

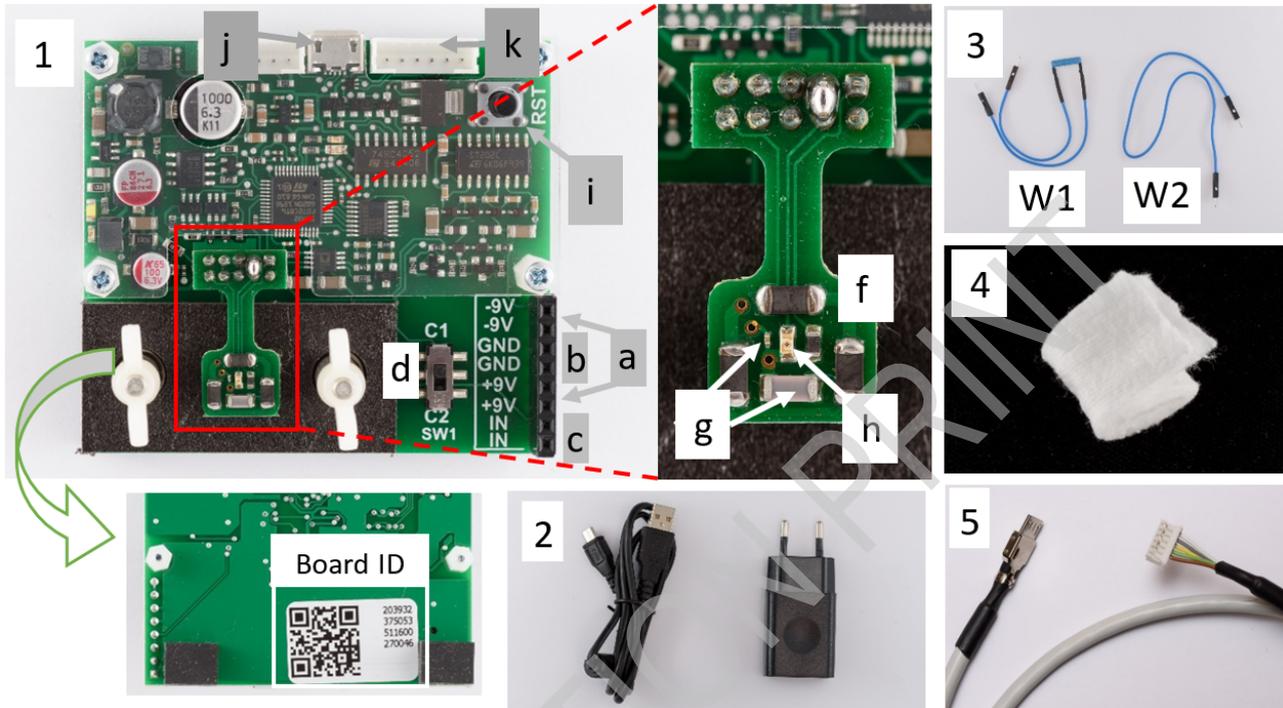


## Experimentelle Klausur - Overall Guide

Die experimentelle Klausur dauert 5 Stunden und besteht aus 2 separaten Experimenten, die jeweils 10 Punkte wert sind. Ausrüstung wird teilweise in beiden Experimenten verwendet. Lies diese Anleitung also genau bevor du mit dem Experimentieren beginnst.

