

Physik WPK

Aerodynamik

Windwiderstandsbestimmung durch Leistungsmessung

Quelle: Gymnasium Adolfinum

www.adolfinum-schaumburg.de

Kontakt: Ulrich Fries

fries@quantentunnel.de

Durchführung Jahrgang 10

- Lehrer U. Fries
- Gruppenarbeit
- Testfahrer Tim

Die Ziele des Experimentes:

Auf Grund des nervigen Windwiderstandes wollten wir herausfinden, wie er sich auf einen Radfahrer auswirkt, der Fahrrad im Wind fährt. Das Problem, dass wir den Wind nicht ausschalten können, haben wir folgendermaßen bearbeitet. Wir haben es ignoriert. Um den Widerstand zu messen haben wir unseren Radfahrer, Tim, einmal ohne Wind, also auf einer Trainingsrolle und einmal im Wind, also auf einer einfachen Strasse fahren lassen. Als wir mit den Experimenten fertig waren, haben wir nur noch die Leistungswerte aus dem Laborexperiment von den Straßenexperimentwerten im Wind subtrahieren müssen, um die für die Überwindung des Windwiderstandes erforderliche Mehrleistung festzustellen.

Materialien

- Rennrad
- elektronischer Rollentrainer (Tacx – Cycleforce Basic)
- Messgerät mit Digitalanzeige für v und P
- Herzfrequenzmesser
- Rennradfahrer

Aufbau



Das Hinterrad des Rennrads wird in den Rollentrainer eingespannt, anschließend wird die Digitalanzeige an den Rollentrainer und der Fahrer an den Herzfrequenzmesser angeschlossen. Alle Displays werden am Lenker befestigt.



Durchführung

Zur Durchführung des Experimentes versucht der Fahrer eine Anfangsgeschwindigkeit konstant zu halten, die in bestimmten Zeitabschnitten erhöht wird. Vor dem Fahrrad steht eine Hilfsperson, die die Messwerte abliest und dem Schreiber diktiert. Die Messwerte werden in einer Tabelle festgehalten.



Leistung Pin Watt	80	83	88	91	95	103	109	114	120	128	134	139	142
Herzfrequenz $F_H \frac{1}{s}$	123	125	127	128	129	129	131	130	135	136	138	138	140
Drehwindigkeit $V_{Hofl} \frac{1}{s}$	19,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	
Pin Wert	143/154	155	161	170	174	185	191	195	200	209	210	213	220
$F_H \frac{1}{s}$	140	146	148	151	150	153	156	161	166	166	172	171	171
$V_H \text{ Hoff}$	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
												44	45
												225	239
												172	181
												46	47

115 Sekunden

Der Messcomputer zeigt die Geschwindigkeit, Leistung in Watt und ein Rollwiderstandsmaß an. Außerdem kann man noch andere Einstellungen vornehmen.

Die Pulsuhr misst die Herzfrequenz, mit einem Sender in einem Brustgurt, der um den Oberkörper geschnallt ist und die Herzfrequenz zur Pulsuhr sendet.

Nun fährt Tim pro Minute 1 km/h schneller. Die Herzfrequenz f , die Leistung P und die Geschwindigkeit v werden festgehalten. Wir haben mit 19 km/h angefangen und mit 47 km/h aufgehört.

Der gleiche Versuch wird noch einmal auf der Straße mit Gegenwind und Rückenwind ausgeführt.

