

# Skript - Smartphone App phyphox

Autor: Norbert Marxer

Erstellung: 28.12.2025 (Version 1)

---

## Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	1
Schnellübersicht	3
Einleitung	4
Was ist phyphox?	4
Welche Sensoren nutzt phyphox?	4
Ausgabegeräte	4
Was kann phyphox?	5
Warum ist phyphox besonders für den Unterricht wertvoll?	5
Beispielhafte einfache Experimente	6
Installation und Bedienung	6
Sicherheit und Genauigkeit	7
Fazit	7
Die phyphox Homepage	8
Die phyphox App	10
Installation	10
phyphox App Bedienung	10
phyphox App Fernbedienung	12
Fernbedienung via WLAN	13
Fernbedienung via USB (Windows)	13
phyphox App Darstellung auf dem Laptop	13
Phyphox Experimente	14
Einleitung	14
Built-in experiments	14
User experiments	14
Fremde Experimente	15
Eigene Experimente	15

Übersicht über die eingebauten Phyphox Experimente	16
Übersicht	16
Einige Beispiele	17
Beschleunigungen	17
Winkelgeschwindigkeit	17
Zeitmessungen	18
Neigung	18
Programmieren von phyphox Experimenten	19
Einleitung	19
Web-based visueller blockly Editor	19
Was ist ein blockly Editor?	19
Starten des phyphox web Editors	20
Eingebautes Experiment “Rolle”	21
XML Programmierung	24
Was ist XML?	25
Beispiel “Rolle”	
<b>Anhang</b>	30
Anhang A    Publikationen (Auszug)	31
Anhang B    Materialien zu den Experimenten	32
Zusatzmaterialien zu einigen Experimenten	32
Experiment “Rolle”	32
Freier Fall	33
Kits mit Anleitungen	33

# Schnellübersicht

- Phyphox ist eine **Smartphone App**, mit deren Hilfe die Sensoren eines Smartphones benutzt werden können.
- Die **Homepage** (Link) enthält eine umfassende Dokumentation über ...
  - **Sensoren** - welche Sensoren des Smartphones benutzt werden können (Link),
  - **Ausgabegeräte** - wie Lautsprecher und Bluetooth für Experimente eingesetzt werden können (Link),
  - **Eingebaute Experimente** - mit Anleitungen und Dokumentationen (Link),
  - **Eigene Experimente** - können programmiert werden (Link).
  - **Formate** - in welchen Formaten die aufgenommenen Daten exportiert werden können (Link),
  - **Fernsteuerung** - wie die Smartphone-Experimente ferngesteuert werden kann (Link),
  - **Forum** - Diskussion über verschiedenste phyphox-Themen (Link),
  - und vieles mehr.

## Weitere Bemerkungen

- Mit der phyphox App können unter Anklicken von i (rechts oben) und dann "Geräte-Info" ...
  - die phyphox-Version,
  - die Freischaltungen,
  - die Smartphone Details sowie
  - die Details zu den auf dem Smartphon **vorhandenen Sensoren** herausgelesen werden.

# Einleitung

## Was ist phyphox?

**Phyphox (Physical Phone Experiments)** ist eine kostenlose App der RWTH Aachen (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen), die Smartphones in mobile Messlabore verwandelt. Moderne Smartphones besitzen zahlreiche Sensoren, die in der Forschung und Technik eingesetzt werden – und diese Sensoren nutzt phyphox für die physikalischen Experimente.

Die App ermöglicht es, Messungen durchzuführen, Daten zu analysieren und Experimente zu gestalten, ohne zusätzliche Messgeräte kaufen zu müssen. Es ergibt sich die Möglichkeit, auch ausserhalb des Unterrichts zu experimentieren.

## Welche Sensoren nutzt phyphox?

Je nach Smartphone stehen verschiedene Sensoren zur Verfügung. Phyphox unterstützt die folgenden Sensoren (Link) ...

- Beschleunigungssensor – misst lineare Beschleunigungen
- Gyroskop – misst Drehbewegungen
- Magnetfeldsensor – erkennt Magnetfelder im Mikrotesla-Bereich
- Lichtsensor – misst die Helligkeit
- Mikrofon – dient als Schall- und Frequenzmesser
- Barometer – misst den Luftdruck (→ Höhenänderung)
- GPS – erlaubt Geschwindigkeits- und Ortsmessungen
- Proximity-Sensor – erkennt Abstände
- Kamera – z. B. für Lichtmessung oder Bewegungserkennung

Diese Sensoren arbeiten oft ähnlich wie professionelle Messgeräte – nur in kompakter Smartphone-Form.

## Ausgabegeräte

Phyphox kann die folgenden Ausgabegeräte einsetzen ...

- Lautsprecher - Ausgabe von Tönen (z.B. Sinusschwingungen)
- Bluetooth - für andere Geräte (z.B. Arduino)

## Was kann phyphox?

Phyphox bietet eine Vielzahl an Funktionen ...

- Die App enthält fertige **Experimentsets**, die sofort nutzbar sind ...
  - Pendel
  - Schallgeschwindigkeit
  - Beschleunigung in der Bahn
  - Drehbewegungen
  - Magnetfeldanalyse
  - Reaktionszeit

- Luftdruck-Höhenprofil
- Resonanz
- Jedes Experiment umfasst...
  - Live-Messdaten,
  - Diagramme,
  - Erläuterungen und/oder
  - Exportfunktionen
- **Datenanalyse** direkt im Smartphone. Damit lassen sich komplette Auswertungen im Unterricht durchführen ...
  - Diagramme erstellen (Zeit, Frequenz, Fourier-Analyse)
  - Mittelwerte bilden
  - Daten filtern
  - Ableitungen/Beschleunigungen berechnen
  - Peaks und Frequenzen bestimmen
- **Datenexport** (Link). So können Benutzerinnen und Benutzer ihre Messungen weiter bearbeiten oder in Berichten verwenden. Messdaten können exportiert werden als ...
  - CSV (comma separated values), TSV (Tab separated values)
  - Tabellen für Excel / GeoGebra / Logger Pro
  - QR-Codes zum Teilen der Messkonfiguration
- **Experimenteditor** (Link): phyphox ermöglicht, eigene Experimente zusammenzustellen. Mit dem Editor können Benutzerinnen und Benutzer ...
  - Messabläufe zusammenstellen,
  - Sensoren auswählen,
  - Berechnungen definieren und
  - Benutzeroberflächen gestalten.
  - Experimente-Programme lassen sich dann per QR-Code verteilen.
- **Fernsteuerung** - Die Experimente können auch von einem externen Gerät (zweites Smartphone oder Laptop) ferngesteuert werden (Link).

## Warum ist phyphox besonders für den Unterricht wertvoll?

- Niedrige Zugangshürde.  
Die meisten Schüler besitzen ein Smartphone → Experimente ohne Extra-Hardware.
- Hohe Motivation  
Smartphone-basierte Experimente sprechen Schülerinnen und Schüler an und wirken lebensnah.
- Wissenschaftliches Arbeiten. Phyphox hilft bei ...
  - Hypothesenbildung,
  - Datensammlung,
  - Diagramminterpretation,
  - Fehleranalyse und
  - Vergleich mit theoretischen Modellen.
  - Dies sind alles wichtige Bestandteile der naturwissenschaftlichen Methode.

- Vielseitigkeit. Phyphox deckt fast alle Themengebiete ab ...
  - Mechanik
  - Akustik
  - Optik
  - Thermodynamik
  - Elektrizitätslehre
  - Astronomie (Lichtsensor / Bewegung)

## Beispielhafte einfache Experimente

Phyphox eignet sich sowohl für kleine Demonstrationen als auch für umfangreiche Projektarbeiten.

Hier einige typische Einsteiger-Experimente ...

- Pendelmessung
  - Smartphone als Pendelkörper
  - Nutzung des Beschleunigungssensors
  - Bestimmung der Schwingungsperiode und der Erdbeschleunigung  $g$
- Freier Fall / Atwood-Maschine
  - Zeitabhängigkeit der Beschleunigung
  - Analyse der Maximalgeschwindigkeit beim Aufprall
- Drehstuhl-Experiment
  - Gyroskop misst Drehgeschwindigkeit
  - Trägheit und Drehimpulserhaltung
- Schallgeschwindigkeit
  - Mikrofon + Frequenzanalyse
  - Bestimmung der Schallgeschwindigkeit  $c$  durch Echo oder Resonanzrohr
- Magnetfeldanalyse
  - Magnetfeldverteilung von Magneten
  - Erdmagnetfeldmessung

## Installation und Bedienung

- Installation
  - Android: App herunterladen vom (Google) Play Store
  - iOS: App herunterladen vom (Apple) App Store
  - Kostenlos und ohne Werbung
- Bedienung
  - phyphox Experiment auswählen,
  - Smartphone richtig positionieren,
  - Messung starten,
  - Kurven live beobachten und
  - Daten exportieren oder speichern.
  - Die Oberfläche ist bewusst minimalistisch gehalten – ideal für Schüler.

## Sicherheit und Genauigkeit

- Sensoren sind consumer grade, aber meist ausreichend präzise für schulische Anwendungen.
- Kalibrierung ist manchmal nötig (z. B. Magnetfeldsensor).
- Smartphones sollten beim Experimentieren gut befestigt werden.

## Fazit

Fazit ...

