



PNC FORCE SENSOR TECHNICAL DATASHEET

Version 2.0, October 2025

Manufacturer: NanoSen GmbH

Address: Technologie-Campus 1, 09126 Chemnitz, Germany

Contact: info@nanosen.de | www.nanosen.de

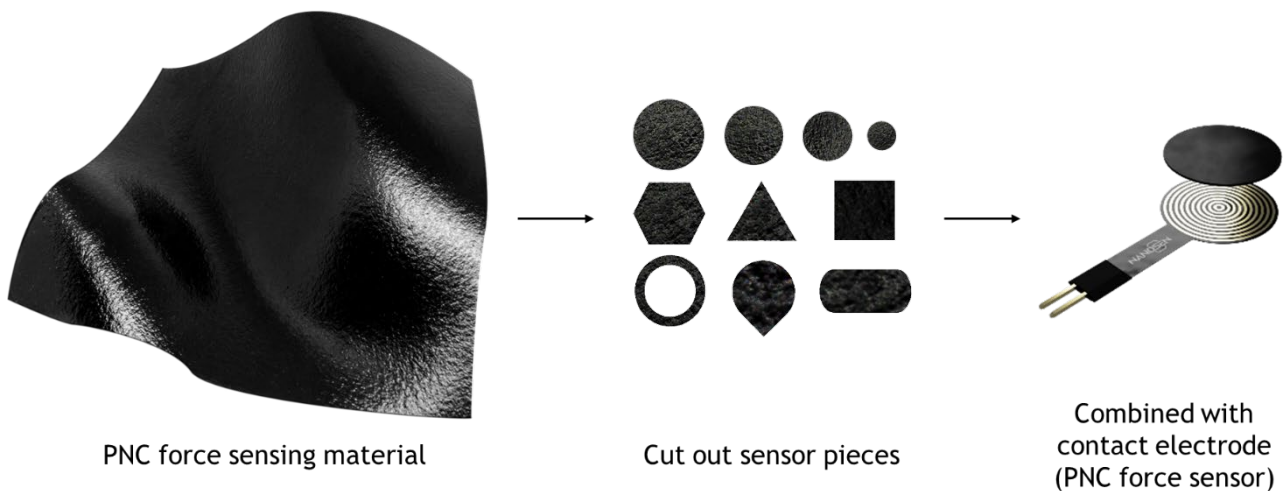


1. PNC force sensor overview:

The sensor is formed by combining PNC force-sensing material with a flex PCB contact electrode. The PNC material (ordered separately) comes in 15×15 cm or 40×45 cm sheets, which can be cut to custom shapes



The included sensors have the PNC material glued to the centre of the electrode. Do not pull on the PNC material. It could result in removal or tearing of the PNC material and damage the sensor.



The PNC force sensor connects to the NanoSen readout electronics in the sensor kit to generate the performance metrics shown in this document.



Readout electronics to connect with a PNC force sensor



Refer the user manual before using the PNC force sensor kit.

2. Properties of the PNC force sensing material:

Property	Value
Physical appearance	Flexible, black, thin sheets
Thickness	0.4 mm
Compression fatigue	20 million load cycles at 0.6 MPa (200 N) (Tested with a 20 mm Sensor)
Overload capacity	20 MPa (6200 N)
Handling temperature	-20°C to 230°C (Range extension under investigation)
Dust and dirt resilience	Dust and dirt stick to the material surface
Surface cleaning method	Wash with water or isopropanol, or use a lint roller to remove particles
Electrode material compatibility	Silver, copper or gold-plated electrodes
Electrode substrate compatibility	Non-conductive substrates used in combination with the electrode materials listed above Note: Best performance with non-compressible substrates

3. Specifications of the PNC force sensor readout electronics:

Property	Value
Input power supply rating	5V DC, max 500 mA
Power/data	USB or I2C (wireless data available on request)
Signal output type	100-19000 sensor counts (raw output data)
Number of sensor channels	Five
I2C address	0x42
Dynamic data rate	175 samples per second with one sensor 39 samples per second with five sensors
Baud rate	115200
Operating temperature	-20°C to +70°C
Storage temperature	-20°C to +70°C
Outer dimensions:	L 61 mm x W 36.5 mm x H 16 mm

4. Typical characteristics of a Ø20 mm PNC force sensor:

Property	Value
Measurement device	NanoSen readout electronics included in the PNC force sensor kit
Sensor: PNC-FS-20	20 mm diameter (can be tailored in accordance with NanoSen instructions ^a)
Sensor version	V4.2.2
Stable measurement range	0.01 N to 150 N ^b
Maximum measurable force	200 N ^c
Drift rate at 180 N	<6.4% after 20 seconds <1.7% between 20 seconds and 1 hour <2.2% between 1 hour and 24 hours after 24 hours <0.002% per hour
Settling time (2% threshold)	30 s
Single part repeatability	<2% with 500 thousand actuations at 150 N
Part to part repeatability	<5.8%
Compression fatigue	20 million load cycles at 0.6 MPa (200 N)
Overload capacity	20 MPa (6200 N)
Hysteresis	<2% (0.1 N to 10 N at 5 µm/s) <9% (10 N to 100 N at 5 µm/s)
Operating temperature performance	
Cold: -20 °C	± 1% Average impedance change
Hot: +70 °C	± 1% Average impedance change
100 hours storage temperature performance	
Cold: -20 °C	± 1% Average impedance change
Hot: + 70 °C	± 1.5% Average impedance change
Environmental resistance	Sensor encapsulation required / dependent on encapsulation material used

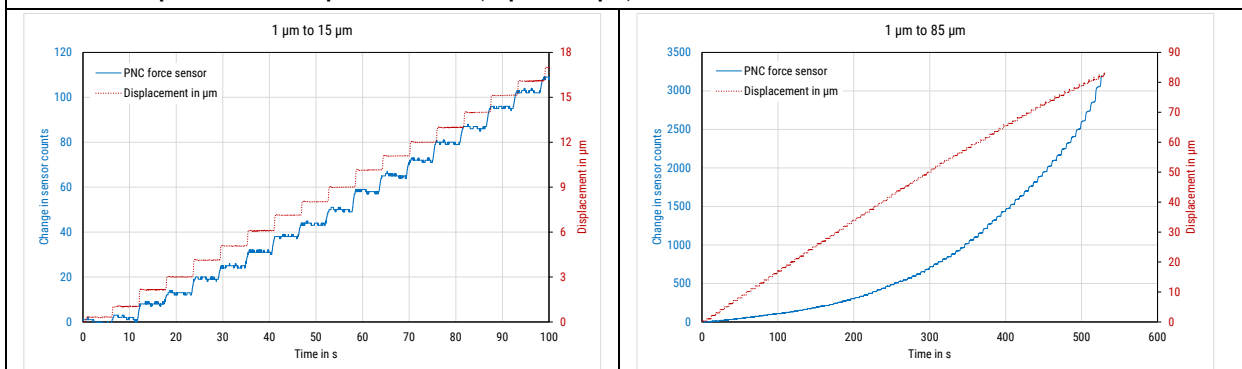
^a Please read: https://www.nanosen.de/sensor_customization_manual

^b The maximum recommended extension cable length is 50 cm for measuring a maximum load of 150 N.

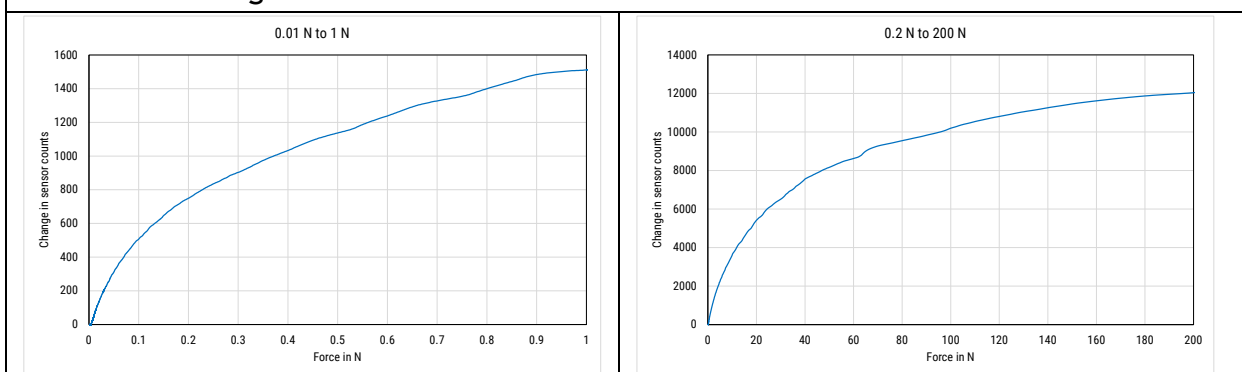
^c Measurements at 200 N can be performed without extension cables, but the offset introduced by extension cables causes sensor saturation at 200 N.

