedenen Reifendrücken gemessen werden. Zusätzlich kann auch das Vorderrad aufgepumpt werden.

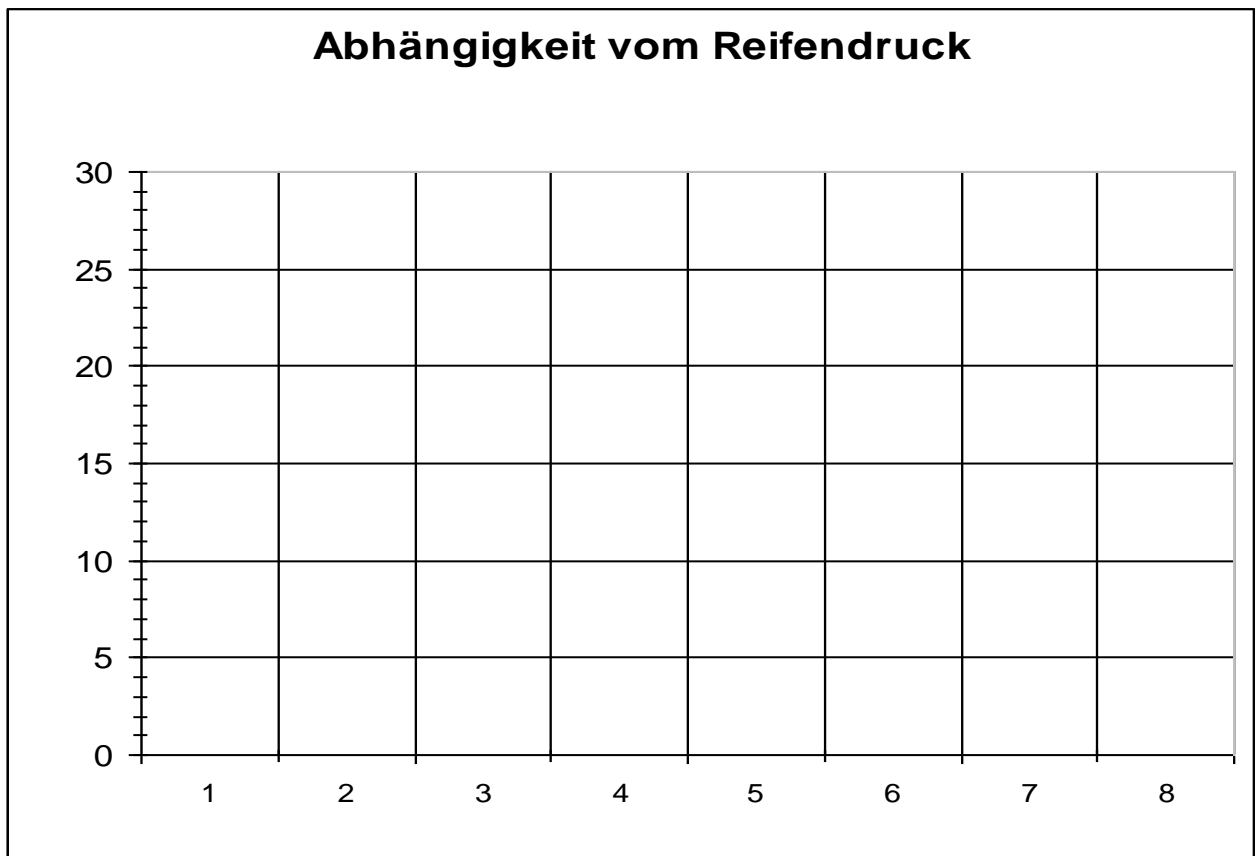
#### **Auswertung**

Kraft[N]													
Reifendruck[Bar]													

Beschrifte die Achsen, übertrage die Werte in die Tabelle und versuche die folgenden Fragen zu beantworten.

Welche Funktion könnte dieser Graph am ehesten darstellen (lineare Funktion, quadratische...)?

Was passiert wenn der Reifendruck *doppelt* so groß wird, wird dann auch die aufzuwendende Kraft *doppelt* so groß?



#### Fortsetzung des Versuches

Miss auf unterschiedlichen Bodenbelägen (Wiese, Schotterweg, Straße,...) ein paar Werte für die Reibungskraft ab (bei gleich bleibendem Druck). Vergleiche Werte mit den zuvor gemessenen Werten. Auf welchem Untergrund bewegt man sich relativ günstig voran?