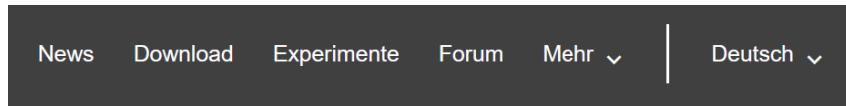
- Phyphox verbindet moderne Technik mit Physikunterricht auf innovative Weise.
- Es macht Messungen zugänglich, anschaulich und interaktiv und hilft Schülern, naturwissenschaftliche Methoden praktisch zu erleben.
- Durch seine Vielseitigkeit, Benutzerfreundlichkeit und wissenschaftliche Tiefe ist phyphox heute eines der besten Werkzeuge für experimentelle Physik im Bildungsbereich.

# Die phyphox Homepage

Unter <https://phyphox.org/> landet man bei ...



mit den folgenden Menu Items ...



Die gesamte Struktur der Website ist die folgende ...

## Homepage

- [News](https://phyphox.org/) [https://phyphox.org/](https://phyphox.org/de/news-de/)  
Link zu **News** und Newsletter.
- [Download](https://phyphox.org/de/download-de/) <https://phyphox.org/de/download-de/>  
**Herunterladen** der phyphox **App** (Android und iOS).
- [Experimente](https://phyphox.org/de/experimente/) <https://phyphox.org/de/experimente/>  
Liste der eingebauten **Experimente**, **Schulmaterial** und **Videos**.
- [Forum](https://phyphox.org/forums/) <https://phyphox.org/forums/>  
Diskussions-**Forum** und App-Feedback.
- [Mehr ...](#)
  - [Events](https://phyphox.org/de/home-de/) <https://phyphox.org/de/home-de/>  
Bevorstehende und vergangene **Veranstaltungen**.
  - [Kontakt](https://phyphox.org/de/kontakt/) <https://phyphox.org/de/kontakt/>  
**Ambassador Programm** und phyphox Experten in verschiedenen Ländern.
  - [Editor](https://phyphox.org/editor/) <https://phyphox.org/editor/>  
Link zum **visuellen webeditor** <https://phyphox.org/editor/neweditor/>

Siehe auch:

  - [https://phyphox.org/wiki/index.php/Main\\_Page](https://phyphox.org/wiki/index.php/Main_Page)  
**Wiki Hauptseite**. Enthält viele Links zu weiteren Infos.
  - [https://phyphox.org/wiki/index.php?title=Experiment\\_editor](https://phyphox.org/wiki/index.php?title=Experiment_editor)
  - [https://phyphox.org/wiki/index.php?title=Phyphox\\_file\\_format](https://phyphox.org/wiki/index.php?title=Phyphox_file_format)
  - <https://www.youtube.com/watch?v=Vb-kymhA4jU> (Tutorial)
- [Material ...](#)
  - [Wiki](https://phyphox.org/wiki/index.php/Main_Page) [https://phyphox.org/wiki/index.php/Main\\_Page](https://phyphox.org/wiki/index.php/Main_Page)  
**Wiki Hauptseite**. Enthält viele Links zu weiteren Infos.
  - [Arduino library](https://phyphox.org/de/arduino-de/) <https://phyphox.org/de/arduino-de/>  
Programmschnipsel, um Daten von einem **Arduino** an **phyphox** zu senden.

- **Quellcode** <https://phyphox.org/source/>  
Links für **XML source code** von phyphox-android, phyphox-arduino, **phyphox-experiments**, phyphox-ios, phyphox-webinterface.
- **Sensor-Datenbank** <https://phyphox.org/sensordb/>  
**Sensor Datenbank.** Enthält 5008 Geräte (28.11.2025).
- **Modulare Online-Arbeitsblätter** <https://phyphox.org/de/module/>  
Modulare **Arbeitsblätter** für die Experimente (nur auf Deutsch).
- **Referenzen** <https://phyphox.org/de/referenzen/>  
Konferenzbeiträge, **Vorträge**, Workshops, Fortbildungen und **Publikationen**.
- **Help ...**
  - **Häufig gestellte Fragen (FAQ)** <https://phyphox.org/faq/>  
**FAQ's**
  - **Unterstützte Sensoren** <https://phyphox.org/de/unterstutzte-sensoren/>  
**Unterstützte Sensoren und Ausgänge.** Angaben zum verwendeten Koordinatensystem.
  - **Export-Formate** <https://phyphox.org/de/export-formate/>  
Link zu möglichen **Exportformaten** der Daten (xls, csv, tsv).
  - **Fernsteuerung** <https://phyphox.org/de/fernsteuerung/>  
Link zur Erklärung der **Fernsteuerung**.
- **Deutsch** ... und andere Sprachen

Weitere Informationen befinden sich unter ...

- **Experimente Source Code** <https://github.com/phyphox/phyphox-experiments>
- **Materialpool (deutsch)** <https://phyphox.org/de/pool/>  
Kit: Experimente für den MINT-Unterricht, Zusatzexperimente, International Year of Quantum Science and Technology, Bluetooth Low Energy, Experimente-Sammlungen weltweit.

# Die phyphox App

## Installation

Phyphox ist für Android und iOS kostenlos verfügbar. Die App kann direkt ...

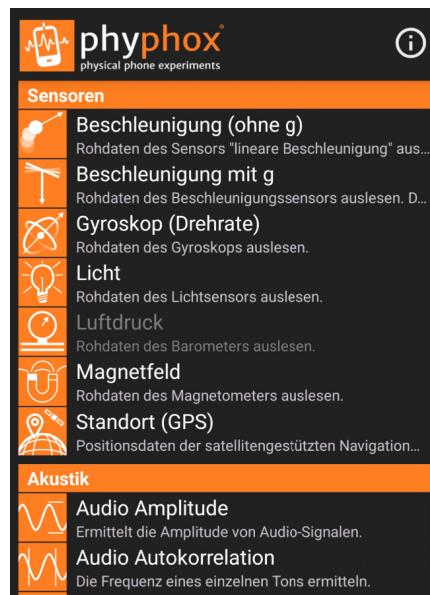
- vom Play Store (Android) oder
- dem App Store (iOS)

heruntergeladen werden.

Siehe: <https://phyphox.org/download/>

## phyphox App Bedienung

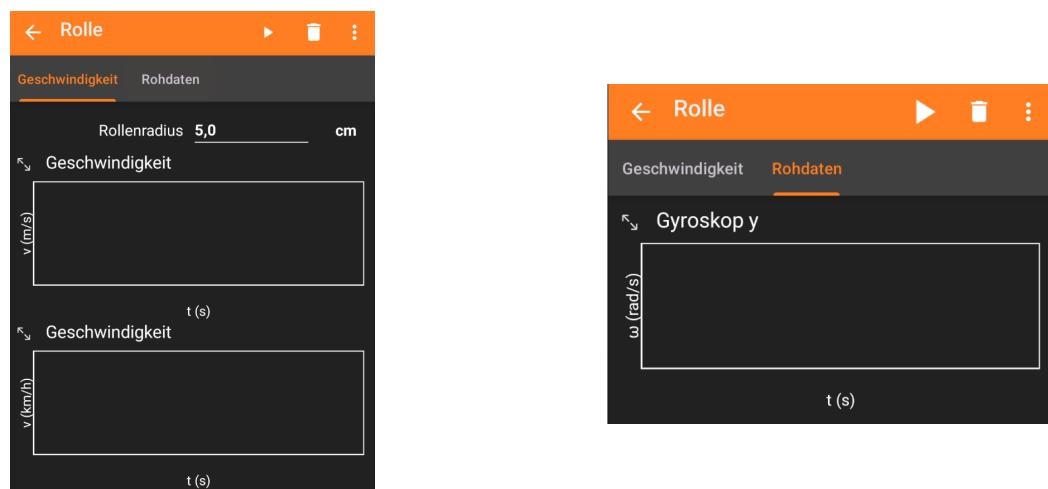
Beim Aufstarten der App zeigt sich der folgende Screen (Dies ist nur ein Ausschnitt, Hinunterblättern zeigt viele weitere Experimente) ...



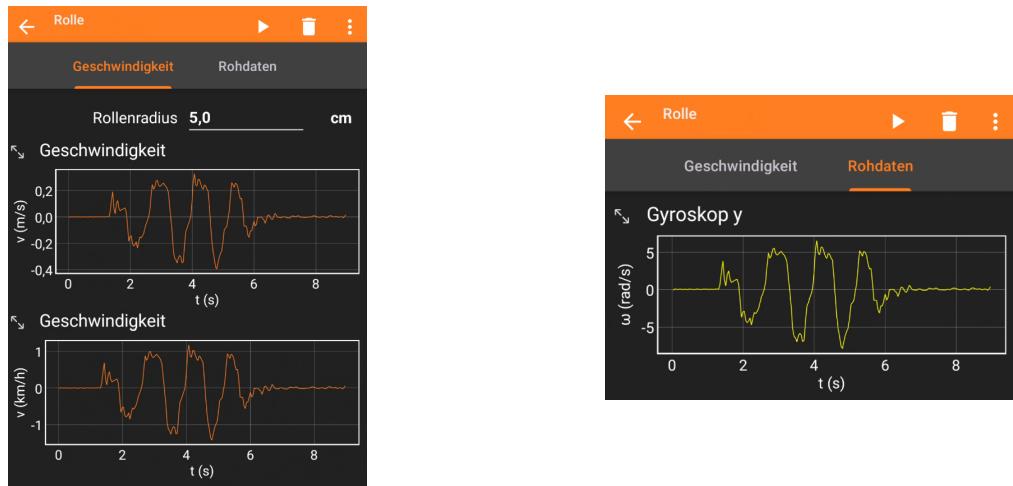
Durch Hinunterblättern findet man beispielsweise das Experiment "Rolle" ...