5. Typical performance curves of a Ø20 mm PNC force sensor:

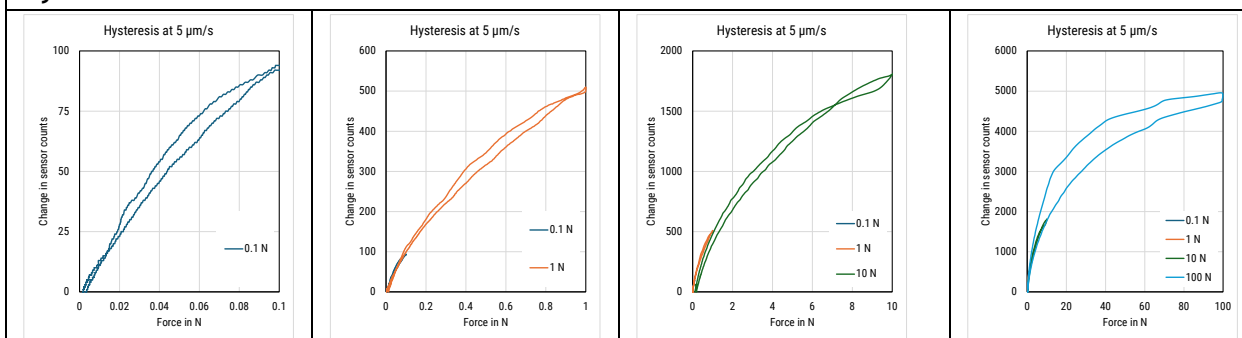
Sensor Response vs. Displacement (1 μm steps) over Time:



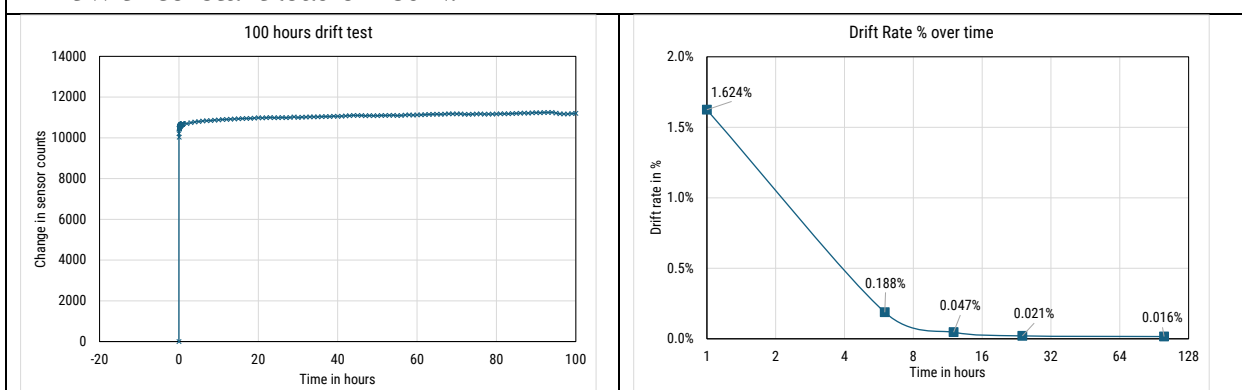
Measurement range from 0.01 N to 200 N:



Hysteresis from 0.1 N to 100 N:



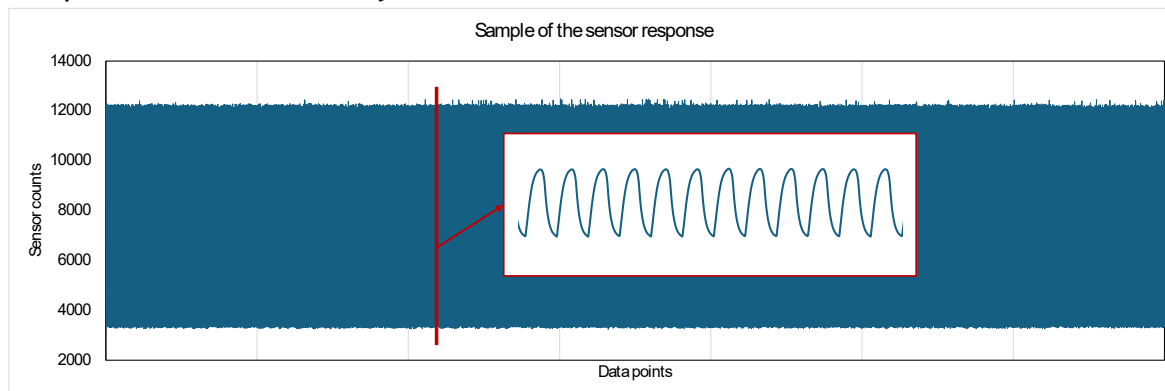
Drift with constant load of 180 N:



Sensor resolution vs. force range

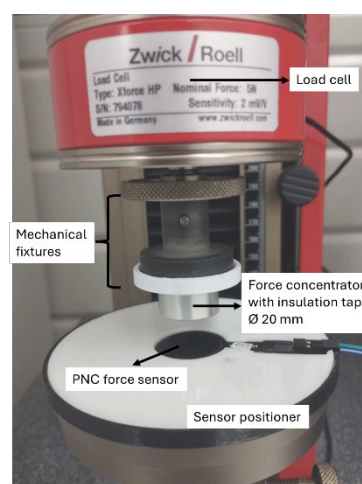
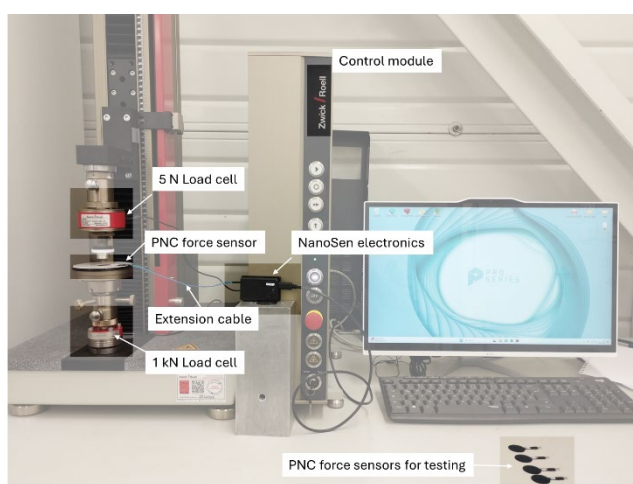
Steps 20	Steps 40	Steps 40	Steps 25	Steps 20	Steps 30	Steps 20
Resolution 0.01 N	Resolution 0.02 N	Resolution 0.1 N	Resolution 0.2 N	Resolution 0.5 N	Resolution 1 N	Resolution 5 N
0 - 0.2 N	0.2 - 1 N	1 - 5 N	5 - 10 N	10 - 20 N	20 - 50 N	50 - 150 N

Sample data of the durability test:



6. Testing setup:

The PNC force sensor was tested using a Universal Testing Machine (UTM), model "Zwicki Z2.5TN" from Zwick-Roell. The UTM is equipped with two load cells: one for measurements from 0.01 N to 5 N and the other for measurements from 2 N to 1000 N. Both load cells were utilized to characterize the full measurement range of the sensor.



Notes:

- The sensor was securely mounted in the UTM using a plastic disc to ensure proper placement during measurements.

- A 0.2 mm thick 20 mm metal disc was adhered to the underside of the sensor's electrode to ensure flatness during testing.
- A 20 cm extension wire was used to connect the sensor to the electronics, resulting in an offset of approximately 600 sensor counts.
- A 20 mm diameter aluminium force concentrator cylinder was used to apply force evenly across the sensor's entire surface. The cylinder was electrically insulated from the sensor to prevent interference with the measurements.

