

Phyphox – Experimente mit dem Smartphone

Christian Radicke
Berufliche Schule an der
Universitätsmedizin Greifswald
November 2021





phyphox
physical phone experiments

[News](#)[Download](#)[Experimente](#)[Forum](#)[Mehr ▾](#)[Deutsch ▾](#)

Dein Smartphone ist ein mobiles Labor.

**RWTH AACHEN
UNIVERSITY**

Kostenlos runterladen:



JETZT BEI
Google Play



Download on the
App Store

Folge uns:



Sensoren im Smartphone

• Position (GPS , Galileo)	Navigation
• Beschleunigung (x, y, z)	Spiele, Navigation
• Gyroskop (Rotation)	Spiele, Navigation
• Lichtstärke	Displayhelligkeit, Kamera
• Magnetisches Feld (x,y,z)	Kompass, Navigation
• Luftdruck	Navigation (Höhe)
• Näherungssensor	Displayabschaltung am Kopf
• Schallpegel	Telefonie Lautstärkeregelung
• Temperatur	intern: regelt Ladung und CPU-Takt
• Luftfeuchtigkeit	intern: Schutzabschaltung

Achtung: Ausstattung von verschiedenen Smartphones mit Sensoren ist nicht identisch, Testen der Ausstattung mit App, z.B. AndroSensor

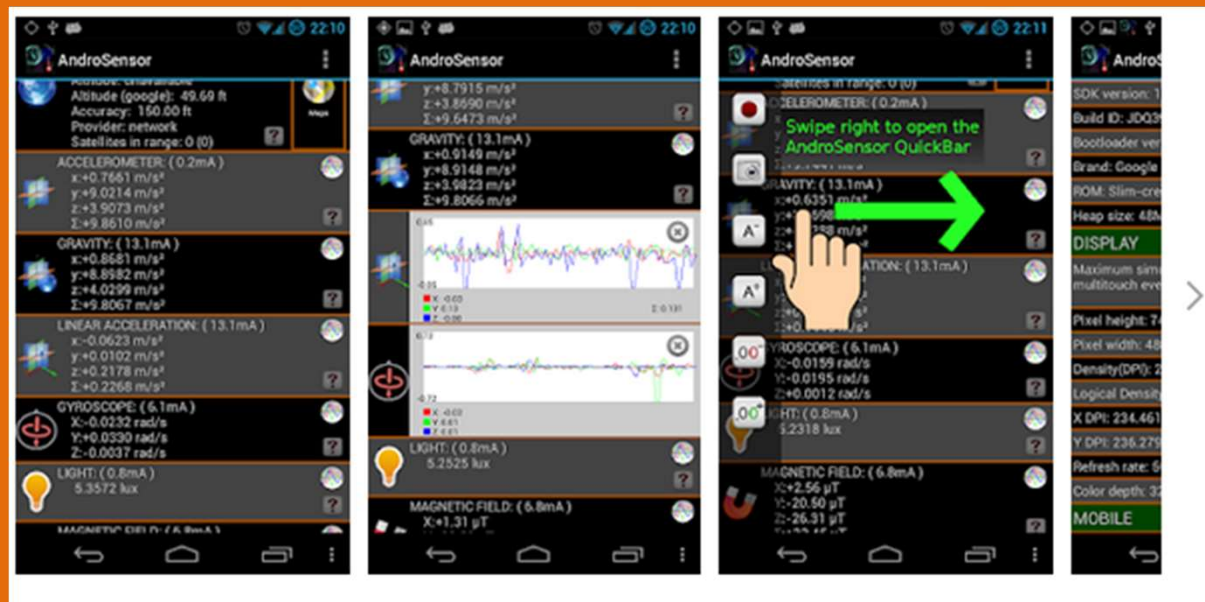
Regel: je teurer, desto mehr Sensoren sind eingebaut

2021: Trend zu größeren Displays und leistungsfähigen Kameras, spezielle Sensoren (Luftdruck) sind Exoten

Sensoren erkunden



AndroSensor (nur für Android):



Positiv: Anzeige und Erklärung der Sensoren,
Info über Hardware , Messbereiche, Empfindlichkeit/Genauigkeit
einfaches Daten-Recording möglich

Negativ: eingeblendete Werbung

AndroSensor



Einstellungen anpassen

AndroSensor

Entfernung Einheit
Metrisch (cm/m)

GYROSKOP
rad/s

Temperatureinheit
Celsius

Leuchtkraft Einheit
lux

Luftdruck-Einheit
hPa

Location
n.n° N/S - e.e° W/E

Accelerometer coords
Device coords

Einheiten

Update Interval

☒ Langsam

☐ Normal

☐ Schnell

☐ Sehr schnell

☐ 0.1 sec

☐ 0.5 sec

☐ 1 sec

☐ 5 sec

☐ 15 sec

ABBRECHEN

Messintervall

Barometer Altitude

☐ Disabled

☐ Sea-level pressure
from webservice
(openweathermap.org)

☐ Current height to zero
(height diff mode)

☒ Sea-level pressure
fixed 1013hpa

ABBRECHEN

Luftdruck-Basiswert

Phyphox



phyphox

RWTH Aachen University Lernen

USK ab 0 Jahren

★★★★★ 2.111

Diese App ist mit allen deinen Geräten kompatibel.

Installiert



Wusstest du, dass du stets ein 3D-Magnetometer mit dir herumträgst? Dass dein Smartphone als Pendel die lokale Erdbeschleunigung messen kann? Dass man dein Smartphone als Sonar nutzen kann?

Kostenlos für Android
und für IOS (Apple)

Webseite <https://phyphox.org>

 **phyphox**
physical phone experiments

News Download Experimente Forum Mehr | Deutsch

Experimente

Featured

Freier Fall



Smartphone-Experiment: Fr...
Freier Fall

Geschwindigkeit eines Aufzugs



Smartphone-Experiment: G...
Geschwindigkeit eines Aufzugs

Experiment-Liste



Experimente mit Video-Anleitungen



Experimente mit Schulmaterialien



Liste aller Experimente

Wir nehmen auch gerne Arbeitsblätter, neue Experimente oder Ähnliches auf, die wir nicht selbst erstellt haben. Die einzige Bedingung ist, dass das jeweilige Arbeitsblatt einer Creative Commons-Lizenz unterliegt, die diese Verwendung zulässt und dass diese Lizenz deutlich erkennbar ist. Das Material bitte einfach per Mail an uns schicken.

- Video-Anleitungen
- Teilweise mit Schulmaterial
- Forum zum Austausch
- Datenbank für Smartphones mit Sensorausstattung
- Programmierumgebung

Smartphone Datenbank

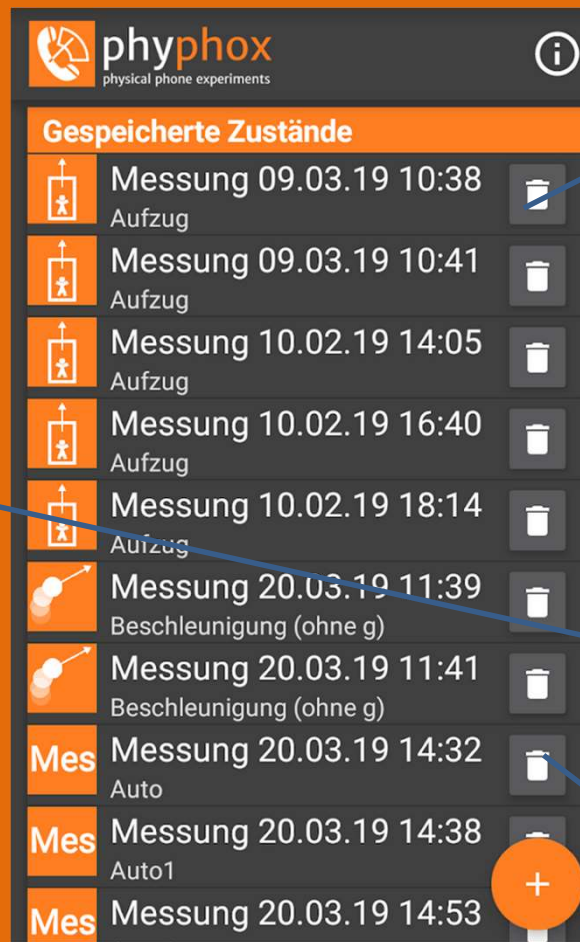
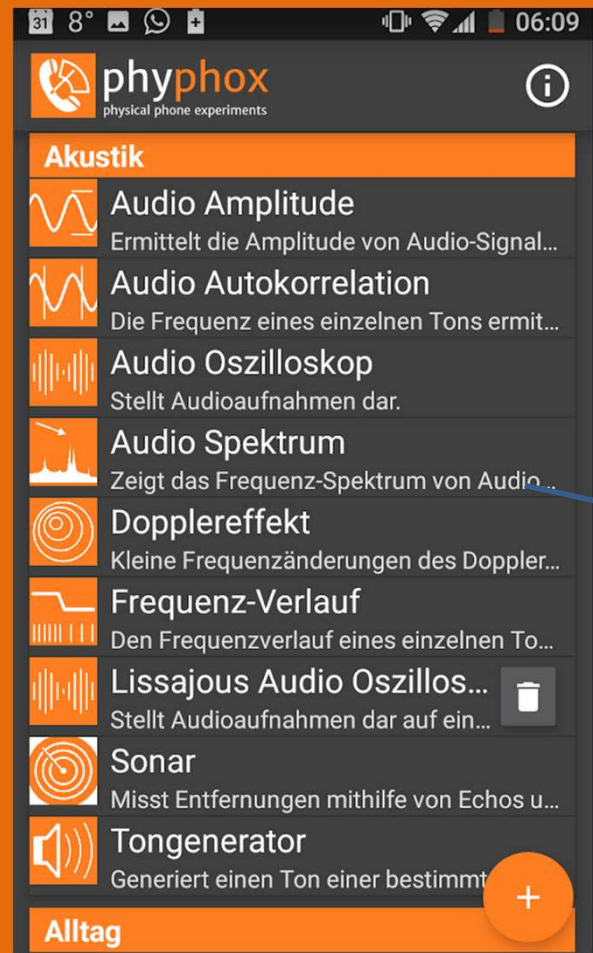
- <https://phyphox.org/sensordb/>
- Enthält Daten zu Sensoren in Smartphones
- werden freiwillig von Usern generiert und übertragen
- Zur Suche ist der genaue Typcode des Telefones erforderlich:
Einstellungen-System-Über das Telefon
für mein Sony Xperia: F5321
- Wichtig bei der Vor-Auswahl eines neuen Smartphones

Welcome to our sensor database. The information presented here has been collected by our users using the "Submit to sensor database" experiment. You can see how the data is obtained at the bottom of this page and general statistics across all devices [here](#).

