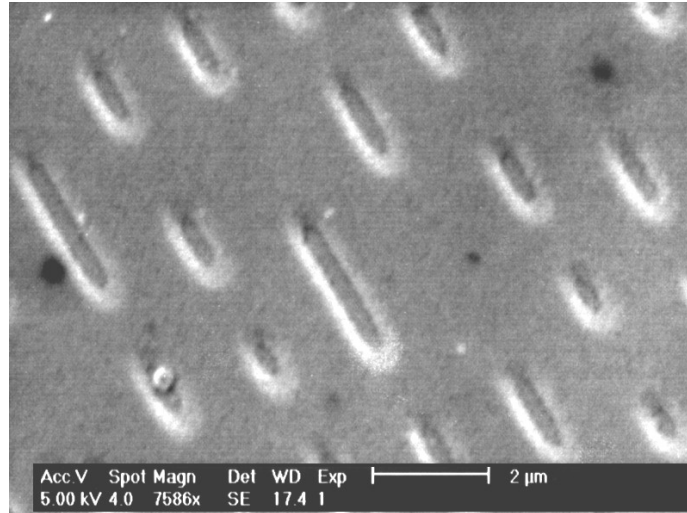


1. **Aufgabe:**

Eine CD rotiert im CD Player etwa zwischen 3 und 8 mal pro Sekunde, d.h mit einer **Frequenz** zwischen 3Hz (Hertz) und 8Hz. Der Durchmesser der CD ist 12cm. Die Daten werden in einer Spiralspur gespeichert, welche laut Wikipedia eine Länge von ca. 6km hat.



Oberfläche einer CD, Bildquelle Wikipedia

- Welche **Periodendauer**  $T$  entspricht einer Frequenz von 8Hz (d.h. wie lange dauert eine "Runde")?
- Welchen Umfang hat die CD?
- Welchen Umfang hat die äußere Datenspur, wenn diese näherungsweise als Kreis mit einem Radius von ca. 5,7cm betrachtet wird?
- Mit welcher **Bahngeschwindigkeit**  $v$  bewegt sich ein Punkt auf der äußeren Datenspur bei 3 Umdrehungen pro Sekunde?
- Audio CD Player lesen die CD's bei einer konstanten Datenrate. Deshalb muss die Rotationsgeschwindigkeit zwischen 3Hz und 8Hz variieren. Da die Änderung der Rotationsgeschwindigkeit aber sehr klein ist (Audio-Kapazität 74 Minuten), können wir in guter Näherung von einer gleichförmigen Kreisbewegung ausgehen. Welchen Radius muss die innere Datenspur etwa besitzen?

2. **Aufgabe:**

Eine Windrad bewegt sich mit der Frequenz von 0,25Hz.

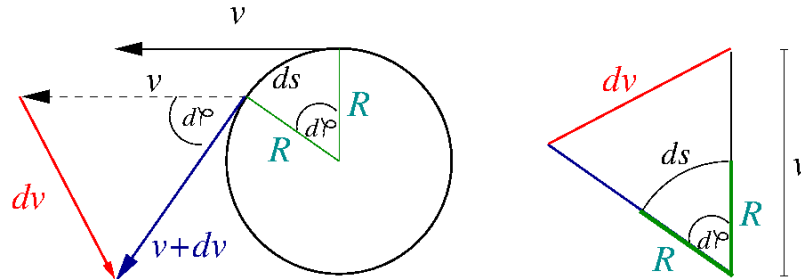
- Wie lange dauert ein ganzer Umlauf?
- Welcher Winkel in Grad wird pro Sekunde zurückgelegt?
- Welcher Winkel wird im **Bogenmaß** pro Sekunde zurückgelegt? Das Bogenmaß ist die Bogenlänge des zum Winkel gehörenden Kreissektors im Einheitskreis.
- Mit welcher **Winkelgeschwindigkeit**  $\omega$  bewegt sich die CD bei 8 Umdrehungen pro Sekunde?
- Wie hängt die **Bahngeschwindigkeit**  $v$  mit der Winkelgeschwindigkeit zusammen?

3. **Aufgabe:**

Die Erde hat im Mittel etwa einen Radius von 6371km.