7. Document history

Version	Date	Description of changes
V2.1	03.03.2026	Added sensor resolution vs. force range
V2.0	06.10.2025	Added material and electronics information
V1.4	13.05.2025	Updated durability and cold storage data
V1.3	10.04.2025	Updated drift and durability data
V1.2	31.12.2024	Stable measurement range extended to 150 N
V1.1	19.12.2024	Adjusted measurement range
V1.0	18.12.2024	Initial Release



PNC-KRAFTSENSOR

TECHNISCHES DATENBLATT

Version 2.0, Oktober 2025

Hersteller: NanoSen GmbH

Adresse: Technologie-Campus 1, 09126 Chemnitz, Deutschland

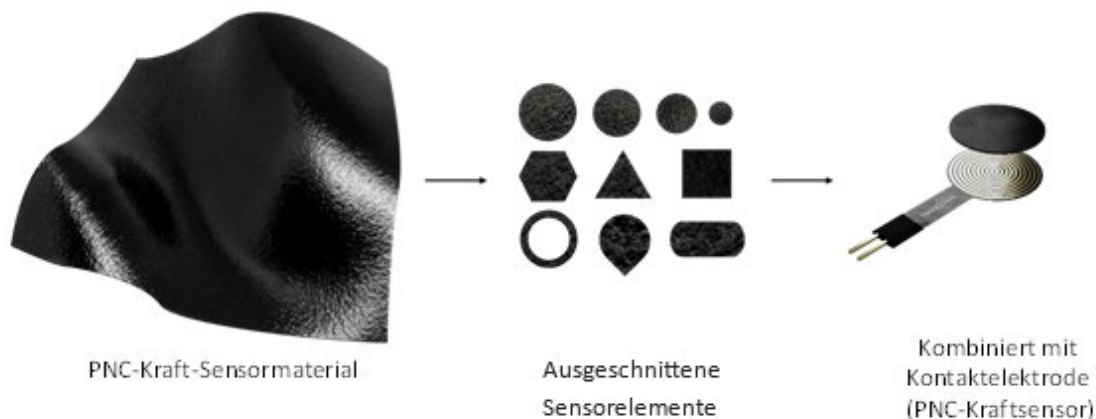
Kontakt: info@nanosen.de | www.nanosen.de

1. Übersicht über den PNC-Kraftsensor:

Der Sensor besteht aus einer Kombination aus PNC-Kraftsensormaterial und einer flexiblen PCB-Kontaktelektrode. Das PNC-Material (separat zu bestellen) ist in Platten von 15 × 15 cm oder 40 × 45 cm erhältlich, die auf die gewünschte Form zugeschnitten werden können.



Bei den mitgelieferten Sensoren ist das PNC-Material in der Mitte der Elektrode aufgeklebt. Ziehen Sie nicht am PNC-Material. Dies könnte zum Ablösen oder Reißen des PNC-Materials führen und den Sensor beschädigen.



Der PNC-Kraftsensor wird an die NanoSen-Ausleseelektronik im Sensor-Kit angeschlossen, um die in diesem Dokument aufgeführten Leistungskennzahlen zu erzeugen.



Ausleseelektronik zum Anschluss an einen PNC-Kraftsensor



Lesen Sie vor der Verwendung des PNC-Kraftsensor-Kits die Bedienungsanleitung.

2. Eigenschaften des PNC-Kraftmessmaterials:

Eigenschaft	Wert
Physische Erscheinung	Flexible, schwarze, dünne Matte
Dicke	0,4 mm
Druckermüdung	20 Millionen Zyklen bei 0,6 MPa (200 N) (Getestet mit einem 20-mm-Sensor)
Überlastkapazität	20 MPa (6200 N)
Betriebstemperatur	-20° C bis 230° C (Erweiterung des Bereichs wird derzeit geprüft)
Staub- und Schmutzbeständigkeit	Staub und Schmutz haften an der Materialoberfläche
Reinigungsmethode für die Oberfläche	Mit Wasser oder Isopropanol reinigen oder Partikel mit einer Klebrolle entfernen
Kompatibilität des Elektrodenmaterials	Silber-, kupfer- oder vergoldete Elektroden
Kompatibilität des Elektrodensubstrats	Nichtleitende Substrate in Kombination mit den oben aufgeführten Elektrodenmaterialien Hinweis: Beste Leistung mit nicht komprimierbaren Substraten

3. Spezifikationen der Auswerteelektronik des PNC-Kraftsensors:

Eigenschaft	Wert
Nennleistung der Eingangsstromversorgung	5V DC, max 500 mA
Stromversorgung/Daten	USB oder I2C (drahtlose Datenübertragung auf Anfrage erhältlich)
Signalausgangstyp	100-19000 Sensorwerte (Rohdatenausgabe)
Anzahl der Sensorkanäle	fünf
I2C-Adresse	0x42
Dynamische Datenrate	175 Messwerte pro Sekunde mit einem Sensor 39 Abtastungen pro Sekunde mit fünf Sensoren
Baudrate	115200
Betriebstemperatur	-20° C bis +70° C
Lagertemperatur	-20° C bis +70° C
Außenabmessungen:	L 61 mm x B 36.5 mm x H 16 mm

4. Typische Eigenschaften eines PNC-Kraftsensors mit Ø 20 mm:

Eigenschaft	Wert
Messgerät	NanoSen-Auswerteelektronik (im Lieferumfang des PNC-Kraftsensor-Kits enthalten)
Sensor: PNC-FS-20	20 mm Durchmesser (kann gemäß den Anweisungen von NanoSen angepasst werden ^a)
Sensorversion	V4.2.2
Stabiler Messbereich	0.01 N bis 150 N ^b
Maximal messbare Kraft	200 N ^c
Driftrate bei 180 N	<6.4% nach 20 Sekunden <1.7% zwischen 20 Sekunden und 1 Stunde <2.2% zwischen 1 Stunde und 24 Stunden nach 24 Stunden <0,002 % pro Stunde
Einstellzeit (2 % Schwelle)	30 s
Wiederholgenauigkeit eines einzelnen Teils	<2% bei 500.000 Betätigungen mit 150 N
Wiederholgenauigkeit von Teil zu Teil	<5.8%
Druckermüdung	20 Millionen Zyklen bei 0,6 MPa (200 N)
Überlastkapazität	20 MPa (6200 N)
Hysterese	<2% (0.1 N bis 10 N bei 5 µm/s) <9% (10 N bis 100 N bei 5 µm/s)
Betriebstemperaturverhalten	
Kalt: -20 °C	± 1 % Durchschnittliche Impedanzänderung
Heiß: +70 °C	± 1 % Durchschnittliche Impedanzänderung
100 Stunden Lagerung	
Temperaturverhalten	
Kalt: -20 °C	± 1 % Durchschnittliche Impedanzänderung
Heiß: +70 °C	± 1,5 % Durchschnittliche Impedanzänderung
Umgebungsbeständigkeit	Sensorverkapselung erforderlich / abhängig vom verwendeten Verkapselungsmaterial

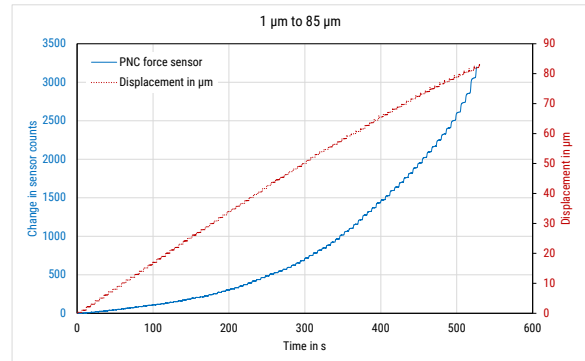
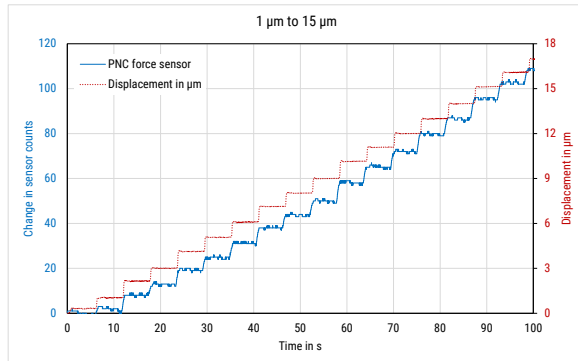
^a Bitte lesen Sie: https://www.nanosen.de/sensor_customization_manual

^b Die maximal empfohlene Verlängerungskabellänge beträgt 50 cm für die Messung einer maximalen Last von 150 N.