Our database contains a total of **1908** devices, submitted by **11250** users. Last update was on 2020-11-04 03:28:48 (UTC) and took 527 seconds.

Manufacturer	Model	Sample size	Variants	Accelerometer				Acceleration (without g)			Gyroscope		
				Available	Rate	Average	Std Dev	Available	Rate	Std Dev	Available	Rate	Std Dev
Sony	F5321	18	1	✓	200.0 Hz	9.712 m/s ²	0.021 m/s ²	✓	200.0 Hz	0.013 m/s ²	✓	200.0 Hz	0.0023 rad/s

App auf dem Smartphone



Eigene Versuchsdaten mit
Zeitstempel

Liste der Experimente,
sortiert nach Thema

Löschen von Daten
und eigenen
Experimenten

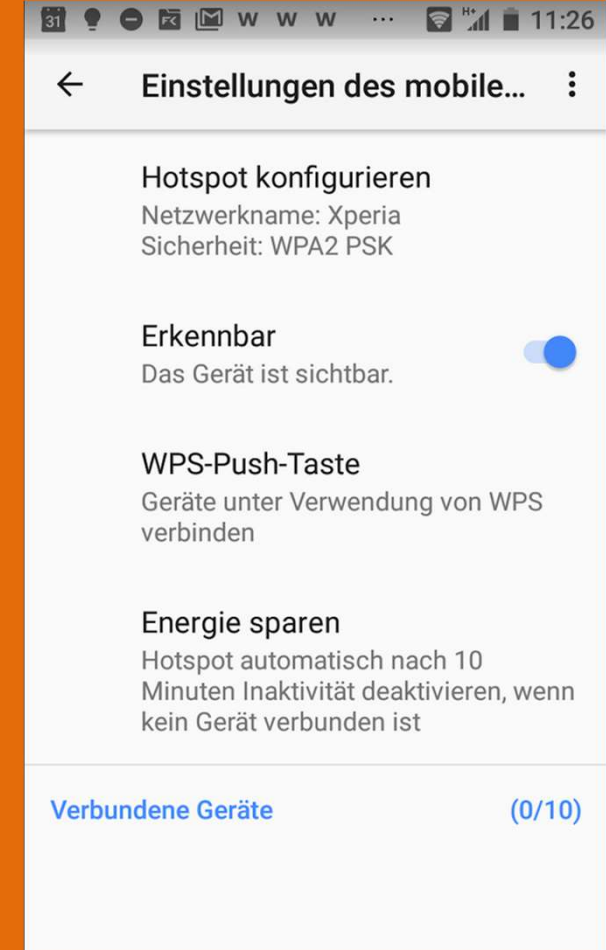
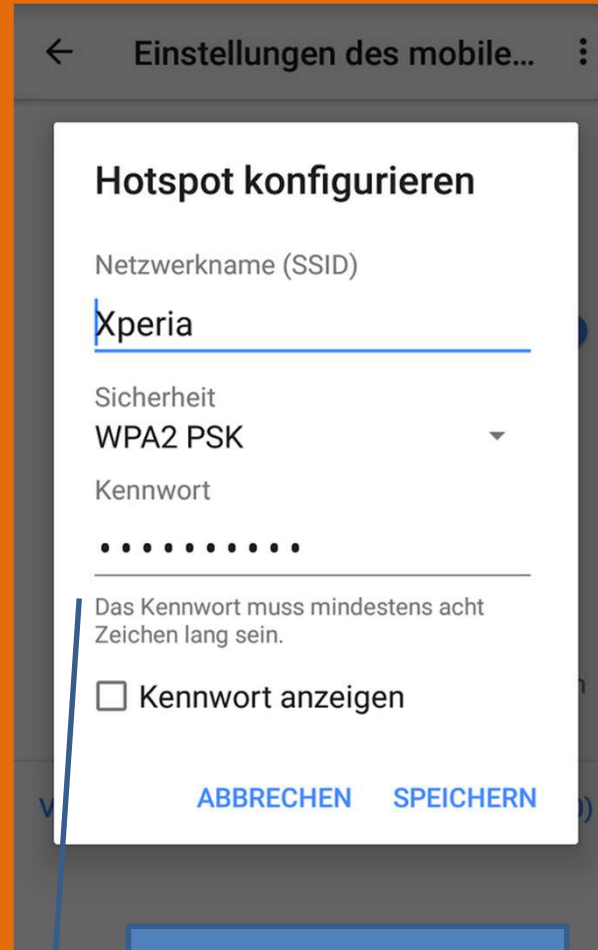
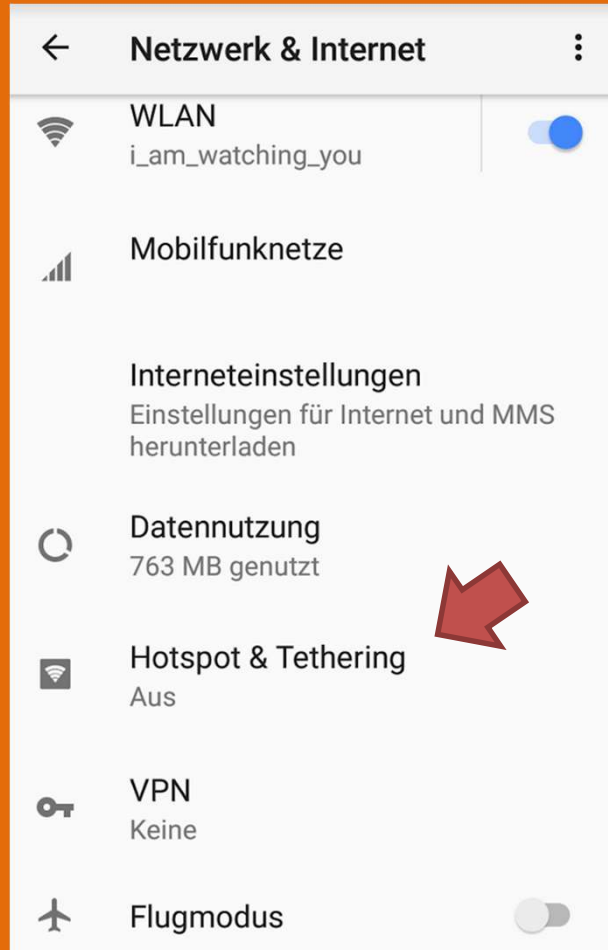
Versuchsplanung

- Auswahl, Zubehör beschaffen
 - Einrichten
 - Durchführung
 - Datenspeicherung und Weiterverarbeitung
-
- Testen!

Allgemeines Vorgehen/Checkliste

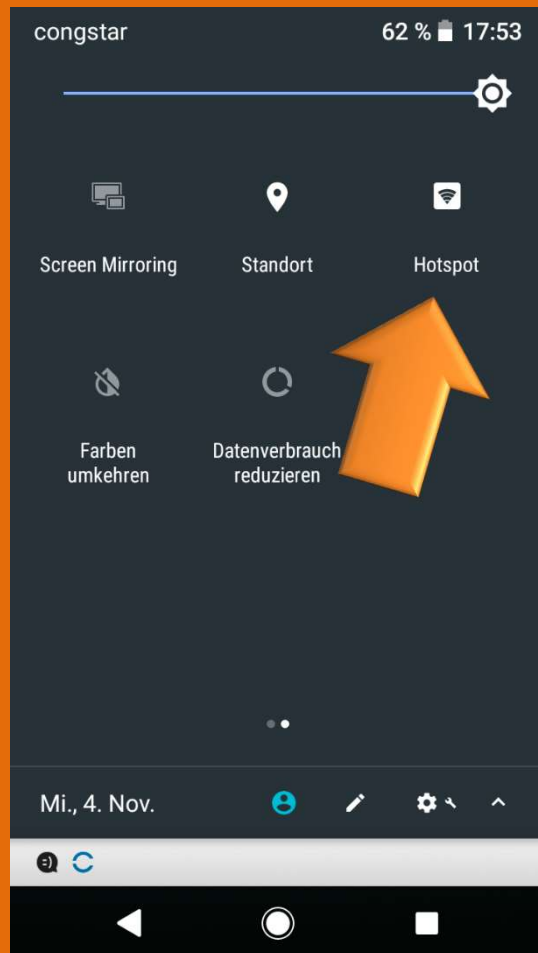
- Display-Abschaltzeit im Smartphone hochsetzen
10 – 30 min - sonst bricht evtl. Verbindung im Experiment ab
- Benachrichtigungen anderer Apps möglichst ausschalten
- PC und Smartphone im gleichen WLAN-Netz verbinden
Tethering vom Smartphone oder eigenes Netzwerk vom Windows-PC
- App starten, Versuch auswählen
- Für Projektion am PC: Fernzugriff erlauben
IP Adresse für PC Browser wird angezeigt
- Im PC-Browser IP Adresse eingeben (Anzeige wird gespiegelt)
- Experiment starten / beenden (am Smartphone oder über PC-Browser)
- Daten live anzeigen
- Daten lokal in App speichern
- Übertragung der Daten auf PC als Excel- oder csv-Datei
- Daten am PC auswerten (z.B. mit Excel Diagramme erzeugen)