- Berechne die Winkelgeschwindigkeit der Erde.
- Welche Bahngeschwindigkeit hat eine Person am Äquator? (Ergebnis in  $\frac{m}{s}$  und  $\frac{km}{h}$  angeben.)
- Der Abstand von Erde und Sonne ist ca. 150 Millionen km.  
Mit welcher Bahngeschwindigkeit bewegt sich die Erde um die Sonne? (Ergebnis in  $\frac{m}{s}$  und  $\frac{km}{h}$  angeben.)
- Unser Sonnensystem umkreist ein supermassives Schwarzes Loch im Zentrum der Milchstraße einmal in 225 Millionen Jahren. Die Entfernung zum galaktischen Zentrum beträgt ca. 26000 Lichtjahre. Das Licht legt etwa 300000 km pro Sekunde zurück. Mit welcher Bahngeschwindigkeit bewegt sich das Sonnensystem?

Bei **gleichförmiger** Kreisbewegung ist die Bahngeschwindigkeit immer konstant, d.h. es ändert sich nur die Richtung. Nach dem infinitesimal kleinen Zeitintervall  $dt$  hat der Punkt auf der Kurve das Bogenstück  $ds$  bzw. den Winkel  $d\varphi$  zurückgelegt. Die Tangentialgeschwindigkeit hat sich um  $d\vec{v}$  geändert und ist nun  $\vec{v} + d\vec{v}$  (siehe Abbildung, das durch Parallelverschiebung von  $\vec{v}$  entstandene Dreieck links). Allerdings gilt  $|\vec{v} + d\vec{v}| = |\vec{v}| = v$ , der Betrag der Bahngeschwindigkeit bleibt ja unverändert.



Da Tangentialgeschwindigkeit  $\vec{v}$  immer senkrecht zum Radialvektor  $\vec{R}$  steht, taucht der Winkel  $d\varphi$  in dem linken Dreieck wieder auf. Aus den beiden Dreiecken kann eine Strahlenfigur zusammengesetzt werden. Da wir infinitesimale Änderungen betrachten, ist das Bogenstück  $ds$  näherungsweise gerade. Offensichtlich ist hier:

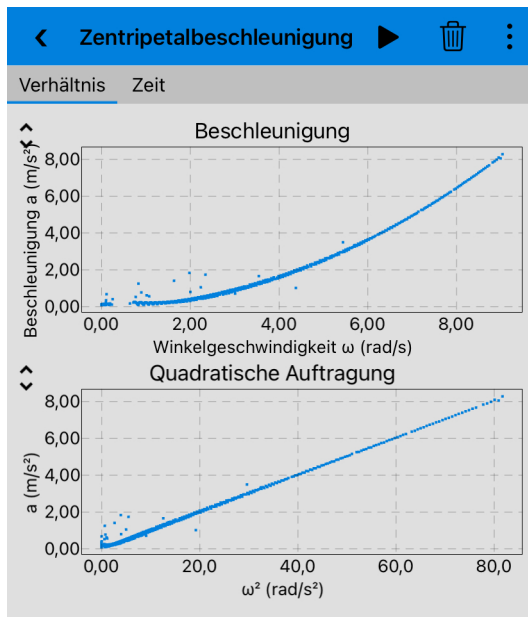
$$\frac{dv}{v} = \frac{ds}{R} \Rightarrow dv = \frac{v}{R} ds$$

„Division“ durch  $dt$  ergibt:

$$\underbrace{\frac{dv}{dt}}_a = \frac{v}{R} \underbrace{\frac{ds}{dt}}_v \quad \text{also:} \quad a = \frac{v^2}{R} \quad (1)$$

### Experiment:

Mit der Software phyphox <https://phyphox.org> wurden bei einer Kreisbewegung des Smartphones folgende Daten gemessen:



Aufgrund der zweiten Grafik (Quadratische Auftragung) lässt sich vermuten, dass die Zentripetalbeschleunigung  $a$  proportional zum Quadrat der Winkelgeschwindigkeit  $\omega$  ist, also  $a \propto \omega^2$ .

#### 1. Aufgabe:

- Bestimme den Proportionalitätsfaktor  $P = \frac{a}{\omega^2}$  aus den Daten und gib seine physikalische Einheit und Bedeutung an.
- Ermittle aus den Daten welchen Abstand der Sensor zum Drehzentrum der Bewegung hatte.
- Leite die Formel aus dem Experiment aus Gleichung (1) theoretisch her.