Anklicken des Experiments startet das folgende Rolle-GUI (graphical user interface) mit einem weiteren Tab ...



Das Experiment kann gestartet werden und es resultieren entsprechende Aufzeichnungen / Funktionsgraphen ...

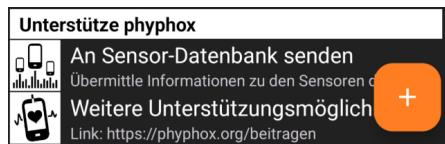


Wir haben hier das GUI des Experiments "Rolle" vorgestellt, da wir das gleiche Experiment auch im nächsten Kapitel "Programmieren von phyphox Experimenten" näher anschauen werden. Dann kann man ...

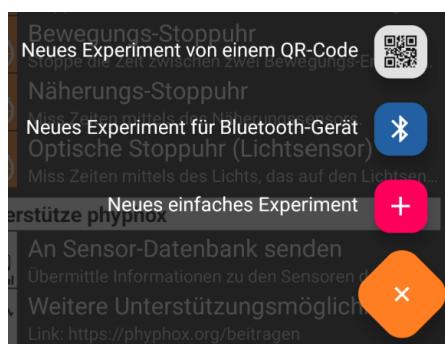
- das GUI des aktuellen Experiments,
- die Blockly Programmierung und
- die XML-Programmierung

miteinander vergleichen bzw. das Ergebnis des Programms anschaulich dargestellt sehen.

Rechts unten sieht man auch noch das + Zeichen ...



Durch Anklicken dieses Zeichens erhält man ...



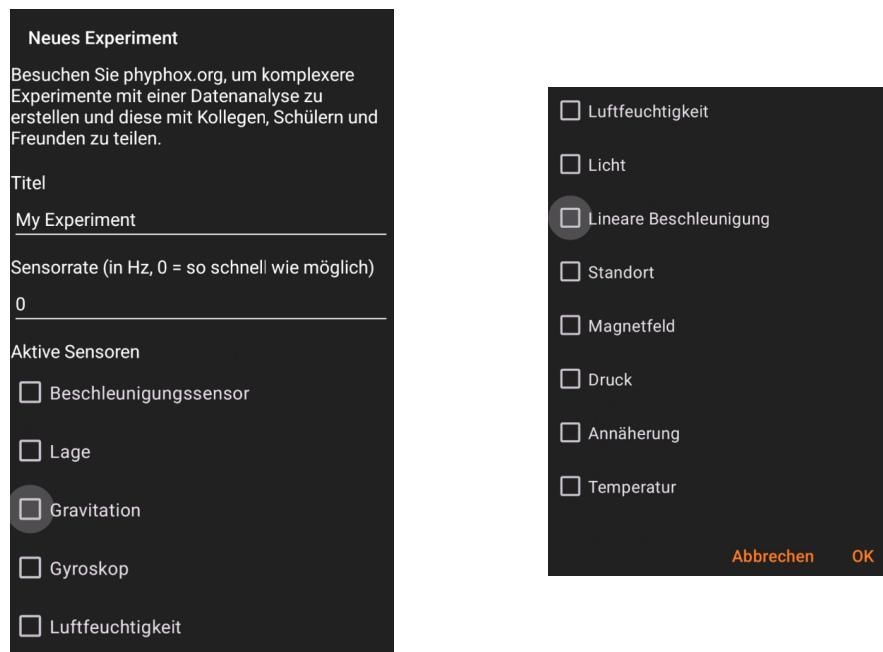
Damit erhält man die Möglichkeiten, ...

- ein neues Experiment von einem QR-Code zu laden, z.B.



- ein neues Experiment für ein Bluetooth Gerät herunterzuladen, oder

- schnell ein einfaches Experiment zusammenzustellen.



## phyphox App Fernbedienung

Bei gewissen Experimenten ist die Bedienung des Smartphones schwierig (Beispielsweise, wenn das Smartphone in der Rolle eingebaut ist). Oder man möchte das Experiment auf einem Laptop/Beamer darstellen.

Dann ist eine Fernbedienung vom Laptop (oder einem anderen Smartphone) aus sinnvoll. Wie kann das bewerkstelligt werden?

- Die ausführlichen Infos stehen unter <https://phyphox.org/de/fernsteuerung/>
- Es gibt mehrere Möglichkeiten ...
  - via WLAN (der Laptop und das Smartphone müssen sich im gleichen Netz befinden, was in Schulnetzen häufig nicht möglich ist; dann Hotspot einrichten),
  - via USB und
  - via Bluetooth

Wir spezifizieren die folgende Konfiguration ...

- **Sensorgerät:** Beim ersten Gerät (Smartphone) sollen die Sensoren verwendet werden.
- **Steuerungsgerät:** Mit dem zweiten Gerät (Smartphone oder Laptop) soll das Experiment ferngesteuert werden.

## Fernbedienung via WLAN

Via WLAN können die beiden Geräte miteinander verbunden werden. Wir müssen beachten ...

- Die beiden Geräte müssen sich im gleichen Netz befinden ...
  - Beispielsweise befinden sich die beiden Geräte im gleichen Heimnetz.
  - Oder das eine Smartphone richtet einen Hotspot ein. Das WLAN muss dann ausgeschaltet sein. Wenn ein Passwort gesetzt wird, ist die Verbindung verschlüsselt. Achtung wegen Roaming (Kann teuer werden, wenn das Sensorgerät ein Update durchführt. Phyphox selber lädt keine Daten herunter.)
- Im Sensorgerät wird ...
  - phyphox gestartet,
  - dann ein Experiment geöffnet und
  - dann die Funktion "Fernzugriff erlauben" gedrückt und gegebenenfalls die Sicherheitswarnung weggeklickt.
- Im Sensorgerät erscheint eine Adresse ( z.B. <http://xxx.xxx.xx.x:8080> ).
- Im Steuerungsgerät wird ...
  - ein Browser (Firefox, Chrome, Internet Explorer, Safari) gestartet,
  - dann diese http Adresse im Browser-Fenster eingegeben,
  - dann das Sensorgerät ferngesteuert und
  - gegebenenfalls die gemessenen Daten in den Download-Ordner heruntergeladen.

## Fernbedienung via USB (Windows)

Bei dieser alternativen Methode müssen vorgängig entsprechende Dateien (Link, Link) heruntergeladen werden. Dann sind die folgenden Schritte notwendig ...

- Smartphone via USB-Kabel mit dem Laptop verbinden.
- Doppelklicken auf die bat-Datei "[open\\_a\\_terminal\\_here.bat](#)"
- Es öffnet sich ein Fenster.
- In diesem Fenster den Befehl "[scrcpy -d](#)" eingeben .
- Das Sensorgerät kann nun ferngesteuert werden.

## phyphox App Darstellung auf dem Laptop

Mit Hilfe der obigen USB-Methoden kann der Screen des Smartphones von allen Apps, nicht nur von der phyphox App auf den Laptop bzw. Beamer projiziert werden.

Die GUI's auf dem Smartphone und auf dem Laptop laufen synchron.

# Phyphox Experimente

## Einleitung

Wir können viele unterschiedliche Experimente mit Hilfe der phyphox App durchführen. Wir unterscheiden die folgenden Kategorien ...

- In der App implementierte Experimente (**Built-in-Experiments**),
- Weitere phyphox Experimente auf der phyphox homepage (**User Experiments**),
- Von weiteren Nutzern entwickelte phyphox Experimente (**Weitere fremde Experimente**) und
- Selbst programmierte phyphox Experimente (**Eigene Experimente**),

die nun im Folgenden näher beschrieben werden.

## Built-in experiments

Viele Experimente sind in der phyphox App bereits implementiert (**Built-in-Experiments**). Siehe ...

oder <https://phyphox.org/experiment/>  
[https://phyphox.org/wiki/index.php/Category:Built-in\\_experiments](https://phyphox.org/wiki/index.php/Category:Built-in_experiments)

Category:Built-in experiments

These experiments are shipped with phyphox. They are built into the app and cannot be deleted or edited. However, you can open them in the experiment editor and derive your own version from these.

Pages in category "Built-in experiments"

The following 29 pages are in this category, out of 29 total.

<b>E</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiment: Acceleration Spectrum</li> <li>• Experiment: Acoustic Stopwatch</li> <li>• Experiment: Audio Amplitude</li> <li>• Experiment: Audio Autocorrelation</li> <li>• Experiment: Audio Scope</li> <li>• Experiment: Audio Spectrum</li> <li>• Experiment: Centrifugal Acceleration</li> <li>• Experiment: Doppler Effect</li> <li>• Experiment: Elevator</li> </ul>	<b>H</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiment: Frequency History</li> <li>• Experiment: Inclination</li> <li>• Experiment: Inelastic Collision</li> <li>• Experiment: Magnetic Ruler</li> <li>• Experiment: Magnetic Spectrum</li> <li>• Experiment: Motion Stopwatch</li> <li>• Experiment: Optical Stopwatch</li> <li>• Experiment: Pendulum</li> <li>• Experiment: Proximity Stopwatch</li> <li>• Experiment: Roll</li> <li>• Experiment: Tension</li> </ul>	<b>S</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiment: Spring</li> <li>• Experiment: Tone Generator</li> </ul>
<b>S</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor: Acceleration (without g)</li> <li>• Sensor: Acceleration with g</li> <li>• Sensor: Gyroscope</li> <li>• Sensor: Light</li> <li>• Sensor: Location (GPS)</li> <li>• Sensor: Magnetic field</li> <li>• Sensor: Pressure</li> </ul>		

Der XML-Code dieser Experimente-Programme befindet sich auf ...