Kein gemeinsames WLAN: Tethering nutzen



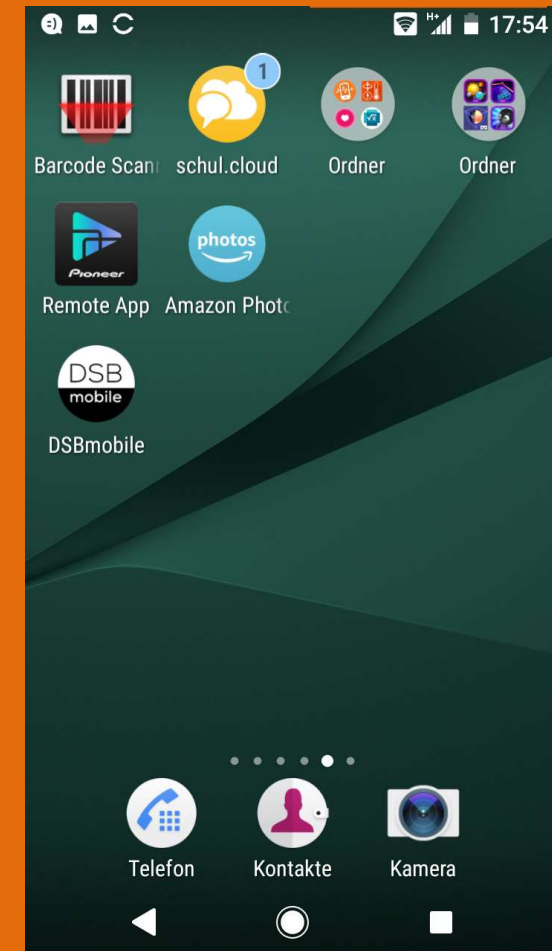
nur einmalig
notwendig

Tethering Schnellzugriff

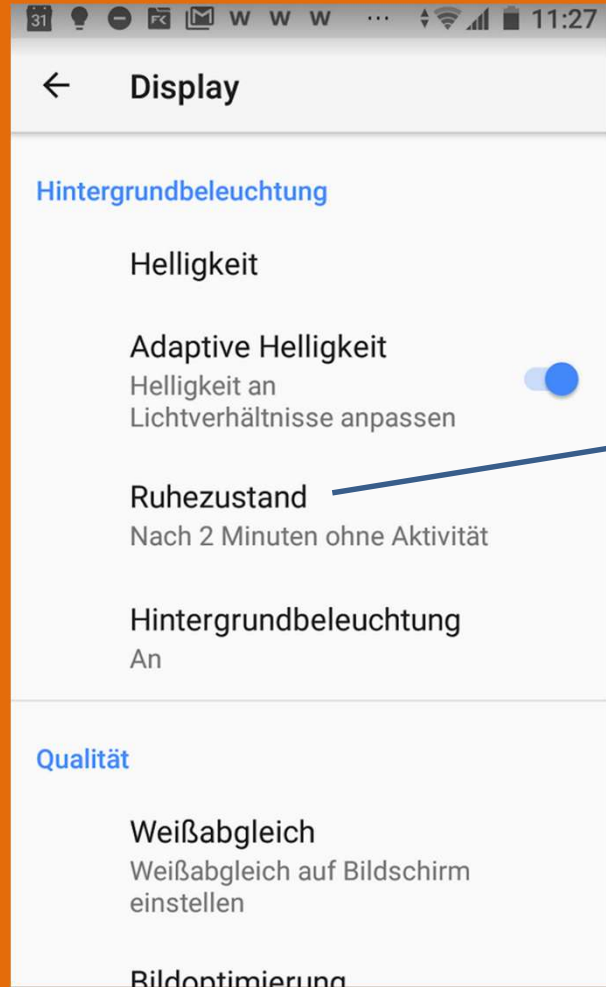


Unter Einstellungen
der Statusleiste
aktivieren

Anzeige als Symbol
in der Statusleiste

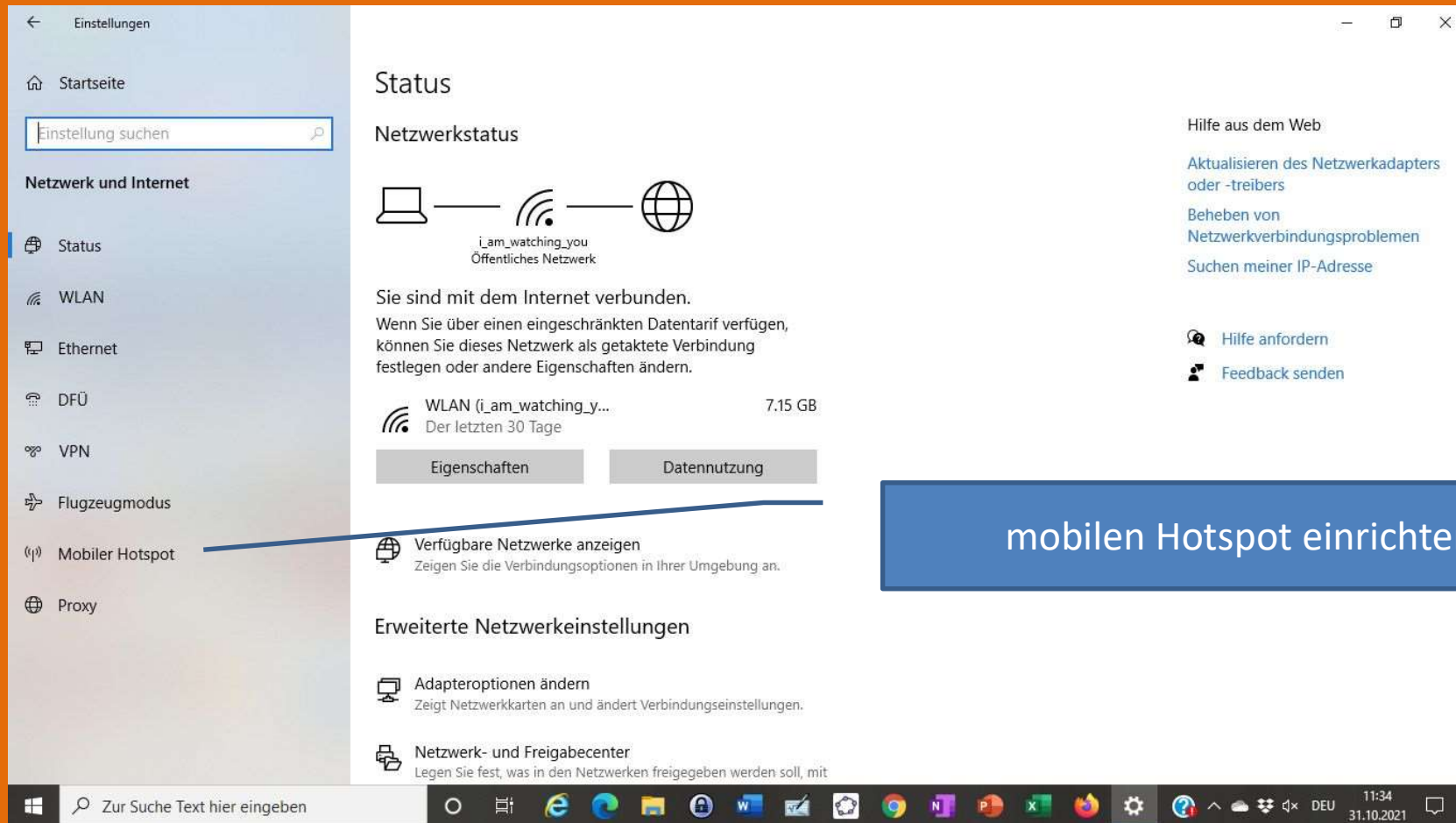


Wichtig: Display aktivieren



Zeit für Ruhezustand
erhöhen: 30 min
empfohlen

Win10 Hotspot



Einstellungen: Netzwerk und Internet

Win10 Hotspot

The screenshot shows the Windows 10 Settings app, specifically the 'Mobiler Hotspot' page. The left sidebar shows the 'Netzwerk und Internet' section with 'Mobiler Hotspot' selected. The main content area shows the hotspot configuration. Blue lines connect specific UI elements to callout boxes on the right:

- A line from the 'Ein' (On) toggle switch points to the 'Einschalten' box.
- A line from the 'WLAN' dropdown menu points to the 'Verbindung wählen' box.
- A line from the 'WLAN' radio button points to the 'Hotspot einrichten' box.
- A line from the 'Bearbeiten' button points to the 'Übersicht' box.

Annotations on the right side include:

- Einschalten** (On/Off)
- [Verwandte Einstellungen](#)
- [Adapteroptionen ändern](#)
- [Netzwerk- und Freigabecenter](#)
- Verbindung wählen** (Choose connection)
- [Einrichten eines mobilen Hotspots](#)
- Hotspot einrichten** (Set up hotspot)
- Übersicht** (Overview)

Hotspot configuration details:

- Meine Internetverbindung für andere Geräte freigeben: **Ein**
- Eigene Internetverbindung freigeben von: **WLAN**
- Meine Internetverbindung freigeben über: **WLAN** (selected), Bluetooth
- Netzwerkname: **PC_HP**
- Netzwerkkenwort: **12345678**
- Bearbeiten
- Verbundene Geräte: **1 von 8**

Gerätename	IP-Adresse	Physische Adresse (MAC)
Unbekannt	192.168.137.150	d4:38:9c:02:f7:ed

- Energiesparmodus

Taskbar at the bottom shows the time as 11:37 on 31.10.2021.