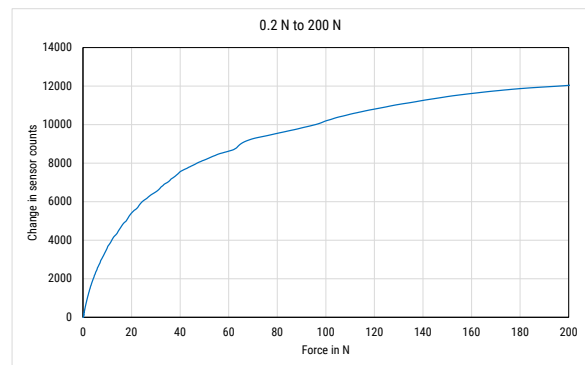
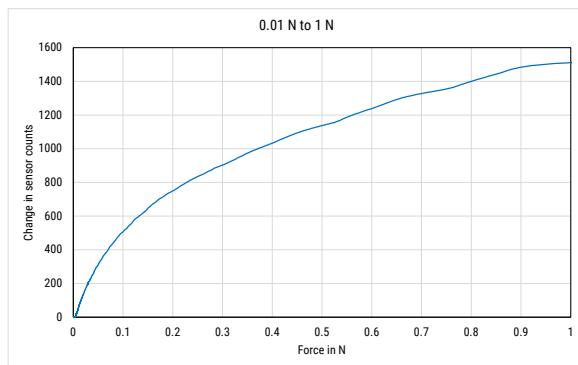
^c Messungen bei 200 N können ohne Verlängerungskabel durchgeführt werden, jedoch führt der durch das Verlängerungskabel verursachte Offset zu einer Sättigung des Sensors bei 200 N.

5. Typische Leistungskurven eines PNC-Kraftsensors mit $\varnothing 20$ mm:

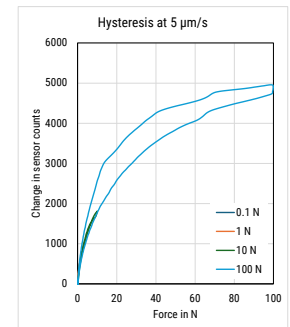
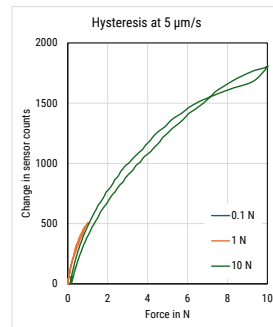
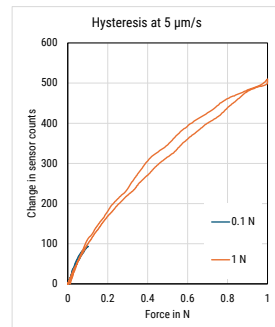
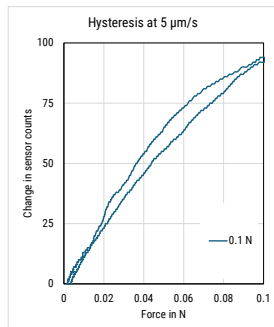
Antwort vs. Weg ($1\ \mu\text{m}$ - Schritte) über die Zeit:



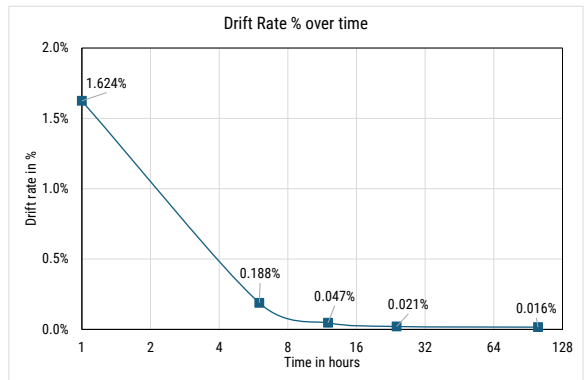
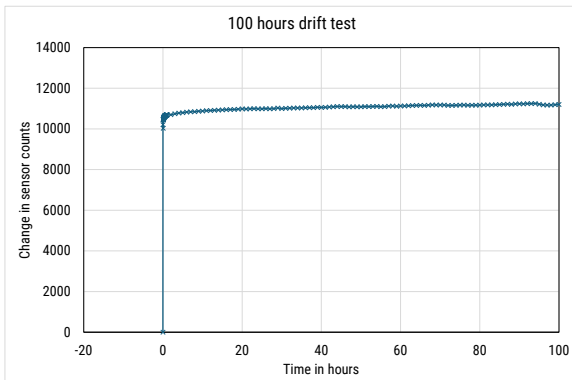
Messbereich von 0,01 N bis 200 N:



Hysterese von 0,1 N bis 100 N:



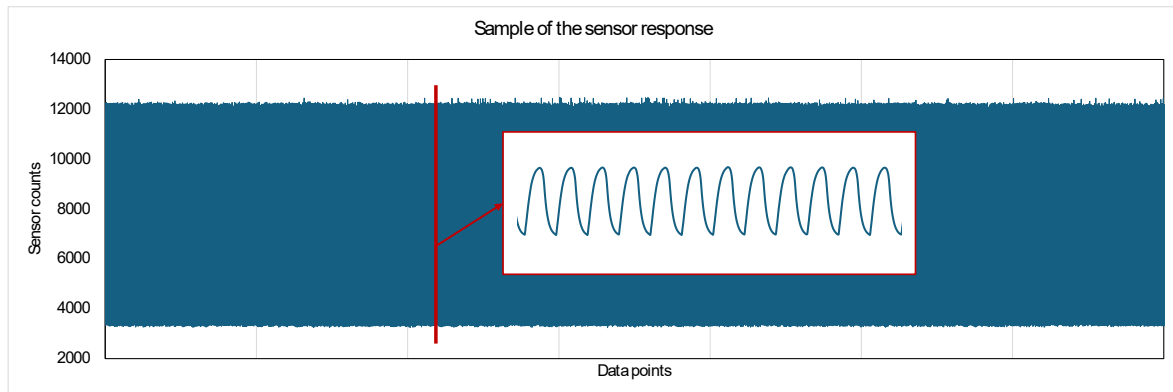
Drift bei konstanter Belastung von 180 N:



Sensorauflösung vs. Kraftbereich

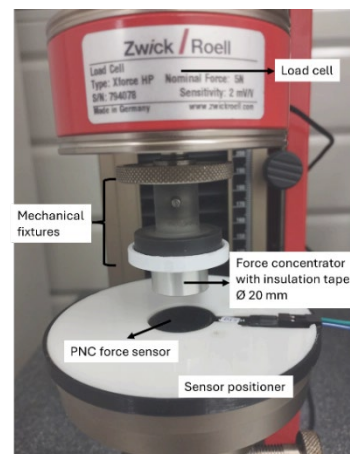
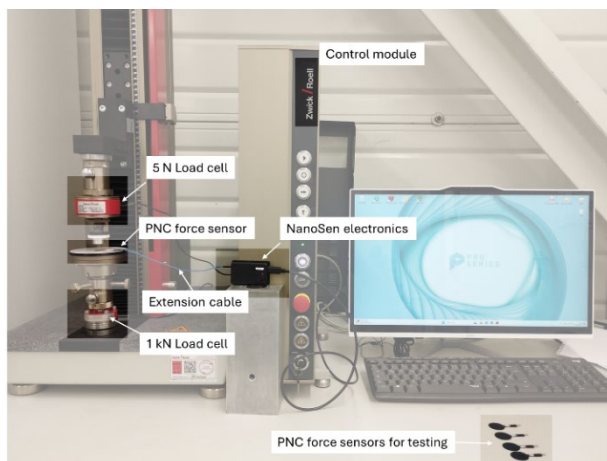
Steps 20	Steps 40	Steps 40	Steps 25	Steps 20	Steps 30	Steps 20
Resolution 0.01 N	Resolution 0.02 N	Resolution 0.1 N	Resolution 0.2 N	Resolution 0.5 N	Resolution 1 N	Resolution 5 N
0 - 0.2 N	0.2 - 1 N	1 - 5 N	5 - 10 N	10 - 20 N	20 - 50 N	50 - 150 N

Beispieldaten der Dauerhaltbarkeitsprüfung:



6. Test-Aufbau:

Der PNC-Kraftsensor wurde mit einer Universalprüfmaschine (UTM) des Modells „Zwicki Z2.5TN“ von Zwick-Roell getestet. Die UTM ist mit zwei Kraftmesszellen ausgestattet: eine für Messungen von 0,01 N bis 5 N und die andere für Messungen von 2 N bis 1000 N. Beide Kraftmesszellen wurden verwendet, um den gesamten Messbereich des Sensors zu charakterisieren.



Hinweise:

- Der Sensor wurde mit einer Kunststoffscheibe sicher in der UTM befestigt, um eine korrekte Platzierung während der Messungen zu gewährleisten.
- Eine 0,2 mm starke 20-mm-Metallscheibe wurde an der Unterseite der Elektrode des Sensors angebracht, um die Ebenheit während der Prüfung sicherzustellen.

