



# PNC Force Sensor Kit

A next-generation measurement system

## User Manual

Version 1.0, December 2024

Manufacturer: NanoSen GmbH

Address: Technologie-Campus 1, 09126 Chemnitz, Germany

Contact: [info@nanosen.de](mailto:info@nanosen.de) | [www.nanosen.de](http://www.nanosen.de)



## Contents

1.	Introduction .....	3
2.	Contents of the kit .....	4
3.	Intended use.....	5
4.	Improper use .....	6
5.	Hardware description .....	9
5.1	Readout electronics .....	9
5.2	PNC force sensor .....	11
6.	Setup instructions .....	13
7.	Data transmission options .....	15
8.	Waste disposal .....	22
9.	Customer support.....	22
	Document history.....	22

## 1. Introduction

NanoSen specializes in large-scale manufacturing of force sensing materials, with a current annual production capacity of 100 m<sup>2</sup>. Our force sensing material is made from a polymer nanocomposite (PNC) and is available in various sizes, with the smallest sheet measuring 15 cm x 15 cm. Individual sensor pieces can be easily cut from these sheets and, when paired with a suitable electrode, can be used to create customized force sensors.

The NanoSen Force Sensor Kit provides a ready-to-use solution for tech enthusiasts and developers to quickly integrate and test our sensor technology in applications where thin, flexible and robust force sensor solution is necessary. With the included readout electronics, users can fully explore the capabilities of our force sensing material. Once the proof of concept is established, and the advantages of integrating our force sensor are understood, highly customized sensor designs can be developed using our PNC force sensing material. This allows us to cater to both small-scale prototypes and scalable, customizable sensor solutions.

### Safety Labels



Read and understand the user manual and safety instructions before using the kit.



The symbol in the manual indicates general hazard.



The symbol denotes helpful notes for the user.

## 2. Contents of the kit

<b>Readout electronics</b>	Read the force sensor output. Up to 5 PNC force sensors can be connected.
<b>5 PNC force sensors</b>	20 mm diameter PNC sensor material combined with suitable contact electrodes.
<b>USB cable</b>	To connect the readout electronics to a PC/mobile for power and serial data transmission.
<b>USB stick</b>	It includes the driver for the readout electronics.
<b>20 cm Extension cables</b>	Can be used to connect the PNC force sensors to the readout electronics.
<b>LED calibration module</b>	To calibrate and visualize the sensor output in a specified range.



### 3. Intended use

The PNC Force Sensor Kit is designed for research and development (R&D) purposes only. It must be installed and operated by qualified personnel in strict compliance with local safety regulations and the guidelines provided in this manual.

#### Key guidelines:

##### Professional use only:

- This kit is not intended for consumer, personal, or household applications (See also chapter 4 Improper Use).
- It must not be used in life-critical or hazardous environments unless additional safety systems are implemented.

##### Indoor use:

- Operate the kit in dry, indoor environments only. Avoid exposure to wet or humid conditions

##### Operating Conditions:

- The device is designed to operate within a temperature range of 20°C to 50°C.

##### Warranty compliance:

- Use outside the specified parameters, improper installation, or operation will void the warranty and may result in equipment damage or injury.
- Do not open or modify the readout electronics or the sensor. This will immediately void the warranty. Connecting incompatible hardware, incorrect wiring, or improper power supply that may cause damage to the device will result in the voiding of the warranty.

## 4. Improper use

The following actions and scenarios are strictly prohibited and constitute improper use of the kit. Failure to follow these restrictions may result in damage to the equipment, personal injury, or voiding of the warranty.

### Prohibited applications:

Consumer use:

- This kit is not a toy and may not be used by untrained individuals, including children.
- It is not suitable for life-support systems, medical devices, or any safety-critical applications without additional safety and redundancy measures.

Hazardous environments:

- Do not use the kit in hazardous, explosive, or outdoor environments.

### Operational limits:

Exceeding specifications:

- The sensors and readout electronics must be operated within the limits specified in this manual:
  - Maximum input voltage: 5V DC
  - Maximum current: 500 mA
  - Maximum force capacity: 10 MPa (Before damage)

Environmental conditions:

- Avoid operating the kit in environments with excessive humidity or temperatures outside the specified range.
- Sensor performance can be impacted by cable length due to parasitic capacitance. Direct contact for the sensor with electrically conductive material can influence the sensor response.

### Improper handling:

Unauthorized modifications:

- Do not open, modify, or tamper with the readout electronics or sensor.

#### Incorrect connections:

- Ensure all connections, including the LED calibration module and I2C interface, are correctly made according to the instructions in this manual. Incorrect connections may cause severe damage to the components.

#### Integration errors:

- Improper integration of the kit into systems or devices, especially without adhering to the guidelines, may lead to malfunction or equipment damage.

### Manufacturer disclaimer

The manufacturer assumes no responsibility for damage, injury, or malfunctions caused by improper use or failure to follow the guidelines provided in this manual. Users are solely responsible for ensuring proper handling, installation, and operation of the kit.

## Quick Start Guide

**Step 1: Connect USB cable**



**Step 2: Connect sensor**



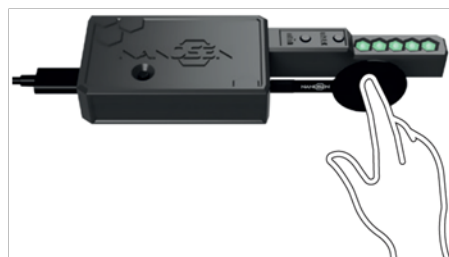
**Step 3: Connect LED strip**



**Step 4: Press button**



**Step 5: Press sensor for visual feedback**





## 5. Hardware description

### 5.1 Readout electronics

The PNC Force Sensor Kit features advanced readout electronics, designed to fully leverage the capabilities of the PNC force sensors. The electronics support connectivity for up to five PNC force sensors simultaneously.

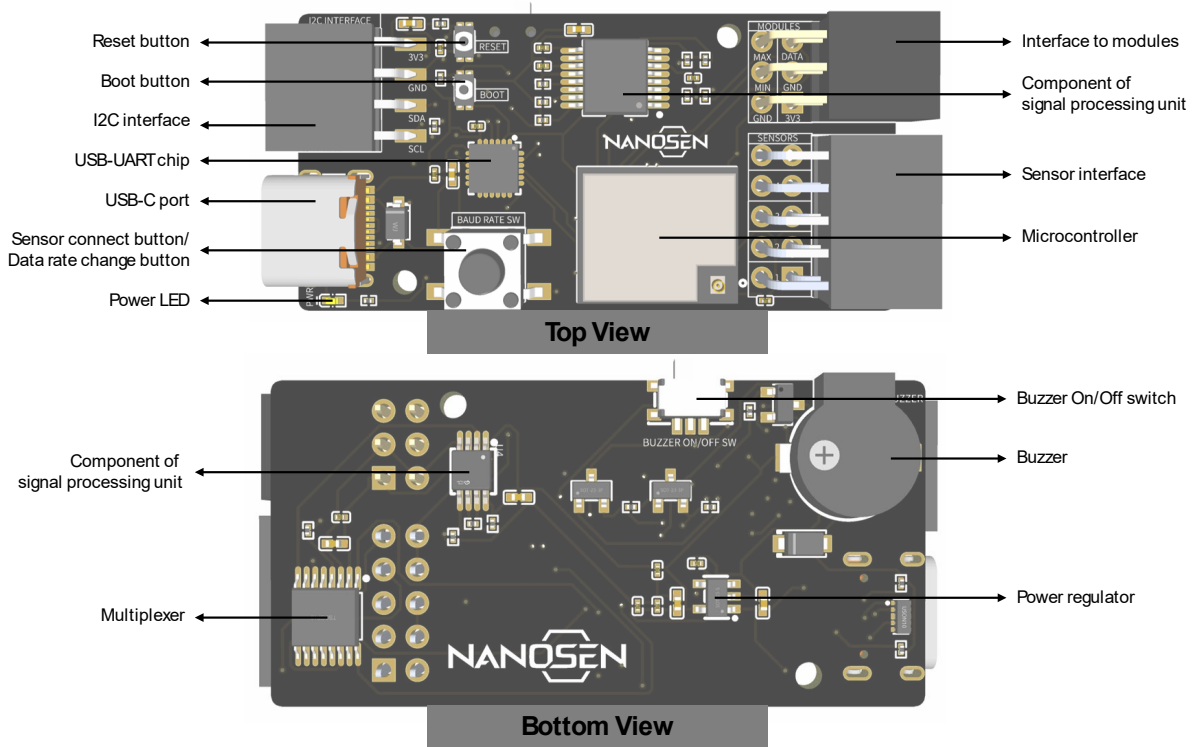
The device is powered via a USB-C port, which also serves as a channel for serial data transmission. Alternatively, the I2C ports can be used for both power supply and data communication. Please note that the kit does not include wireless functionality. However, NanoSen could provide a wireless-enabled readout electronics solution upon customer request.

#### General specifications:

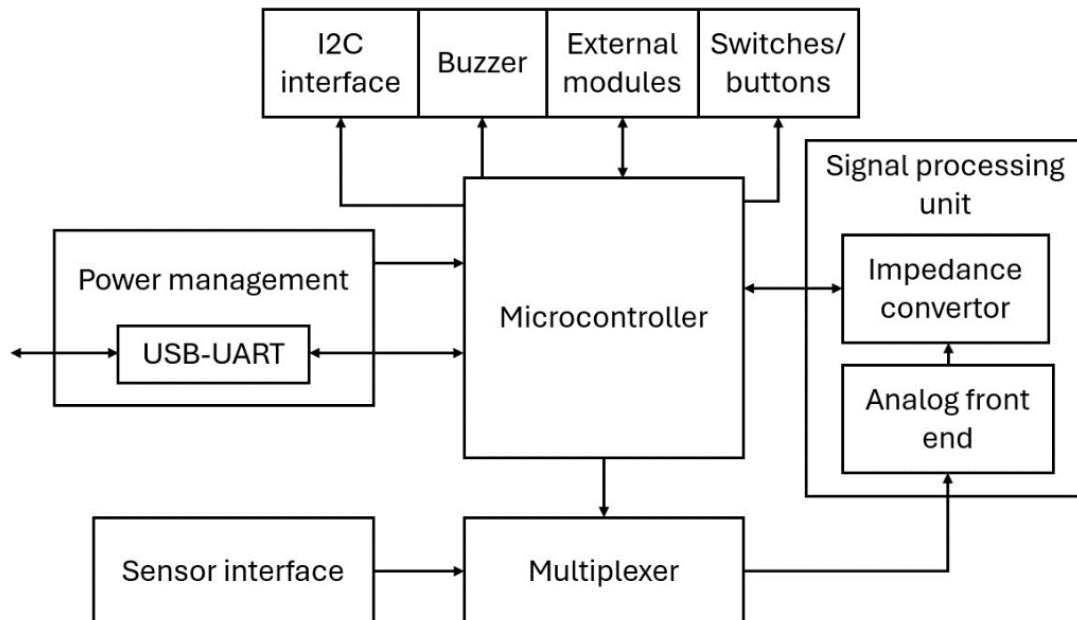
<b>Input power supply rating</b>	DC, 5V, 500 mA
<b>Power/data</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• USB; I<sup>2</sup>C</li> </ul>
<b>Integrated modules</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buzzer (with ON/OFF switch)</li> <li>• Sensor-connect button</li> </ul>
<b>I<sup>2</sup>C address</b>	0x42
<b>Dynamic data rate</b>	175 sps* for one connected sensor 39 sps* for five connected sensors
<b>Baud rate</b>	115200
<b>Operating temperature</b>	20°C - 50°C
<b>Humidity</b>	Sensor encapsulation is recommended under varying humidity conditions
<b>Outer dimensions:</b>	L 55 mm x W 30 mm x H 13 mm

\*sps: samples per second

## Port details:



## Schematic block diagram:



## 5.2 PNC force sensor

The PNC Force Sensor comprises of two main components: the PNC force-sensing layer and the underlying contact electrode.

### 1. PNC Force-Sensing Layer:

- This layer is made from an electrically conductive nanocomposite material, which combines a medical-grade polymer with conductive nanoparticles.
- It is produced as sheets with minimum dimensions of 15 cm x 15 cm, offering flexibility in design and allowing users to cut individual sensor pieces into customized shapes and sizes as needed.

### 2. Underlying Contact Electrode:

- This layer is a flex PCB that serves as the electrical contact layer for the PNC force-sensing layer.
- Positioned beneath the PNC layer, the electrode is designed with two terminals for seamless connection to the readout electronics.

The included force sensor features a PNC layer with an active sensing area of 20 mm in diameter, making it well-suited for a variety of applications.



**The PNC material is glued to the center of the electrode. Do not pull on the PNC material. It could result in damage to the sensor.**



### General Specifications:

Parameter	Value
Product line	PNC force sensor
Model number	PNC-FS-20
Version number	V4.1.1
PNC base material	Medical grade elastomer
Active sensor area	20 mm diameter
Sensor dimensions*	OD 21 mm x T 0.5 mm x L 44 mm
Contact electrode	Flex PCB

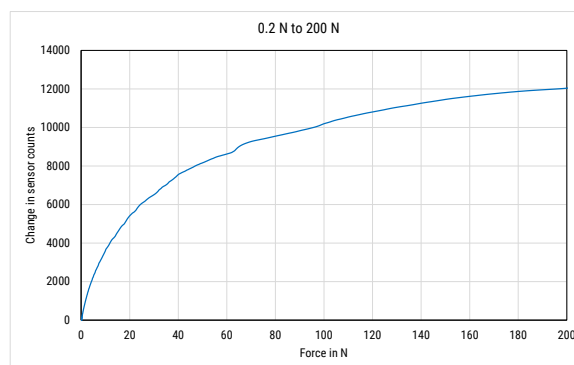
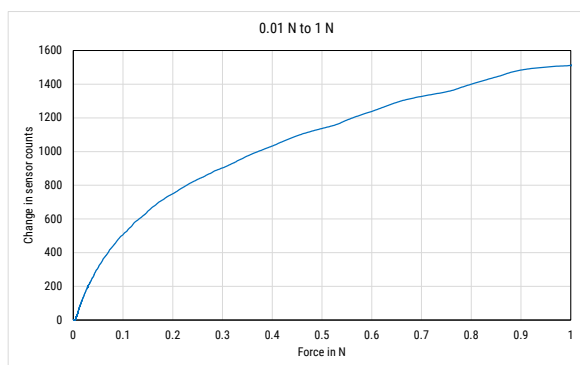
\* OD: Outer Diameter, T: Thickness, L: Length

## Key sensor properties:

Property	Value
Measurement device	NanoSen Readout Electronics
Stable measurement range	0.01 N to 150 N
Non-actuated sensor counts	$\sim 2500 \pm 4\%$
Measurement counts	100 - 19000
Single part repeatability	2.4%
Part to part repeatability	5.8%
Durability	150 N load test over 600,000 Cycles
Drift	<6.4% in < 20 s <0.2% after 20 seconds

- The values provided correspond to the 20 mm diameter PNC force sensor tested under the specified testing conditions. Deviations may occur if the sensor is tested differently or integrated into alternative systems.
- The maximum recommended extension cable length is 50 cm for measuring a maximum load of 150 N.
- Measurements at 200 N can be performed without extension cables, but the offset introduced by extension cables causes sensor saturation at 200 N.
- Each 20 cm of extension cable introduces an offset of approximately 600 sensor counts.