<https://github.com/phyphox/phyphox-experiments>

Dabei wird unterschieden zwischen ...

- E: Experimente (in verschiedenen physikalischen Gebieten)
- S: Sensoren

Zu fast jedem Experiment können wiki-Einträge, Video-Anleitungen, Arbeitsblätter, Lehrerinformationen, Excel-Blätter für die Resultate oder andere Informationen gefunden werden. Siehe ...

<https://phyphox.org/de/pool/> <https://phyphox.org/pool-en/>

## User experiments

Es gibt im wiki auch noch eine Kategorie "**User Experiments**" ...

[https://phyphox.org/wiki/index.php/Category:User\\_experiments](https://phyphox.org/wiki/index.php/Category:User_experiments)

Category:User experiments

These experiments are not included with phyphox. They are either meant for a very specific audience or not reliable enough to be built into the app. Or they are just too new. Please feel free to try them out by opening the corresponding .phyphox-files on your phone and share your own experiments in this Wiki.

Pages in category "User experiments"

The following 10 pages are in this category, out of 10 total.

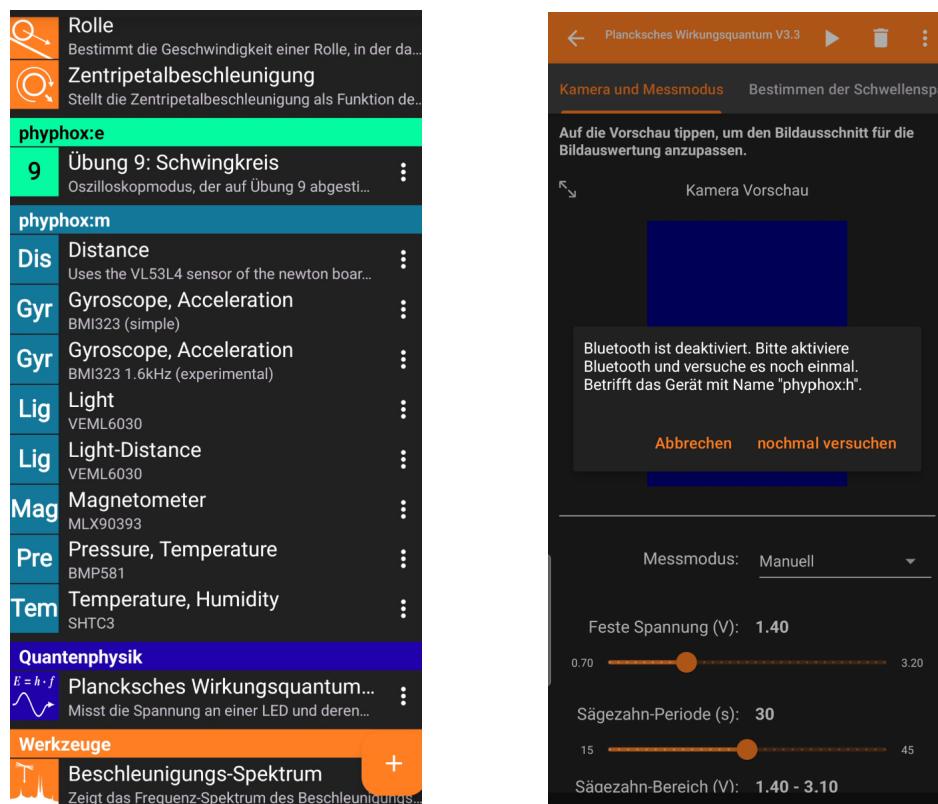
<b>A</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altitude sensor</li> </ul>	<b>H</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hysteresis curve of an iron core</li> </ul>	<b>S</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sensor Statistics</li> <li>• Smartphones as ammeters</li> </ul>
<b>B</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bandpass Amplitude</li> </ul>	<b>I</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrated acceleration</li> </ul>	<b>T</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tone ramp</li> <li>• TVOC</li> </ul>
<b>E</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Envelope (oscillations)</li> </ul>	<b>L</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• LC circuit</li> </ul>	

mit weiteren Experimenten.

## Fremde Experimente

Die nächste Art von Experimenten sind Experimente, die von anderen Nutzerinnen und Nutzern entwickelt wurden und auf das Smartphone (zum Beispiel via QR-Code) herübergeladen wurden.

Beispielsweise ...



**Abbildung** Links: Vorhandene Experimente (Auszug)  
Rechts: Experiment Plancksches Wirkungsquantum

Wir sehen hier ...

- Zur Unterscheidung der neuen Experimenten (von den eingebauten) können unterschiedliche Farben verwendet werden.
- Für weitere Experimente sind zum Teil spezielle über Bluetooth ansprechbare Sensor-Boxen notwendig.
- Hier beispielsweise: phyphox:m (Mechanik), phyphox:e (Elektrizitätslehre), phyphox:h (Plancksches Wirkungsquantum)

Diese phyphox Experimente wurden via QR-Code auf das Smartphone übertragen.

## Eigene Experimente

Die letzte Kategorie sind Experimente, die selber programmiert werden.

- Da der source Code der eingebauten Experimente auf github verfügbar ist, können die github-Experimente leicht nach eigenen Wünschen angepasst werden.
- Es können aber auch vollständig neue Experimente programmiert werden.
- Diese Source-Datei kann dann auf das Smartphone kopiert oder an weitere Personen verteilt werden.

Die Programmierung wird ausführlich im Kapitel “Programmieren von phyphox Experimenten” beschrieben.

# Übersicht über die eingebauten Phyphox Experimente

## Übersicht

Phyphox hat in der App die folgenden (derzeit zirka 35) Experimente implementiert ...

<b>Sensoren</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Beschleunigung (ohne g)</b> Rohdaten des Sensors "lineare Beschleunigung" aus...</li> <li><b>Beschleunigung mit g</b> Rohdaten des Beschleunigungssensors auslesen. D...</li> <li><b>Gyroskop (Drehrate)</b> Rohdaten des Gyroskops auslesen.</li> <li><b>Licht</b> Rohdaten des Lichtsensors auslesen.</li> <li><b>Luftdruck</b> Rohdaten des Barometers auslesen.</li> <li><b>Magnetfeld</b> Rohdaten des Magnetometers auslesen.</li> <li><b>Standort (GPS)</b> Positionsdaten der satellitengestützten Navigation...</li> </ul>	<b>Akustik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Audio Amplitude</b> Ermittelt die Amplitude von Audio-Signalen.</li> <li><b>Audio Autokorrelation</b> Die Frequenz eines einzelnen Tons ermitteln.</li> <li><b>Audio Oszilloskop</b> Stellt Audioaufnahmen dar.</li> <li><b>Audio Spektrum</b> Zeigt das Frequenz-Spektrum von Audiosignalen.</li> <li><b>Dopplereffekt</b> Kleine Frequenzänderungen des Dopplereffekts me...</li> <li><b>Frequenz-Verlauf</b> Den Frequenzverlauf eines einzelnen Tons ermitteln.</li> <li><b>Sonar</b> Misst Entfernung mithilfe von Echos und der Sch...</li> <li><b>Tongenerator</b> Generiert einen Ton einer bestimmten Frequenz.</li> </ul>
<b>Alltag</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Applausmeter</b> Bewertet einen Applaus nach Lautstärke und Dauer.</li> <li><b>Aufzug</b> Bestimmt Höhe und Geschwindigkeit eines Aufzugs...</li> </ul>	<b>Kamera</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Farbe (Farbwert Sättigung Hellwert /...</b> Bestimme die Farbe im HSV-Farbmodell (Farbwert,...</li> <li><b>Helligkeit (Leuchtdichte)</b> Misst die Leuchtdichte, also die Helligkeit durch die...</li> <li><b>Kamera-Spektrum: Helligkeit</b> Zeigt das Frequenz-Spektrum schwankender Hellig...</li> <li><b>Kamera-Stopptuhr: Farbe</b> Misst die Zeit zwischen Farbänderungen, z.B. verurs...</li> <li><b>Kamera-Stopptuhr: Helligkeit</b> Misst die Zeit zwischen Helligkeitsänderungen, z.B....</li> <li><b>Tiefensensor (LiDAR / ToF)</b> Misst Entfernung mit dem Tiefensensor.</li> </ul>
<b>Mechanik</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>(In)elastischer Stoß</b> Bestimme den Energieverlust während des (in)elast...</li> <li><b>Fadenpendel</b> Misst die Erdbeschleunigung (<math>g=9.81\text{m/s}^2</math>) indem d...</li> <li><b>Federpendel</b> Misst die Frequenz und Periode eines Federpendels.</li> <li><b>Rolle</b> Bestimmt die Geschwindigkeit einer Rolle, in der da...</li> <li><b>Zentripetalbeschleunigung</b> Stellt die Zentripetalbeschleunigung als Funktion de...</li> </ul>	<b>Werkzeuge</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Beschleunigungs-Spektrum</b> Zeigt das Frequenz-Spektrum des Beschleunigungs...</li> <li><b>Magnet-Lineal</b> Mit einer Reihe von Magneten die zurückgelegte Ent...</li> <li><b>Magnetfeld-Spektrum</b> Zeigt das Frequenz-Spektrum des Magnetometers.</li> <li><b>Neigung</b> Misst den Neigungswinkel des Smartphones.</li> </ul>
<b>Zeitmessung</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><b>Akustische Stopptuhr</b> Stoppe die Zeit zwischen zwei akustischen Ereignis...</li> <li><b>Bewegungs-Stopptuhr</b> Stoppe die Zeit zwischen zwei Bewegungs-Ereignis...</li> <li><b>Näherungs-Stopptuhr</b> Misst Zeiten mittels des Näherungssensors.</li> <li><b>Optische Stopptuhr (Lichtsensor)</b> Misst Zeiten mittels des Lichts., das auf den Lichtsen...</li> </ul>	

Diese Experimente können (auf <https://phyphox.org/experiment/>) auch nach verschiedenen Kriterien ausgewählt bzw. sortiert werden ...