- Zur Verbindung des Sensors mit der Elektronik wurde ein 20 cm langes Verlängerungskabel verwendet, was zu einem Offset von etwa 600 Sensorwerten führte.
- Ein Kraftkonzentratorzylinder mit einem Durchmesser von 20 mm wurde verwendet, um die Kraft gleichmäßig über die gesamte Oberfläche des Sensors auszuüben. Der Zylinder war elektrisch vom Sensor isoliert, um Störungen der Messungen zu vermeiden.

7. Dokumenthistorie

Version	Datum	Beschreibung der Änderungen
V2.1	03.03.2026	Informationen zu Sensorauflösung vs. Kraftbereich
V2.0	06.10.2025	Informationen zu Material und Elektronik hinzugefügt
V1.4	13.05.2025	Aktualisierung der Daten zu Haltbarkeit und Kühlagerung.
V1.3	10.04.2025	Aktualisierte Daten zu Drift und Haltbarkeit
V1.2	31.12.2024	Stabiler Messbereich auf 150 N erweitert
V1.1	19.12.2024	Angepasster Messbereich
V1.0	18.12.2024	Erstveröffentlichung



CAPTEUR DE FORCE PNC

FICHE TECHNIQUE

Version 2.0, Octobre 2025

FABRICANT : NanoSen GmbH

ADRESSE : Technologie-Campus 1, 09126 Chemnitz, Allemagne

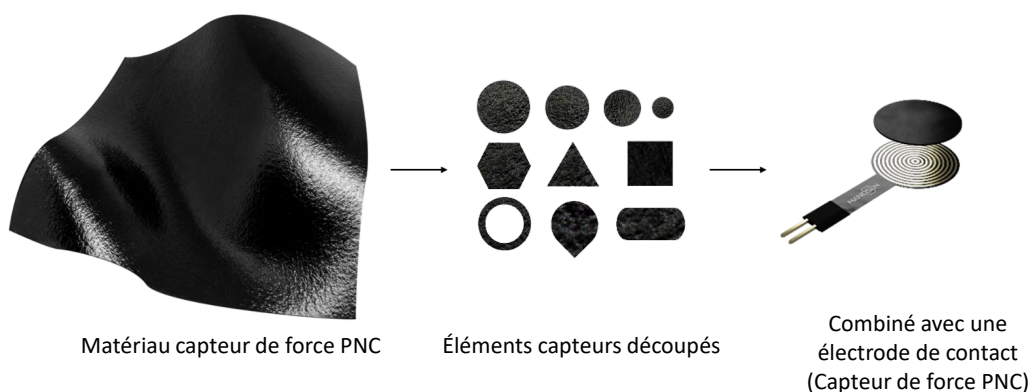
CONTACT : info@nanosen.de | www.nanosen.de

1. Aperçu général du capteur de force PNC:

Le capteur est constitué par la combinaison du matériau détecteur de force PNC avec une électrode de contact en circuit imprimé flexible. Le matériau PNC (commandé séparément) est fourni en feuilles de 15 × 15 cm ou 40 × 45 cm, qui peuvent être découpées selon des formes personnalisées.



Les capteurs fournis prêts à l'emploi ont le matériau PNC collé au centre de l'électrode. Ne pas tirer sur le matériau PNC. Cela pourrait entraîner son décollement ou son usure et ainsi endommager le capteur de manière irréversible.



Le capteur de force PNC se connecte à l'électronique de lecture NanoSen du kit pour générer les paramètres de performance présentés dans ce document.



Électronique de lecture avec un capteur de force PNC



Consultez le manuel d'utilisation avant d'utiliser le kit capteur de force PNC.

2. Propriétés du matériau détecteur de force PNC :

Propriété	Valeur
Aspect physique	Feuille fine, noire, flexible
Épaisseur	0.4 mm
Résistance à la fatigue en compression	20 millions de cycles de charge à 0,6 MPa (200 N) (Test réalisé avec un capteur de 20 mm)
Capacité de surcharge	20 MPa (6200 N)
Température de manipulation	-20 °C à 230 °C (Extension de la plage en cours d'étude)
Sensibilité à la poussière et saleté	La poussière et la saleté adhèrent à la surface du matériau
Méthode de nettoyage de surface	Nettoyer à l'eau ou à l'isopropanol, ou utiliser un rouleau adhésif pour enlever les particules
Compatibilité des matériaux d'électrode	Argent, cuivre ou électrode plaquée en or
Compatibilité du substrat d'électrode	Substrats non conducteurs utilisés avec les matériaux d'électrode listés ci-dessus Remarque : Les meilleures performances sont obtenues avec des substrats non compressibles

3. Spécifications de l'électronique de lecture pour capteur de force PNC :

Propriété	Valeur
Alimentation d'entrée	5V CC, max 500 mA
Alimentation/Données	USB ou I2C (communication sans fil sur demande)
Type de signal de sortie	100 - 19 000 comptes capteur (données brutes)
Nombre de voies capteur	Cinq
Adresse I2C	0x42
Fréquence d'échantillonnage dynamique	175 échantillons par seconde avec un capteur 39 échantillons par seconde avec cinq capteurs
Débit en bauds	115200
Température de fonctionnement	-20°C à +70°C
Température de stockage	-20°C à +70°C
Dimensions externes	L 61 mm x l 36.5 mm x H 16 mm

4. Caractéristiques typiques d'un capteur de force PNC

Ø20 mm:

Property	Value
Appareil de mesure	Électronique de lecture NanoSen inclus dans le kit capteur de force PNC
Capteur : PNC-FS-20	Diamètre 20 mm (peut être personnalisé selon les instructions NanoSen)
Version du capteur	V4.2.2
Plage de mesure stable	0.01 N à 150 N ^b
Force maximale mesurable	200 N ^c
Taux de dérive à 180 N	< 6,4 % après 20 secondes < 1,7 % entre 20 secondes et 1 heure < 2,2 % entre 1 heure et 24 heures > Après 24 heures < 0,002 % par heure
Temps de stabilisation (Seuil à 2 %)	30 s
Répétabilité sur un même capteur	<2% sur 500 000 sollicitations à 150 N
Répétabilité de capteur à capteur	<5.8%
Résistance à la fatigue en compression	20 millions de cycles de charge à 0,6 MPa (200 N)
Capacité de surcharge	20 MPa (6200 N)
Hystérésis	<2% (0.1 N à 10 N à 5 µm/s) <9% (10 N à 100 N à 5 µm/s)
Performances de fonctionnement	
Froid : -20 °C	± 1% de variation d'impédance moyenne
Chaud : + 70 °C	± 1% de variation d'impédance moyenne
Performances après 100 heures de stockage	
Froid : -20 °C	± 1% de variation d'impédance moyenne
Chaud : + 70 °C	± 1.5% de variation d'impédance moyenne
Résistance aux conditions environnementales	Encapsulation du capteur requise / Dépend du matériau d'encapsulation utilisé

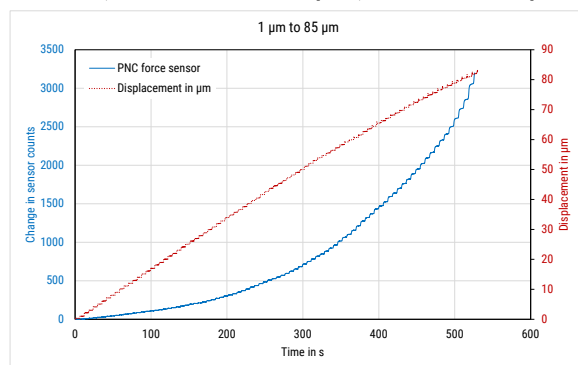
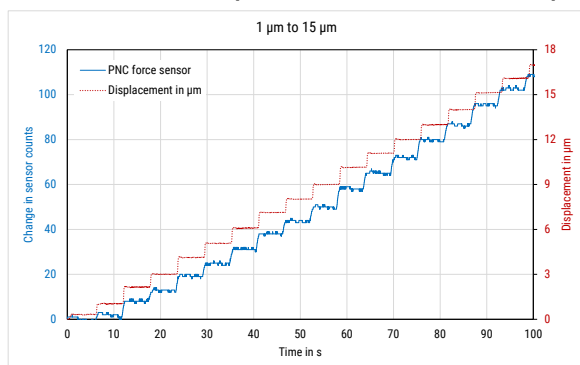
^a Veuillez consulter : https://www.nanosen.de/sensor_customization_manual

^b La longueur maximale recommandée du câble de prolongation est de 50 cm pour mesurer une charge maximale de 150 N.