## Measurement range from 0.01 N to 200 N:



*For more details on the PNC sensor kit please refer to the technical datasheet!*

## 6. Setup instructions

**Step 1:** Begin by installing the driver labeled "CP210x\_Windows\_Drivers" included in the USB stick.

NOTE: The driver is compatible with WINDOWS 7, 10, 11 operating devices.

**Step 2:** Connect the readout electronics to the PC using the provided USB cable. An initialization tone confirms proper power supply to the device.



**Step 3:** Connect the one or more sensors to the sensor interface port of the readout electronics.



**Step 4:** Briefly press the button on top of the readout electronics to start the device for the sensor reading.



**NOTE:**

- Anytime a sensor is connected to the device, the button must be pressed to confirm and initiate readout.
- A properly connected sensor is acknowledged by single tone when the button is pressed
- With no connected sensor a double tone is played when the button is pressed.

## 7. Data transmission options

The readout electronics transmits sensor data using two communication protocols: UART and I2C. Users can select the desired protocol depending on their application and compatibility with their receiving device.

### UART configuration

When using the UART protocol (via USB cable), ensure the receiving device or tool is set up with the following parameters:

- Baud Rate: 115200
- Parity: None (No parity enabled)
- Data Bits: 8 bits
- Stop Bits: 1
- Flow Control: None (No flow control enabled)

Please configure these settings on your receiving device or software tool to ensure seamless data communication with the readout electronics.

### I2C Configuration

For I2C protocol, the data is transmitted using the I2C address 0x42. Ensure that your receiving device is set to communicate with this address and is properly configured according to standard I2C protocol requirements (example code available in the later part of this section). All inputs and outputs are already wired with suitable pull-up resistors.

### Example tool to visualize the transmitted data:

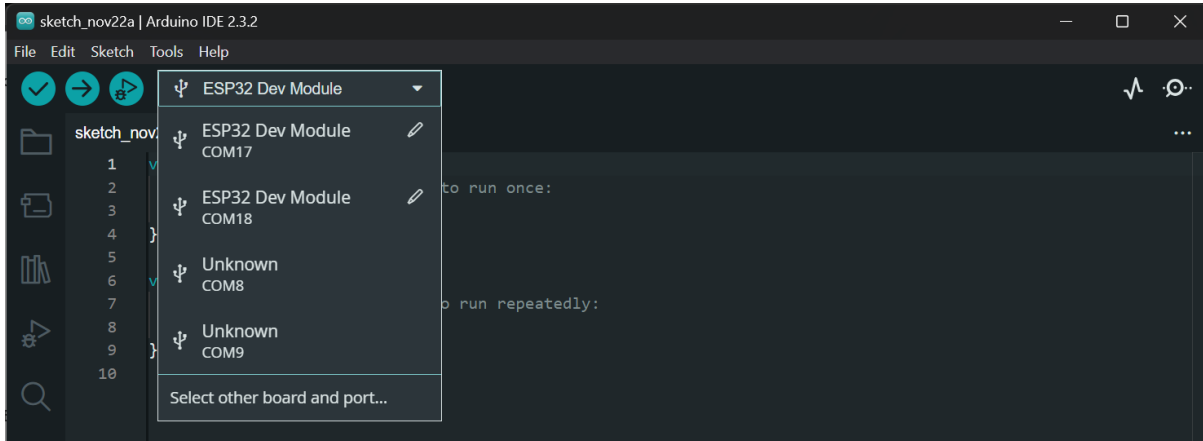
The tools mentioned in this section for data visualization are provided as examples only. Any tool capable of supporting the required serial communication protocol (UART or I2C) can be used. NanoSen does not take any responsibility for the availability, compatibility, or functionality of such tools. Users are advised to ensure their chosen tools meet the communication requirements and are suitable for their applications.

## A. Guide for using Arduino IDE tool

Step 1: Install the Arduino IDE tool. (<https://www.arduino.cc/en/software>)

Step 2: Connect the readout electronics and open the Arduino IDE tool.

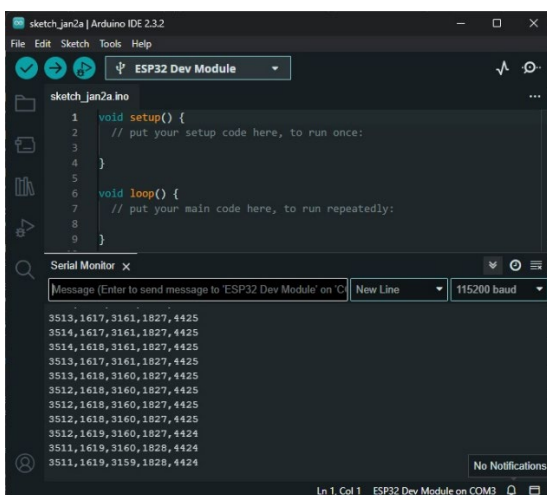
Step 3: Click the “Select Board” drop down menu and select the COM port corresponding to the connected readout electronics.



### NOTE:

- If the board name is not correctly displayed, make sure to select “ESP32 Dev Module” from the board list.
- If the board “ESP32 Dev Module” is not available then follow the instructions in this link (<https://randomnerdtutorials.com/installing-esp32-arduino-ide-2-0/>) to add ESP32 board in Arduino IDE

Step 4: Select Tools → Serial Monitor or Tools → Serial Plotter to visualize the incoming data as text and line chart respectively



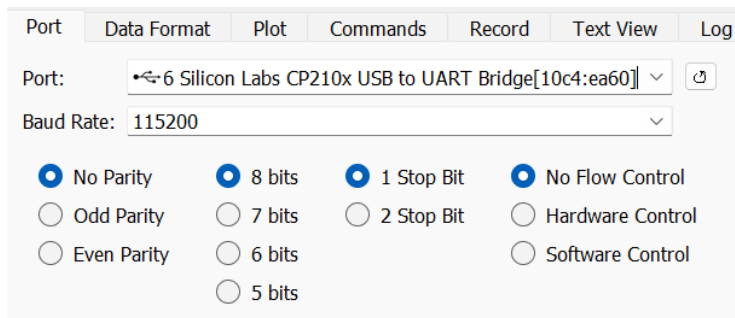


## B. Guide for using Serial Plot software

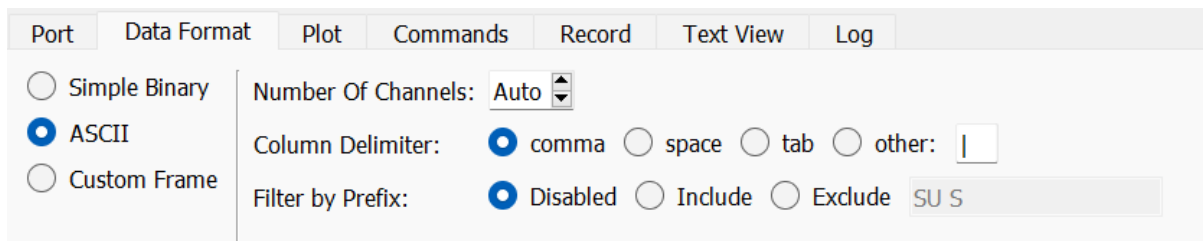
Step 1: Install the “SerialPlot” software. (<https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>)

Step 2: Launch the “SerialPlot” software and navigate to the “Port” tab at the bottom. Select the port labeled “Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge”, which corresponds to the readout electronics.

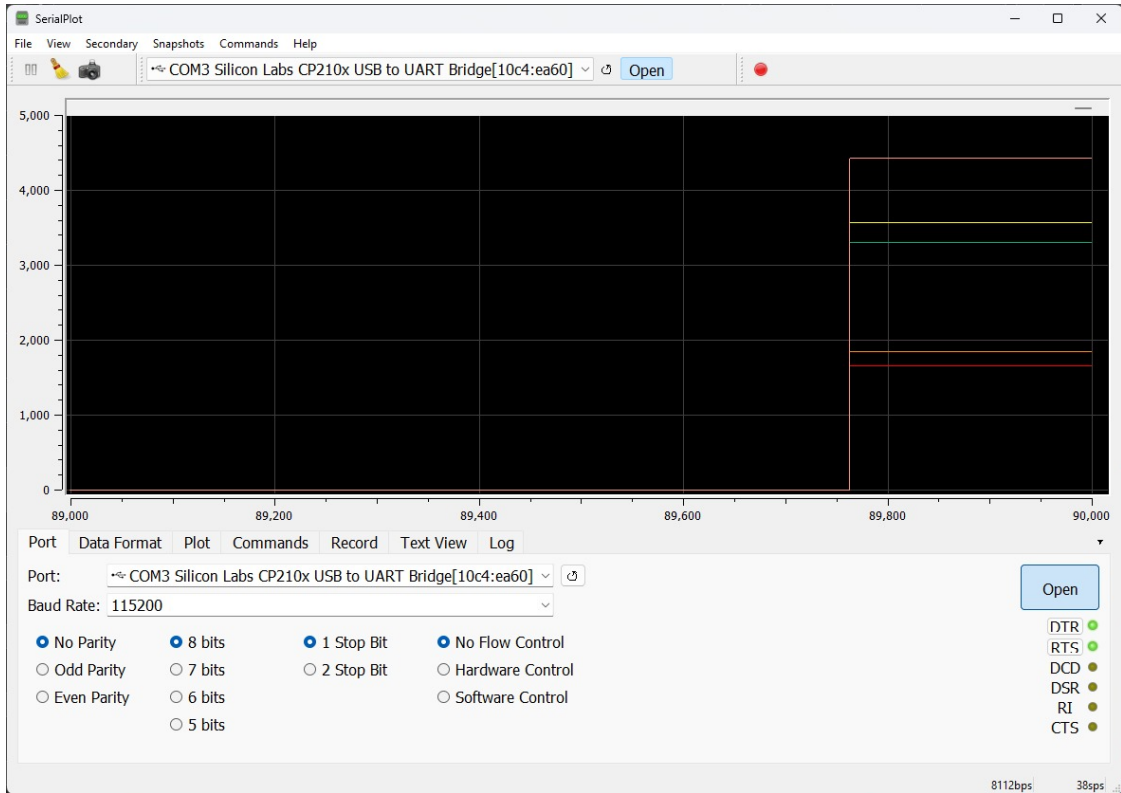
Step 3: Configure the baud rate setting as shown in the image below.



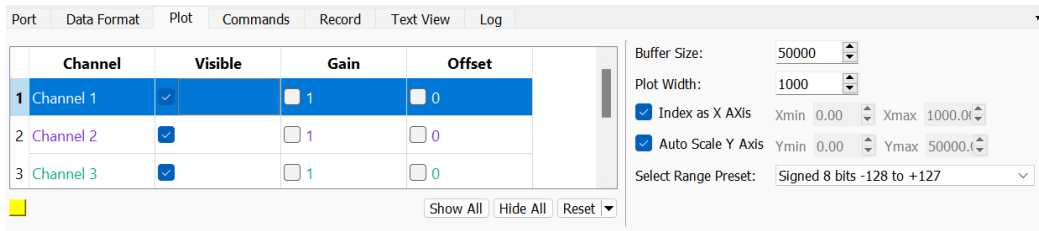
Step 4: Next, navigate to the “Data Format” tab, and configure the setting as shown in the image below.



Step 5: Begin visualizing the data by clicking the “Open” button at the top, as illustrated below.



Step 6 (Optional): Customize the plot properties by accessing the "Plot" tab. An illustration of these settings is provided in the image below.



Step 7: To record data, navigate to the "Record" tab, and use the "Browse" button to choose a destination folder and specify a filename for saving the data as comma separates values (csv) in a text file. Activate data recording by clicking the red button located either on the right or at the top bar. This same button can also be used to stop the recording process.