## 2 Weitere Faktoren für eine „reibunglose Radtour“ ☺

Zusätzlich zum Rollwiderstand spielt natürlich der Luftwiderstand noch eine wichtige Rolle.

Tatsächlich trägt er sogar zum größten Teil bei. Ab einer Geschwindigkeit von ca. 30 km/h macht er ungefähr 90 Prozent aus des Gesamtwiderstandes aus.

Der Luftwiderstand geht quadratisch (!) mit der Geschwindigkeit ein und ist außerdem noch von der Stirnfläche (Fläche beim Blick von Vorne auf den Fahrer) abhängig.

Überlege dir, wie Rennfahrer versuchen den Luftwiderstand zu verringern!



Fährt man im Windschatten des Vordermannes so kann man bis zu 30 Prozent seiner Energie sparen.



## Station 4: Wie schnell fahren wir?

### Fragen:

1. Was ist Geschwindigkeit, was gibt sie an?
2. Wie berechnet man die Durchschnittsgeschwindigkeit auf einer Strecke?

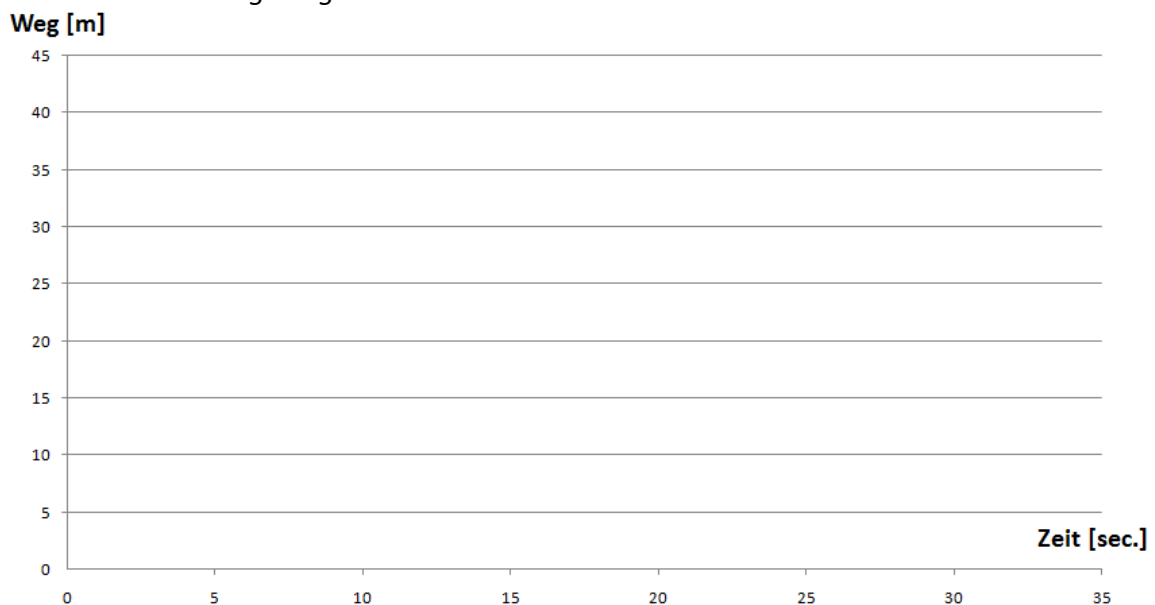
### Aufgabe 1 (Geschwindigkeitsmessung):

Jeder Schüler fährt einmal das Fahrrad. Die anderen Gruppenmitglieder stellen sich in ungefähr gleichen Abständen mit Stoppuhren auf. Nach dem Startsignal beginnen alle ihre Zeitmessung und Stoppen, wenn der Fahrer sie passiert. Tragt eure Werte dann in folgende Tabelle ein:

Weg s [m]	0				
Zeit t [sec.]					