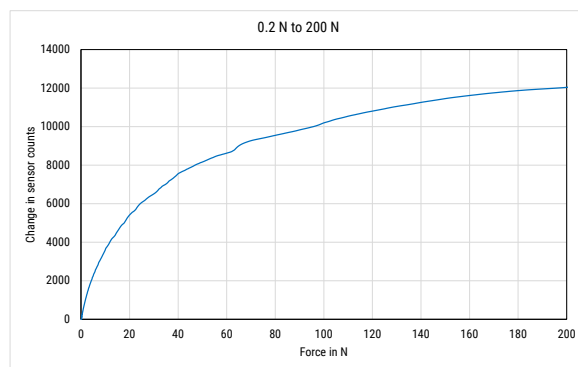
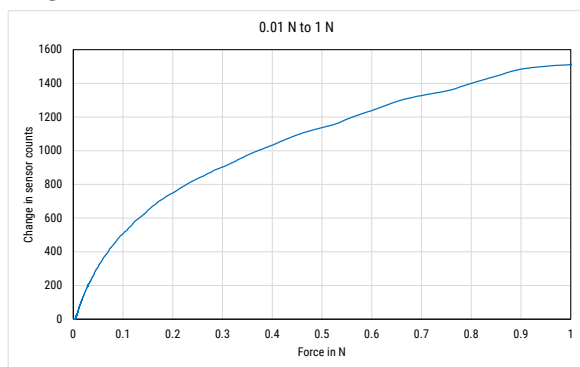
^c Les mesures à 200 N peuvent être effectuées sans câbles de prolongation, mais le décalage introduit par les câbles de prolongation provoque la saturation du capteur à 200 N.

5. Courbes caractéristiques typiques d'un capteur de force PNC de 20 mm de diamètre :

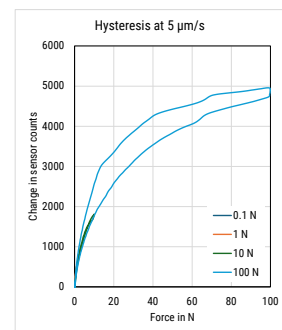
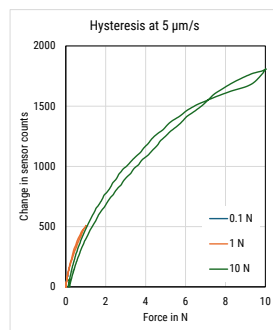
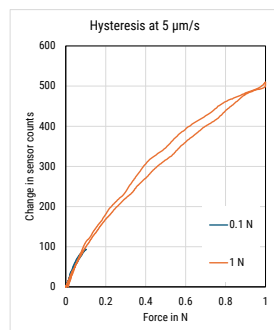
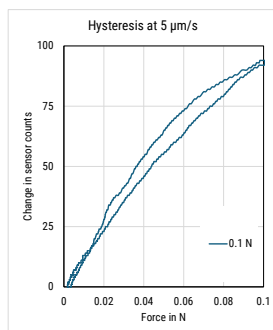
Évolution de la réponse en fonction du déplacement (incrément de 1 μm) dans le temps :



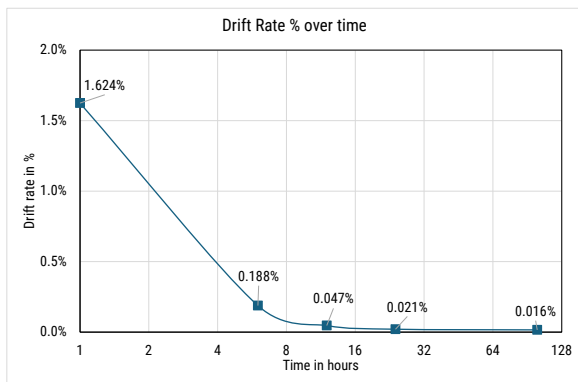
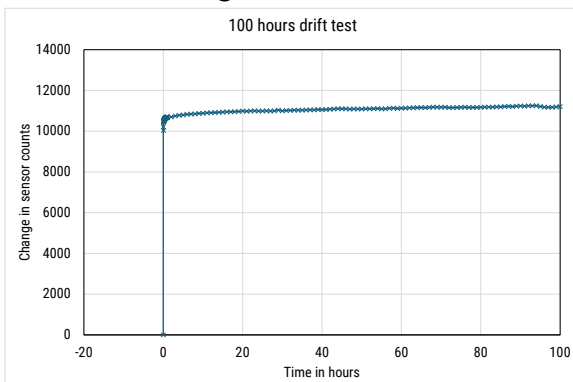
Plage de mesure de 0,01 N à 200 N :



Hystérésis de 0,1 N à 100 N :



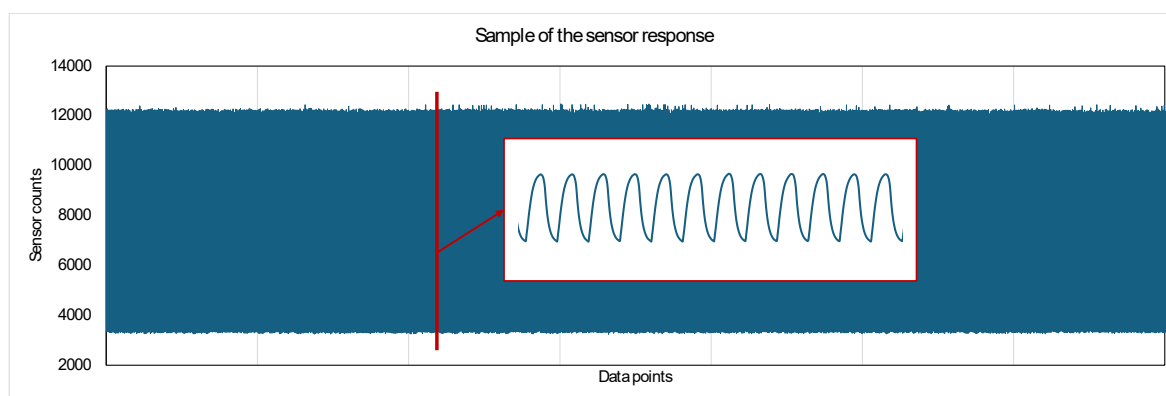
Dérive sous charge constante de 180 N :



Résolution du capteur par rapport à la plage de force

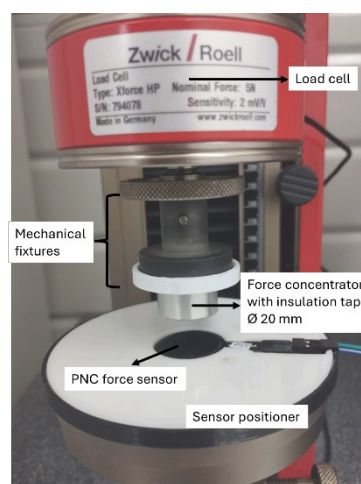
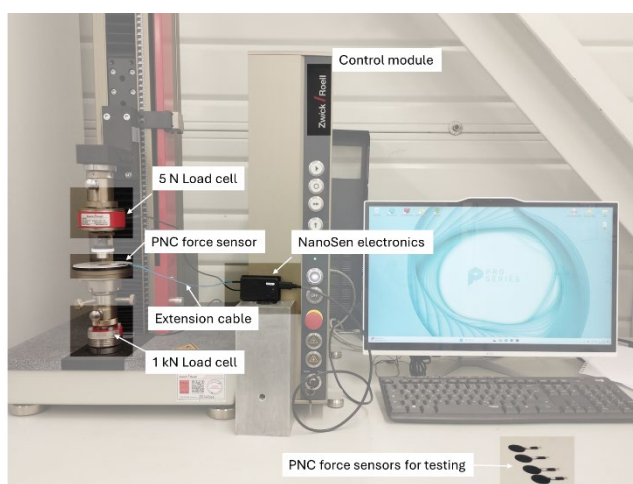
Steps 20	Steps 40	Steps 40	Steps 25	Steps 20	Steps 30	Steps 20
Resolution 0.01 N	Resolution 0.02 N	Resolution 0.1 N	Resolution 0.2 N	Resolution 0.5 N	Resolution 1 N	Resolution 5 N
0 - 0.2 N	0.2 - 1 N	1 - 5 N	5 - 10 N	10 - 20 N	20 - 50 N	50 - 150 N

Données d'échantillon du test de durabilité :



6. Configuration de test :

Le capteur de force PNC a été testé à l'aide d'une machine d'essai universelle (UTM), modèle « Zwicki Z2.5TN » de Zwick-Roell. L'UTM est équipée de deux cellules de charge : une pour les mesures de 0,01 N à 5 N et l'autre pour les mesures de 2 N à 1000 N. Les deux cellules de charge ont été utilisées pour caractériser la plage de mesure complète du capteur.



Notes:

- Le capteur a été solidement fixé dans l'UTM à l'aide d'un disque en plastique pour garantir un placement correct pendant les mesures.