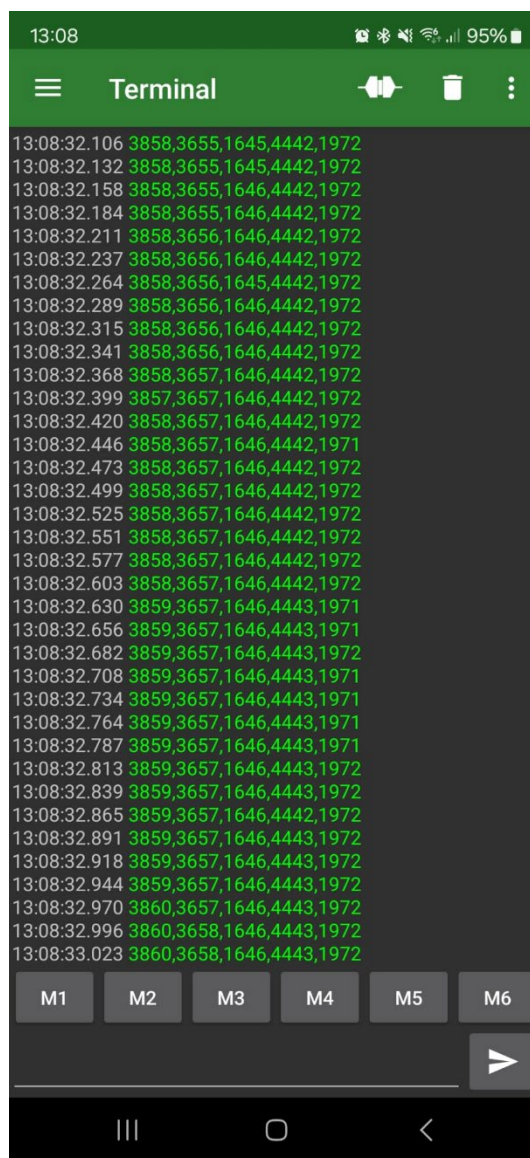
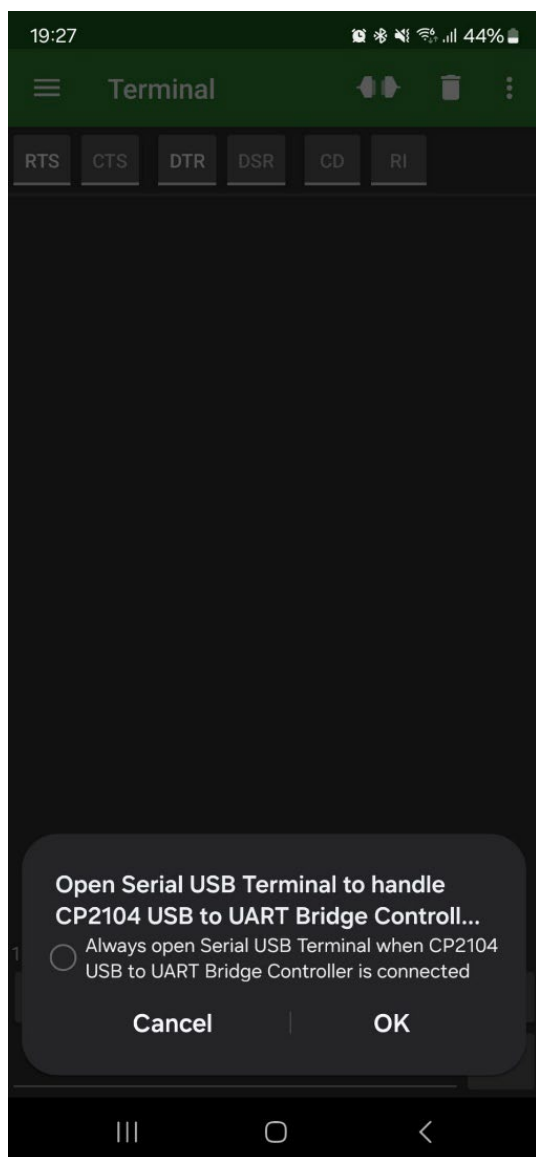
## C. Guide for using the mobile app Serial USB Terminal

Step 1: Install the “Serial USB Terminal” application on an android device.

(<https://play.google.com/store/search?q=serial+usb+terminal&c=apps&hl=de>)

Step 2: Open the App and connect the readout electronics to the android device.

Step 3: Click the OK button and then the connect button next on the top to start the data transmission.



## D. Guide for using the LED calibration module

The LED calibration module consists of two buttons labeled as “min” and “max” and 5 RGB LEDs. The LEDs responds to changes in the sensor readings, which vary with applied force. The LED sequence activation progresses through three colors based on the intensity of the force:

- Green for low intensity,
- Blue for medium intensity,
- Red for high intensity,
- White for maximum force.

This setup allows for intuitive visual feedback corresponding to the force applied to the sensor.

Step 1: Connect the PNC force sensor and the LED calibration module to the readout electronics.



Step 2: Apply force to the sensor to see the visual feedback on the module.



To calibrate the led array to a defined force limits, follow these steps:

Step 1: Apply the desired minimum force/load on the sensor and press the "min" button briefly. This action registers the initial force, which is confirmed by a single tone.

Step 2: Next, apply the desired maximum force/load on the sensor and press the "max" button briefly. This action registers the final force, which is again confirmed by a single tone.

Step 3: Now reapply force between the desired range and the LEDs will illuminate the same sequence as mentioned above but now within the new set force limits.

## E. Guide for using the I2C protocol with Arduino UNO

Step 1: Connect your Arduino Uno to the readout electronics:

- Connect the SDA pin on the electronics to the A4 pin on the Arduino Uno.
- Connect the SCL pin on the electronics to the A5 pin on the Arduino Uno.
- Connect the GND pin on the electronics to the GND pins on the Arduino Uno.
- Connect the Vin pin on the electronics to the 5V pins on the Arduino Uno.

Using alternative Arduino derivatives may result in variations in connection pin configurations. Please consult the respective specifications for accurate guidance.

Step 2: Use this example code for Arduino Uno to receive the data via I2C bus.

```
#include <Wire.h>
const int i2cSlaveAddress = 0x42;
char incomingBuffer[128];
int bufferIndex = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin(i2cSlaveAddress);
  Wire.onReceive(receiveI2CData);
  Serial.println("Ready to receive I2C data...");
}

void loop() { // Loop does nothing. Data handling is done in receiveI2CData
}
```

```
void receiveI2CData(int howMany) {
  while (Wire.available()) {
    char receivedChar = Wire.read();
    if (receivedChar == '\n') {
      incomingBuffer[bufferIndex] = '\0';
      Serial.println(incomingBuffer);
      bufferIndex = 0;
    } else if (bufferIndex < sizeof(incomingBuffer) - 1) {
      incomingBuffer[bufferIndex++] = receivedChar;
    }
  }
}
```

Note: First power ON the receiving circuit in this example Arduino UNO and then power ON the NanoSen device to start the data transmission.

## 8. Waste disposal

The force sensor kit components should be disposed in accordance within local regulations regarding electronic waste. Do not dispose it with regular household waste.

## 9. Customer support

For troubleshooting or technical supports when operating with the PNC force sensor kit please visit the website [www.nanosen.de](http://www.nanosen.de) or contact us at [info@nanosen.de](mailto:info@nanosen.de).

## Document history

Version	Date	Description of changes
V1.0	12.12.2024	Initial Release
V1.1	02.01.2024	Section 7 images updated



# PNC Kraftsensor Kit

Ein Messsystem der nächsten Generation

## Bedienungsanleitung

Version 1.0, Dezember 2024

Hersteller: NanoSen GmbH

Anschrift: Technologie-Campus 1, 09126 Chemnitz, Deutschland

Kontakt: [info@nanosen.de](mailto:info@nanosen.de) | [www.nanosen.de](http://www.nanosen.de)

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einführung.....	3
2.	Inhalt des Kits.....	4
3.	Verwendungszweck .....	5
4.	Unsachgemäße Verwendung.....	6
5.	Hardware Beschreibung .....	9
5.1	Auslese-Elektronik.....	9
5.2	PNC Kraftsensor.....	11
6.	Einrichtungshinweise .....	13
7.	Datenübertragungsoptionen.....	15
	Dokumentverlauf.....	22



## 1. Einführung

NanoSen ist auf die Herstellung von Kraftsensormaterialien in großem Maßstab spezialisiert und verfügt über eine jährliche Produktionskapazität von 100 m<sup>2</sup>. Unser Kraftsensormaterial wird aus einem Polymer-Nanokomposit (PNC) hergestellt und ist in verschiedenen Größen erhältlich, wobei die kleinste Matte 15 cm x 15 cm misst. Einzelne Sensorstücke lassen sich leicht aus diesen Matten schneiden und können in Verbindung mit einer geeigneten Elektrode zur Herstellung kundenspezifischer Kraftsensoren verwendet werden.

Das NanoSen-Kraftsensor-Kit ist eine einsatzbereite Lösung für Technikbegeisterte und Entwickler, die unsere Sensortechnologie schnell in Anwendungen integrieren und testen möchten, für die eine dünne, flexible und robuste Kraftsensurlösung erforderlich ist.

Mit der mitgelieferten Ausleselektronik können Anwender die Möglichkeiten unseres Kraftsensormaterials voll ausschöpfen. Sobald der Konzeptnachweis erbracht ist und die Vorteile der Integration unseres Kraftsensors bekannt sind, können kundenspezifische Sensordesigns mit unserem PNC-Kraftsensormaterial entwickelt werden. Dies ermöglicht uns, sowohl kleine Prototypen als auch skalierbare, anpassbare Sensorlösungen anzubieten.

### Sicherheitsetiketten



Lesen Sie das Bedienungsanleitung und die Sicherheitshinweise, bevor Sie das Kit verwenden.



Das Symbol in der Bedienungsanleitung weist auf allgemeine Gefahren hin.



Das Symbol kennzeichnet hilfreiche Hinweise für den Benutzer.

## 2. Inhalt des Kits

<b>Auslese-Elektronik</b>	Liest den Ausgang des Kraftsensors. Es können bis zu 5 PNC-Kraftsensoren angeschlossen werden.
<b>5 PNC-Kraftsensoren</b>	PNC-Sensormaterial mit 20 mm Durchmesser in Kombination mit geeigneten Kontaktelektroden.
<b>USB-Kabel</b>	Zum Anschluss der Ausleseelektronik an einen PC/Mobiltelefon zur Stromversorgung und seriellen Datenübertragung.
<b>USB stick</b>	Es enthält den Treiber für die Ausleseelektronik.
<b>20 cm Verlängerungskabel</b>	Kann zum Anschluss der PNC-Kraftsensoren an die Ausleseelektronik verwendet werden.
<b>LED-Kalibrierungsmodul</b>	Zur Kalibrierung und Visualisierung des Sensorausgangs im bestimmten Bereich.



### 3. Verwendungszweck

Das PNC Kraftsensor-Kit ist ausschließlich für Forschungs- und Entwicklungszwecke (F&E) bestimmt. Es muss von qualifiziertem Personal unter strikter Einhaltung der örtlichen Sicherheitsvorschriften und der in diesen enthaltenen Richtlinien installiert und betrieben werden.

#### Wichtige Leitlinien:

Nur für den professionellen Gebrauch:

- Dieser Bausatz ist nicht für Verbraucher, persönliche oder Haushaltsanwendungen bestimmt (siehe auch Kapitel 4 Unsachgemäße Verwendung).
- Es darf nicht in lebenskritischen oder gefährlichen Umgebungen eingesetzt werden, es sei denn, es sind zusätzliche Sicherheitssysteme vorhanden.

Verwendung in Innenräumen:

- Betreiben Sie den Bausatz nur in trockenen Innenräumen. Vermeiden Sie nasse oder feuchte Bedingungen.

Betriebsbedingungen:

- Das Gerät ist für den Betrieb in einem Temperaturbereich von 20°C bis 50°C ausgelegt.

Einhaltung der Garantie:

- Die Verwendung außerhalb der angegebenen Parameter, eine unsachgemäße Installation oder ein unsachgemäßer Betrieb führen zum Erlöschen der Garantie und können zu Schäden am Gerät oder Verletzungen führen.
- Öffnen oder verändern Sie nicht die Ausleseelektronik oder den Sensor. Dies führt zum sofortigen Erlöschen der Garantie. Der Anschluss inkompatibler Hardware, eine falsche Verdrahtung oder eine unsachgemäße Stromversorgung, die zu Schäden am Gerät führen kann, führt zum Erlöschen der Garantie.

## 4. Unsachgemäße Verwendung

Die folgenden Handlungen und Szenarien sind streng verboten und stellen eine unsachgemäße Verwendung des Kits dar. Die Nichtbeachtung dieser Einschränkungen kann zu Schäden am Gerät, Verletzungen oder zum Erlöschen der Garantie führen.

### Verbotene Anwendungen:

#### Verbraucheranwendung:

- Dieser Kit ist kein Spielzeug und darf nicht von ungeübten Personen, einschließlich Kindern, verwendet werden.
- Es ist nicht geeignet für lebenserhaltende Systeme, medizinische Geräte oder sicherheitskritische Anwendungen ohne zusätzliche Sicherheits- und Redundanzmaßnahmen.

#### Gefährliche Umgebungen:

- Verwenden Sie den Bausatz nicht in gefährlichen oder explosiven Umgebungen oder im Freien.

### Betriebsgrenzen

#### Überschreitung der Spezifikationen:

- Die Sensoren und die Auswerteelektronik müssen innerhalb der in dieser Anleitung angegebenen Grenzen betrieben werden:
- Maximale Eingangsspannung: 5V DC
- Maximaler Strom: 500 mA
- Maximale Kraftkapazität: 10 MPa (vor Beschädigung)

#### Umweltbedingungen:

- Vermeiden Sie den Betrieb des Kits in Umgebungen mit hoher Luftfeuchtigkeit oder Temperaturen außerhalb des angegebenen Bereichs.
- Die Sensorleistung kann durch die Kabellänge aufgrund von parasitären Kapazitäten beeinträchtigt werden. Der direkte Kontakt des Sensors mit elektrisch leitendem Material kann die Sensorantwort beeinflussen.

## Unsachgemäße Handhabung:

### Nicht autorisierte Änderungen:

- Öffnen, modifizieren oder manipulieren Sie die Ausleseelektronik oder den Sensor nicht.

### Falsche Anschlüsse:

- Vergewissern Sie sich, dass alle Anschlüsse, einschließlich des LED-Kalibrierungsmoduls und der I2C-Schnittstelle, gemäß den Anweisungen in diesem Handbuch korrekt ausgeführt sind. Falsche Anschlüsse können zu schweren Schäden an den Komponenten führen.

### Integrationsfehler:

- Eine unsachgemäße Integration des Kits in Systeme oder Geräte, insbesondere ohne Einhaltung der Richtlinien, kann zu Fehlfunktionen oder Geräteschäden führen.

## Hersteller-Haftungsausschluss

Der Hersteller übernimmt keine Verantwortung für Schäden, Verletzungen oder Fehlfunktionen, die durch unsachgemäßen Gebrauch oder Nichtbeachtung der in dieser Bedienungsanleitung verursacht werden. Der Benutzer ist allein für die ordnungsgemäße Handhabung, Installation und den Betrieb des Kits verantwortlich.

## Schnellstartanleitung

**Schritt 1:** Schließen Sie das USB-Kabel an



**Schritt 2:** Schließen Sie den Sensor an



**Schritt 3:** Stecken Sie die LED-Band ein



**Schritt 4:** Drücken Sie den Knopf



**Schritt 5:** Drücken Sie den Sensor für visuelles Feedback



## 5. Hardware Beschreibung

### 5.1 Auslese-Elektronik

Das PNC Kraftsensor-Kit verfügt über eine fortschrittliche Ausleseelektronik, die so konzipiert ist, dass die Fähigkeiten der PNC Kraftsensoren voll genutzt werden können. Die Elektronik unterstützt den Anschluss von bis zu fünf PNC-Kraftsensoren gleichzeitig.