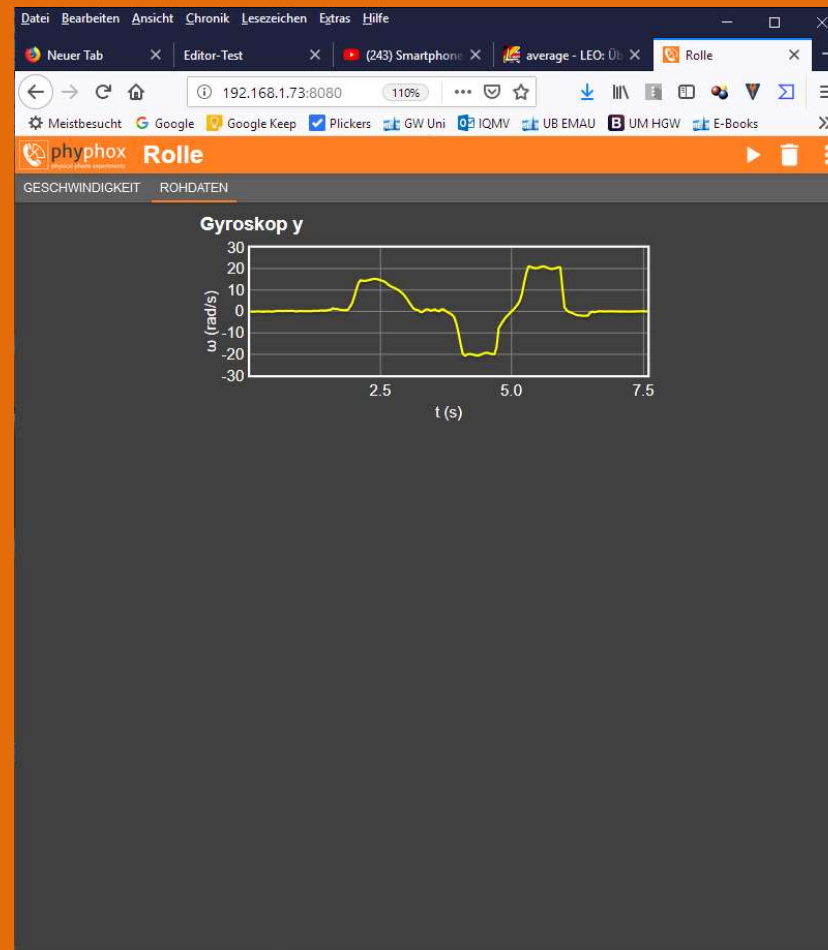
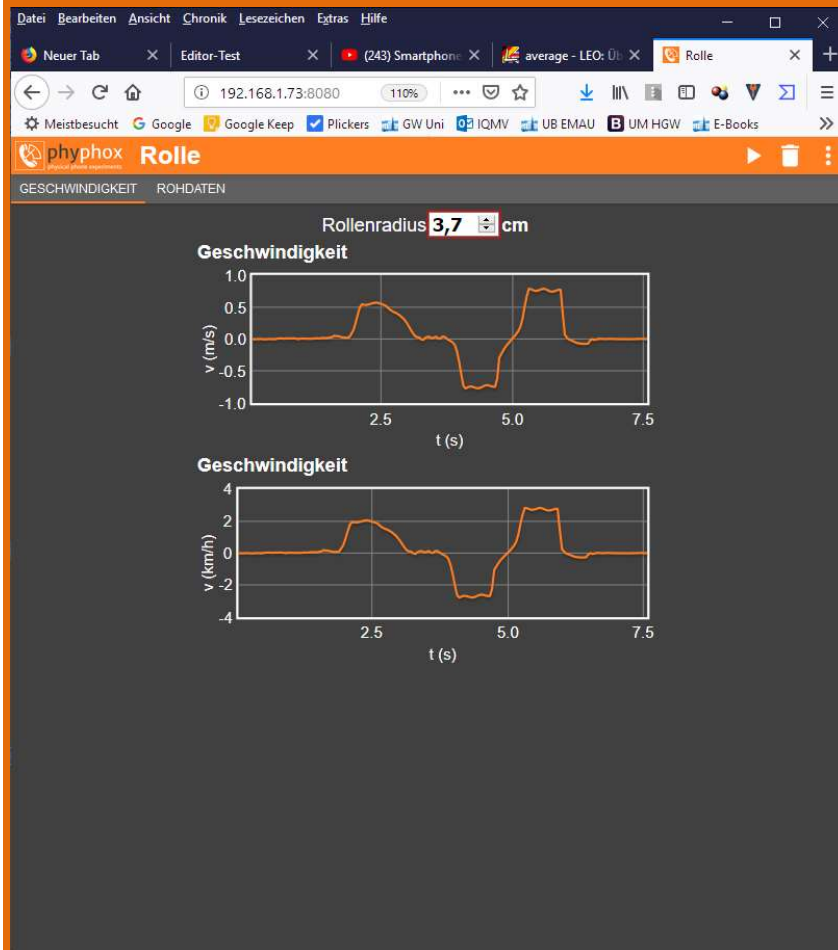
Experimente ohne Aufwand

- Geschwindigkeit : Smartphone in Papprolle
- Radialbeschleunigung:
Phone am Fahrrad (auch in Salatschleuder, auf Plattenspieler)
kleiner und großer Radius
langsame und schnelle Drehbewegung
- Luftdruck messen
- Flugzeug oder Fahrstuhl
- Beachte bei jedem Experiment:
Phone gegen Beschädigungen schützen,
z.B. in Luftpolsterfolie einwickeln und sicher befestigen (Klettbänder)
Besser: geschützte Tasche

Messbereiche der Sensoren sind begrenzt
(angepasst an den normalen Gebrauch)

Messung der Geschwindigkeit einer Rolle

<https://phyphox.org/de/experiment/?material=1>



Messung der Radialbeschleunigung I



$$a_r = r \omega^2$$
$$F_r = m r \omega^2$$

Messung der Radialbeschleunigung II



$$a_r = r \omega^2$$

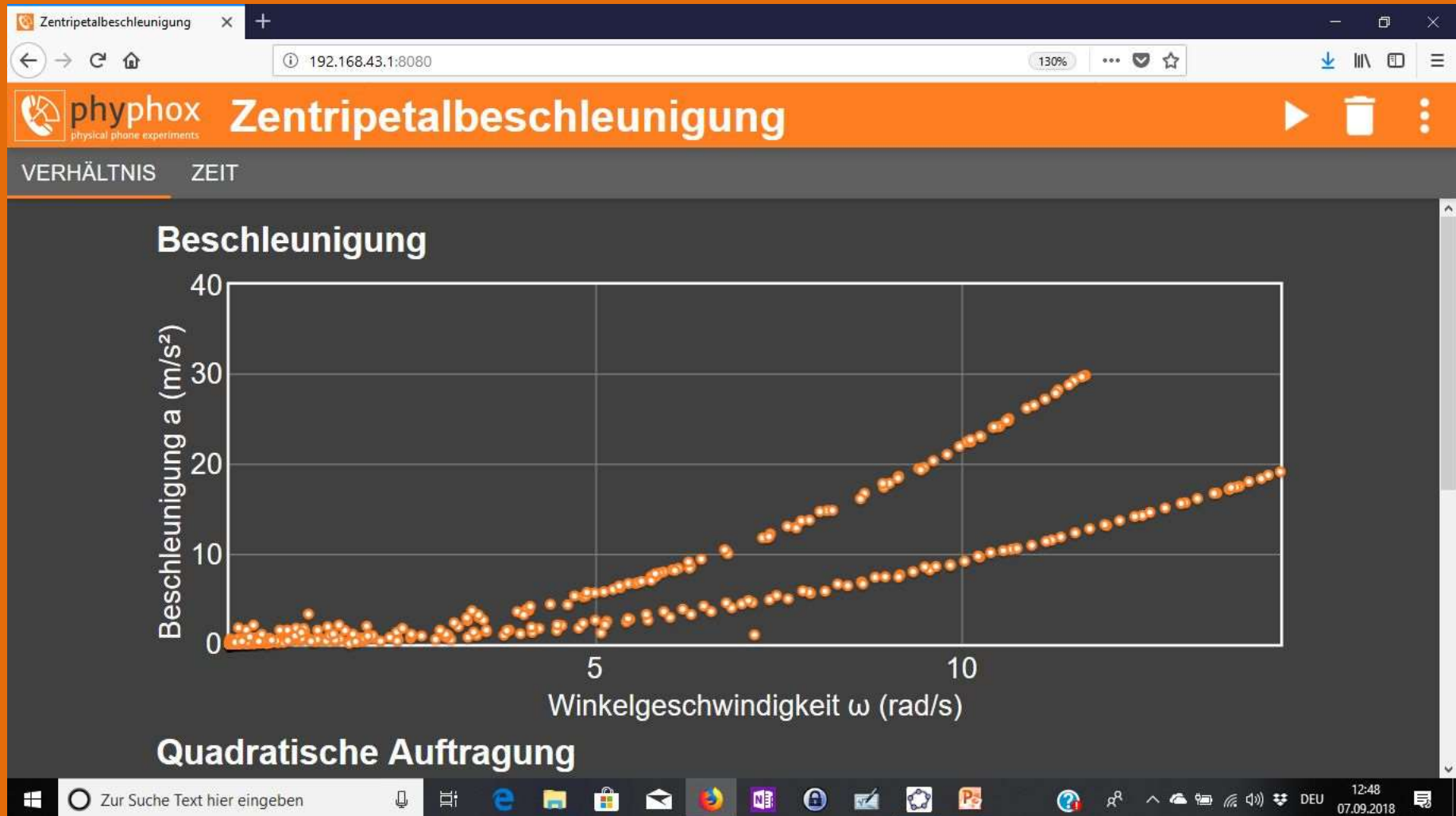
Befestigung am Rad



Bild Halterung

Tipp: Sichere Halterung vorab ausprobieren und dokumentieren!

Radialbeschleunigung am Fahrrad



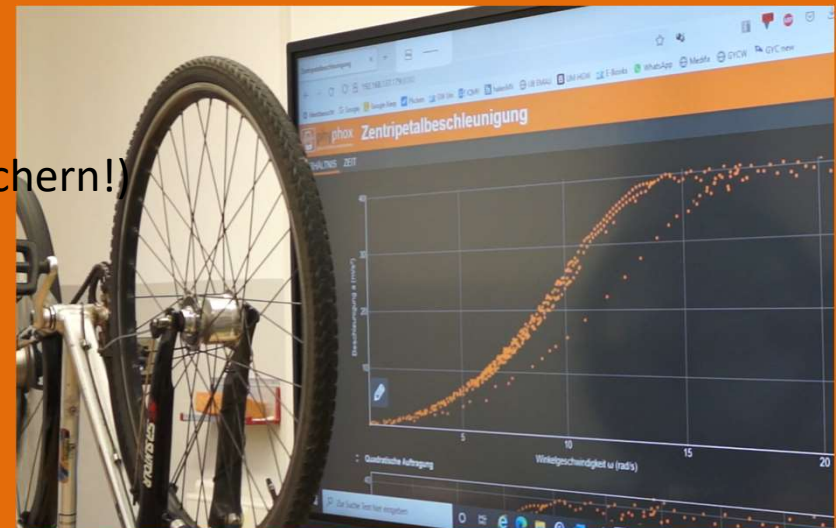
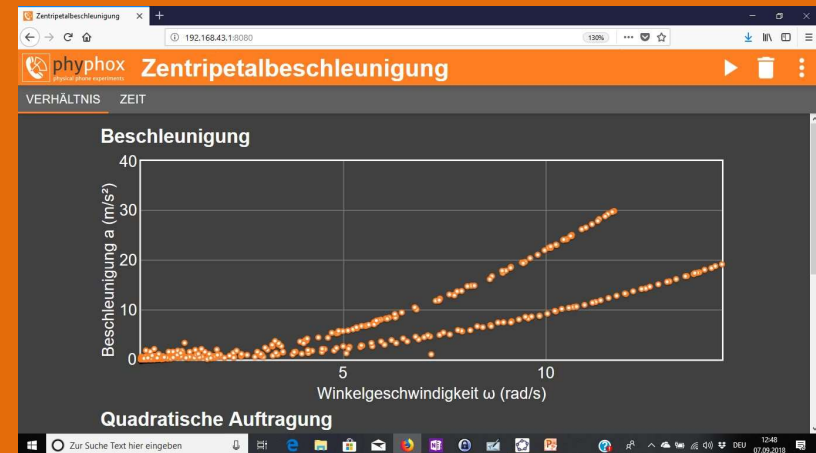
Radialbeschleunigung am Fahrrad

Sichere Befestigung am Fahrrad:
Smartphone Tasche für Läufer
verschiedene Radien
(innen und außen am Rad befestigen)

Langsames Drehen (Achtung
Beschädigung Smartphone vermeiden!)