### Liste der Komponenten

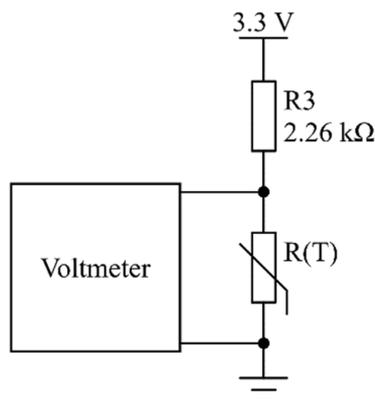
1. Mess- und Proben-Platine mit:
  - (a) +9 V und -9 V Spannungsquellen (je zwei äquivalente Anschlüsse),
  - (b) zwei äquivalente geerdete Anschlüsse,
  - (c) zwei äquivalente Kondensator-Anschlüsse,
  - (d) Schalter zur Auswahl des Kondensators (kann auf C1 oder C2 gesetzt werden),
  - (e) Voltmeter mit kleinem Eingangsstrom (auf der Platine),
  - (f) Thermostat mit Heizer und Temperatur-Sensor (auf der Platine),
  - (g) untersuchte Kondensatoren C1 und C2
  - (h) LED, verbunden mit einer Konstantstromquelle und einem Voltmeter,
  - (i) RESET-Knopf,
  - (j) USB-Stromanschluss,
  - (k) 6-PIN Daten-Anschluss zur Verbindung mit dem Tablet.
2. Spannungsquelle für die Platine mit USB-Mikro-B-Stecker.
3. Steckbrücken - W1 (mit 100 M $\Omega$ -Widerstand R1) und W2 (0  $\Omega$ )
4. wärmeisolierendes Material für den Thermostat
5. Anschlusskabel zwischen Platine und Tablet, mit USB-Mikro-B-Stecker auf der Tablet-Seite
6. Touchscreen Tablet mit "IPhO 2021 Experiments" App (Gebrauchsanweisung siehe unten)
7. Thermometer (im Prüfungsraum verfügbar)



Die Temperatur des Thermostaten wird mit einem NTC-Widerstand (temperaturabhängiger Widerstand, Negative Temperature Coefficient / negativer Temperaturkoeffizient) bestimmt. Der Widerstand des NTC hängt wie folgt von der absoluten Temperatur  $T$  (in Kelvin) ab:

$$R(T) = R_0 e^{B/T}, \quad (1)$$

wobei  $B = 3500$  K. Die Konstante  $R_0$  muss vor Einschalten der Heizung aus der bekannten Umgebungstemperatur berechnet werden. Der Wert dieser Konstante wird für beide Experimente benötigt. Die Temperatur des Thermostaten kann durch Verändern des Heizstroms (per App am Tablet) verändert werden. Nach Änderung des Heizstroms muss gewartet werden, bis das System eine stabile Temperatur erreicht. Andererseits wird angenommen, dass das thermische Gleichgewicht zwischen den Komponenten (Kondensatoren, NTC und LED) sich "instantan" einstellt und keine signifikante Verzögerung beobachtet wird.



## Experiment

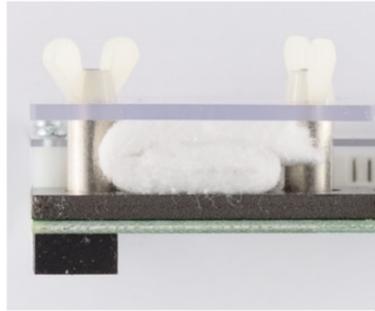


IPhO Lithuania  
2021

# G1-3

Austrian German (Austria)

Um stabilere thermische Bedingungen zu erhalten, wurde eine Lage isolierenden Materials über den Thermostaten gelegt und mit einer kleinen Plastikplatte und zwei Schrauben befestigt.

**Vorsicht:**

Vermeide, die Platine und ihre Anschlüsse zu beschädigen. Stecke alle Verbindungen vorsichtig ohne übermäßige Kraftausübung. Elektronische Geräte und Flüssigkeiten vertragen sich nicht, sei also vorsichtig mit dem Trinkwasser und sonstigen (Körper-) Flüssigkeiten.

DELEGATION PRINT



## Gebrauchsanweisung der IPhO 2021 Experiment - App

“IPhO 2021 Experiments” Software kann vom Home-Screen des Tablets aus durch Berühren des IPhO-Icons gestartet werden (oder von einer App-Auswahl aus, die durch einen Swipe vom unteren zum oberen Bildschirmrand angewählt werden kann).



### Um Messwerte von der Platine zum Tablet zu übertragen:

1. Versorge die Platine durch das USB-Netzteil mit Spannung
2. verbinde Platine und Tablet mit dem Verbindungskabel (*6 Pins auf Platinen-Seite, Mikro-USB auf Tablet-Seite*)
  - (a) bestätige den USB-Zugriff und setze die Platine innerhalb von 10 Sekunden zurück (RESET), wenn die App darum bittet.