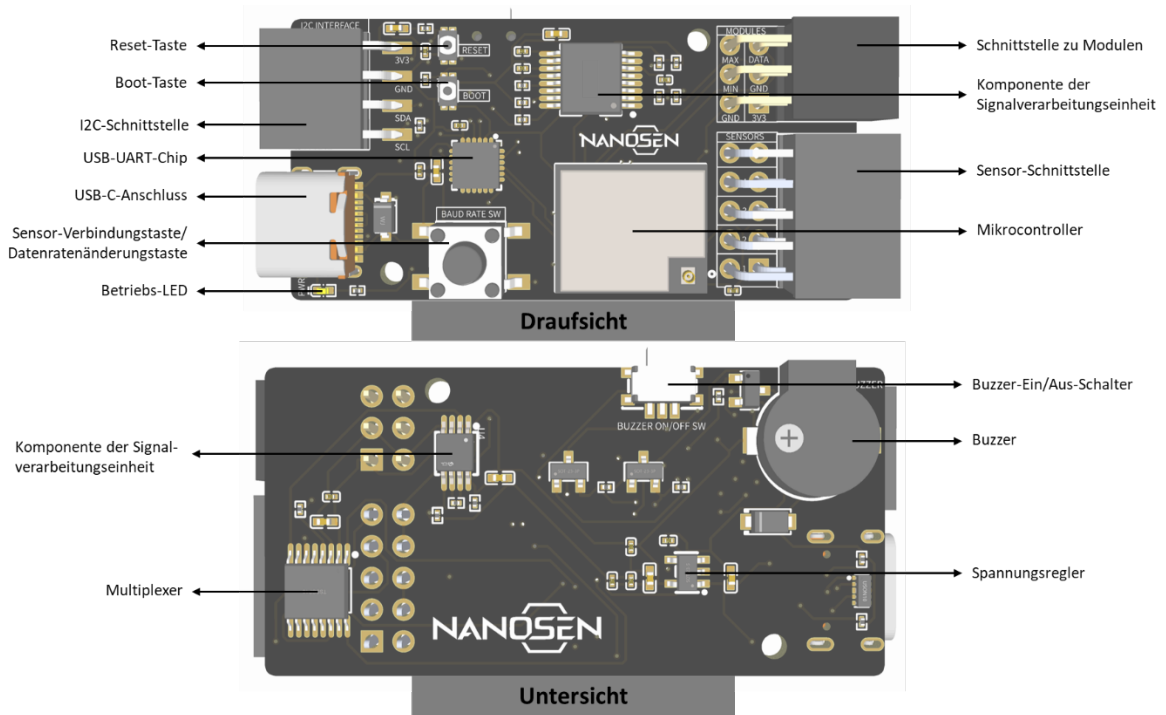
Die Stromversorgung des Geräts erfolgt über einen USB-C-Anschluss, der auch als Kanal für die serielle Datenübertragung dient. Alternativ können die I2C-Ports sowohl für die Stromversorgung als auch für die Datenkommunikation genutzt werden. Bitte beachten Sie, dass das Kit keine Wireless-Funktionalität enthält. NanoSen kann jedoch auf Kundenwunsch eine drahtlose Ausleseelektroniklösung anbieten.

#### Allgemeine Spezifikationen:

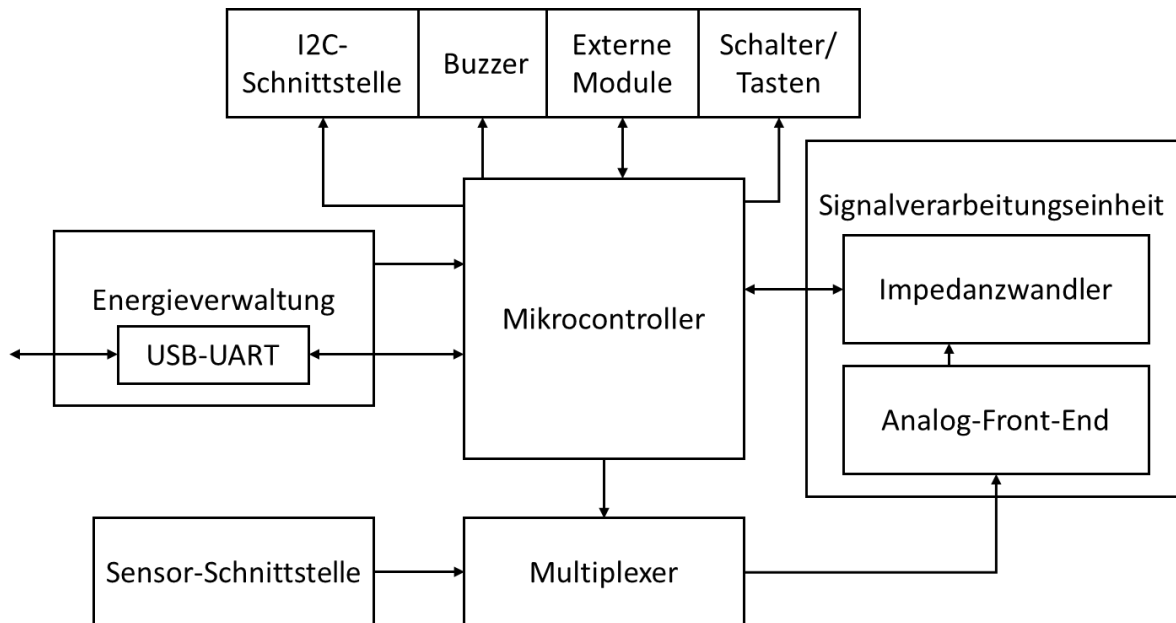
<b>Eingangsnetzteilbewertung</b>	DC, 5V, 500 mA
<b>Strom/Daten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• USB; I<sup>2</sup>C</li> </ul>
<b>Eingebaute Module</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buzzer (mit Ein/Aus Schalter)</li> <li>• Sensor-Verbindungstaste</li> </ul>
<b>I<sup>2</sup>C-Adresse</b>	0x42
<b>Dynamische Datenrate</b>	175 sps* für einen angeschlossenen Sensor 39 sps* für fünf angeschlossene Sensoren
<b>Baudrate</b>	115200
<b>Betriebstemperatur</b>	20°C - 50°C
<b>Luftfeuchtigkeit</b>	Die Kapselung des Sensors wird bei wechselnden Feuchtigkeitsbedingungen empfohlen.
<b>Äußere Abmessungen</b>	L 55 mm x B 30 mm x H 13 mm

\*sps: Daten pro Sekunde (engl. samples per second)

## Anschlussdetails:



## Schaltblockdiagramm:





## 5.2 PNC Kraftsensor

Der PNC-Kraftsensor besteht aus zwei Hauptkomponenten: der PNC-Kraftsensorschicht und der darunter liegenden Kontaktelektrode.

### 1. PNC-Kraftsensorschicht:

- Diese Schicht besteht aus einem elektrisch leitfähigen Nanokompositmaterial, das ein medizinisches Polymer mit leitfähigen Nanopartikeln kombiniert.
- Es wird in Form von Matten mit Mindestabmessungen von 15 cm x 15 cm hergestellt, was Flexibilität beim Design bietet und es den Nutzern ermöglicht, einzelne Sensorstücke je nach Bedarf in individuelle Formen und Größen zu schneiden.

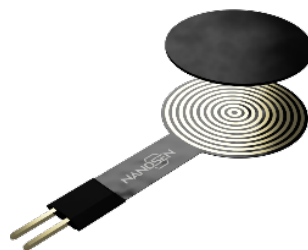
### 2. Unterliegende Kontaktelektrode

- Bei dieser Schicht handelt es sich um eine flexible Leiterplatte, die als elektrische Kontaktschicht für die PNC-Kraftsensorschicht dient.
- Die Elektrode befindet sich unter der PNC-Schicht und ist mit zwei Anschlüssen versehen, die einen nahtlosen Anschluss an Ausleseelektronik ermöglichen.

Der im Lieferumfang enthaltene Kraftsensor verfügt über eine PNC-Schicht mit einer aktiven Messfläche von 20 mm Durchmesser und eignet sich damit für eine Vielzahl von Anwendungen.



**Das PNC-Material ist in der Mitte der Elektrode angeklebt. Ziehen Sie nicht an dem PNC-Material. Dies könnte zu einer Beschädigung des Sensors führen.**



## Allgemeine Spezifikationen:

Parameter	Wert
Produktlinie	PNC Kraftsensor
Modellnummer	PNC-FS-20
Versionsnummer	V4.1.1
PNC Basismaterial	Medizinisches Elastomer
Aktiver Sensorbereich	20 mm Durchmesser
Abmessungen des Sensors*	B 21 mm x T 0.5 mm x L 44 mm
Kontaktelektrode	Flex PCB

\* B: Breite, T: Dicke, L: Länge

## Wichtige Sensoreigenschaften:

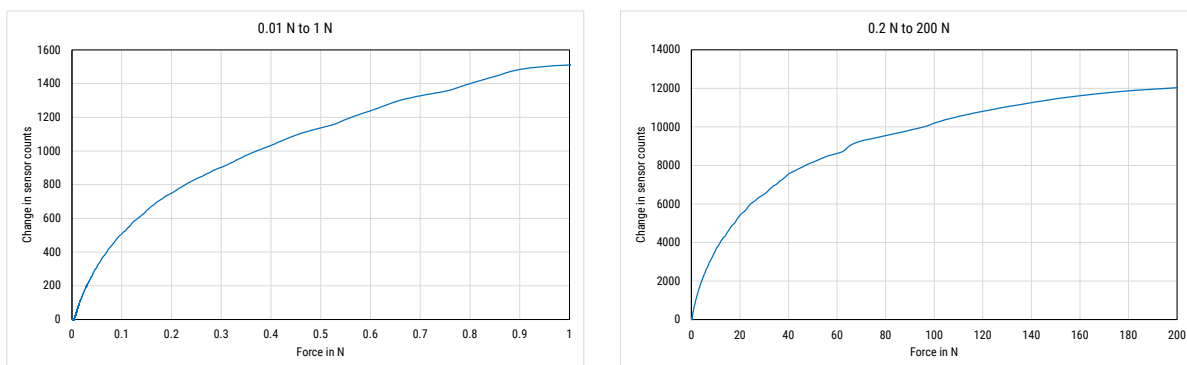
Eigenschaft	Wert
Messgerät	NanoSen Ausleseelektronik
Stabiler Messbereich	0.01 N bis 150 N
Unbelasteter Sensorwert	$\sim 2500 \pm 4\%$
Messwertebereich	100 - 19000
Wiederholgenauigkeit von Sensor	2.4%
Wiederholgenauigkeit unterschiedlicher Sensoren	5.8%
Belastungszyklen	0-150 N, Anzahl > 600.000 Zyklen
Drift	<6.4% in < 20 s <0.2% nach 20 s

- Die angegebenen Werte beziehen sich auf den PNC-Kraftsensor mit 20 mm Durchmesser, der unter den angegebenen Prüfbedingungen getestet wurde. Abweichungen können auftreten, wenn der Sensor anders getestet oder in alternative Systeme integriert wird.
- Die empfohlene maximale Länge des Verlängerungskabels beträgt 50 cm für die Messung einer maximalen Kraft von 150 N.
- Messungen bei 200 N können ohne Verlängerungskabel durchgeführt werden,

aber der durch Verlängerungskabel verursachte Versatz führt zur Sättigung des Sensors bei 200 N.

- Jedes 20 cm lange Verlängerungskabel führt zu einem Offset von etwa 600 Sensorwerten.

## Messbereich des Sensors von 0.2 N bis 200 N:



*Für weitere Details zum PNC-Sensorkit bitte das Datenblatt lesen!*

## 6. Einrichtungshinweise

**Schritt 1:** Installieren Sie zunächst den Treiber mit der Bezeichnung "CP210x\_Windows\_Drivers", der auf dem USB-Stick enthalten ist.

**HINWEIS:** Der Treiber ist mit den Betriebssystemen WINDOWS 7, 10 und 11 kompatibel.

**Schritt 2:** Verbinden Sie die Ausleseelektronik über das mitgelieferte USB-Kabel mit dem PC. Ein Initialisierungston bestätigt die ordnungsgemäße Stromversorgung des Geräts.



**Schritt 3:** Verbinden Sie einen oder mehrere Sensoren mit dem

Sensorschnittstellenanschluss der Ausleseelektronik.



**Schritt 4:** Drücken Sie kurz die Taste auf der Oberseite der Ausleseelektronik, um das Gerät für die Sensormessung zu starten.



#### HINWEIS:

- Jedes Mal, wenn ein Sensor an das Gerät angeschlossen wird, muss die Taste gedrückt werden, um die Auslesung zu bestätigen und zu starten.
- Ein korrekt angeschlossener Sensor wird durch einen einzelnen Ton quittiert, wenn die Taste gedrückt wird.
- Wenn kein Sensor angeschlossen ist, wird beim Drücken der Taste ein Doppelton abgespielt.

## 7. Datenübertragungsoptionen

Die Ausleseelektronik überträgt die Sensordaten über zwei Kommunikationsprotokolle: UART und I2C. Der Benutzer kann das gewünschte Protokoll je nach Anwendung und Kompatibilität mit seinem Empfangsgerät auswählen.

### UART-Konfiguration

Wenn Sie das UART-Protokoll (über ein USB-Kabel) verwenden, stellen Sie sicher, dass das empfangende Gerät oder Tool mit den folgenden Parametern konfiguriert ist:

- Baudrate: 115200
- Parität: Keine (Keine Parität aktiviert)
- Datenbits: 8 Bits
- Stoppbits: 1
- Flusskontrolle: Keine (keine Flusskontrolle aktiviert)

Bitte konfigurieren Sie diese Einstellungen auf Ihrem Empfangsgerät oder Softwaretool, um eine reibungslose Datenkommunikation mit der Ausleseelektronik zu gewährleisten.

### I2C-Konfiguration

Beim I2C-Protokoll werden die Daten über die I2C-Adresse 0x42 übertragen. Stellen Sie sicher, dass Ihr empfangendes Gerät auf die Kommunikation mit dieser Adresse eingestellt und entsprechend den Standardanforderungen des I2C-Protokolls ordnungsgemäß konfiguriert ist (Beispielcode im späteren Teil dieses Abschnitts verfügbar). Alle Ein- und Ausgänge sind bereits mit geeigneten Pull-up-Widerständen verdrahtet.