Fernsteuerung über PC-Browser
Trennung der Funktionen:
Experimentator am Rad und
Assistent am PC (Start, Stopp, Daten sichern!)

[Video Praktischer Unterricht](#)



Auswertung

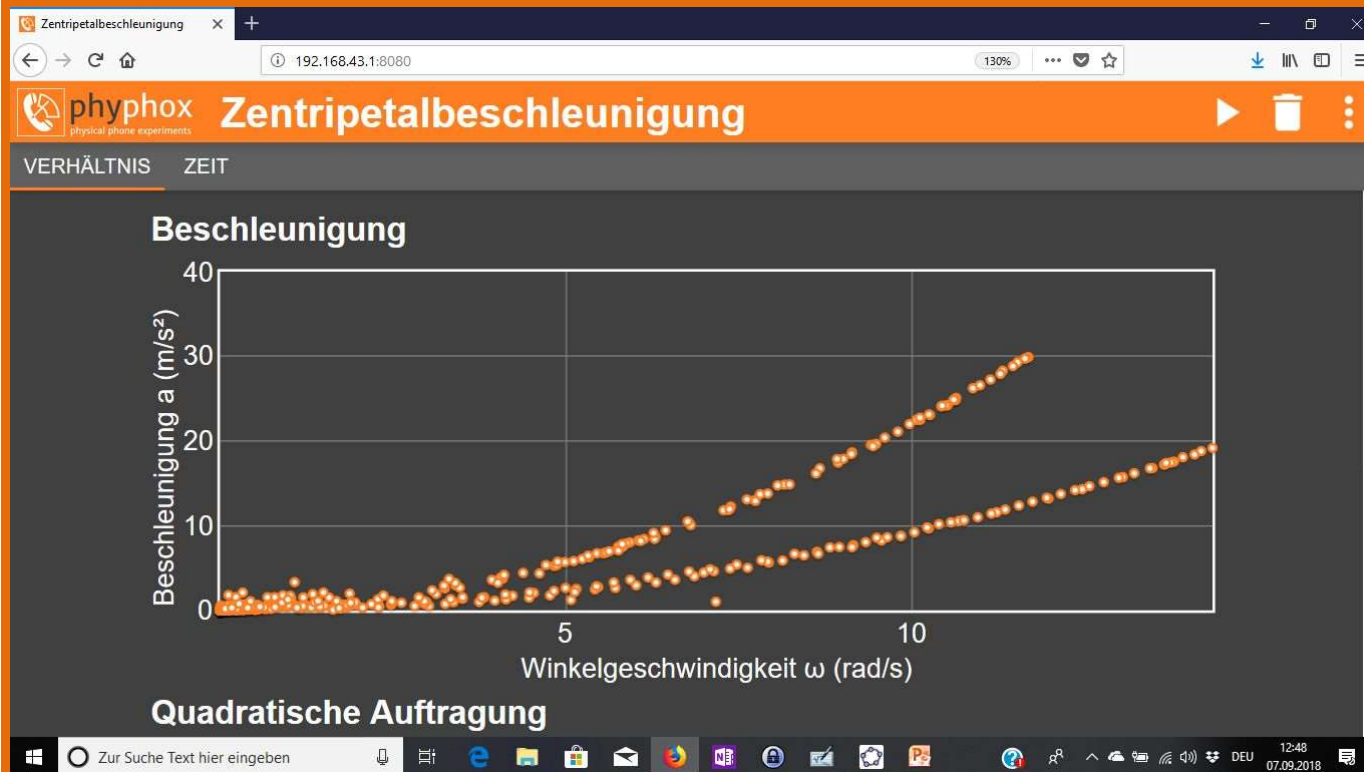
$$a_r = r \omega^2$$

$$F_r = m r \omega^2$$

Einfluss von Winkelgeschwindigkeit und Radius auf die Radialkraft:
Kurven für zwei Radien und variable Winkelgeschwindigkeiten
quadratischer Zusammenhang zwischen Beschleunigung und ω

Grundlagen für
Verständnis Zentrifuge

Handzentrifuge
13 g
Laborzentrifuge
3800 g
Ultrazentrifuge
800.000 g



Luftdruck messen

Sensor ist „Sonderausstattung“

Experimente:

- Druck im Folienbeutel
- Messung des Drucks einer Wassersäule
- Ermittlung der Höhe vom Schulhaus
- Messungen von Luftdrücken im Gebirge (Hochhaus, Fernsehturm...)

Druckmessung in Folienbeutel

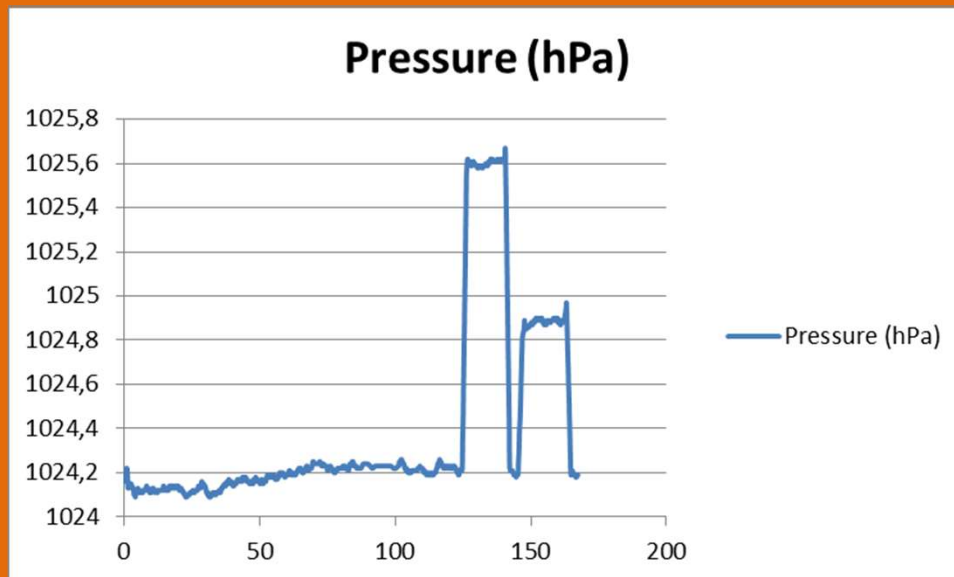
- Qualitative Luftdruckänderung bei Belastung mit unterschiedlichen Massestücken



Dichter Folienbeutel
(Gefrierbeutel)

Druckmessung in Folienbeutel

- Qualitative Luftdruckänderung bei Belastung mit unterschiedlichen Massestücken



Normaldruck
100g Belastung
200g Belastung

Schweredruck in Wassersäule messen



- Messung Luftdruck einstellen und mit PC koppeln
- Phone in Folie gut verpacken und mit Klebestreifen abdichten, an Latte befestigen
- Vor Beginn am PC die Messung starten (Abschirmung der Funkverbindung durch Wasser)
- Eintauchen und wieder heraus nehmen
- Experiment stoppen und Daten sichern
- Hoffen, das Smartphone noch trocken ist ;-)
- Auswertung



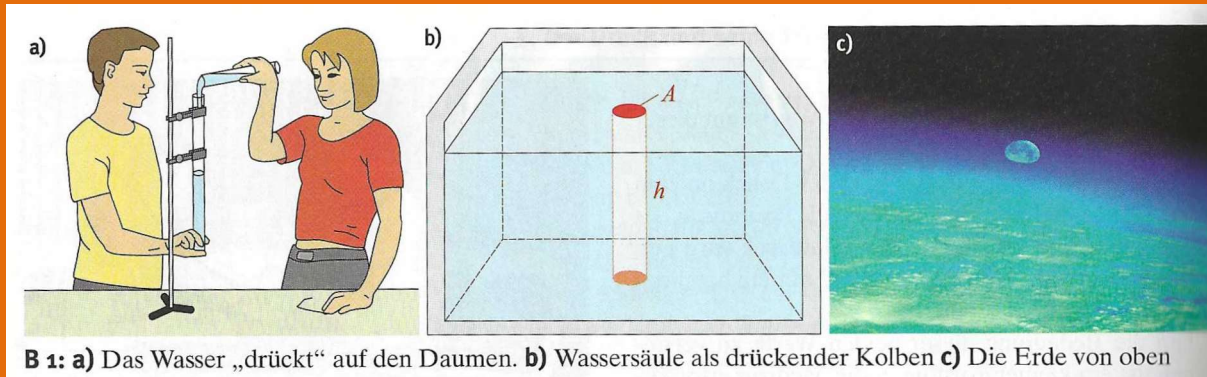
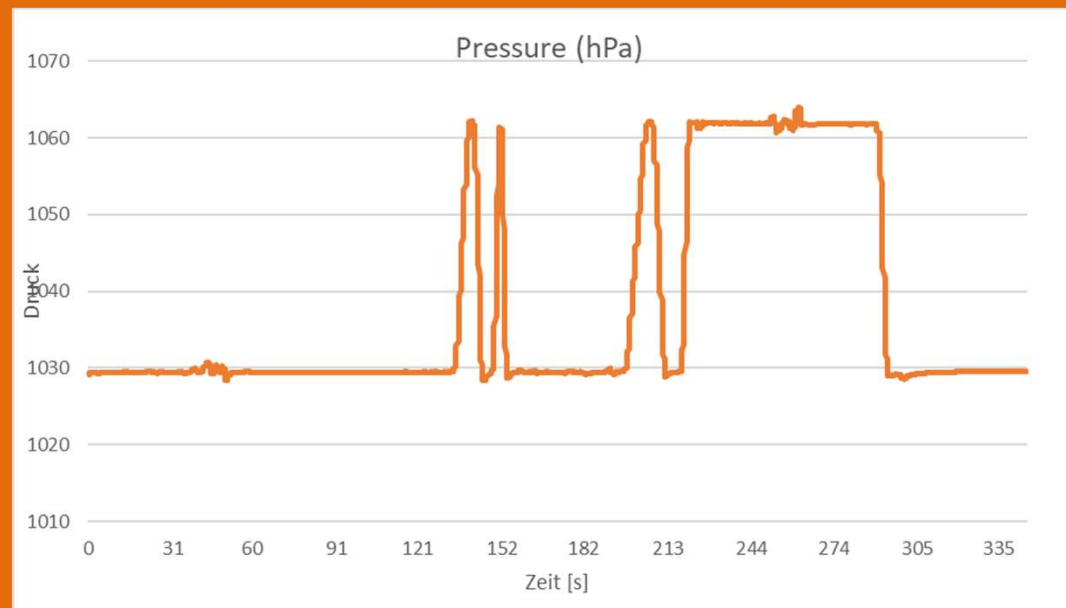


Abbildung aus Lehrbuch

B 1: a) Das Wasser „drückt“ auf den Daumen. b) Wassersäule als drückender Kolben c) Die Erde von oben



Die Position des Sensors im Smartphone ist unbekannt, eine genaue Bestimmung der Wasserhöhe ist nicht möglich.