### Aufgabe 2:

Zeichnet ein Zeit-Weg-Diagramm mit euren Werten:



### **Aufgabe 3 (Auswertung):**

*1. Berechnet die durchschnittliche Geschwindigkeit zwischen den einzelnen Wegpunkten!  
Was war eure maximale Geschwindigkeit?*

*2. Vergleicht mit eurem Diagramm. Wie sieht die Linie zwischen den Wegpunkten in Abschnitten aus, in denen die Geschwindigkeit groß ist, und wie, wo die Geschwindigkeit klein ist?*

*3. Wie erkennt ihr also auf dem Diagramm, wo ihr die maximale durchschnittliche Geschwindigkeit gehabt habt?*

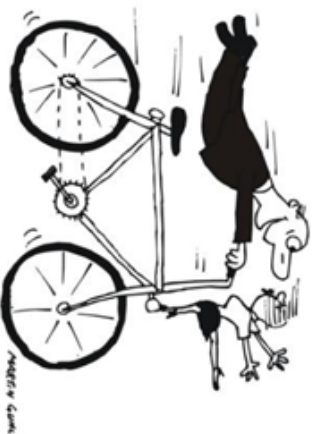
### **Bonus : Aufgabe 4 (Was bedeutet Durchschnitt?):**

*Wenn wir den Durchschnitt von etwas ausrechnen können Informationen verloren gehen.  
Rechnet die Durchschnittsgeschwindigkeit auf der gesamten Strecke aus, auf der ihr gefahren seid (also rechnet die gesamte Wegstrecke durch die gesamte Zeit).*

*Rechnet nun den Durchschnitt aus euren Geschwindigkeiten aus, (also addiert alle Geschwindigkeiten und dividiert das Ergebnis durch die Anzahl der Geschwindigkeiten).*

*Was fällt euch auf? Was ist gleich? Was ist der Nachteil, wenn ihr nur eine Durchschnittsgeschwindigkeit habt?*

## KRAFTÜBERTRAGUNG & GETRIEBE BEIM FAHRRAD



- **Aufgabe 1:** Bestimme den Durchmesser bzw. Radius deines Rades!
- **Aufgabe 2:** Wähle einen Gang bei deinem Fahrrad aus und schau, wie weit du damit kommst, wenn du die Kurbel einmal ganz herumtrittst. Zähle dann für diesen Gang die Zähne beim Ritzel und beim Kettenrad und trage die Werte in die Tabelle ein.
- **Aufgabe 3:** Führe diesen Versuch auch bei 4 anderen, möglichst unterschiedlichen Gängen durch und halte die Werte in der Tabelle fest.
- **Aufgabe 4:** Berechne aus der Anzahl der Zähne die Übersetzung bei den fünf Gängen!
- **Aufgabe 5:** Versuche mit der errechneten Übersetzung und dem Durchmesser des Rades den Weg, den man bei einer Kurbelumdrehung zurücklegt, zu berechnen.
- **Aufgabe 6:** Vergleiche den gemessenen Weg mit dem errechneten Weg!

1	2	3	4	5		
<b>Anzahl der Zähne Kettenrad</b>	<b>Anzahl der Zähne Ritzel</b>	<b>Übersetzung</b>	<b>Zurückgelegter Weg bei einer Umdrehung [m]</b>	<b>Berechneter Weg einer Umdrehung aus Radius und Übersetzung [m]</b>	<b>Übertragene Kraft auf das Hinterrad [N]</b>	<b>Geleistete Arbeit: Arbeit=Kraft x Weg [Nm]</b>

- **Bonus I:** Messe mit einer Federwaage bei den 5 ausgewählten Gängen die Kraft, die durch ein 5kg-Gewicht auf der Pedale auf das Hinterrad übertragen wird und trage die Werte in die Tabelle ein!
- **Bonus II:** Berechne bei den 5 Gängen die geleistete Arbeit (Arbeit=Kraft x Weg) und vergleiche die Werte miteinander. Fällt dir etwas auf?

## Station 5:

## Station 6: Leistung und Energie (=Arbeit) beim Radfahren

Theorie:

### **Definitionen:**

ENERGIE = ARBEIT = KRAFT \* WEG

[ $W = F * s$ ]

LEISTUNG = ENERGIE / ZEIT

[ $P = E/t$  oder  $E = P * t$ ]

### **Einheiten:**

Energie: J (Joule)

Leistung: W (Watt = Joule/Sekunde)

Fragen:

**1) Berechne die Leistung (P) des Fahrrades!**  
(bei einer konstanten Geschwindigkeit (**v**) und konstanter Kraft (**F**))  
Dazu musst du die 2 physikalische Größen:

- Geschwindigkeit (**v**) und
  - Kraft (**F**)
- messen.