### Beispieltool zur Visualisierung der übertragenen Daten:

Die in diesem Abschnitt genannten Tools zur Datenvisualisierung dienen nur als Beispiele. Jedes Tool, das das erforderliche serielle Kommunikationsprotokoll (UART oder I2C) unterstützt, kann verwendet werden. NanoSen übernimmt keine Verantwortung für die Verfügbarkeit, Kompatibilität oder Funktionalität solcher

Tools. Es wird den Benutzern empfohlen, sicherzustellen, dass die von ihnen gewählten Tools die Kommunikationsanforderungen erfüllen und für ihre Anwendungen geeignet sind.

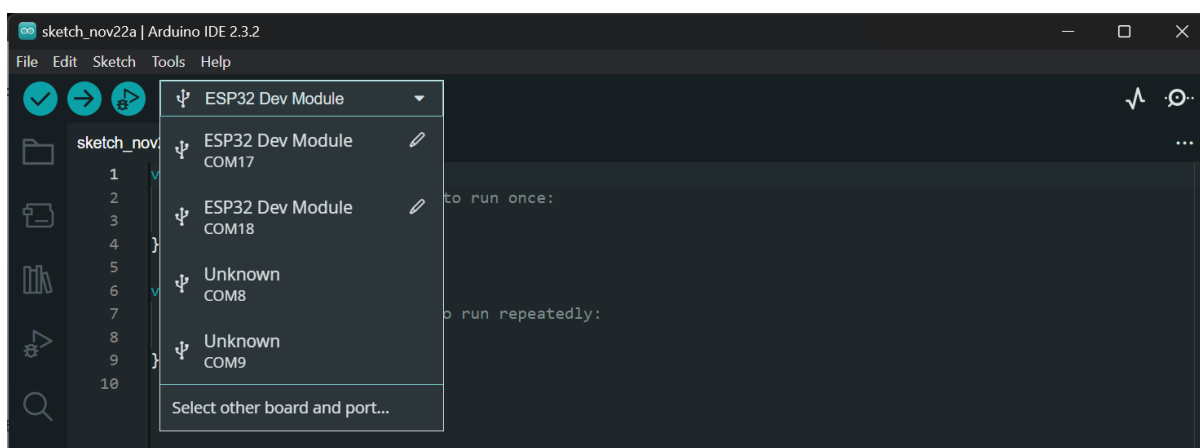
## A. Anleitung zur Verwendung des Arduino IDE-Tools

Schritt 1: Installieren Sie das Arduino IDE Tool.

( <https://www.arduino.cc/en/software> )

Schritt 2: Schließen Sie die Ausleseelektronik an und öffnen Sie die Arduino IDE.

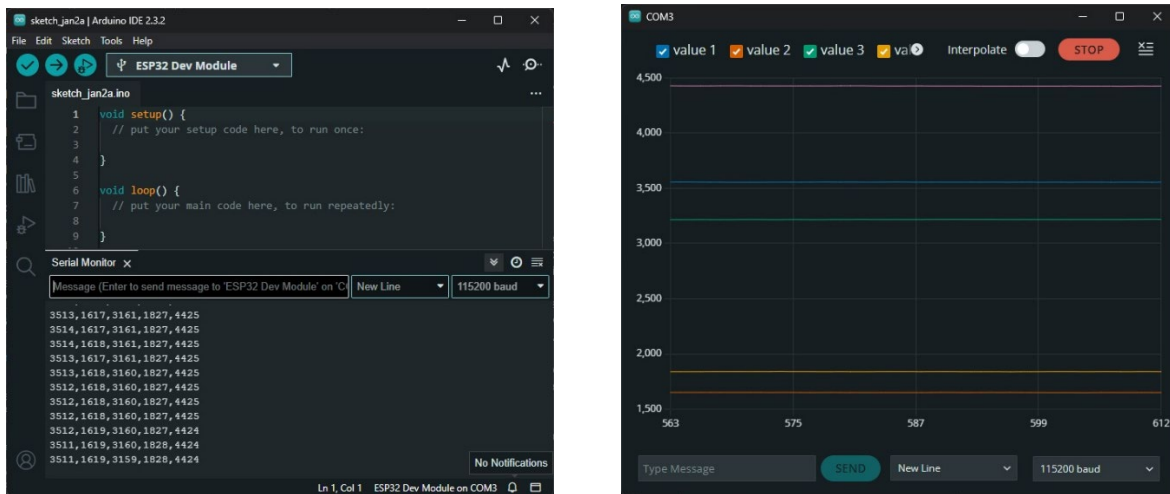
Schritt 3: Klicken Sie auf das Dropdown-Menü "Select Board" und wählen Sie den COM-Port aus, der der angeschlossenen Ausleseelektronik entspricht.



### HINWEIS:

- Wenn der Boardname nicht korrekt angezeigt wird, stellen Sie sicher, dass Sie "ESP32 Dev Module" aus der Boardliste auswählen.
- Wenn das Board "ESP32 Dev Module" nicht verfügbar ist, folgen Sie den Anweisungen in diesem Link (<https://randomnerdtutorials.com/installing-esp32-arduino-ide-2-0/>), um das ESP32 Board in der Arduino IDE hinzuzufügen.

Schritt 4: Wählen Sie Tools Serial Monitor oder Tools Serial Plotter, um die eingehenden Daten als Text bzw. Liniendiagramm.



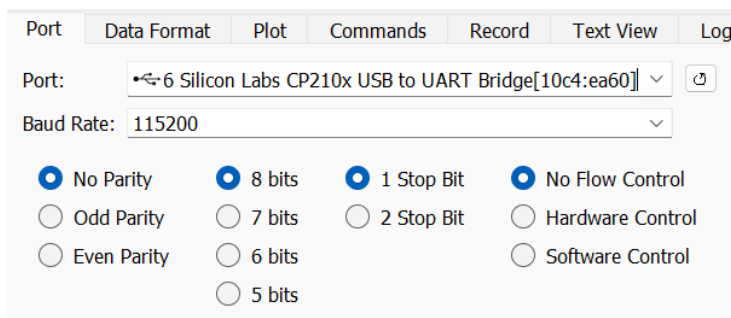
## B. Anleitung zur Verwendung der Software Serial Plot

Schritt 1: Installieren Sie die Software "SerialPlot".

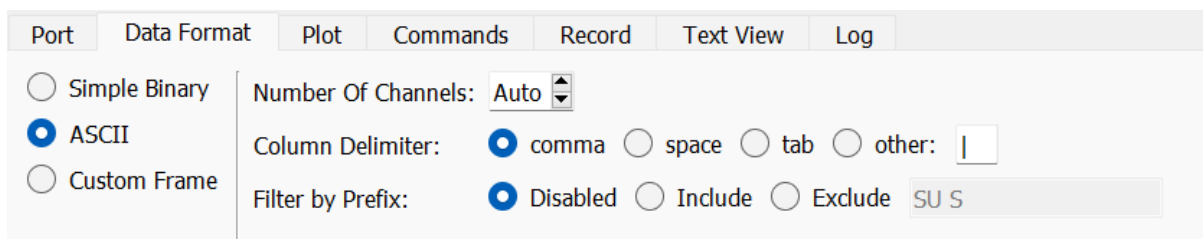
(<https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>)

Schritt 2: Starten Sie die Software "SerialPlot" und navigieren Sie zur Registerkarte "Port" am unteren Rand. Wählen Sie den Anschluss "Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge", der der Ausleselektronik entspricht.

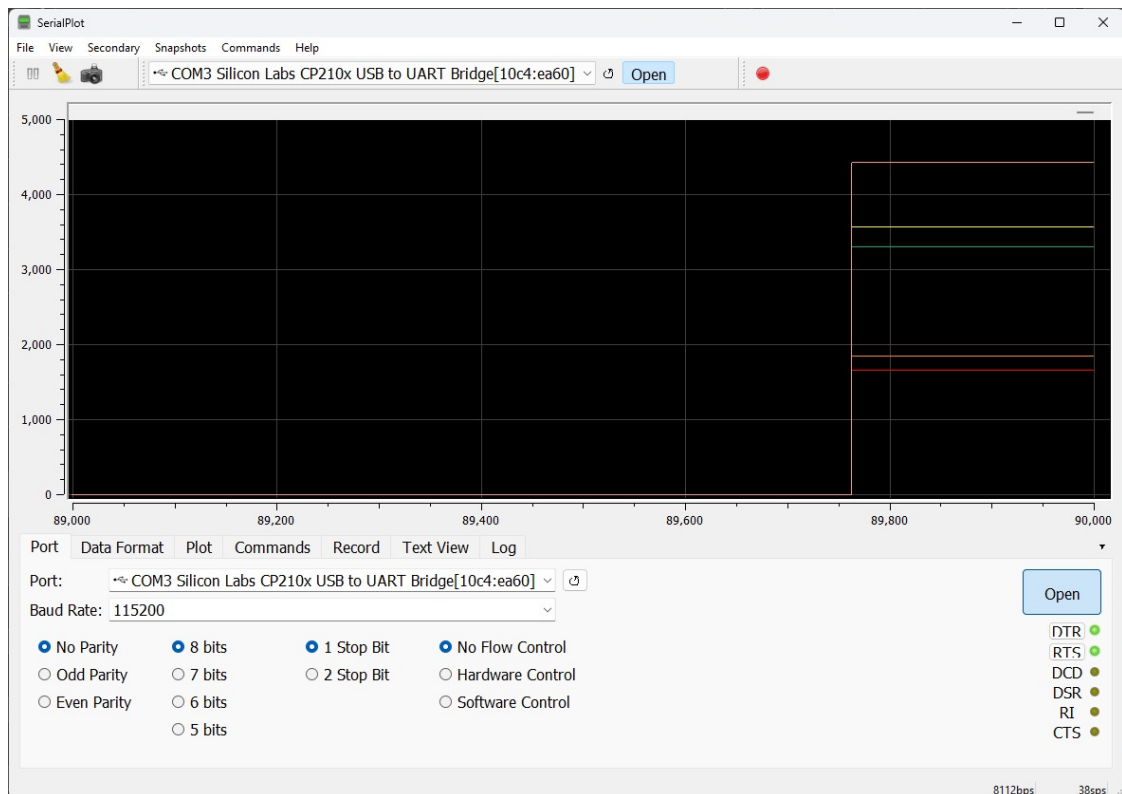
Schritt 3: Konfigurieren Sie die Baudrate wie in der Abbildung unten gezeigt.



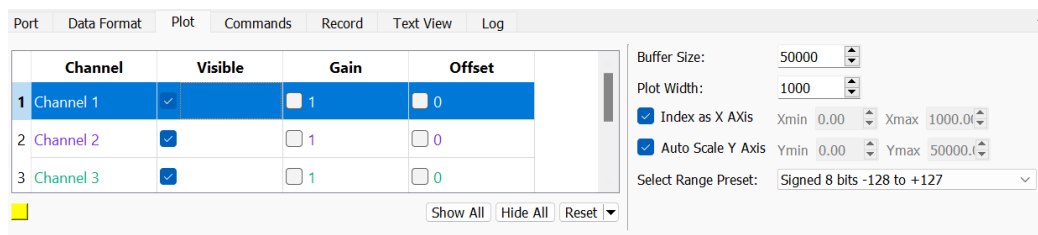
Schritt 4: Navigieren Sie anschließend zur Registerkarte "Datenformat" und konfigurieren Sie die Einstellung wie in der folgenden Abbildung gezeigt.



Schritt 5: Beginnen Sie mit der Visualisierung der Daten, indem Sie oben auf die Schaltfläche "Öffnen" klicken, wie unten dargestellt.



Schritt 6 (optional): Passen Sie die Plot-Eigenschaften an, indem Sie die Registerkarte "Plot" aufrufen. Eine Illustration dieser Einstellungen finden Sie in der folgenden Abbildung.



Schritt 7: Um Daten aufzuzeichnen, navigieren Sie zur Registerkarte "Record" und verwenden Sie die Schaltfläche "Durchsuchen", um einen Zielordner auszuwählen und einen Dateinamen für die Speicherung der Daten als kommagetrennte Werte (csv) in einer Textdatei anzugeben. Aktivieren Sie die Datenaufzeichnung, indem Sie auf die rote Schaltfläche klicken, die sich entweder rechts oder in der oberen Leiste befindet. Mit der gleichen Schaltfläche können Sie die Aufzeichnung auch stoppen.



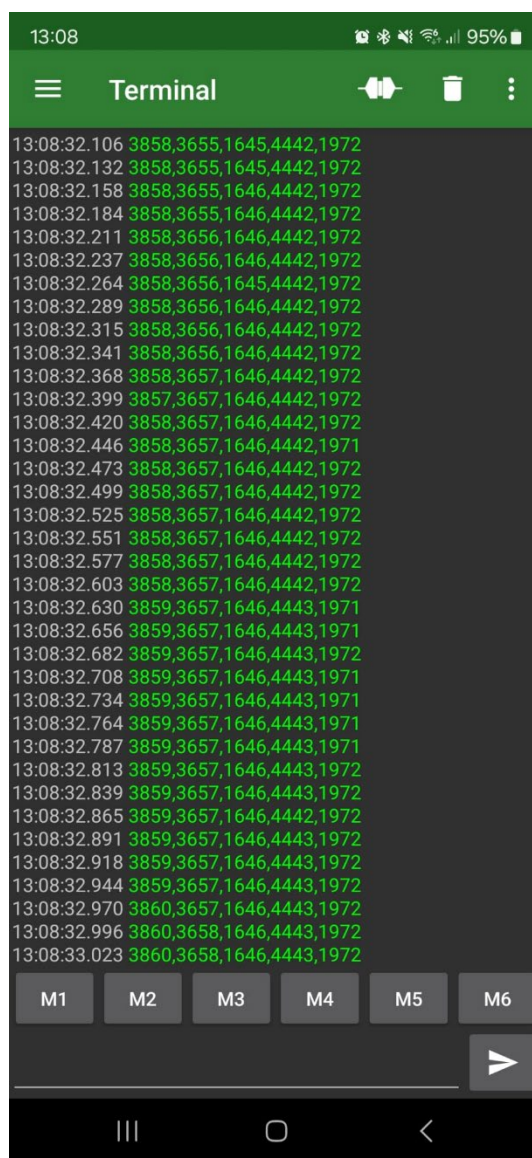
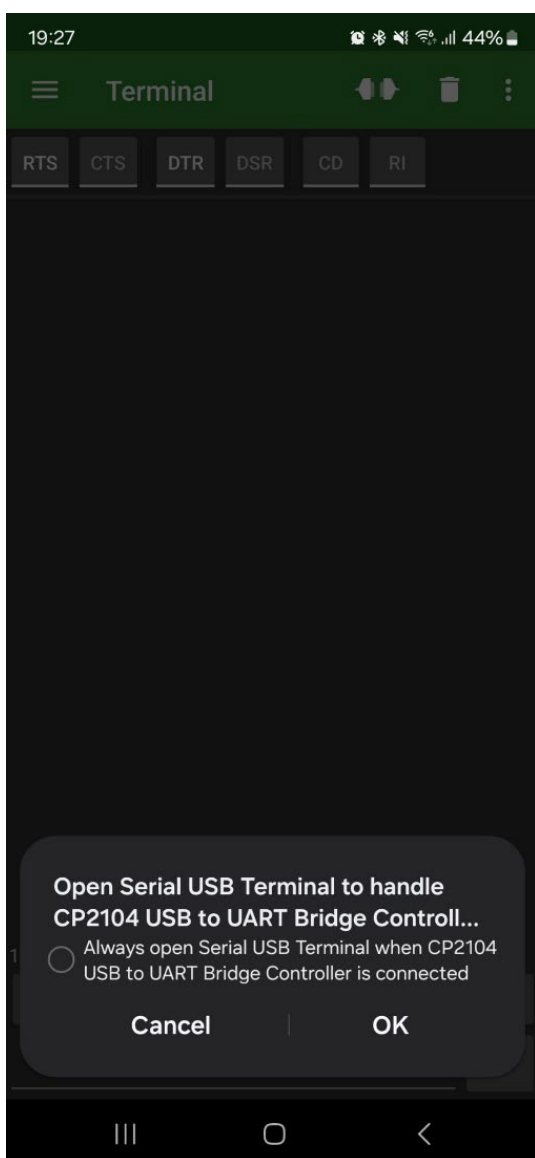
## C. Anleitung zur Verwendung der mobilen App Serielles USB-Terminal

Schritt 1: Installieren Sie die Anwendung "Serial USB Terminal" auf einem Android-Gerät.