Nutzen: prinzipieller Nachweis des Wasserdrucks
Umgang mit Formeln und Einheiten

Daten aus Excel Datei:

Luftdruck 1029 hPa
Druck unter Wasser: 1062 hPa
Differenz 33 hPa

$$p = \rho g h$$

$$h = \frac{p}{\rho g}$$

$$h = \frac{3300}{1000 \cdot 9,81} \frac{N/m^2}{\left(\frac{kg}{m^3}\right) \left(\frac{m}{s^2}\right)}$$

$$h = 0,336 \text{ m}$$

Anwendung der barometrischen Höhenformel (Ma, Physik)

1. Ermitteln Sie für verschiedene Höhen den Luftdruck mit der barometrischen Höhenformel
2. Messen Sie im (Schul-) Haus den Luftdruck im Erdgeschoss und unter dem Dach. Berechnen Sie daraus die Höhe des Hauses.

Anwendung der barometrischen Höhenformel (Ma, Physik)

1. Ermitteln Sie für verschiedene Höhen den Luftdruck mit der barometrischen Höhenformel

$$p(h) = p_0 e^{-\frac{\rho_0 g h}{p_0}}$$

p_0 = Druck auf Meereshöhe = 1013 hPa

ρ_0 = Dichte der Luft auf Meershöhe = $1.2920 \frac{kg}{m^3}$ (bei 0° C)

g = Fallbeschleunigung = $9.81 \frac{m}{s^2}$

h = Höhe in Metern

h [m]	Beschreibung	$p(h)$ [hPa]
0	Meereshöhe	1013
30	Hochhaus (10 Etagen)	1009,20
856	Brocken	910,11
1746	Zugspitze	814,21
4697	Mont Blanc	562,84
8848	Mount Everest	334,83
12000	Flughöhe Passagierflug	225,71

Anwendung der barometrischen Höhenformel

Keine Angst vor Formeln!

1. Messen Sie im (Schul-) Haus den Luftdruck im Erdgeschoss p_0 und unter dem Dach $p(h)$ und berechnen Sie daraus die Höhe des Hauses.
2. Schüler ermitteln die 2 Werte durch Messung mit Smartphone.

$$p(h) = p_0 e^{-\frac{\rho_0 g h}{p}} = p_0 e^{k h} \quad \text{mit } k = -\frac{\rho_0 g}{p_0} \quad (p_0 \text{ in Pa einsetzen})$$

$$\frac{p}{p_0} = e^{k h} \quad \ln\left(\frac{p}{p_0}\right) = k h \quad h = \frac{\ln\left(\frac{p}{p_0}\right)}{k}$$

Gleichung durch Logarithmieren lösen,
gemessene Werte einsetzen und Höhe berechnen.

Vergleich der berechneten Höhe mit bekannter Höhe des Hauses oder Schätzung.

Luftdruckmessungen in wechselnden Höhen (Gebirge) - Geo, Physik -

Messen Sie beim Aufenthalt im Gebirge in verschiedenen Höhen den Druck (an einem Tag):

Ort	Luftdruck gemessen*	Höhe lt. Karte
Masner	731 hPa	2450 m
Frommes Alp	834 hPa	1700 m
Serfaus Ort	865 hPa	1429 m

* am 1.1.2020



Alltag: Fahrstuhl



- App bestimmt Höhe und Geschwindigkeit des Fahrstuhles
- Anleitung und Video auf „phyphox.org“
- Phone flach auf den Boden legen und Experiment starten
- Fahrt absolvieren
- Experiment stoppen, Daten sichern

Fahrstuhl Messung I



phyphox
physical phone experiments

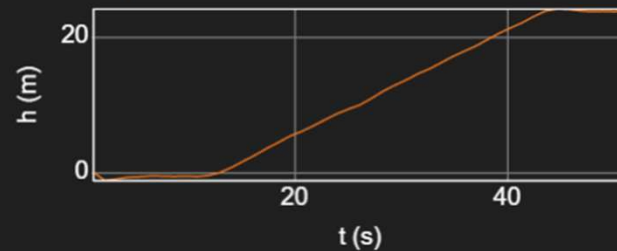
Aufzug



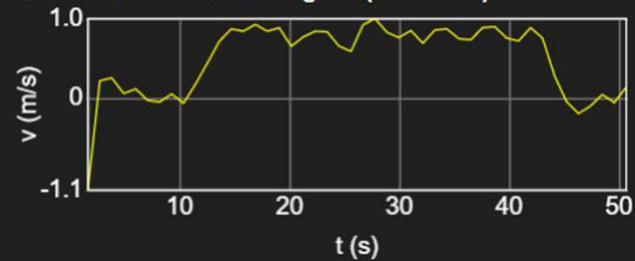
BEWEGUNG

ROHDATEN

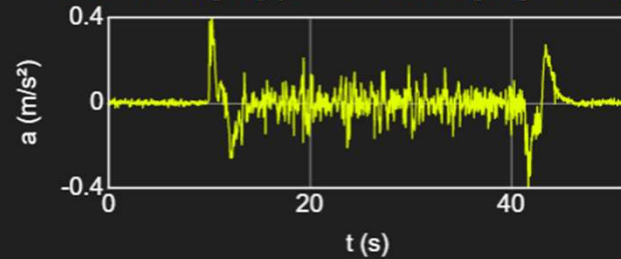
↕ Höhe (über Barometer)



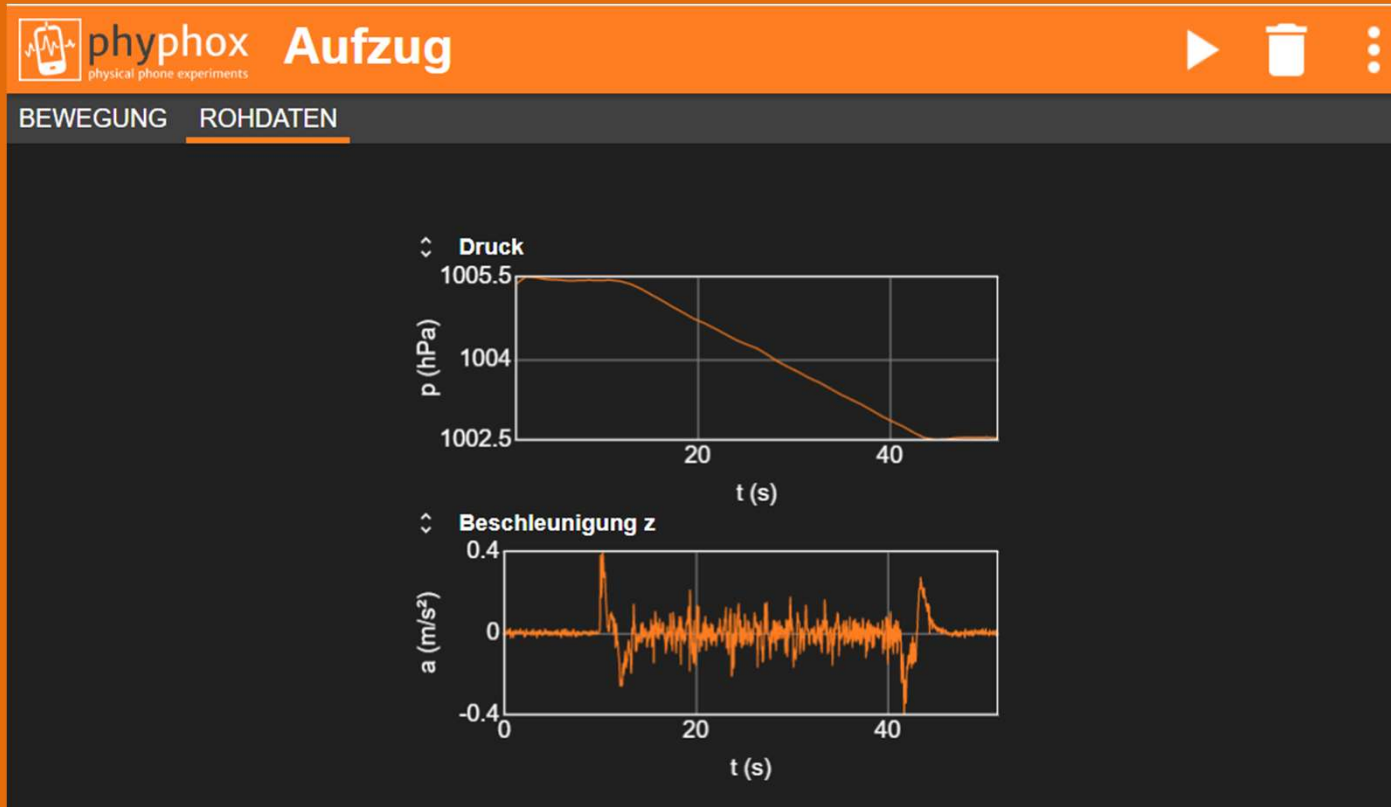
↕ Vertikale Geschwindigkeit (aus Höhe)



↕ z-Beschleunigung (über Beschleunigungssensor)