Hinweis: Setze die 2 gemessenen Größen in die Formel:  $P = F * v$  ein. Somit hast du P berechnet!

**1.2) Führe diese Messung mindestens 3 mal durch und bilde den (arithmetischen) Mittelwert!**

Hinweis: arithmetisches Mittel von z.B.:  $P_{\text{Mittelwert}} = (P_1 + P_2 + P_3) / 3$

**2) Berechne gemäß der obigen Formel für die Energie!**

(mit der in 1.2) berechneten Leistung)

Hinweis: Du musst dazu natürlich die Fahrtzeit messen!

*Viel Erfolg!*

***Zusatzbeispiel (muss nicht gemacht werden):***

Erfinde ein Rechenbeispiel in dem du 2 unterschiedliche Energien (=Arbeiten) und Zeiten verwendest, aber auf die selbe Leistung kommst.

Weblinks:

Alle Arbeitsmaterialien befinden sich auf einer Moodle-Plattform und sind auch ohne Registrierung als Gast zugänglich:

<http://www4.edumoodle.at/physiklernen/course/view.php?id=70>



# Didaktische Analyse der Station „Kraftübertragung und Getriebe beim Fahrrad“

im Rahmen des mathematisch-physikalischen Fahrradprojekts

Gabriel Ranz

Die Station „Kraftübertragung und Getriebe beim Fahrrad“ umfasst zahlreiche Kompetenzen, die anhand der Handlungskompetenzmodelle der Bildungsstandards einer näheren Betrachtung unterzogen werden sollen.

Eine wesentliche Kompetenz, die im Zuge der Station trainiert werden soll, zielt auf die mathematische Modellierung gegebener Sachverhalte. So sollen die SchülerInnen im Reifen des Fahrrades eine Repräsentation der geometrischen Figur des Kreises erkennen und elementare mathematische Beziehungen auf physikalische Aufgabenstellungen anwenden können. Abstrakte Begrifflichkeiten wie Radius und Umfang des Kreises sollen anhand des realen Rades greifbarer und verständlicher gemacht werden. Diese Kompetenz findet sich u.a. in der H1-Handlungskompetenz des „M8-Modells“, wo die Wichtigkeit dessen hervorgehoben wird, *„in einem gegebenen Sachverhalt die relevanten mathematischen Beziehungen zu erkennen“*. Auch die zu dieser Kompetenz genannte charakteristische Tätigkeit alltagssprachliche Formulierungen in die Sprache der Mathematik zu übersetzen, soll in der Erarbeitung der Station eine Entsprechung finden, wenn in etwa die Übersetzung des Getriebes als Quotient der Zahnradzähne erkannt wird. Der Vorteil dieser Modellierungskompetenz zeigt sich im Idealfall den SchülerInnen darin, dass die experimentelle Bestimmung des Weges bei einer Umdrehung des Pedals das gleiche Ergebnis liefert wie eine mathematische Berechnung. Diese Konvergenz von Theorie und Experiment ist auch deshalb von großer Wichtigkeit, als es den pragmatischen Nutzen der Mathematik vor Augen führt.

Darüber hinaus verfolgt die Station das Ziel bei den SchülerInnen die experimentelle Kompetenz zu stärken. Dieser Aspekt ist im „NAWI8-Modell“ als H2-Kompetenz unter dem Namen *„Untersuchen, Bearbeiten, Interpretieren“* verankert und meint die Fähigkeit Vorgänge zu untersuchen, daraus Erkenntnisse zu gewinnen und allgemein Messungen durchzuführen. Die genannte Kompetenz ist für die Station insofern von großer Bedeutung als es auch darum geht einfache Messungen selbstständig durchzuführen (z.B. Messung der auf das Hinterrad übertragenen Kraft), Messwerte in einer Wertetabelle festzuhalten und diese auf eine gehaltvolle Aussage hin zu interpretieren. Auch was das Aufstellen von Vermutungen und das Formulieren von Fragen betrifft, lässt sich aus der Kraft-Weg-Abhängigkeit beim Getriebe sehr viel gewinnen. Als Beispiel für die damit verwandte

Kompetenz Untersuchungen zu planen, ist die Aufgabenstellung zu nennen, den bei einer Pedalumdrehung zurückgelegten Weg zu messen.

