

# Woche 11: GPS

Roman Gassmann

Electronics4you



28./29. Mai 2018

# Programm

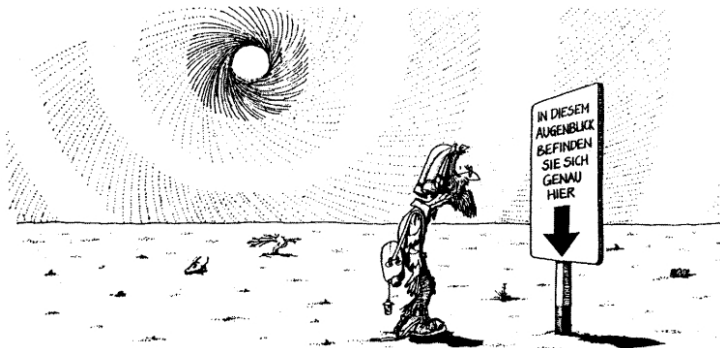
Was ist GPS?

Theorie Physik

Wie funktioniert GPS?

# Was ist GPS?

- **Global Positioning System** (Globales Positionierungs System)
- Satellitengestütztes Navigationssystem
- Entwickelt vom amerikanischen Militär



# Physik - Kinematik

$$v = \frac{s}{t} \quad (1)$$

$v$  = Geschwindigkeit,  $s$  = Strecke,  $t$  = Zeit

Bewegt sich ein Gegenstand während einer gewissen Zeit  $t$  mit einer konstanten Geschwindigkeit  $v$ , so kann die zurückgelegte Distanz berechnet werden zu:  $s = v \cdot t$ .

# Physik - Kinematik

Beispiel 1: Zurückgelegte Distanz eines Velos

$$\text{Geschwindigkeit: } v = 18\text{km/h} = \frac{18}{3.6}\text{m/s} = 5\text{m/s}$$

$$\text{Zeit: } t = 10 \text{ min} = 600\text{s}$$

$$\text{Lösung: Distanz} = v \cdot t = 5\text{m/s} \cdot 600\text{s} = 3'000\text{m} = 3\text{km}$$

# Physik - Kinematik

Beispiel 2: Entfernung eines Gewitters

Schallgeschwindigkeit:  $v_{s,20} = 343\text{m/s}$

Zeit:  $t = 21\text{s}$

Lösung: Distanz =  $v \cdot t = 343\text{m/s} \cdot 21\text{s} = 7203\text{m} = 7.203\text{km}$

# Physik - Kinematik

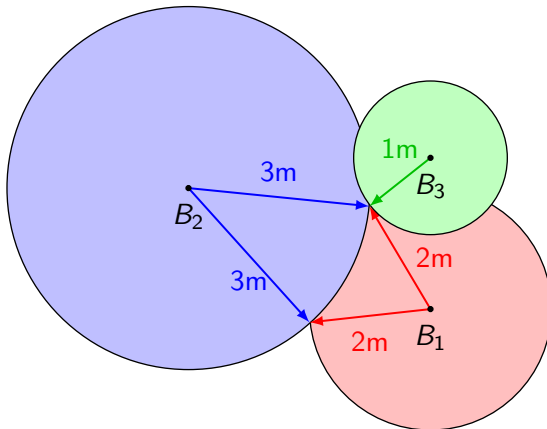
Beispiel 3: Entfernung Sonne - Erde

Lichtgeschwindigkeit:  $v_L = 300'000'000 \text{ m/s}$

Zeit:  $t = 8 \text{ min} 10 \text{ s}$

Lösung: Distanz =  $v \cdot t = 300'000'000 \text{ m/s} \cdot (8 \cdot 60 + 10) \text{ s} =$   
 $147'000'000'000 \text{ m} = 147'000'000 \text{ km}$

## Geometrie - 2D-Ortung





## Geometrie - 3D-Ortung

Wird die Dimension des Raumes von 2D auf 3D erhöht, so gehen die Kreise in Kugeln über.

⇒ Zur genauen Positionsbestimmung wird dann ein zusätzlicher Punkt benötigt.

## Ortung bei GPS?

Um uns auf der Erde (3D-Raum) zu orten, benötigen wir folglich...

- min. 4 versch. Punkte mit bekannten Positionen  $\Rightarrow$  Satelliten  $\checkmark$
- die Distanzen zu diesen Punkten  $\Leftarrow$  ?

## Im GPS

Die Satelliten senden ein Signal aus. Das Signal beinhaltet Informationen über die Position. Gleichzeitig kann aus dem Signal die Zeitdauer gemessen werden, welche das Signal vom Satellit bis zur Erde benötigte.

Wir wissen, dass die Geschwindigkeit des Signals der Lichtgeschwindigkeit also  $300'000'000\text{m/s}$  entspricht. Im Durchschnitt braucht das Signal  $67\text{ms}$  um vom Satellit zur Erde zu gelangen. Wie gross ist die durchschnittliche Distanz zu den Satelliten?

$$s = v \cdot t = 300'000'000\text{m/s} \cdot 0.067\text{s} = 20100000\text{m} = 20100\text{km}$$

als Vergleich: Distanz Erde-Mond:  $363'300\text{km} - 384'400\text{km}$

## Wieviele Satelliten benötigt das GPS?

Um überall auf der Welt mindestens 4 Satelliten zu "sehen", werden wesentlich mehr als 4 Satelliten benötigt.

Wie viele Satelliten sind zur Zeit in Benutzung?  $\Rightarrow$  32