- Un disque métallique de 20 mm d'épaisseur 0,2 mm a été collé sur la face inférieure de l'électrode du capteur pour assurer la planarité lors des tests.
- Un câble de prolongation de 20 cm a été utilisé pour connecter le capteur à l'électronique, entraînant un décalage d'environ 600 comptes capteur.
- Un concentrateur de force cylindrique en aluminium de 20 mm de diamètre a été utilisé pour appliquer la force uniformément sur toute la surface du capteur. Le cylindre a été électriquement isolé du capteur pour éviter toute interférence avec les mesures.

7. Historique du document :

Version	Date	Description des modifications
V2.1	03.03.2026	Ajout des informations sur la résolution du capteur par rapport à la plage de force
V2.0	06.10.2025	Ajout des informations sur le matériau et l'électronique
V1.4	13.05.2025	Mise à jour des données de durabilité et de stockage à froid
V1.3	10.04.2025	Mise à jour des données de dérive et de durabilité
V1.2	31.12.2024	Plage de mesure stable étendue à 150 N
V1.1	19.12.2024	Ajustement de la plage de mesure
V1.0	18.12.2024	Version initiale



PNC 力传感器

技术数据表

V2.0, 2025年10月

制造商: NanoSen GmbH

地址: 德国开姆尼茨09126, 大学科技园1号

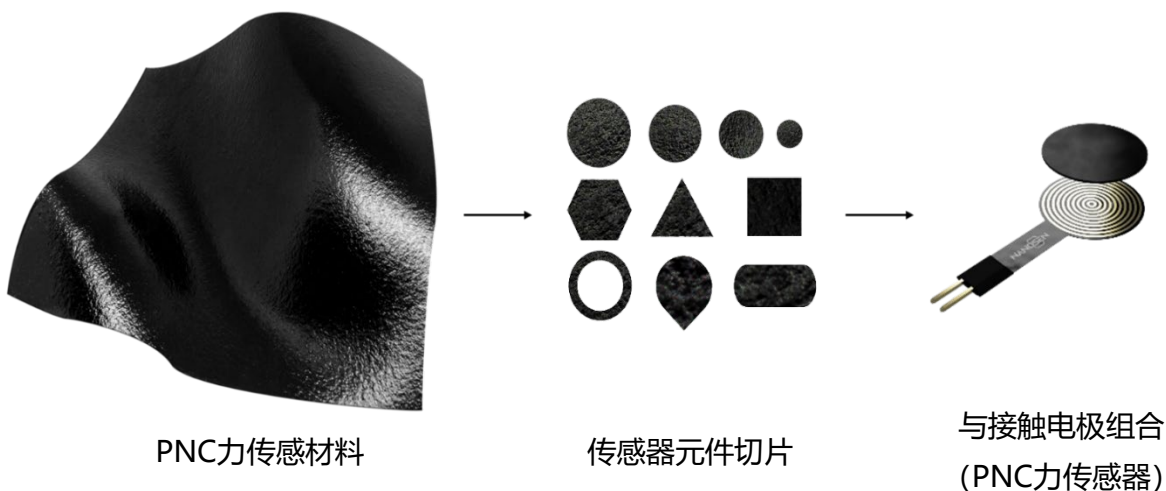
联系方式: info@nanosen.de | www.nanosen.de

1. PNC 力传感器概述:

该传感器由PNC力传感材料与柔性PCB接触电极组合而成。PNC材料（需单独订购）有15×15厘米或40×45厘米两种规格，可根据客户要求切割成各种形状。



随附的传感器将 PNC 材料粘在电极中心。请勿拉扯 PNC 材料。这可能会导致 PNC 材料脱落或撕裂，从而损坏传感器。



PNC 力传感器连接到传感器套件中的 NanoSen 读出电子设备，以生成文档中显示的性能指标。



读出电子设备与 PNC 力传感器连接



使用 PNC 力传感器套件之前请参阅用户手册。

2. PNC力传感材料的特性:

特性	取值
外观	柔性黑色薄片
厚度	0.4 毫米
压缩疲劳性能	0.6 MPa (200 N) 下 2000 万次负载 (使用 20 毫米传感器测试)
过载能力	20 MPa (6200 N)
操作温度范围	-20°C 至 230°C (范围扩展正在研究中)
防尘和防污能力	灰尘和污垢粘附在材料表面
表面清洁方法	用水或异丙醇清洗, 或使用粘毛滚筒去除颗粒
电极材料兼容性	银、铜或镀金电极
电极基底兼容性	与上述电极材料结合使用的非导电基材 注: 与不可压缩基底配合使用性能最佳

3. PNC 力传感器读出电子设备的规格:

特性	取值
输入电源额定值	5V DC, 最大 500 mA
电源/数据	USB 或 I2C (可根据要求提供无线数据)
信号输出类型	100-19000 个传感器计数 (原始输出数据)
传感器通道数	5个
I2C 地址	0x42
动态数据速率	使用1个传感器时, 每秒 175次 使用5个传感器时, 每秒 39次
波特率	115200
工作温度	-20°C 至 +70°C
存储温度	-20°C 至 +70°C
外形尺寸:	长 61 毫米 x 宽 36.5 毫米 x 高 16 毫米

4. Ø20 mm PNC力传感器的典型特性:

特性	取值
测量设备	PNC 力传感器套件中包含 NanoSen 读出电子元件
传感器: PNC-FS-20	直径 20 mm (可根据 NanoSen 说明书定制 ^a)
传感器型号	V4.2.2
稳定测量范围	0.01 N 至 150 N ^b
最大可测力	200 N ^c
180 N 时的漂移率	20 秒后 <6.4%
	20 秒至 1 小时之间 <1.7%
	1 小时至 24 小时之间 <2.2%
	24 小时后每小时 <0.002%
稳定时间 (2% 阈值)	30 秒
单件重复性	<2%, 150 N 下 50 万次驱动
零件间一致性	<5.8%
压缩疲劳	0.6 MPa (200 N) 下 2000 万次负载
过载能力	20 MPa (6200 N)
迟滞	<2% (5 µm/s 时 0.1 N 至 10 N)
	<9% (5 µm/s 时 10 N 至 100 N)
工作温度性能	
低温: -20°C	± 1% 平均阻抗变化
高温: +70°C	± 1% 平均阻抗变化
100 小时储存温度性能	
低温: -20°C	± 1% 平均阻抗变化
高温: +70°C	± 1.5% 平均阻抗变化
环境抵抗力	需封装传感器/取决于所用的封装材料

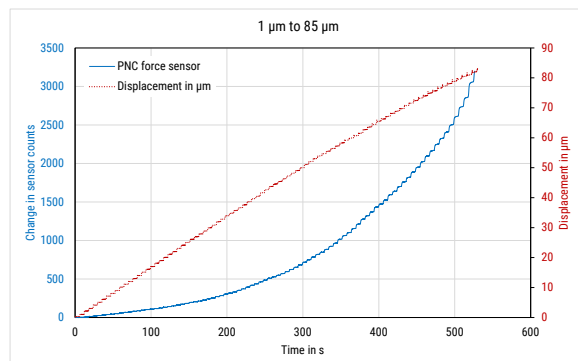
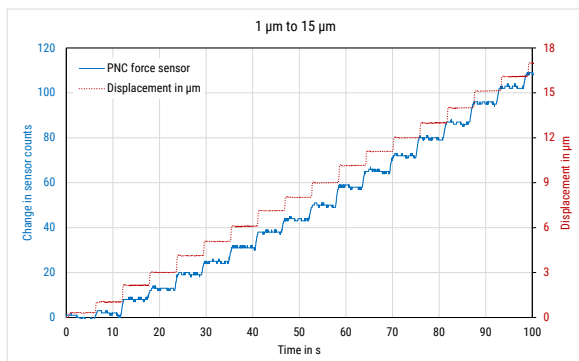
^a 参见: https://www.nanosen.de/sensor_customization_manual