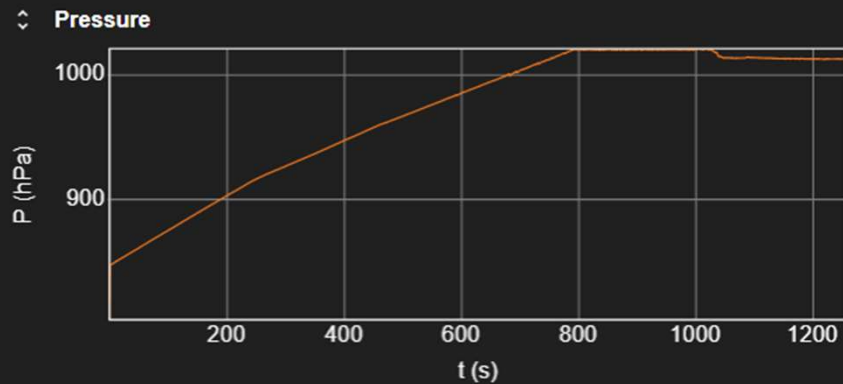


Fahrstuhl Messung II



Druck- und Beschleunigungssensor liefern Daten;
intern wird Höhe aus Druck berechnet
Geschwindigkeit wird aus Ableitung der Höhenänderung gebildet
Beschleunigung zeigt Anfahren und Abbremsen und „Rauschen“ (Erschütterungen)

Landung Linienflug

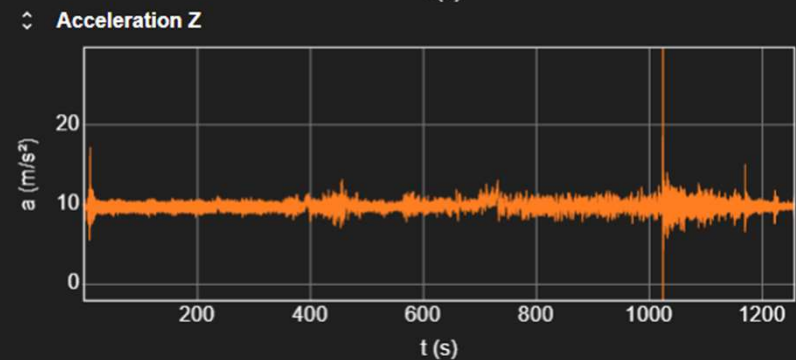
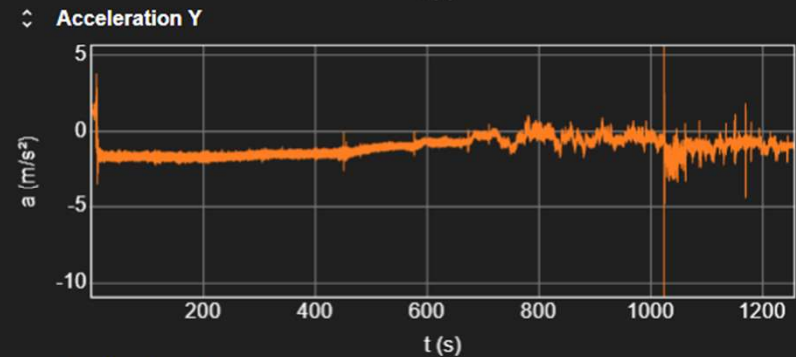
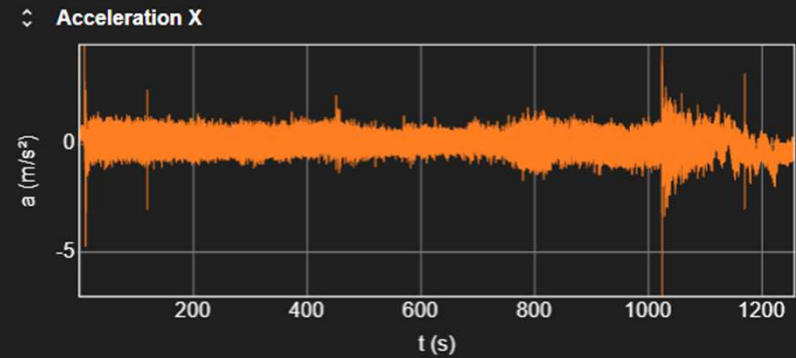


Druckanstieg in Kabine messbar

Aufsetzen bei ca. Sekunde 800

Beschleunigungen sichtbar

„Rumpeln“ bei Fahrt auf Landebahn



Projekt CO2 Sensor

„Bastelprojekt“ mit Sensor und Mini-Controller ESP32

<https://phyphox.org/de/co2/>

Kopplung per Bluetooth an Smartphone

Messung von CO_2 , *rel. Luftfeuchte* und T

Aufwand

(Beschaffung ca. 1 Woche)

Platinen Herstellung und Bauteile ca. 75 €

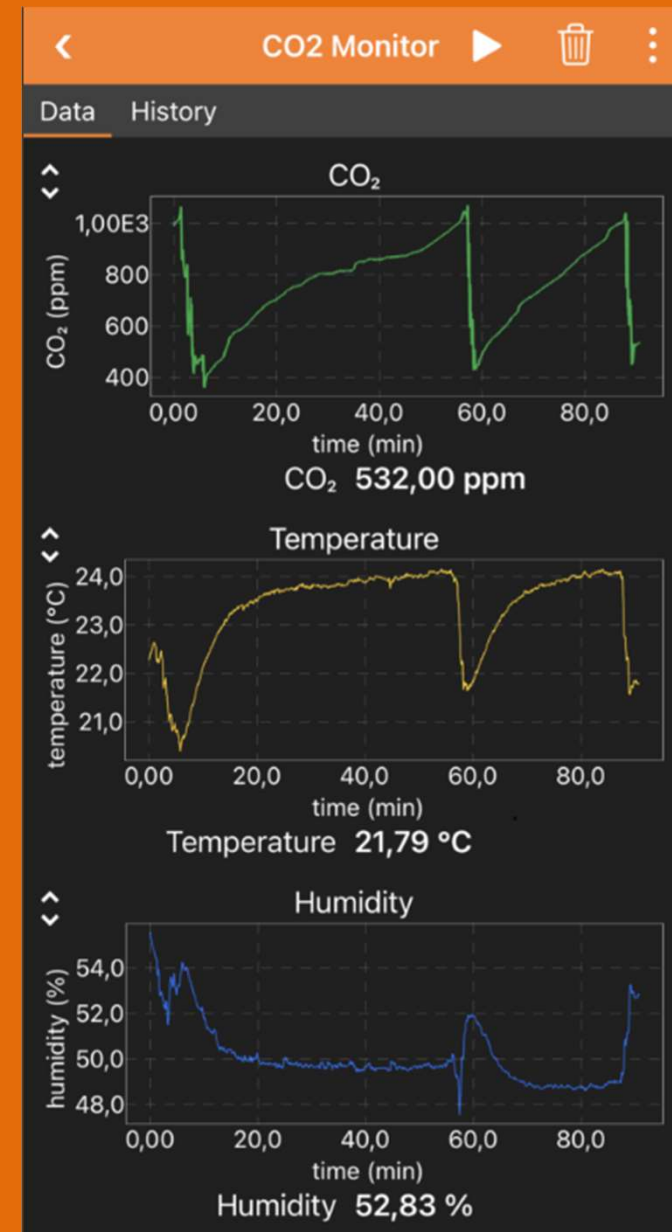
Lötarbeiten 2 h

Gehäuse ???

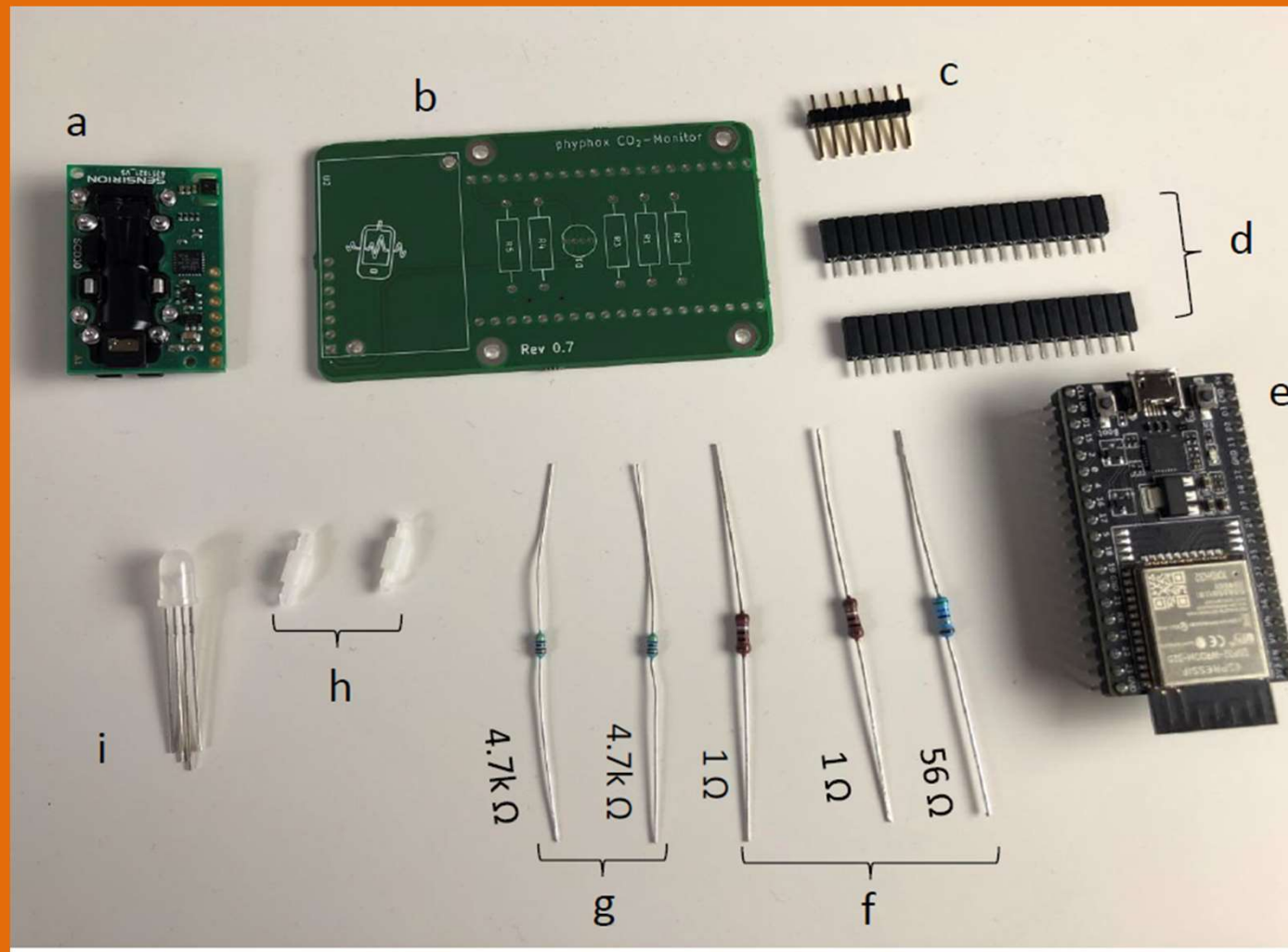
Programmierung 3-5 h



Das in phyphox über „Neues Experiment für Bluetooth-Gerät“ (+ im Menü) automatisch erstellte CO₂-Sensor-Experiment zeigt neben dem CO₂-Gehalt auch Temperatur und Luftfeuchtigkeit ab Start der Messung (►) an.