#### **Vorsicht: Sollte zu irgendeinem Zeitpunkt**

- - die Platine aufhören zu antworten und keine Messungen liefern (weder in “Check state” noch Mess-Modus),
- - Heizstrom / LED-Strom keine Änderung zeigen (Spannung am NTC ändert sich nicht, LED leuchtet selbst bei maximalem LED-Strom nicht)

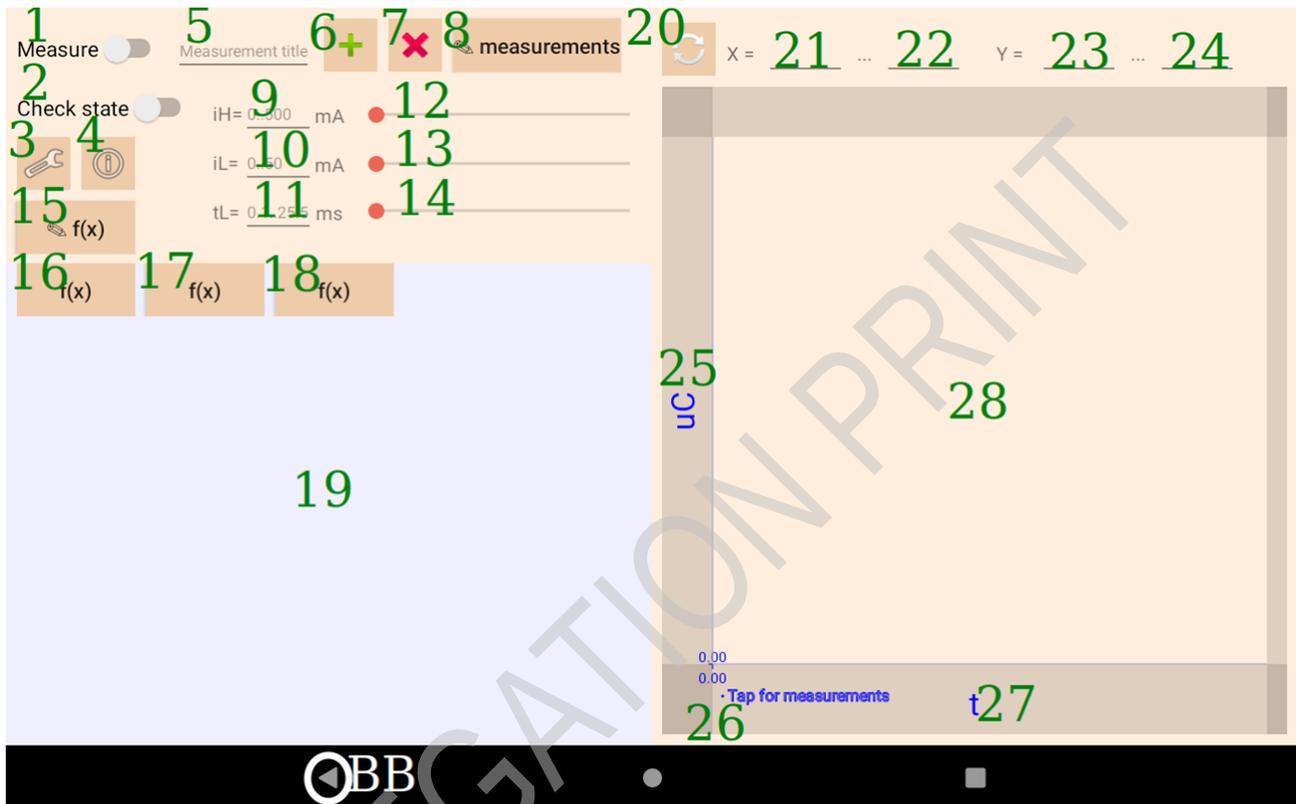
drücke den RESET-Knopf auf der Platine und wiederhole Schritt 3 (“bestätige den USB-Zugriff...”).