^b 对于最大负载150 N的测量, 建议的最大延长线长度为 50 厘米。

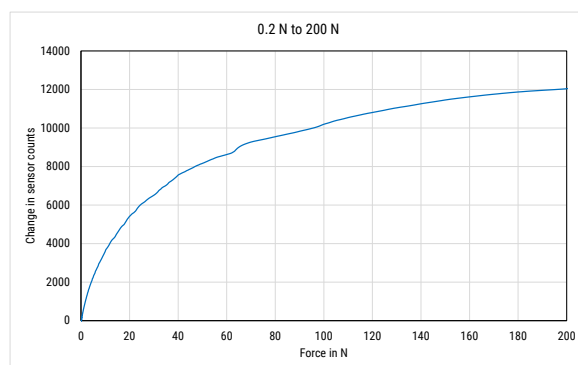
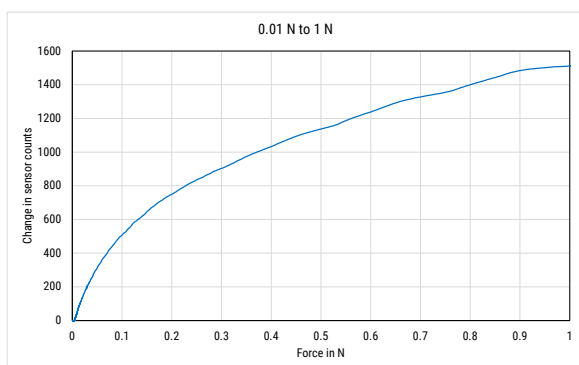
^c 无需延长线即可进行 200 N 的测量, 但延长线引入的偏移会导致传感器在 200 N 时饱和。

5. Ø20 mm PNC 力传感器的典型性能曲线:

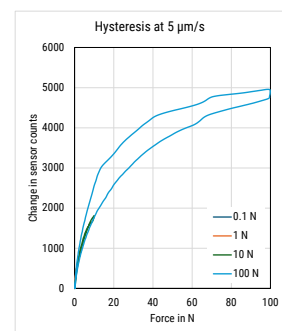
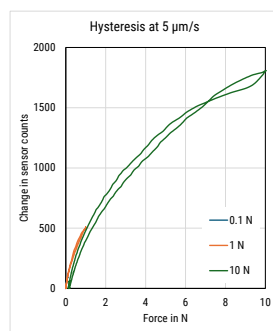
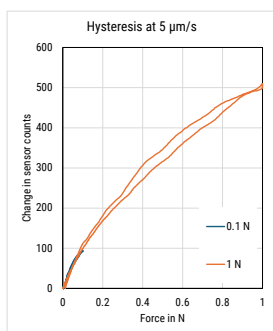
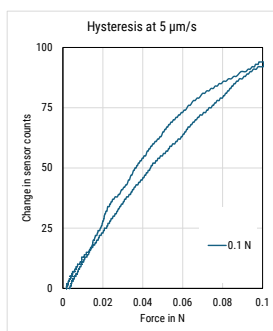
响应与位移 (1 μm 步长) 随时间的变化:



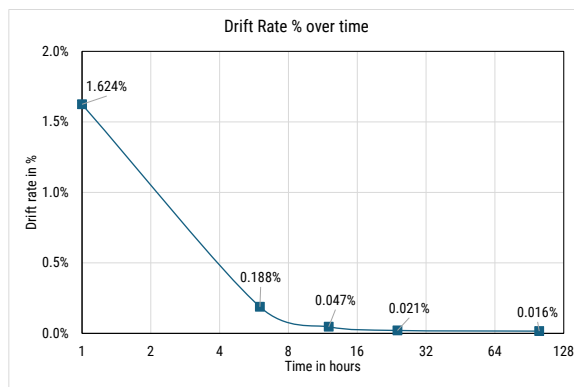
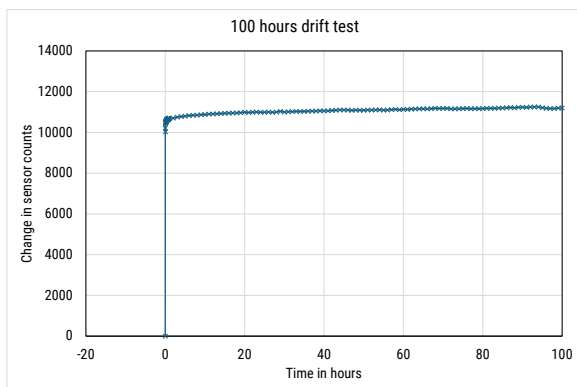
测量范围从 0.01 N 到 200 N:



滞后从 0.1 N 到 100 N:



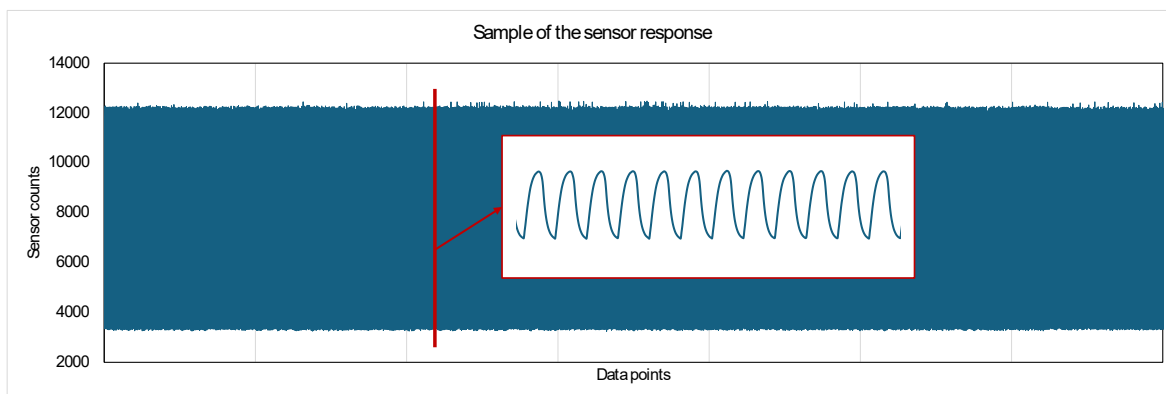
180 N 恒定载荷下的漂移:



传感器分辨率相对于力范围

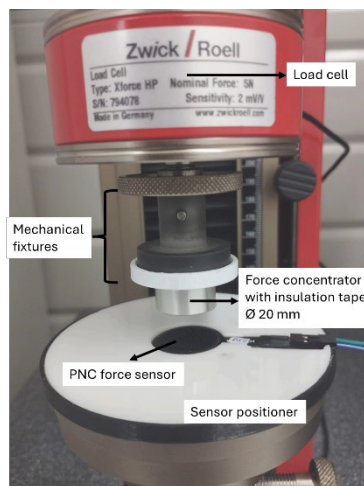
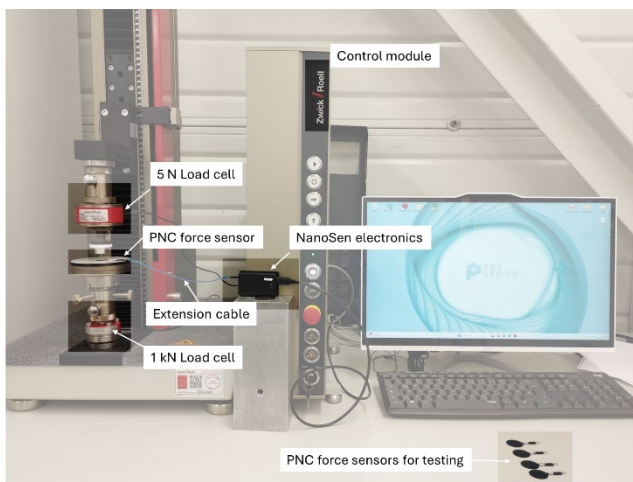


耐久性测试样本数据:



6. 测试设置:

使用 Zwick-Roell 公司生产的 “Zwicki Z2.5TN” 型号万能试验机 (UTM) 对 PNC 力传感器进行测试。UTM 配备两个测力传感器：一个用于测量 0.01 N 至 5 N 的力，另一个用于测量 2 N 至 1000 N 的力。这两个测力传感器均用于表征传感器的整个测量范围。



备注:

- 使用塑料圆盘，将传感器牢固地安装在UTM中，以确保测量过程中的正确放置。
- 将一个0.2毫米厚、20毫米直径的金属圆盘粘贴到传感器电极的底部，以确保测试过程中的平整度。
- 使用一根20厘米长的延长线，将传感器连接到电子设备，从而产生约600个传感器计数的补偿。
- 使用一个直径20毫米的铝制的力集中圆柱，将力均匀地施加到传感器的整个表面。该圆柱与传感器之间是绝缘的，以防止对测量产生干扰。

7. 文档版本记录

版本	日期	变更内容
V2.1	2026年03月3日	新增传感器分辨率信息
V2.0	2025年10月6日	新增材料和电子元件信息
V1.4	2025年5月13日	更新耐久性和冷藏数据
V1.3	2025年4月10日	更新漂移和耐久性数据
V1.2	2024年12月31日	稳定测量范围扩展至 150 N
V1.1	2024年12月19日	调整测量范围
V1.0	2024年12月18日	初始版本