### Experimente filtern

Nach Angebot: [Wiki-Eintrag](#), [Video-Anleitung](#), [Schulmaterial](#), [LEIFIphysik-Anleitung](#)

Nach Thema: [Akustik](#), [Alltag](#), [Mechanik](#), [Spaß](#), [Werkzeuge](#)

Nach Hardware: [Beschleunigungssensor](#), [Gyroskop](#), [Lichtsensor](#), [Barometer](#), [Magnetometer](#), [Mikrofon](#), [Lautsprecher](#)

## Einige Beispiele

### Beschleunigungen

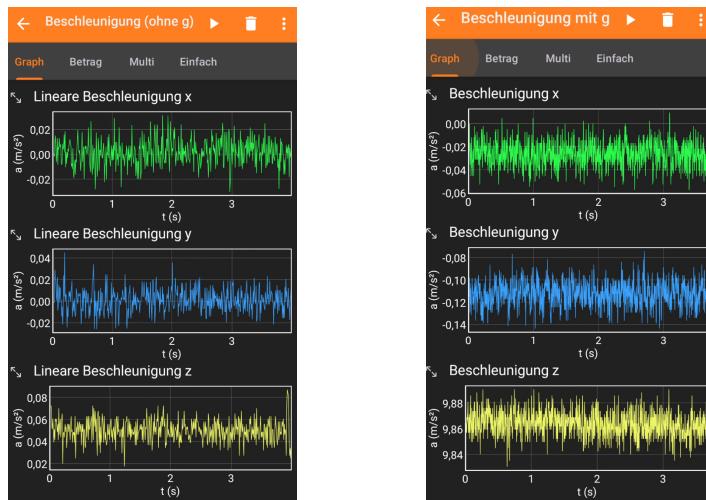
Wenn das Smartphone eben und mit dem Bildschirm nach oben auf dem Tisch liegt, dann ist ...

- die x-Achse in Querrichtung,
- die y-Achse in Längsrichtung und
- die z-Achse senkrecht zum Tisch nach oben.

Wir können die Beschleunigungen auf zwei Arten messen ...

- **Beschleunigung (ohne g)** bedeutet, dass die Beschleunigungen auf das ruhende Smartphone bezogen werden,
- **Beschleunigung mit g** bedeutet, dass die wirkende Erdbeschleunigung nicht aus den Daten entfernt wird.

Dies sieht dann beim ruhenden und (fast) horizontal liegenden Smartphone folgendermassen aus ...



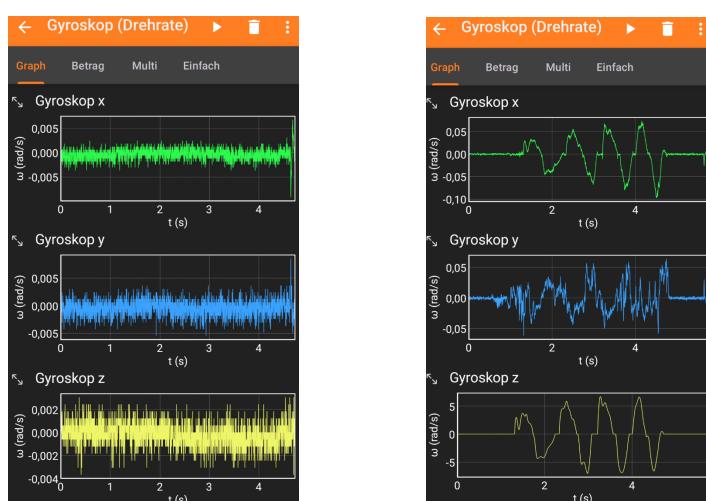
**Abbildung** Ohne g

Mit g

Wir sehen, dass bei der Messung mit g die Beschleunigung in die z-Richtung (Vertikalen) mit zirka  $9.81 \frac{m}{s^2}$  angegeben wird.

### Winkelgeschwindigkeit

Mit Hilfe des Experiments **Gyroskop** (Drehrate) können wir die Winkelgeschwindigkeiten in rad/s aufnehmen.



**Abbildung** Ohne Rotation

## Mit Rotation um die z-Achse

Beim Beispiel rechts wird das horizontal auf einem Tisch liegende Smartphone vorwärts und rückwärts gedreht. Wir sehen, dass die Winkelgeschwindigkeiten um die x-Achse und y-Achse sehr klein sind, während die Winkelgeschwindigkeit um die z-Achse (Vertikale) gross ist.

**Zeitmessungen**

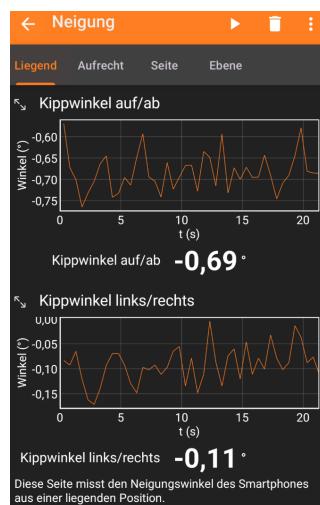
Phyphox kennt mehrere Arten, Zeitintervalle zu messen. Das Start- und Stoppsignal kann durch ein ...

- akustisches Signal: [Akustische Stoppuhr](#)
- optisches Signal: [Optische Stoppuhr \(Lichtsensor\)](#)
- Beschleunigung: [Bewegungs-Stoppuhr](#)

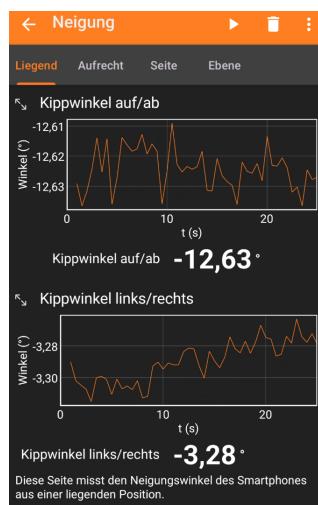
gegeben werden.

**Neigung**

Wenn das Smartphone schräg im Raum liegt, kann die Lage im Raum durch die beiden Kippwinkel angegeben werden (Experiment [Neigung](#)).



**Abbildung** horizontal



schräg im Raum

# Programmieren von phyphox Experimenten

## Einleitung

Mit der phyphox App lassen sich auch eigene Experimente programmieren. Es gibt dabei zwei unterschiedliche Methoden: mit Hilfe ...

- des **visuellen Editors** - ein blockly-based webeditor
  - Siehe <https://phyphox.org/editor/>
  - Durch Drücken von “Start the editor” (d.h. <https://phyphox.org/editor/neweditor/>) kann der web Editor gestartet werden.
- oder mit Hilfe der **XML-Programmierung** und einem einfachen Texteditor (z.B. Notepad+)

Wir schauen uns im Folgenden die zwei Methoden etwas genauer an.

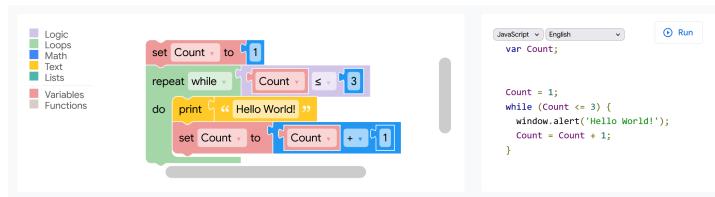
## Web-based visueller blockly Editor

### Was ist ein blockly Editor?

Gemäss Wikipedia (Link) ...

**Blockly** ist eine **Bibliothek**, die Web-, Android- und iOS-Apps einen **visuellen Code-Editor** hinzufügt. Der Blockly-Editor verwendet **verzahnte, grafische Blöcke** zur **Darstellung von Programmierkonzepten** wie Variablen, logischen Ausdrücken, Schleifen und mehr. Er ermöglicht den Benutzern, Programmierprinzipien anzuwenden, ohne sich Gedanken über die Syntax machen zu müssen. Die abgebildeten Algorithmen können u. a. als JavaScript- oder Python-Code exportiert werden.

Siehe zum Beispiel (Link) ...



Weitere Infos zu Blockly befinden sich auf [github](#) (Link).

Eine wichtige Anwendung ist die im Schulbereich weit verbreitete App “Scratch” (Link).