(<https://play.google.com/store/search?q=serial+usb+terminal&c=apps&hl=de>)

Schritt 2: Öffnen Sie die App und verbinden Sie die Ausleseelektronik mit dem Android-Gerät.

Schritt 3: Klicken Sie auf die Schaltfläche OK und dann auf die Schaltfläche Verbinden oben, um die Datenübertragung zu starten.



## D. Anleitung zur Verwendung des LED-Kalibrierungsmoduls

Das LED-Kalibrierungsmodul besteht aus zwei Tasten mit den Bezeichnungen "min" und "max" und 5 RGB-LEDs. Die LEDs reagieren auf Änderungen der Sensormesswerte, die mit der ausgeübten Kraft variieren. Die Aktivierung der LED-Sequenz durchläuft drei Farben, die von der Intensität der Kraft abhängen:

- Grün für geringe Intensität,
- Blau für mittlere Intensität,
- Rot für hohe Intensität,
- Weiß für maximale Kraft.

Dieser Aufbau ermöglicht eine intuitive visuelle Rückmeldung entsprechend der auf den Sensor ausgeübten Kraft.

Schritt 1: Schließen Sie den PNC-Kraftsensor und das LED-Kalibriermodul an die Ausleselektronik an.



Schritt 2: Üben Sie Kraft auf den Sensor aus, um das visuelle Feedback auf dem Modul zu sehen.



Führen Sie die folgenden Schritte aus, um das LED-Array auf eine bestimmte Kraft zu kalibrieren:

Schritt 1: Bringen Sie die gewünschte Mindestkraft/Last auf den Sensor auf und drücken Sie kurz die Taste "min". Diese Aktion registriert die Anfangskraft, die durch einen einzelnen Ton bestätigt wird.

Schritt 2: Bringen Sie nun die gewünschte maximale Kraft/Last auf den Sensor auf und drücken Sie kurz die Taste "max". Diese Aktion registriert die endgültige Kraft, die wiederum durch einen einzelnen Ton bestätigt wird.

Schritt 3: Wenden Sie nun erneut Kraft im gewünschten Bereich an. Die LEDs leuchten in der gleichen Reihenfolge wie oben beschrieben auf, jetzt aber innerhalb der neu eingestellten Kraftgrenzen.

## E. Anleitung zur Verwendung des I2C-Protokolls mit Arduino UNO

Schritt 1: Schließen Sie Ihren Arduino Uno an die Ausleseelektronik an:

- Verbinden Sie den SDA-Pin der Elektronik mit dem A4-Pin des Arduino Uno.
- Verbinden Sie den SCL-Pin der Elektronik mit dem A5-Pin des Arduino Uno.
- Verbinden Sie den GND-Pin der Elektronik mit den GND-Pins des Arduino Uno.
- Verbinden Sie den Vin-Pin der Elektronik mit den 5V-Pins des Arduino Uno.

Die Verwendung von alternativen Arduino-Derivaten kann zu Abweichungen in der Konfiguration der Anschlusspins führen. Bitte konsultieren Sie die jeweiligen Spezifikationen für eine genaue Anleitung.

Schritt 2: Verwenden Sie diesen Beispielcode für den Arduino Uno, um die Daten über den I2C-Bus zu empfangen.

```
#include <Wire.h>
const int i2cSlaveAddress = 0x42;
char incomingBuffer[128];
int bufferIndex = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin(i2cSlaveAddress);
  Wire.onReceive(receiveI2CData);
  Serial.println("Ready to receive I2C data...");
}
```

```

}

void loop() { // Loop does nothing. Data handling is done in receiveI2CData
}

void receiveI2CData(int howMany) {
  while (Wire.available()) {
    char receivedChar = Wire.read();
    if (receivedChar == '\n') {
      incomingBuffer[bufferIndex] = '\0';
      Serial.println(incomingBuffer);
      bufferIndex = 0;
    } else if (bufferIndex < sizeof(incomingBuffer) - 1) {
      incomingBuffer[bufferIndex++] = receivedChar;
    }
  }
}
}

```

Hinweis: Schalten Sie zuerst den Empfangsschaltkreis in diesem Beispiel Arduino Uno und dann das NanoSen-Gerät ein, um die Datenübertragung zu starten.

## 8. Abfallentsorgung

Die Komponenten des Kraftsensorsatzes sollten gemäß den örtlichen Vorschriften für Elektronikschrott entsorgt werden. Entsorgen Sie es nicht mit dem normalen Hausmüll.

## 9. Kundenbetreuung

Für Fehlersuche oder technische Unterstützung beim Betrieb mit dem PNC Kraftsensor-Kit besuchen Sie bitte die Website [www.nanosen.de](http://www.nanosen.de) oder kontaktieren Sie uns unter [info@nanosen.de](mailto:info@nanosen.de)

## Dokumentverlauf

Version	Datum	Beschreibung der Änderungen
V1.0	22.01.2025	Erstveröffentlichung



# Kit capteur de force PNC

Un système de mesure de nouvelle génération

## Manuel de l'utilisateur

Version 1.0, décembre 2024

Fabricant : NanoSen GmbH

Adresse : Technologie-Campus 1, 09126 Chemnitz, Allemagne

Contact: [info@nanosen.de](mailto:info@nanosen.de) | [www.nanosen.de](http://www.nanosen.de)

## Contents

1.	Introduction .....	3
2.	Contenu du kit .....	4
3.	Utilisation prévue.....	5
4.	Utilisation inappropriée .....	6
5.	Description du matériel .....	9
5.1	Electronique de lecture.....	9
5.2	Capteur de force PNC .....	11
6.	Instructions d'installation .....	13
7.	Options de transmission des données .....	15
8.	Élimination des déchets .....	22
9.	Soutien à la clientèle .....	22
	Historique du document .....	22



## 1. Introduction

NanoSen est spécialisée dans la fabrication à grande échelle de matériaux de détection de force, avec une capacité de production annuelle actuelle de 100 m<sup>2</sup>. Notre matériau de détection de force est fabriqué à partir d'un nanocomposite polymère (PNC) et est disponible en différentes tailles, le plus petit mat mesurant 15 cm x 15 cm. Des pièces individuelles de capteurs peuvent être facilement découpés et, lorsqu'ils sont associés à une électrode appropriée, ils peuvent être utilisés pour créer des capteurs de force personnalisés.

Le kit de capteur de force NanoSen constitue une solution prête à l'emploi pour les passionnés de technologie et les développeurs. Il permet d'intégrer et de tester rapidement notre technologie de capteur dans des applications où une solution de capteur de force mince, flexible et robuste est nécessaire. Grâce à l'électronique de lecture incluse, les utilisateurs peuvent explorer pleinement les capacités de notre matériau de détection de force. Une fois que la preuve de concept est établie et que les avantages de l'intégration de notre capteur de force sont compris, des conceptions de capteurs hautement personnalisées peuvent être développées en utilisant notre matériau de détection de force PNC. Cela nous permet de répondre à la fois aux besoins des prototypes à petite échelle et à ceux des solutions de capteurs évolutives et personnalisables.

### Étiquettes de sécurité



Lisez et comprenez le manuel de l'utilisateur et les consignes de sécurité avant d'utiliser le kit.



Le symbole dans le manuel indique un danger général.



Le symbole indique des notes utiles pour l'utilisateur.

## 2. Contenu du kit

<b>Electronique de lecture</b>	Lire la sortie du capteur de force. Il est possible de connecter jusqu'à 5 capteurs de force PNC.
<b>5 capteurs de force PNC</b>	Matériau de capteur PNC de 20 mm de diamètre associé à des électrodes de contact appropriées.
<b>Câble USB</b>	Pour connecter l'électronique de lecture à un PC/mobile pour l'alimentation et la transmission de données en série.
<b>Clé USB</b>	Il comprend le pilote de l'électronique de lecture.
<b>20 cm Câbles d'extension</b>	Peut être utilisé pour connecter les capteurs de force PNC à l'électronique de lecture.
<b>Module d'étalonnage des LED</b>	Étalonner et visualiser la sortie du capteur dans une plage spécifiée.





### 3. Utilisation prévue

Le kit de capteur de force PNC est conçu uniquement à des fins de recherche et de développement (R&D). Il doit être installé et utilisé par du personnel qualifié, dans le strict respect des réglementations locales en matière de sécurité et directives fournies dans le présent manuel.

#### Principales lignes directrices :

Usage professionnel uniquement :

- Ce kit n'est pas destiné à des applications grand public, personnelles ou domestiques (voir également le chapitre 4 Utilisation incorrecte).
- Il ne doit pas être utilisé dans des environnements dangereux ou critiques pour la vie, à moins que des systèmes de sécurité supplémentaires ne soient mis en place.

Utilisation en intérieur :

- N'utilisez le kit que dans un environnement intérieur et sec. Évitez de l'exposer à des conditions humides ou mouillées.

Conditions de fonctionnement :

- L'appareil est conçu pour fonctionner dans une plage de température de 20°C à 50°C.

Conformité à la garantie :

- L'utilisation en dehors des paramètres spécifiés, une installation ou un fonctionnement inadéquat annulent la garantie et peuvent entraîner des dommages ou des blessures.
- Ne pas ouvrir ou modifier l'électronique de lecture ou le capteur. Cela annulerait immédiatement la garantie. La connexion de matériel incompatible, un câblage incorrect ou une alimentation électrique inadéquate susceptibles d'endommager l'appareil entraîneront l'annulation de la garantie.

## 4. Utilisation inappropriée

Les actions et scénarios suivants sont strictement interdits et constituent une utilisation incorrecte du kit. Le non-respect de ces restrictions peut entraîner des dommages à l'équipement, des risques de blessure ou l'annulation de la garantie.

### Applications interdites :

Utilisation par les consommateurs :

- Ce kit n'est pas un jouet et ne doit pas être utilisé par des personnes non formées, y compris des enfants.
- Il ne convient pas aux systèmes de survie, aux appareils médicaux ou à toute autre application critique en matière de sécurité sans mesures de sécurité et de redondance supplémentaires.

Environnements dangereux :

- N'utilisez pas le kit dans des environnements dangereux, explosifs ou extérieurs.

### Limites opérationnelles :

Dépassement des spécifications :

- Les capteurs et l'électronique de lecture doivent être utilisés dans les limites spécifiées dans ce manuel :
  - Tension d'entrée maximale : 5V DC
  - Courant maximal : 500 mA
  - Capacité de force maximale : 10 MPa (avant dommages)

Conditions environnementales :

- Évitez d'utiliser le kit dans des environnements présentant une humidité excessive ou des températures en dehors de la plage spécifiée.
- La performance du capteur peut être affectée par la longueur du câble en raison de la capacité parasite. Le contact direct du capteur avec un matériau conducteur d'électricité peut influencer la réponse du capteur.

## Manipulation incorrecte :

### Modifications non autorisées :

- N'ouvrez pas, ne modifiez pas et ne manipulez pas l'électronique de lecture ou le capteur.

### Connexions incorrectes :

- Assurez-vous que toutes les connexions, y compris le module d'étalonnage des LED et l'interface I2C, sont correctement effectuées conformément aux instructions de ce manuel. Des connexions incorrectes peuvent endommager gravement les composants.

### Erreurs d'intégration :

- L'intégration incorrecte du kit dans des systèmes ou des appareils, en particulier sans respecter directives fournies dans ce manuel, peut entraîner des dysfonctionnements ou endommager l'équipement.

## Avis de non-responsabilité du fabricant

Le fabricant n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures ou les dysfonctionnements causés par une utilisation incorrecte ou le non-respect des directives fournies dans ce manuel. Les utilisateurs sont seuls responsables de la manipulation, de l'installation et du fonctionnement corrects du kit.

## Guide de démarrage rapide

Étape 1 : Connecter le câble USB



Étape 2 : Connecter le capteur



Étape 3 : Brancher la bande LED



Étape 4 : Appuyer sur le bouton



Étape 5 : Appuyer sur le capteur pour un retour visuel



## 5. Description du matériel

### 5.1 Electronique de lecture

Le kit de capteurs de force PNC comprend une électronique de lecture avancée, conçue pour exploiter pleinement la performance des capteurs de force PNC. L'électronique permet de connecter simultanément jusqu'à cinq capteurs de force PNC.