#### **Wenn das nicht hilft:**

- Schließe die App durch zweimaliges Drücken des Reset-Knopfs,
- stecke die Platine aus,
- öffne die App erneut,
  - schließe die Platine wieder an und wiederhole Schritt 3 (oben beschrieben).



Kontrollen und Anzeigefelder sind (die Zahlen werden später zur Referenz verwendet):



Das Hauptfenster der App:

- 1 – Betätigen dieses Schalters startet eine Mess-Sitzung, und stoppt sie wieder.
- 2 – Wenn dieser Schalter aktiv ist, zeigt der Bildschirm die Messwerte live.
- 3 – Öffnet die Einstellung.
- 4 – Zeigt eine Zusammenfassung der Einstellungen.
- 5 – Titel der Messung die gespeichert oder gelöscht werden soll.
- 6 – Speichert eine neu aufgenommene oder gewählte Messung unter einem neuen Namen.
- 7 – Löscht die ausgewählte Messung.
- 8 – Wählt eine vorher gespeicherte Messung aus.
- 9, 10, 11 – Textfelder um manuell den Wert von Heizstrom (9), LED-Strom (10), oder LED Strom-Puls-Dauer (11) einzugeben. Leere Werte bedeuten 0.  $t_L$  (Dauer des LED Strom-Pulses) = 0 bedeutet konstanten Gleichstrom.
- 12, 13, 14 – Schieberegler um die zugehörigen Werte einzustellen (*LED-Strom ändert sich exponentiell!*).
- 15 – Öffnet Funktions-Editor.
- 16, 17, 18 – Wählt Variablen oder Funktionen für Spalten von Messwert-Tabellen aus.

- **19** – Bereich für Messwert-Tabellen.
- **20** – Trägt manuell Messungen erneut in ein Diagramm ein.
- **21, 22** – minimale und maximale Begrenzung der  $X$ -Achse (kann manuell eingetragen und durch Drücken des "erneut plotten"-Knopfes aktualisiert werden).
- **23, 24** – minimale und maximale Begrenzung der  $Y$ -Achse.
- **25, 27** – wählt  $Y$ - und  $X$ -Achsen des Diagramms aus.
- **26** – wählt Messungen aus, die im Diagramm eingetragen werden sollen.
- **28** – Bereich des Diagramms.
- **BB** – Reset-Knopf in Android OS (zweimal drücken, um die App zu schließen).

## Messreihe für I-V-Kurve einrichten

Zusätzliche LED-Einstellungen für Experiment 2 können durch Drücken des "setting"-Knopfs (**3**) im Hauptfenster getroffen werden. **Wähle im Fenster, das sich öffnet:**

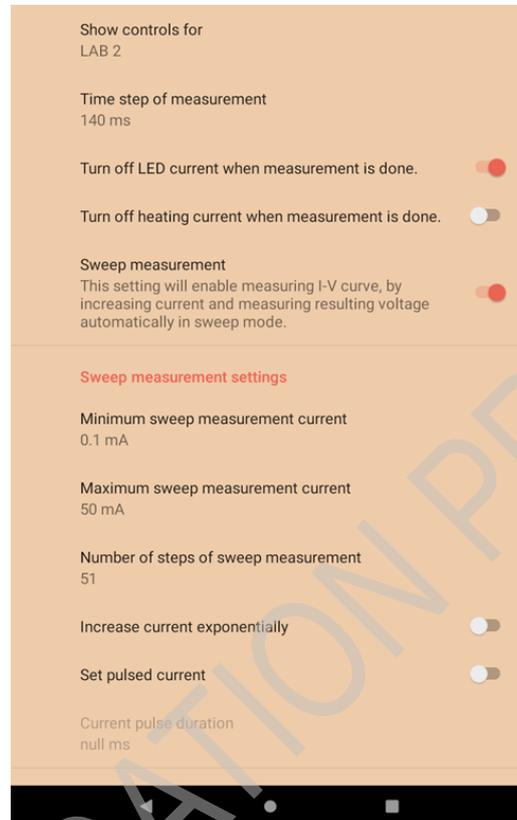
- "LAB 2" or "ANY LAB" im Abschnitt "**Show controls for**".
- aktiviere die Option "**Sweep measurement**".