weiter

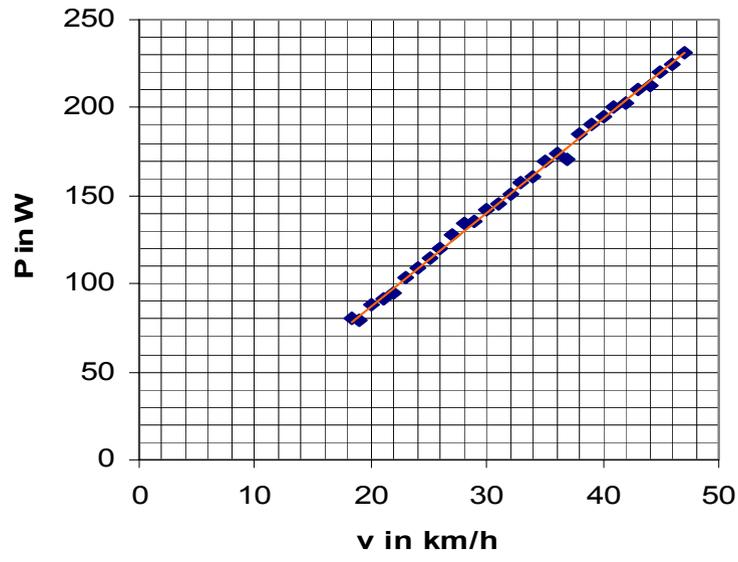




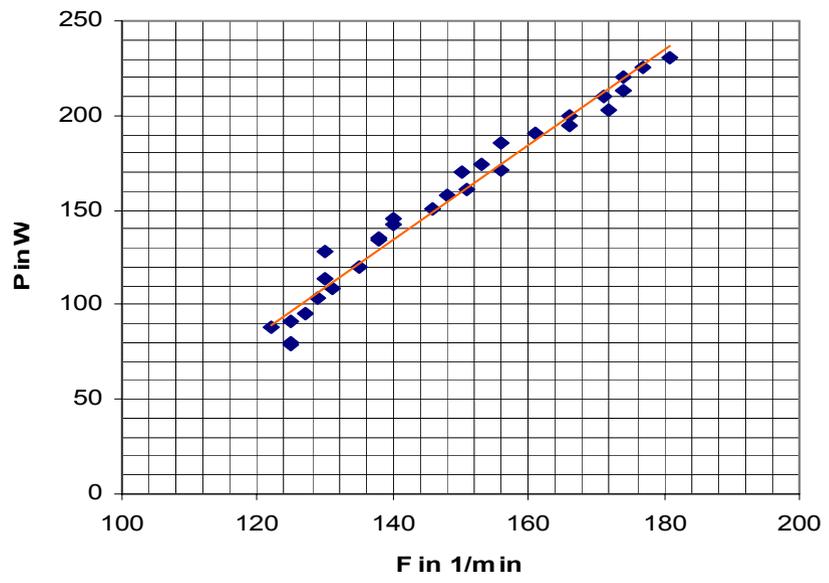


F in 1/s		
125	18,30	80
125	19	79
122	20	88
125	21	91
127	22	95
129	23	103
131	24	109
130	25	114
135	26	120
130	27	128
138	28	134
138	29	135
140	30	142
140	31	145
146	32	151
148	33	158
151	34	161
150	35	170
153	36	174
156	37	171
156	38	185
161	39	191
166	40	195
166	41	200
172	42	203
171	43	210
174	44	213
174	45	220
177	46	225
181	47	231

Leistung P abhängig von Geschwindigkeit v

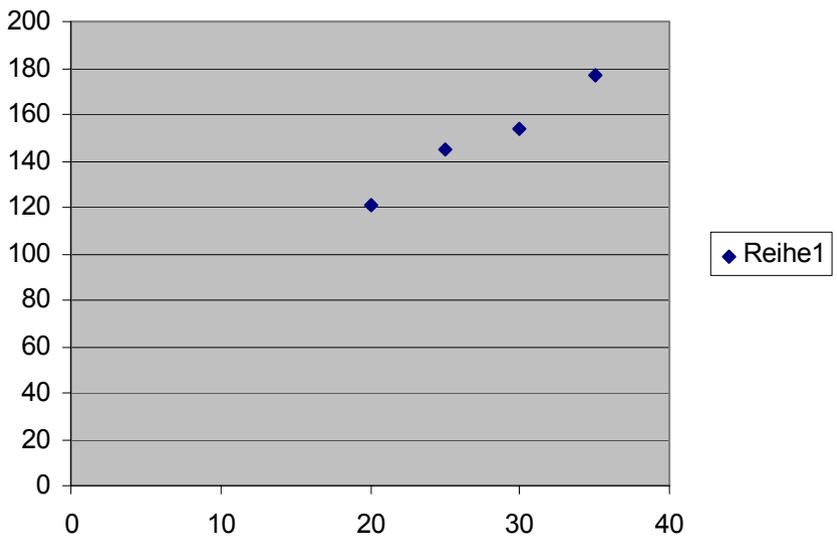


Leistung P abhängig von Herzfrequenz F



Mit Windwiderstand

Puls F in 1/min	Geschwindigkeit V in km/h	Puls f in 1/min	MITTELWERT
mit Wind	17-20 km/h		
106	20		120,5
129	25		144,5
137	30		153,5
172	35		177
gegen den Wind	17-20 km/h		
135	20		
160	25		
170	30		
182	35		



Die erhaltenen Ergebnisse im Wind sehen ihrer Steigung entsprechend in den Labor-Grafiken wie folgt aus:

Die grünen Differenzen zwischen „blauer“ und roter Kurve entspricht den jeweiligen durch den Windwiderstand erforderlichen Mehrleistungen.

Leistung P abhängig von Geschwindigkeit v