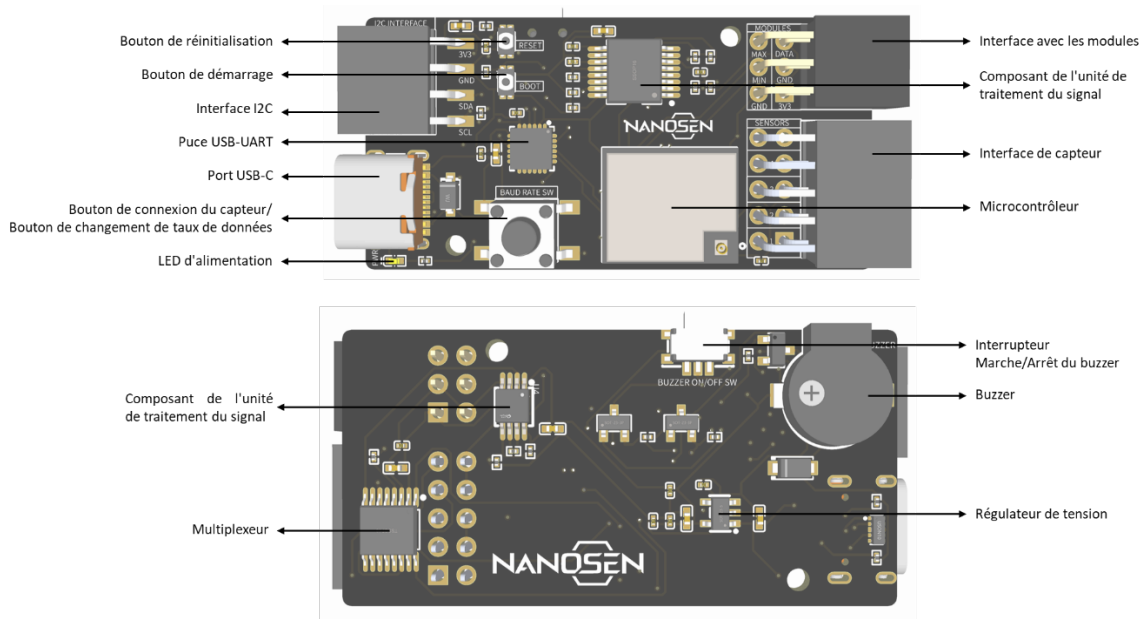
L'appareil est alimenté par un port USB-C, qui sert également de canal pour la transmission de données en série. Alternativement, les ports I2C peuvent être utilisés à la fois pour l'alimentation et la communication de données. Veuillez noter que le kit n'inclut pas de fonctionnalité sans fil. Cependant, NanoSen pourrait fournir une solution électronique de lecture sans fil à la demande du client.

#### Spécifications générales :

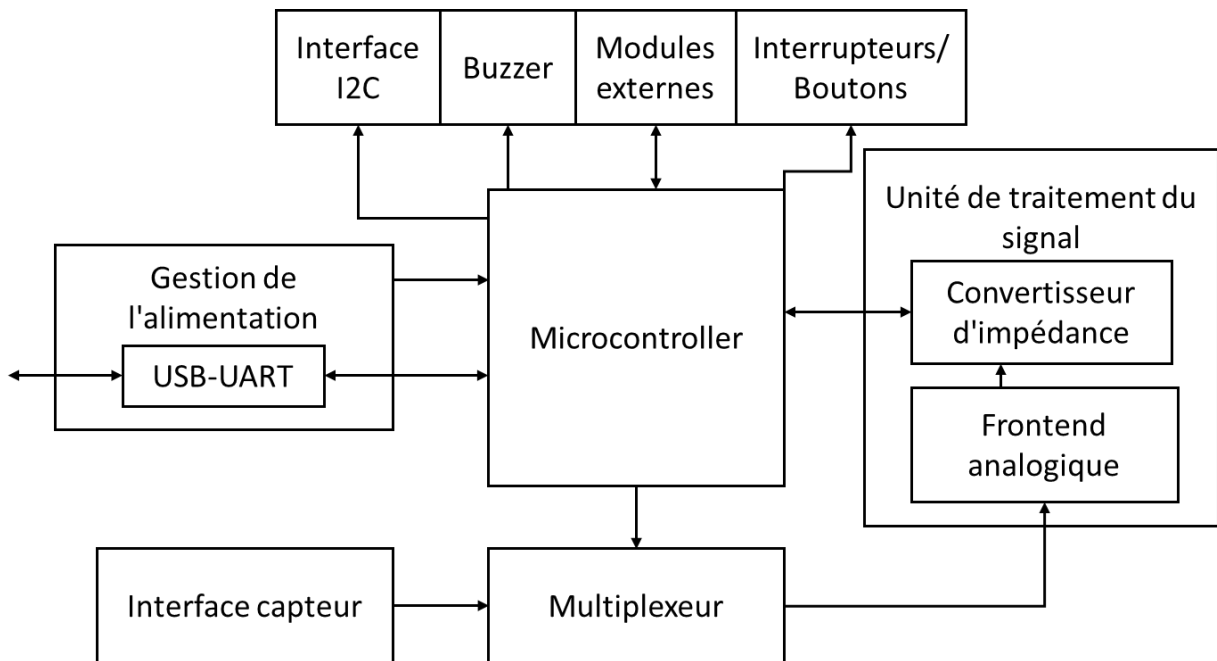
<b>Puissance de l'alimentation d'entrée</b>	DC, 5V, 500 mA
<b>Alimentation/données</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• USB; I<sup>2</sup>C</li> </ul>
<b>Modules intégrés</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buzzer (avec interrupteur ON/OFF)</li> <li>• Bouton de connexion du capteur</li> </ul>
<b>Adresse I<sup>2</sup>C</b>	0x42
<b>Débit de données dynamique</b>	175 sps* pour un capteur connecté 39 sps* pour cinq capteurs connectés
<b>Vitesse de transmission</b>	115200
<b>Température de fonctionnement</b>	20 °C - 50 °C
<b>Humidité</b>	L'encapsulation des capteurs est recommandée dans des conditions d'humidité variables
<b>Dimensions extérieures :</b>	L 55 mm x l 30 mm x H 13 mm

\*sps: échantillons par seconde

## Details du port :



## Schéma de principe :



## 5.2 Capteur de force PNC

Le capteur de force PNC se compose de deux éléments principaux : le matériau de force PNC et l'électrode de contact sous-jacente.

### 1. Matériau de force PNC :

- Il s'agit d'un matériau nanocomposite conducteur d'électricité, qui associe un polymère de qualité médicale à des nanoparticules conductrices.
- Il est produit sous forme de mat de dimensions minimales de 15 cm x 15 cm, ce qui offre une grande souplesse de conception et permet aux utilisateurs de découper les pièces individuelles du capteur dans des formes et des tailles personnalisées, selon les besoins.

### 2. Électrode de contact sous-jacente :

- Il s'agit d'un circuit imprimé flexible qui sert de contact électrique pour le matériau de force PNC.
- Placée sous le matériau de force PNC, l'électrode est conçue avec deux bornes pour une connexion transparente à l'électronique de lecture.

Le capteur de force inclus comporte le matériau de force PNC avec une zone de détection active de 20 mm de diamètre.



**Le matériau PNC est collé au centre de l'électrode. Ne pas tirer sur le matériau PNC. Cela pourrait endommager le capteur**



### Spécifications générales :

Paramètres	Valeur
Ligne de produits	Capteur de force PNC
Numéro de modèle	PNC-FS-20
Numéro de version	V4.1.1
Matériau de base PNC	Élastomère de qualité médicale
Zone active du capteur	Diamètre de 20 mm
Dimensions du capteur*	DE 21 mm x T 0.5 mm x L 44 mm
Électrode de contact	Circuit imprimé flexible

\* DE : diamètre extérieur, E : épaisseur, L : longueur

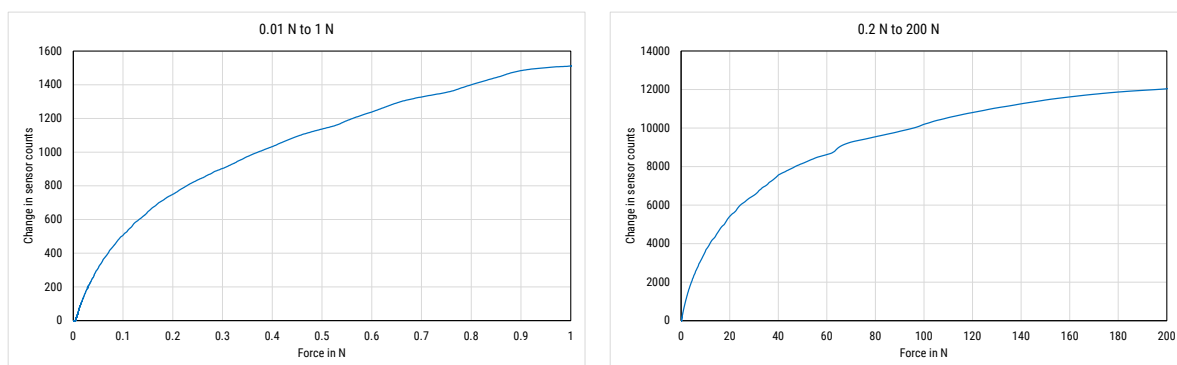
## Propriétés principales du capteur :

Propriété	Valeur
Dispositif de mesure	Électronique de lecture NanoSen
Plage de mesure stable	0.01 N à 150 N
Comptage des capteurs non actionnés	$-2500 \pm 4\%$
Les comptages de mesures	100 - 19000
Répétabilité d'une pièce	2.4%
Répétabilité d'une pièce à l'autre	5.8%
Durabilité	Essai de charge de 150 N sur 600 000 cycles
Dérive	<6.4% en < 20 s <0.2% après 20 secondes

- Les valeurs indiquées correspondent à un capteur de force PNC de 20 mm de diamètre testé dans les conditions d'essai spécifiées. Des écarts peuvent se produire si le capteur est testé différemment ou s'il est intégré dans d'autres systèmes.
- La longueur maximale recommandée du câble d'extension est de 50 cm pour mesurer une charge maximale de 150 N.
- Les mesures à 200 N peuvent être effectuées sans câbles d'extension, mais le décalage introduit par les câbles d'extension entraîne une saturation du capteur à 200 N.
- Chaque 20 cm de câble d'extension introduit un décalage d'environ 600 comptes de capteurs.



Plage de mesure de 0,01 N à 200 N :



*Pour plus de détails sur le kit de capteurs PNC, veuillez vous référer à la fiche technique !*

## 6. Instructions d'installation

**Étape 1 :** Commencer par installer le pilote intitulé "CP210x\_Windows\_Drivers" inclus dans la clé USB.

NOTE : Le pilote est compatible avec les systèmes d'exploitation WINDOWS 7, 10, 11.

**Étape 2 :** Connecter l'électronique de lecture au PC à l'aide du câble USB fourni. Une tonalité d'initialisation confirme que l'appareil est correctement alimenté.



**Étape 3 :** Connecter le ou les capteurs au port d'interface du capteur de l'électronique de lecture.



**Étape 4 :** Appuyer brièvement sur le bouton situé au-dessus de l'électronique de lecture pour démarrer l'appareil en vue de la lecture du capteur.



**NOTE:**

- Chaque fois qu'un capteur est connecté à l'appareil, il faut appuyer sur le bouton pour confirmer et lancer la lecture.
- Un capteur correctement connecté est reconnu par une tonalité unique lorsque l'on appuie sur le bouton.
- Si aucun capteur n'est connecté, une double tonalité est émise lorsque le bouton est enfoncé.

## 7. Options de transmission des données

L'électronique de lecture transmet les données du capteur à l'aide de deux protocoles de communication : UART et I2C. L'utilisateur peut sélectionner le protocole souhaité en fonction de son application et de la compatibilité avec l'appareil récepteur.

### Configuration UART

Lors de l'utilisation du protocole UART (via un câble USB), assurez-vous que l'appareil ou l'outil récepteur est configuré avec les paramètres suivants :

- Vitesse de transmission : 115200
- Parité : Aucune (pas de parité activée)
- Bits de données : 8 bits
- Bits d'arrêt : 1
- Contrôle de flux : Aucun (aucun contrôle de flux n'est activé)

Veuillez configurer ces paramètres sur votre appareil récepteur ou votre outil logiciel afin d'assurer une communication transparente des données avec l'électronique de lecture.

### Configuration I2C

Pour le protocole I2C, les données sont transmises à l'adresse I2C 0x42. Assurez-vous votre appareil récepteur est réglé pour communiquer avec cette adresse et qu'il est correctement configuré conformément aux exigences du protocole I2C standard (un exemple de code est disponible dans la suite de cette section). Toutes les entrées et sorties sont déjà câblées avec des résistances pull-up appropriées.

### Exemple d'outil permettant de visualiser les données transmises :

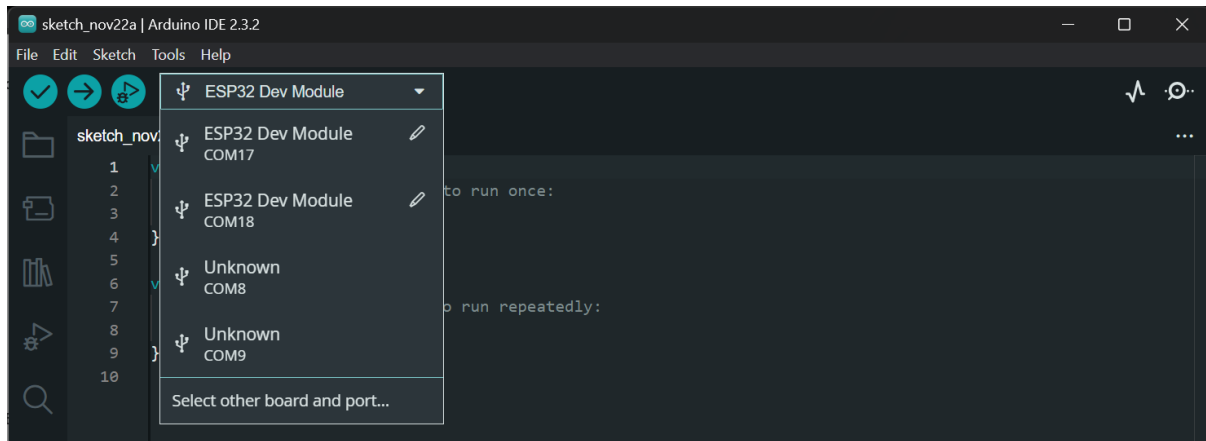
Les outils mentionnés dans cette section pour la visualisation des données sont fournis à titre d'exemple uniquement. Tout outil capable de prendre en charge le protocole de communication série requis (UART ou I2C) peut être utilisé. NanoSen n'assume aucune responsabilité quant à la disponibilité, la compatibilité ou la fonctionnalité de ces outils. Il est conseillé de s'assurer que les outils choisis répondent aux exigences de communication et sont adaptés à leurs applications.