Andere Einstellungen sind:

- "**Minimum...**" und "**Maximum sweep measurement current**" bestimmen den Anfangs- und Endwert des LED-Stroms während der Messreihe.
- "**Number of steps of sweep measurement**" bestimmt wie viele Mess-Schritte gemacht werden.
- wähle "**Increase current according to geometric progression**" wenn der Strom exponentiell ansteigen soll.
- wähle "**Set pulsed current**" und bestimme "**Current pulse width**" wenn jeder Wert während eines zeitlich begrenzten Pulses des LED-Stroms gemessen werden soll.

*Z.B., wenn die Anzahl des Messwerte 51 ist und "**Increase current according to geometric progression**" ausgeschaltet ist, ändert sich der LED-Strom von 0 mA bis 50 mA. Der LED-Strom während der Messung beträgt also 0 mA, 1 mA, ... 49 mA and 50 mA.*

Die I-V-Kurve kann jetzt gemessen werden, nachdem du durch Drücken des "Zurück"-Knopfs zum Hauptfenster zurückgekehrt bist.



## Bearbeiten von Funktionen

Drücken des Knopfs (15) im Hauptfenster öffnet das Funktions-Bearbeitungs-Fenster.

Die dort erstellten Funktionen akzeptieren einige direkt von der Platine gemessenen Variablen (und ihre Ableitungen).

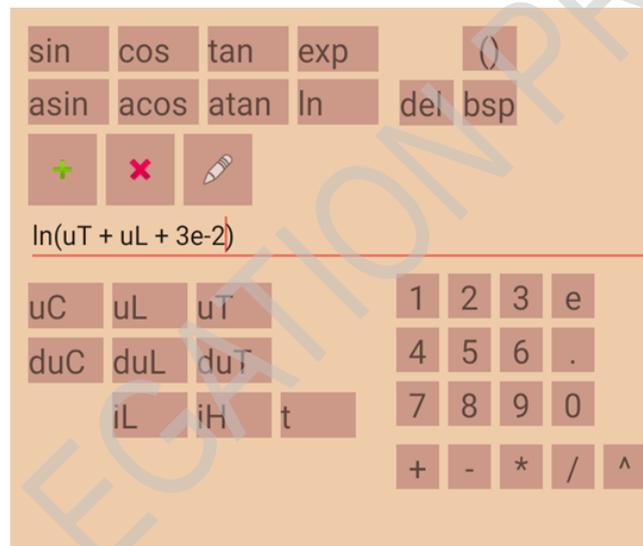
Diese sind:

- **Spannungen (in V):**
  - **uC** – am ausgewählten Kondensator (C1 oder C2);
  - **uT** – am NTC-Widerstand;
  - **uL** – an der LED;
- ihre Ableitungen nach der Zeit ( $dy/dt$ ) (in V/s):
  - **duC**
  - **duT**
  - **duL**
- die Ströme (in mA):
  - **iL** – an der LED (in mA);
  - **iH** – Heizstrom (in mA);
- Zeit **t** (in s).

Benutzerdefinierte Funktionen können mit diesen Variablen und selbst gewählten mathematischen Funktionen (über Hilfs-Knöpfe oder eine standard Android-Tastatur) erstellt und mit einem **grünen** +-Knopf gespeichert werden. Die gespeicherten Funktionen können als Graph-Achsen oder Spalten von Messwert-Tabellen verwendet werden. Mit dem Bleistift-Knopf kann man existierende Funktionen auswählen. Die ausgewählten Funktionen können mit dem **roten x**-Knopf gelöscht werden.

Sowohl übliches Dezimal-Format (z.B. **25.02**) und wissenschaftliche Notation (z.B. **2.502e+1**) sind für Zahlen verwendbar.