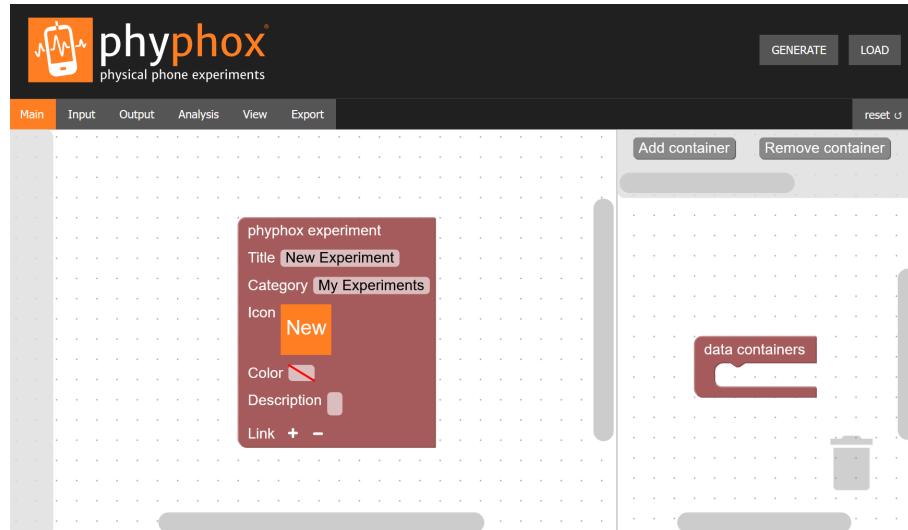
## Starten des phyphox web Editors

Empfehlenswert ist vorgängig das zirka 8 Minuten lange **Tutorial** zu blockly (Link) anzuhören.

Der web-based phyphox blockly Editor ist mit Hilfe eines Web-Browsers unter ...

<https://phyphox.org/editor/neweditor/>

erreichbar. Es öffnet sich die folgende Seite ...



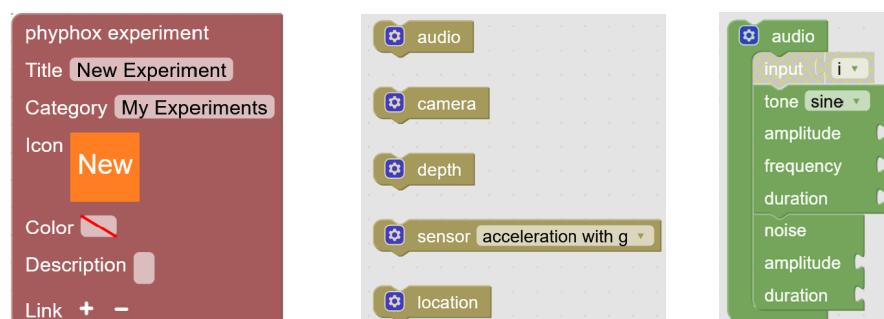
**Abbildung** Startseite des phyphox web-Editors

### Kurzanleitung

Wir sehen die **Menu Items** links oben ...

- **Main** Hier können einige zentrale Angaben zum Experiment gemacht werden wie Titel, Kategorie, Icon, Icon Hintergrund, eine Beschreibung sowie Links zu Zusatzinformationen.
- **Input** Hier werden die benutzten Sensoren ausgewählt und Parameter gesetzt.
- **Output** Hier werden die benutzten Ausgabegeräte (Lautsprecher, Bluetooth) ausgewählt und Parameter gesetzt.
- **Analysis** Hier werden die durchzuführenden Berechnungen angegeben.
- **View** Hier werden die verschiedenen Darstellungen zusammengestellt.
- **Export** Hier werden die für den Export bestimmten Daten ausgewählt.

In den folgenden Abbildungen werden einige Elemente gezeigt, die bei Main gesetzt und bei den anderen Menu Items auf das Hauptfeld gezogen und dann (durch Anklicken des Zahnrads) gesetzt werden müssen.

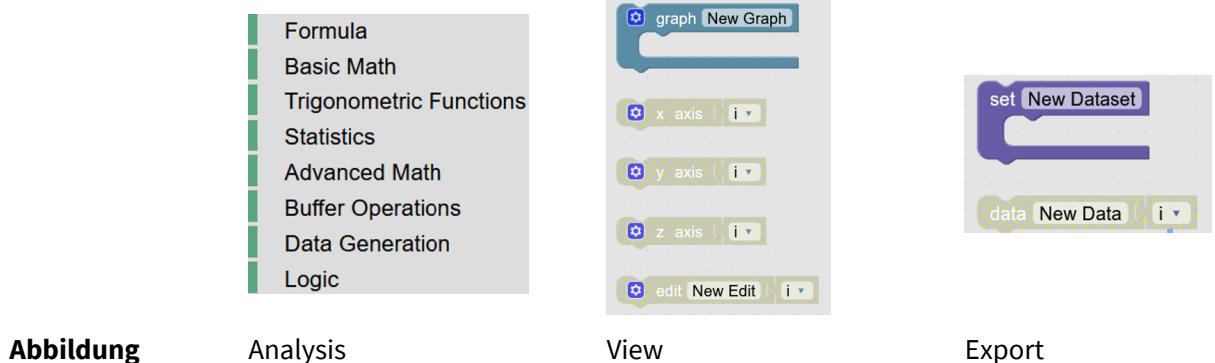


**Abbildung**

Main

Input

Output



Ein wichtiger Bestandteil ist auch noch das Feld rechts, bei dem mit Hilfe der Befehle "Add container" und "Remove container" die zu benutzenden Variablen (Skalare oder Arrays) gesetzt werden können.



Rechts oben auf der Website sieht man ausserdem noch die **Befehle** ...

- Generate Erzeugt aus dem zusammengestellten Experiment eine App.
- Load Lädt ein bestehendes Experiment.
- reset Reset.

## Eingebautes Experiment "Rolle"

Wir können mit Hilfe des Befehls "Load" ein gespeichertes Experiment auswählen. Durch das Studium der blockly Programmierung dieses Experiments kann die Programmiersprache am einfachsten gelernt werden.

Wir verwenden beispielsweise das Experiment "Rolle".

Bemerkung

- Phyphox benutzt das folgende Koordinatensystem für das Gyroskop (den Kreisel). Siehe ...  
<https://phyphox.org/de/unterstutzte-sensoren/>

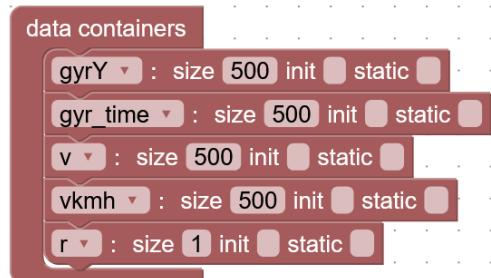


Wir wählen im web-Editor ( <https://phyphox.org/editor/neweditor/> ) den Befehl “Load”. Es bieten sich dann für die Rolle zwei Buttons ...

Roll ([\(original file\)](#))

Der button “(original file)” führt uns auf github zum XML-Code. Wir wählen den button “Roll” (englisch!). Nachdem wir noch die Sprache (z.B. Deutsch) gewählt haben, werden die blockly Bausteine für das ausgewählte Experiment geladen.

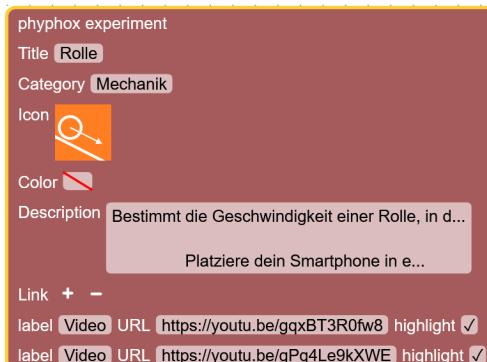
**Unter Container sehen wir ...**



**Abbildung** Die Datencontainer sind bestimmt für ...

- die Liste *gyrY* = die Winkelgeschwindigkeit um die y-Achse
- die Liste *gyr\_time* = die Zeit
- die Liste *v* = die Geschwindigkeit in m/s
- die Liste *vkmh* = die Geschwindigkeit in km/h
- den Parameter *r* = der Radius der Rolle

**Unter Main sehen wir ...**



**Abbildung** Main enthält ...

- den Titel “Rolle”
- die Kategorie “Mechanik”
- das Icon für Rolle an einer geneigten Ebene
- die Beschreibung: einen bestimmten Text
- Zwei Links zu Youtube Videos, die das Experiment erklären.

## Unter Input sehen wir ...



**Abbildung** Input enthält ...

- den Sensor "Gyroskop"
- die Liste  $gyrY$  Winkelgeschwindigkeit um die y-Achse
- die Liste  $gyr\_time$  Zeit

## Unter Output sehen wir ...



**Abbildung** Es gibt keinen Output (auf den Lautsprecher oder Bluetooth).

## Unter Analysis sehen wir ...



**Abbildung** Analysis enthält ...

- die Berechnung der Geschwindigkeit in m/s:  $v = gyrY * r = \omega * r$
- die Berechnung der Geschwindigkeit in km/h:  $vkmh = 3.6 * v$

## Unter View sehen wir ...

zwei Views. Die erste View "Geschwindigkeit" ...



**Abbildung** View "Geschwindigkeit" mit ...

- Label "Rollenradius" mit dem Wert  $r$
- Funktionsgraph "Geschwindigkeit", d.h.  $v[t]$  in der Einheit m/s.
- Funktionsgraph "Geschwindigkeit", d.h.  $vkmh[t]$  in der Einheit km/h.