## A. Guide d'utilisation de l'outil Arduino IDE

Étape 1 : Installer l'outil Arduino IDE (<https://www.arduino.cc/en/software>)

Étape 2 : Connecter l'électronique de lecture et ouvrir l'outil Arduino IDE.

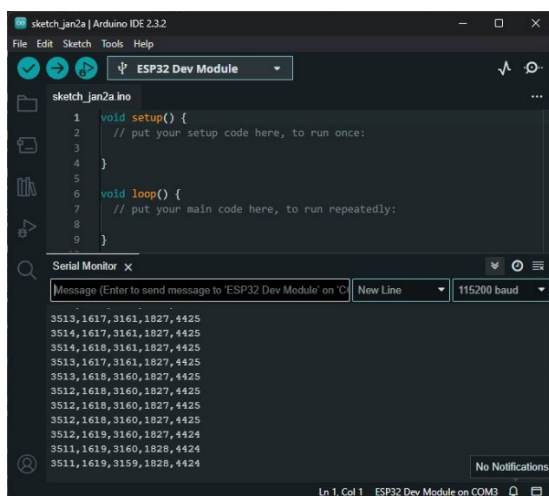
Étape 3 : Cliquer sur le menu déroulant "Select Board" et sélectionnez le port COM correspondant à l'électronique de lecture connectée.



### NOTE :

- Si le nom de la carte ne s'affiche pas correctement, assurez-vous de sélectionner "ESP32 Dev Module" dans la liste des cartes.
- Si la carte "ESP32 Dev Module" n'est pas disponible, suivez les instructions de ce lien (<https://randomnerdtutorials.com/installing-esp32-arduino-ide-2-0/>) pour ajouter la carte ESP32 dans Arduino IDE.

Étape 4 : Sélectionner Outils → Serial Monitor ou Outils → Serial Plotter pour visualiser les données entrantes sous forme de texte et de graphique linéaire respectivement.

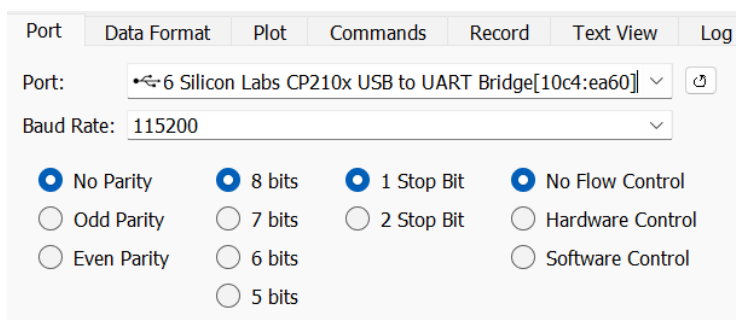


## B. Guide d'utilisation du logiciel Serial Plot

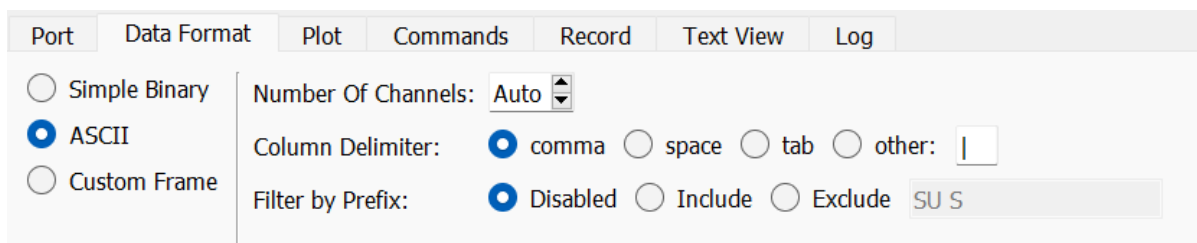
Étape 1 : Installer le logiciel "SerialPlot". (<https://hackaday.io/project/5334-serialplot-realtime-plotting-software>)

Étape 2 : Lancer le logiciel "SerialPlot" et naviguer jusqu'à l'onglet "Port" en bas. Sélectionner le port intitulé "Silicon Labs CP210x USB to UART Bridge", qui correspond à l'électronique de lecture.

Étape 3 : Configurer le débit en bauds comme indiqué dans l'image ci-dessous.



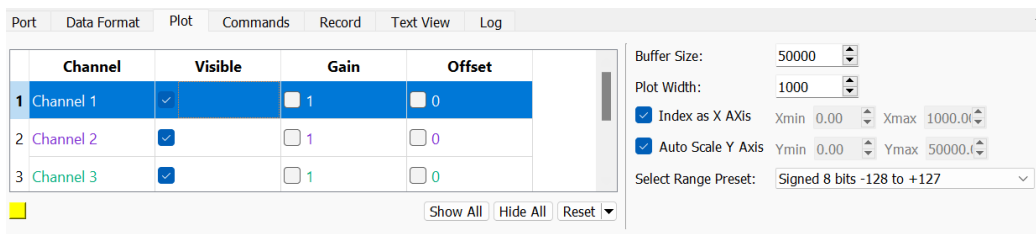
Étape 4 : Ensuite, naviguer jusqu'à l'onglet "Format des données" et configurer les paramètres comme indiqué dans l'image ci-dessous.



Étape 5 : Commencer à visualiser les données en cliquant sur le bouton "Ouvrir" en haut de la page, comme illustré ci-dessous.



Étape 6 (optionnelle) : Personnaliser les propriétés du tracé en accédant à l'onglet "Tracé". Une illustration de ces paramètres est fournie dans l'image ci-dessous.



Étape 7 : Pour enregistrer les données, naviguer jusqu'à l'onglet "Enregistrement" et utiliser le bouton "Parcourir" pour choisir un dossier de destination et spécifier un nom de fichier pour enregistrer les données sous forme de valeurs séparées par des virgules (csv) dans un fichier texte. Activer l'enregistrement des données en cliquant sur le bouton rouge situé à droite ou dans la barre supérieure. Ce même bouton peut également être utilisé pour arrêter le processus d'enregistrement.

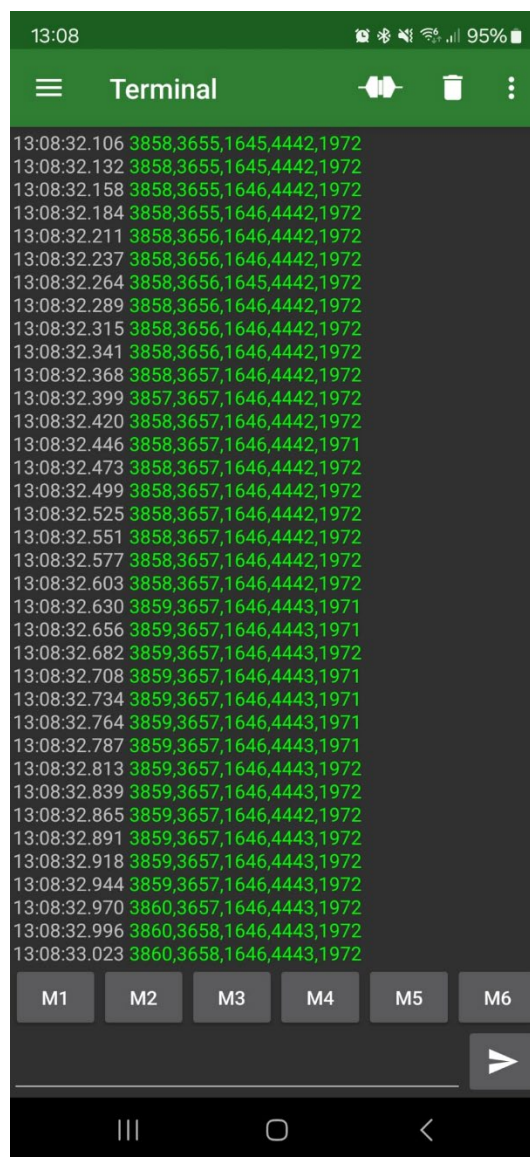
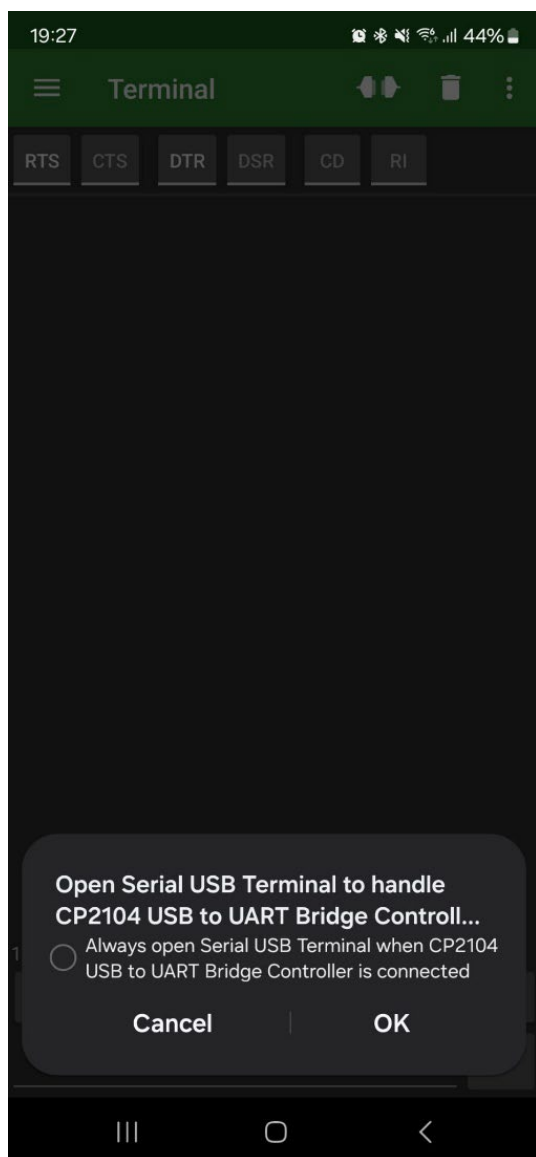
## C. Guide d'utilisation de l'application mobile Serial USB Terminal

Étape 1 : Installer l'application "Serial USB Terminal" sur un appareil Android.

(<https://play.google.com/store/search?q=serial+usb+terminal&c=apps&hl=de>)

Étape 2 : Ouvrir l'application et connecter l'électronique de lecture à l'appareil Android.

Étape 3 : Cliquer sur le bouton OK, puis sur le bouton de connexion situé en haut de l'écran pour lancer transmission des données.



## D. Guide d'utilisation module d'étalonnage des LED

Le module d'étalonnage des LED se compose de deux boutons "min" et "max" et de 5 LED RGB. Les LED réagissent aux changements dans les relevés du capteur, qui varient en fonction de la force appliquée. La séquence d'activation des LED passe par trois couleurs en fonction de l'intensité de la force :

- Vert pour une faible intensité,
- Bleu pour une intensité moyenne,
- Rouge pour une intensité élevée,
- Blanc pour une force maximale.

Cette configuration permet un retour visuel intuitif correspondant à la force appliquée au capteur.

Étape 1 : Connecter le capteur de force PNC et le module d'étalonnage LED à l'électronique de lecture.



Étape 2 : Appliquer une force au capteur pour obtenir un retour visuel sur le module.





Pour calibrer le réseau de LED à une limite de force définie, suivre les étapes suivantes :

Étape 1 : Appliquer la force/charge minimale souhaitée sur le capteur et appuyer brièvement sur le bouton "min". Cette action enregistre la force initiale, qui est confirmée par un seul signal sonore.

Étape 2 : Ensuite, appliquer la force/charge maximale souhaitée sur capteur et appuyer brièvement sur le bouton "max". Cette action enregistre la force finale, qui est à nouveau confirmée par une tonalité unique.

Étape 3 : Réappliquer maintenant la force entre les limites souhaitées et les LED s'allumeront dans la même séquence que celle mentionnée ci-dessus, mais maintenant dans les nouvelles limites de force réglées.

### E. Guide d'utilisation du protocole I2C avec Arduino UNO

Étape 1 : Connecter votre Arduino Uno à l'électronique de lecture :

- Connecter la broche SDA de l'électronique à la broche A4 de l'Arduino Uno.
- Connecter la broche SCL de l'électronique à la broche A5 de l'Arduino Uno.
- Connecter la broche GND de l'électronique aux broches GND de l'Arduino Uno.
- Connecter la broche Vin de l'électronique aux broches 5V de l'Arduino Uno.

L'utilisation d'autres dérivés d'Arduino peut entraîner des variations dans la configuration des broches de connexion. Veuillez consulter les spécifications respectives pour obtenir des informations précises.

Étape 2 : Utilisez ce code d'exemple pour Arduino Uno afin de recevoir les données via le bus I2C.

```
#include <Wire.h>
const int i2cSlaveAddress = 0x42;
char incomingBuffer[128];
int bufferIndex = 0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin(i2cSlaveAddress);
  Wire.onReceive(receiveI2CData);
  Serial.println("Ready to receive I2C data...");
}
```

```

void loop() { // Loop does nothing. Data handling is done in receiveI2CData
}

void receiveI2CData(int howMany) {
  while (Wire.available()) {
    char receivedChar = Wire.read();
    if (receivedChar == '\n') {
      incomingBuffer[bufferIndex] = '\0';
      Serial.println(incomingBuffer);
      bufferIndex = 0;
    } else if (bufferIndex < sizeof(incomingBuffer) - 1) {
      incomingBuffer[bufferIndex++] = receivedChar;
    }
  }
}
}

```

Remarque : Mettre d'abord sous tension le circuit de réception, dans cet exemple Arduino UNO, puis le dispositif NanoSen pour démarrer la transmission des données.

## 8. Gestion des déchets

Les composants du kit du capteur de force doivent être mis au rebut conformément aux réglementations locales concernant les déchets électroniques. Ne les jeter pas avec les ordures ménagères.

## 9. Soutien à la clientèle

Pour le dépannage ou l'assistance technique lors de l'utilisation du kit de capteur de force PNC, veuillez visiter le site web [www.nanosen.de](http://www.nanosen.de) ou nous contacter à [info@nanosen.de](mailto:info@nanosen.de).

## Historique du document

Version	Date	Description des changements
V1.0	22.01.2025	Première publication