Hardware



a) CO2 Sensor
SCD30

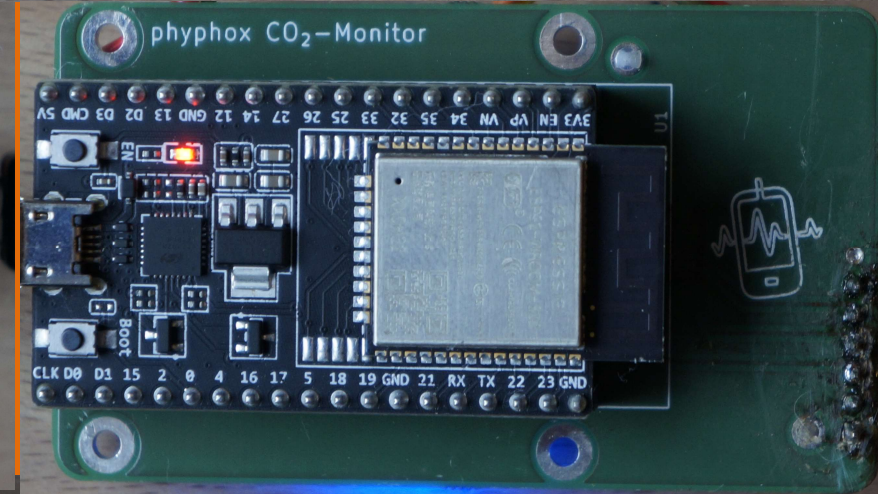
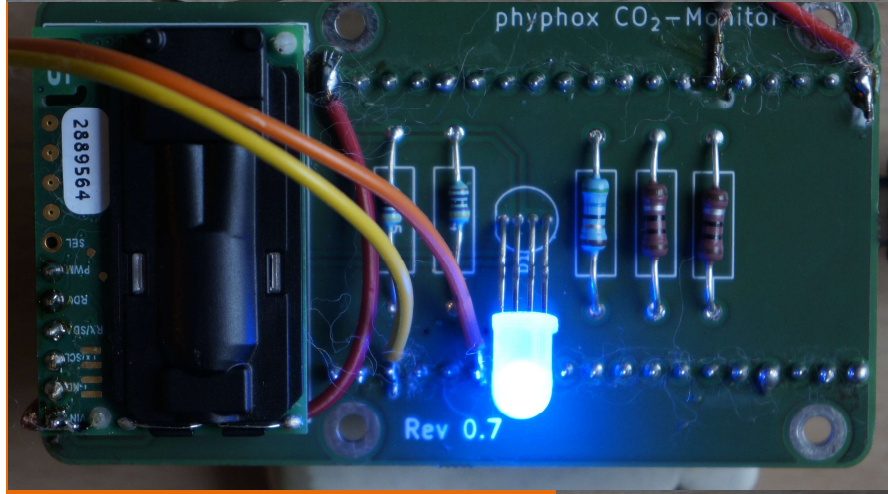
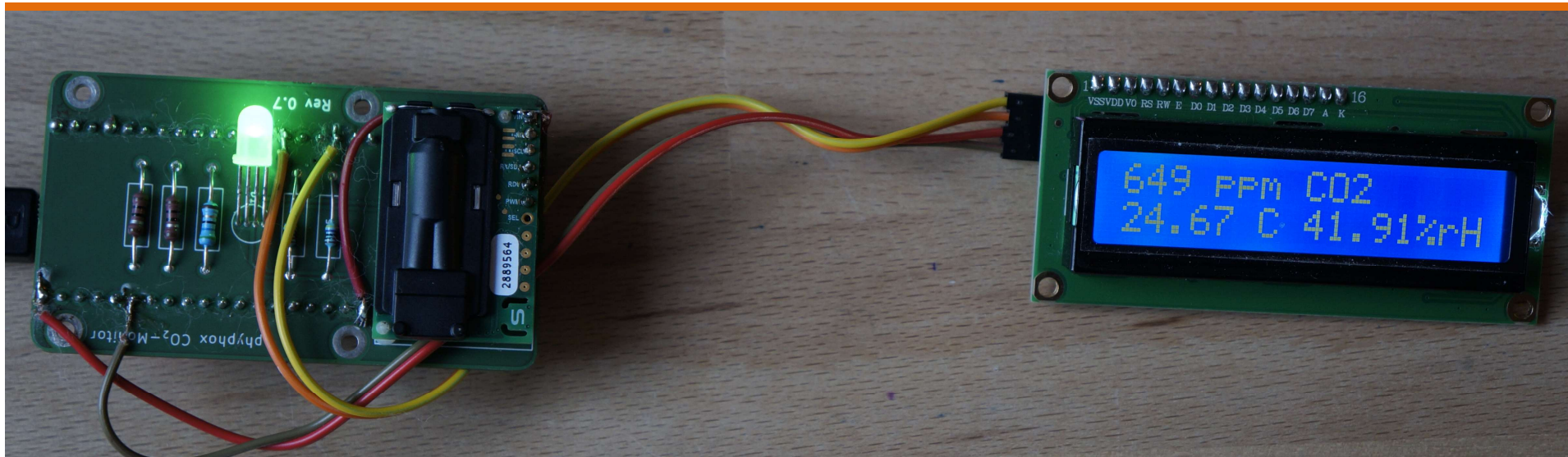
b) Platine

e) ESP32
Mikrocontroller

i) Drei-Farben LED

Modifikation

- Erweiterung mit Display zur Anzeige
- Programmierung mit Arduino-Umgebung
- 3-Farben nach eigenen Kriterien
- Anzeige CO₂, rel. Luftfeuchte und Temperatur am Sensor
- Stromversorgung mit Powerbank
- Offen: Gehäuse



Arduino Programmierung

```
91 void loop()
92 {
93   if (airSensor.dataAvailable())
94   {
95     CO2 = airSensor.getCO2(); // ohne offset
96     CO2 = CO2 + co2offset;    // offset berücksichtigen
97     T = airSensor.getTemperature();
98     HUM = airSensor.getHumidity();
99     updateLED(CO2);
100    updateLCD();
101    delay(1000);
102  }
103 }
```

- C-Dialekt
- Bibliotheken für viele Plattformen und Konfigurationen
- Programmierung auf dem PC
- Laden auf ESP32
- Autostart nach Reset oder Neustart

Anknüpfungspunkte

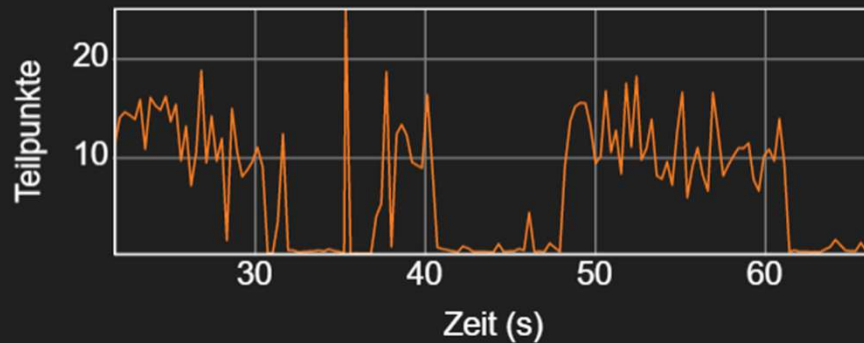
- Wie funktionieren die Sensoren?
- Experimente zu Hause nachmachen
- Daten erfassen und auswerten
- CO2 Sensor zur Luftüberwachung in Klassenräumen einsetzen

Was mich überzeugt...

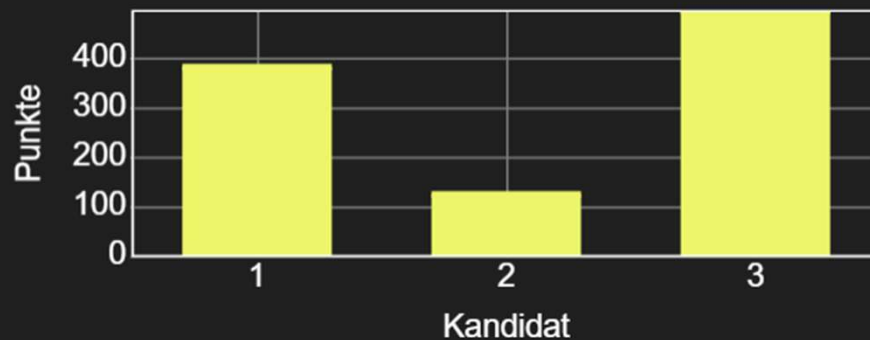
- Nutzung von vorhandener (eigner) Hardware und Gegenständen aus dem Haushalt
- Pflege und Weiterentwicklung der App durch Uni-Team in Aachen
- Experimente mit Erklärvideos und Unterrichtsmaterial
- Erweiterbar für eigene Experimente (Editor)
- Kostenlos und werbefrei

Gadget: Applausmeter

<> Verlauf



<> Punkte



Punkte **494**

Start

Stop

Nächster Kandidat

Messung von Lautstärke und Länge des Applauses

Zählung und Vergleich der Kandidaten

Tribüne mit Wertung

<https://phyphox.org/de/news-de/applaus-meter-vom-rwth-science-slam/>

Danke!

christian.radicke@uni-greifswald.de