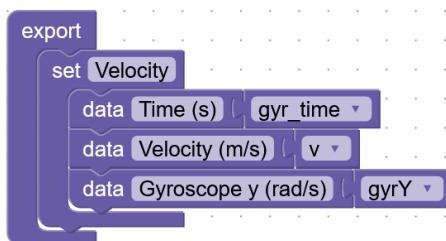
Die zweite View ...



**Abbildung** View “Rohdaten” mit ...

- Funktionsgraph “Gyroskop y”, d.h.  $\omega_y[t]$  in der Einheit rad/s.

Unter “Export” sehen wir ...



**Abbildung** Export enthält die Ausgabe ...

- des Sets Velocity mit dem Zahlentripel ...
  - Zeit (in s)
  - Geschwindigkeit (in m/s)
  - Winkelgeschwindigkeit (in rad/s)

## XML Programmierung

Die zweite Möglichkeit, phyphox Experimente zu programmieren, geschieht mit Hilfe von XML Programmen. Die Syntax für das Phyphox file format steht unter ...

[https://phyphox.org/wiki/index.php/Phyphox\\_file\\_format](https://phyphox.org/wiki/index.php/Phyphox_file_format)

### Was ist XML?

Gemäss Wikipedia (vgl. Link und Link)

- Die eXtensible Markup Language (dt. Erweiterbare Auszeichnungssprache), abgekürzt XML, ist eine **Auszeichnungssprache** zur Darstellung hierarchisch **strukturierter Daten** im Format einer Textdatei, die sowohl von **Menschen als auch von Maschinen lesbar** ist.
- XML wird auch für den plattform- und implementationsunabhängigen **Austausch von Daten** zwischen Computersystemen eingesetzt, insbesondere über das Internet, und wurde vom World Wide Web Consortium (W3C) am 10. Februar 1998 veröffentlicht.
- Ein XML Dokument muss ein root-Element enthalten. Beispielsweise ...
 

```
<phyphox>
  --- weitere Elemente ...
</phyphox>
```
- Ein Element ist dabei alles vom (einschliesslich) Starttag `<xxx>` bis (einschliesslich) dem Endtag `</xxx>`.
 

```
<xxx> ... </xxx>
```
- Das Starttag kann auch sogenannte Attribute enthalten ...
 

```
<xxx attr = " ... ">
```

Dies sind nur ganz grobe Anmerkungen. Mehr über XML und deren Syntax kann in obigen Links gefunden werden.

## Beispiel “Rolle”

Wir haben im voranstehenden Abschnitt das Beispiel “Rolle” näher angeschaut. Wir nehmen nun das gleiche Beispiel und untersuchen es in der XML-Programmierung.

Wir schauen uns dazu den Quellcode in XML-Programmierung an. Der Quellcode für alle Experimente wird gefunden unter ...

https://phyphox.org/de/quellcode/  
dann “phyphox-experiments” anklicken

Wir landen bei ...

https://github.com/phyphox/phyphox-experiments

Aus der langen Liste wählen wir “roll.phyphox” und landen bei ...

https://github.com/phyphox/phyphox-experiments/blob/master/roll.phyphox

Wir können mit dieser Adresse auch direkt zu diesem Experiment gelangen.

Wir stellen fest ...

- Der Code umfasst insgesamt 315 Zeilen.
- Ein sehr grosser Teil des Codes besteht aus den Übersetzungen. Wenn wir alle Übersetzungen herausstreichen, hat der Code (nur) noch 65 Zeilen.
- Das Gerüst des Codes sieht nun folgendermassen aus ...

```
<phyphox version="1.14" locale="en">
  <title> Roll </title>
  <category> Mechanics </category>
  <icon format="base64"> Bild codiert </icon>
  <description> Text </description>
  <link label="Wiki"> link </link>
  <link label="Video" highlight="true"> link </link>
  <data-containers> ... </data-containers>
  <input> ... </input>
  <views> ... </views>
  <analysis> ... </analysis>
  <export> ... </export>
</phyphox>
```

- Das root Element besteht aus: <phyphox version="1.14" locale="en"> ..... </phyphox>
- Wir haben bei der blockly Programmierung gesehen ...
  - Die Tags title, category, icon, description und link sind im Menu Item Main enthalten.
  - Die Tags input, views, analysis, export entsprechen den weiteren Menu items.
  - Der Inhalt des Tags data-containers belegt ein eigenes Feld im web-Editor.
- Die Übersetzung-Tags translations kommen nur im XML-Quellcode, nicht jedoch bei der blockly Programmierung vor.
- Der Quellcode verwendet die englische Sprache (z.B Roll, Mechanics,Text der Beschreibung).

## Code für Main

Hier gibt es nicht viel zu sagen. Die eingegebenen Texte sind unten farblich hervorgehoben.

```

<title>Roll</title>
<category>Mechanics</category>
<icon format="base64"> (ein in base 64 codiertes Bild) </icon>
<description>
  Place your phone in a roll and determine its velocity.

  You should place your phone in a paper roll so that it rotates about its longest side. This
  experiment then takes the angular velocity measured by the gyroscope as well as the radius of
  the roll to calculate the speed at which the roll travels.
</description>
<link label="Wiki"> http://phyphox.org/wiki/index.php?title=Experiment:_Roll </link>
<link label="Video" highlight="true">https://youtu.be/gPq4Le9kXWE</link>

```

## Code für Datencontainer

```

<data-containers>
  <container size="500">gyrY</container>
  <container size="500">gyr_time</container>
  <container size="500">v</container>
  <container size="500">vkmh</container>
  <container>r</container>
</data-containers>

```

Es werden hier gesetzt ...

- 4 Vektoren/Arrays mit den Namen `gyrY`, `gyr_time`, `v` und `vkmh`, die jeweils eine Länge von 500 haben.
- Ausserdem noch der Parameter `r`.

## Code für Input

```

<input>
  <sensor type="gyroscope" rate="25" average="true">
    <output component="y">gyrY</output>
    <output component="t">gyr_time</output>
  </sensor>
</input>

```

Es werden hier ausgelesen ...

- die Winkelgeschwindigkeit um die y-Achse (`component="y"`) und der Variablen `gyrY` zugewiesen.
- die Zeit (`component="t"`) und der Zeit `gyr_time` zugewiesen.

## Code für Output

Nichts. Kommt nicht vor.,

## Code für Views

Wir haben hier zwei Darstellungen (Views).

```

<views>
  <view label="Velocity">
    <edit label="Roll radius" unit="[[unit_short_centi_meter]]" factor="100"
          default="0.05" signed="false" min="0.01" max="1">
      <output>r</output>
    </edit>
    <graph label="Velocity" labelX="[[quantity_short_time]]"
          unitX="[[unit_short_second]]" labelY="[[quantity_short_velocity]]"
          unitY="[[unit_short_meter_per_second]]"
          unitYperX="[[unit_short_meter_per_square_second]]"
          partialUpdate="true">
      <input axis="x">gyr_time</input>
      <input axis="y">v</input>
    </graph>
    <graph label="Velocity" labelX="[[quantity_short_time]]"
          unitX="[[unit_short_second]]" labelY="[[quantity_short_velocity]]"
          unitY="[[unit_short_kilo_meter_per_hour]]" partialUpdate="true">
      <input axis="x">gyr_time</input>
      <input axis="y">vkmh</input>
    </graph>
  </view>

  <view label="Raw Data">
    <graph label="Gyroscope y" labelX="[[quantity_short_time]]"
          unitX="[[unit_short_second]]" labelY="[[quantity_short_angular_velocity]]"
          unitY="[[unit_short_radian_per_second]]" unitYperX="rad/s2"
          partialUpdate="true" color="ffff00">
      <input axis="x">gyr_time</input>
      <input axis="y">gyrY</input>
    </graph>
  </view>
</views>

```

View 1 mit der Überschrift **Velocity** hat ...

- das Label **Roll radius** und den Parameter **r**
- das Label **Velocity** und den Funktionsgraphen **v** versus **gyr\_time** d.h.  $v[t]$
- das Label **Velocity** und den Funktionsgraphen **vkmh** versus **gyr\_time** d.h.  $vkmh[t]$

View 2 mit der Überschrift **Raw Data** hat ...

- das Label **Gyroscope y** und den Funktionsgraphen **gyrY** versus **gyr\_time** d.h.  $\omega[t]$

## Code für Analysis

```
<analysis>
  <multiply>
    <input clear="false">gyrY</input>
    <input clear="false">r</input>
    <output>v</output>
  </multiply>
  <multiply>
    <input clear="false">v</input>
    <input type="value">3.6</input>
    <output>vkmh</output>
  </multiply>
</analysis>
```

Es wird hier zwei Mal multipliziert ...

- Erstens:  $v = r * \text{gyrY}$  d.h.  $v = r * \omega$
- Zweitens:  $\text{vkmh} = 3.6 * v$

## Code für Export

```
<export>
  <set name="Velocity">
    <data name="Time (s)">gyr_time</data>
    <data name="Velocity (m/s)">v</data>
    <data name="Gyroscope y (rad/s)">gyrY</data>
  </set>
</export>
```

Es werden die Arrays der Tripel {gyr\_time, v, gyrY} exportiert.

Wenn die Daten (als Excel Datei oder csv Datei) exportiert werden, sieht der Output beispielsweise folgendermassen aus ...