Eine weitere fokussierte Kompetenz besteht im „*Bewerten, Entscheiden und Handeln*“, der H3-Kompetenz im „NAWI8-Modell“. Diese Kompetenz ist u.a. dann gefordert, wenn es darum geht, die ermittelten Messergebnisse in Physik zu gießen bzw., speziell auf diese Station umgemünzt, wenn der Invarianz der Arbeit bei unterschiedlichen Übersetzungen eine physikalische Begründung gegeben werden muss. Doch auch wenn die erwartete Übereinstimmung nicht aus den Ergebnissen folgt, braucht es diese Kompetenz, um folgende Fragen zu klären: Wie lässt sich die Differenz zwischen Theorie und Experiment erklären? Hat die Messung die Physik widerlegt? Gibt es unberücksichtigte Faktoren? Und nicht zuletzt soll die praktische Anwendung des erlernten physikalischen Wissens gefördert werden, z.B. durch das Thematisieren der Kraftübertragung beim Bergauf- und Bergabfahren mit dem Fahrrad. Wenn die SchülerInnen von dieser Station eine Ahnung dessen mitnehmen, dass man mit der Gangschaltung nur das Kraft-Weg-Verhältnis ändert und sie dieses Wissen auch auf unterschiedliche Kontexte anwenden können, hat die Station ihr Ziel erreicht.

Der inflationären Verwendung des Kompetenzbegriffes entsprechend könnten noch zahlreiche weitere Kompetenzen erörtert werden, die auf die eine oder andere Weise durch diese Station gefördert werden, doch soll die Station noch aus anderen Blickwinkeln analysiert werden, die ebenfalls für einen gelingenden Unterricht wesentlich sind:

So handelt es sich bei der Station ganz klar um eine Lernstation. Nicht die Messung und Bewertung von Leistung auf Seiten der SchülerInnen steht dabei im Vordergrund, sondern das Erkunden, Erforschen und freie Entdecken. Durch diesen Fokus soll die klassische, nach Zwang riechende Leistungsatmosphäre aufgebrochen und dem impliziten Lernen, das nebenbei ohne bewusste Steuerung geschieht, Vorschub geleistet werden. Nicht nur erfolgt die Wissensaufnahme auf diese Weise weit ökonomischer, auch dürfte dieses Wissen eine längere Vergessenshalbwertszeit vorweisen zu können. Es gibt somit durchaus Gründe die für den Charakter der Lernaufgabe sprechen.

Ein weiteres wichtiges Kriterium ist der Alltagsbezug, der Zusammenhang mit der Lebenswelt der Schüler. Dieser ist durch die Station im Freien sicherlich eher gegeben, als wenn der physikalische Inhalt im Klassenzimmer erörtert würde. Insbesondere im Sommer ist der Alltagsbezug zum Fahrrad sicherlich gegeben, sind doch die meisten, wenn nicht sogar alle, SchülerInnen mit dem Fahrrad vertraut (u.a. auch durch den eigenen Schulweg). Nicht zuletzt durch die Hereinnahme eines typischen Freizeitgegenstandes, wie das Fahrrad einer ist, kann man von einer höheren Motivation bei den SchülerInnen ausgehen. Auch in punkto Authentizität dürfte die Station nicht allzu schlecht abschneiden, da die Praxis der

Gangschaltung beim Fahrrad und ihre Konsequenzen für das Treten allgemein bekannt sind, der physikalische Hintergrund jedoch kaum.

Wie bereits dargelegt lässt sich die Station auch durch das Merkmal charakterisieren, dass sie mehrere Zugangsweisen zu ein und demselben Phänomen anstrebt, speziell in der Messung und der mathematischen Berechnung des zurückgelegten Weges. Dadurch sollen nicht nur unterschiedliche Lerntypen angesprochen werden, sondern vor allem das Bewusstsein dafür geschaffen werden, dass es meistens mehrere Wege gibt, ein bestimmtes Ziel zu erreichen. Da es sich beim Fahrradprojekt auch um ein interdisziplinäres Projekt zwischen Mathematik und Physik handelt, ist mit den multiplen Zugängen auch die Intention verbunden, die im Schulalltag etablierten Grenzen zwischen diesen beiden Disziplinen etwas aufzuweichen und das Potential gegenseitiger Ergänzung aufzuzeigen.