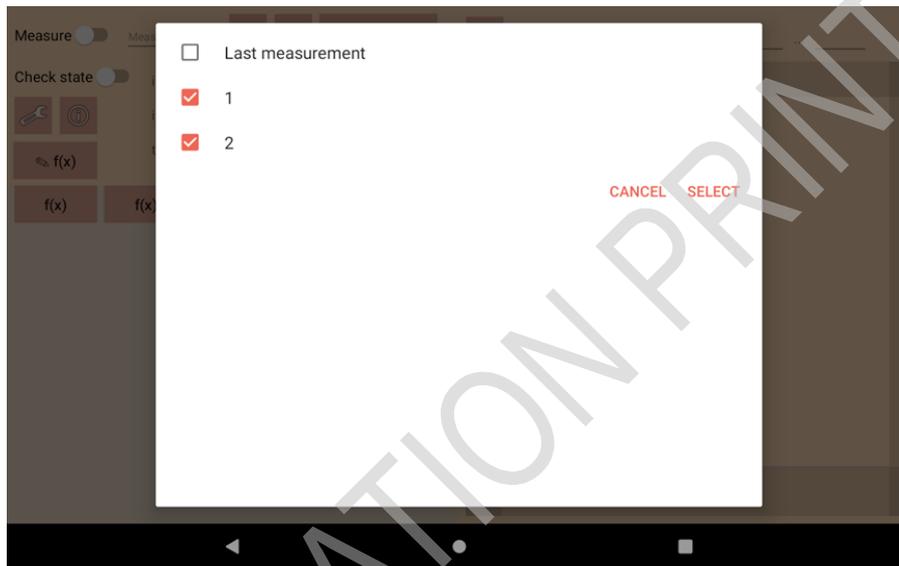
- \* ist der Multiplikations-Operator,
- / ist der Divisions-Operator,
- ^ ist der Potenz-Operator.



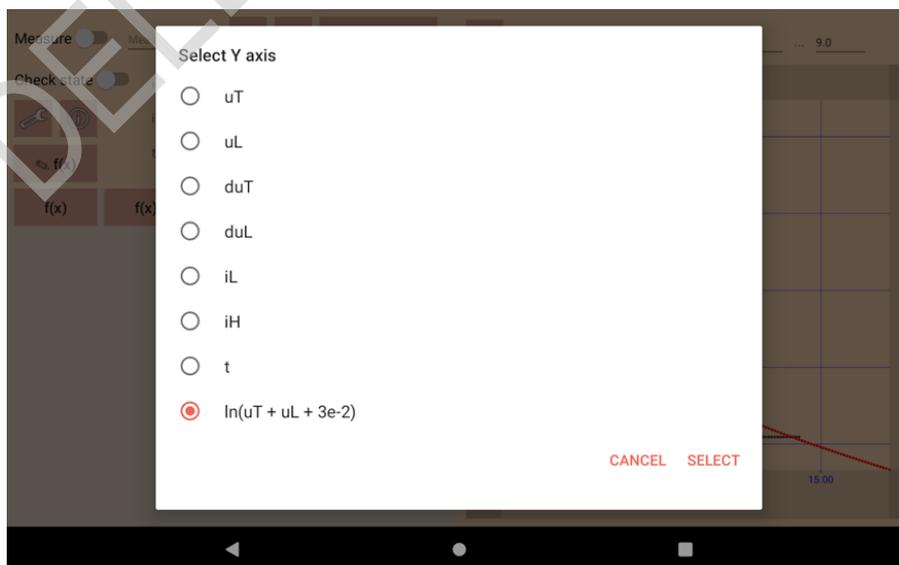


## Ansehen von Messungen

Die fertigen Messungen können durch Eingabe des Namens in das Feld (5) im Hauptfenster und Drücken des naheliegenden **grünen +**-Knopfs (6) gespeichert werden. Die rohen Messdaten werden gespeichert und können später auf verschiedenen Achsen dargestellt werden. Die gespeicherten Messungen können durch Drücken des Bereichs (26) in der Nähe der Ecke des Diagramms aufgerufen werden.



Du kannst das Diagramm verschieben/zoomen, und wenn du genau auf den Punkt tippst, wird entweder der nächstgelegene Punkt der Messung (wenn keine nahen Messpunkte zum getippten existieren) oder der Punkt selbst markiert und seine Koordinaten angezeigt.



Die Achsen können durch Antippen der vorhandenen Achsenbeschriftungen (25 und 27 in der Abbildung) ausgewählt werden. - Ois kloa?