“Time (s)”	“Velocity (m/s)”	“Gyroscope y (rad/s)”
2.889716777E1	1.173777533E-1	2.053729057E0
2.893721327E1	1.437610340E-1	1.810604572E0
2.897725973E1	1.267423201E-1	6.469063163E-1
...	total 500 Werte	
4.871768700E1	-4.276056716E-5	0.000000000E0
4.875772300E1	0.000000000E0	3.054326167E-3
4.879775989E1	2.138028317E-4	2.443460980E-3
4.883779735E1	1.710422686E-4	4.276056774E-3
4.887785100E1	2.993239742E-4	2.443460980E-3

Dabei bedeutet (wie bei den Computersprachen üblich) ...

$$2.889716777\text{E}1 = 2.889716777 * 10^1 = 28.89716777$$

$$1.173777533\text{E-}1 = 1.173777533 * 10^{-1} = 0.1173777533$$

## Code für Translations

Die Übersetzungen für die vielen Sprachen befinden sich innerhalb der XML Elemente ...

```
<translations>
    <translation> ... Sprache 1 ... </translation>
    <translation> ... Sprache 2 ... </translation>
    ...
</translations>
```

Wir schauen uns hier nur die Übersetzung in die deutsche Sprache genauer an.

```
<translation locale="de">
    <title>Rolle</title>
    <category>Mechanik</category>
    <description>
        Bestimmt die Geschwindigkeit einer Rolle, in der das Smartphone steckt.

        Platziere dein Smartphone in einer Papprolle so, dass es um seine längste Achse
        rotiert. Das Experiment ermittelt die Winkelgeschwindigkeit über das Gyroskop
        und
        berechnet hieraus und aus dem eingegebenen Radius der Rolle die
        Geschwindigkeit,
        mit der sich die Rolle bewegt.
    </description>
    <link label="Video" highlight="true">https://youtu.be/gqxBT3R0fw8</link>
    <string original="Velocity">Geschwindigkeit</string>
    <string original="Roll radius">Rollenradius</string>
    <string original="Raw Data">Rohdaten</string>
    <string original="Gyroscope y">Gyroskop y</string>
</translation>
```

### Bemerkungen

- `locale="de"` deutet an, dass es sich um eine Übersetzung ins Deutsche handelt.
- Für die Tags `title`, `category` und `description` wird der deutsche Text direkt eingegeben.
- Für die anderen zu übersetzenden Ausdrücke wird der Tag `"string"` mit dem Attribut `"original"` verwendet.
  - In `cyan` sind die englischen Ausdrücke.
  - In `purple` sind die entsprechenden deutschen Ausdrücke.

## Weitere Experimente

An weiteren Beispielen ...

<https://github.com/phyphox/phyphox-experiments>

kann man sich zusätzlich in die Syntax vertiefen.

Die Syntax ist auch ausführlich unter ...

[https://phyphox.org/wiki/index.php/Phyphox\\_file\\_format](https://phyphox.org/wiki/index.php/Phyphox_file_format)

beschrieben.

# Anhang

## Anhang A

## Publikationen (Auszug)

**<https://phyphox.org/references/>**

- Hier können sehr viele Publikationen (von 2017 bis heute) mit Bezug zu phyphox gefunden werden.
- Didaktische Aspekte, Experimentbeschreibungen usw.
- Leider häufig auch hinter einer paywall.

**arxiv.org**

- Sebastian Staacks et al, “[Bluetooth sensors in phyphox with Arduino and MicroPython -- Paving the way from an idea to an experiment for teachers and learners](https://arxiv.org/abs/2503.09373)”, 2025
  - <https://arxiv.org/abs/2503.09373>
- Sebastian Staacks et al, “[Collaborative smartphone experiments for large audiences with phyphox](https://arxiv.org/abs/2206.07157)”, 2022
  - <https://arxiv.org/abs/2206.07157>
- Dominik Dorsel et al, “[Using a Smartphone pressure sensor as Pitot tube speedometer](https://arxiv.org/abs/2201.08064)”, 2022
  - <https://arxiv.org/abs/2201.08064>
- Simon Zacharias Lahme et al, “[Recitation tasks revamped? Students' perceptions of smartphone-based experimental and programming tasks in introductory mechanics](https://arxiv.org/abs/2411.13382)”, 2024/25
  - <https://arxiv.org/abs/2411.13382>
- Sebastian Staacks et al, “[Simple time-of-flight measurement of the speed of sound using smartphones](https://arxiv.org/abs/1804.06243)”, 2018
  - <https://arxiv.org/abs/1804.06243>
- Sebastian Staacks et al, “[Advanced tools for smartphone-based experiments: phyphox](https://arxiv.org/abs/1804.06239)”, 2018
  - <https://arxiv.org/abs/1804.06239>

Dustin Kirwald et al. “[phyphox: Exploration neuer Experimentierideen anhand der länderspezifischen Kernlehrpläne an deutschen Schulen](#)”, Didaktik der Physik, Frühjahrstagung – Hannover 2023, [Link](#)

Simon Goertz et al, “[Smartphone-Experimente zu gleichmäßig beschleunigten Bewegungen mit der App phyphox](#)”, Didaktik der Physik Frühjahrstagung–Dresden 2017, [Link](#)

## Anhang B

## Materialien zu den Experimenten

Phyphox enthält viele Informationen, Video-Anleitungen, Schulmaterialien, Arbeitsblätter und Anleitungen zu den eingebauten Experimenten und Sensoren. Sie sind zum Teil über die Website verstreut. Im Folgenden ist eine generelle Übersicht dazu gegeben.

### Zusatzmaterialien zu einigen Experimenten

Viele Zusatzmaterialien können zu den eingebauten Experimenten gefunden werden. Wie kommt man zu diesen Zusatzinformationen?

Es gibt die folgenden Möglichkeiten ...

- Website: [https://phyphox.org/wiki/index.php/Category:Built-in\\_experiments](https://phyphox.org/wiki/index.php/Category:Built-in_experiments)  
Durch Anklicken eines Experiments oder eines Sensors gelangt man auf die entsprechende Wiki-Seite.
- Website: <https://phyphox.org/de/experiment/>  
Unter dieser Website sind alle eingebauten Experimente aufgeführt. Bei all diesen Experimenten sind die Zusatzmaterialien wie **Wiki-Eintrag, Video-Anleitung, Schulmaterial, LEIFIphysik-Anleitung** aufgeführt.
- Website: <https://phyphox.org/de/experiment/>  
Diese Webseite lässt sich auch filtern nach ...
  - Angebot Wiki-Eintrag, Video-Anleitung, Schulmaterial, LEIFIphysik-Anleitung
  - Thema Akustik, Alltag, Mechanik, Spass, Werkzeuge
  - Hardware Beschleunigungssensor, Gyroskop, Lichtsensor, Barometer, Magnetometer, Mikrofon, Lautsprecher

Mit diesem Vorgehen gelangt man beispielsweise zu den folgenden Informationen für das eingebaute Experiment "Rolle" und den physikalischen Versuch "Freier Fall".

### Experiment "Rolle"

- <https://phyphox.org/de/experiment/rolle/>
- [https://phyphox.org/wiki/index.php?title=Experiment:\\_Roll](https://phyphox.org/wiki/index.php?title=Experiment:_Roll)
- <https://www.youtube.com/watch?v=gqxBT3R0fw8>
- [https://phyphox.org/material/arbeitsblatt\\_rolle\\_zeppmeisel.pdf](https://phyphox.org/material/arbeitsblatt_rolle_zeppmeisel.pdf)
- [https://phyphox.org/material/arbeitsblatt\\_rolle\\_zeppmeisel.docx](https://phyphox.org/material/arbeitsblatt_rolle_zeppmeisel.docx)

## Freier Fall

- Mittels eingebautem Experiment “Akustische Stoppuhr”
  - <https://phyphox.org/de/experiment/freier-fall/>
  - <https://www.youtube.com/watch?v=fm1QcDtdRX8>
  - <https://www.leifiphysik.de/mechanik/freier-fall-senkrechter-wurf/versuche/freier-fall-smartphone-experiment-mit-phyphox>
- Mittels Experiment “Magnetfeld”
  - <https://phyphox.org/de/experiment/fallversuch/>
  - [https://phyphox.org/material/lehrerhandreichung\\_fallversuch.pdf](https://phyphox.org/material/lehrerhandreichung_fallversuch.pdf)
  - [https://phyphox.org/material/arbeit\\_goertz.pdf](https://phyphox.org/material/arbeit_goertz.pdf)
  - [https://phyphox.org/material/arbeitsblatt\\_fallversuch.pdf](https://phyphox.org/material/arbeitsblatt_fallversuch.pdf)
  - [https://phyphox.org/material/bestimmung\\_der\\_erdbeschleunigung.xlsx](https://phyphox.org/material/bestimmung_der_erdbeschleunigung.xlsx)

## Kits mit Anleitungen

### Kit: Experimente für den MINT-Unterricht:

<https://phyphox.org/de/pool/>  
Ansprechpartnerin

mit Arbeitsblättern

<https://phyphox.org/pool-en/#kit>  
Marija Herdt , E-Mail [marija@phyphox.org](mailto:marija@phyphox.org)

Arbeitsblätter: <https://rwth-aachen.sciebo.de/s/T9ZrAYdeYsPfz7T>

Sek II: <https://rwth-aachen.sciebo.de/s/ZZA6RfoRPpfgDTN>

Biologie: <https://rwth-aachen.sciebo.de/s/MDLKAHHo5FNQezn>

### Phonelabs starter kit:

<https://phyphox.org/news/phonelabs-starter-kit/>  
inkl. Video Zentripetalbeschleunigung Experiment

### Bausatz für Bluetooth-fähigen CO<sub>2</sub>-Monitor

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