

Datenblatt Methanisierungs-Katalysator NEO542-M

Produktbeschreibung:

Die Reaktion der Methanisierung beschreibt die Umwandlung von Kohlenoxiden (CO , CO_2) mittels Wasserstoff (H_2) zu Methan (CH_4) und Wasser. Begünstigt wird die Reaktion katalytisch mit geeigneten nanostrukturierten Katalysatorsystemen. Der Methan-Katalysator (Methanisator) NEO542-M besteht aus einem hochbeladenen Nickel-basierten Katalysator, welches als Schüttung in den Reaktorraum eingebracht ist und das CO_2/CO -reiches Synthesegas thermisch-katalytisch zu einem methanreichen Produktgas konvertiert.

Typische Anwendung:

- Power-to-Gas (PtX): Erzeugung von synthetischem Methan / Erdgassubstitut (engl. SNG; Substitute Natural Gas)
 - klimaneutrale CH_4 -Produktion durch CO_2 -Konversion
 - Vorteil gegenüber anderen Speicheroptionen: hohe Speicher- und Transportkapazität
 - Rückverstromung in Gas- und Dampf-Kraftwerken oder in dezentralen Blockheizkraftwerken (BHKWs)
 - Vorprodukt eines E-Fuels (synthetischer Kraftstoff)
- Entfernen von CO-Spuren in chemischen Prozessen, wie z.B. in der Ammoniak Synthese

Aufbau:

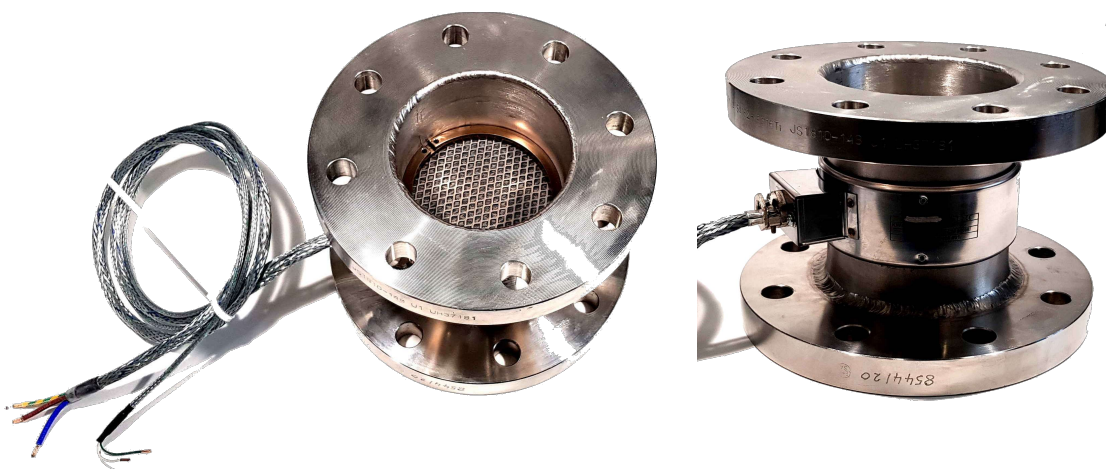


Abbildung 1: Methan-Katalysator NEO542-M mit zusätzlichem Heizband

Eigenschaften:

- hohe Effizienz bei der CO₂/CO-Umsetzung in CH₄ (Selektivität > 95%)

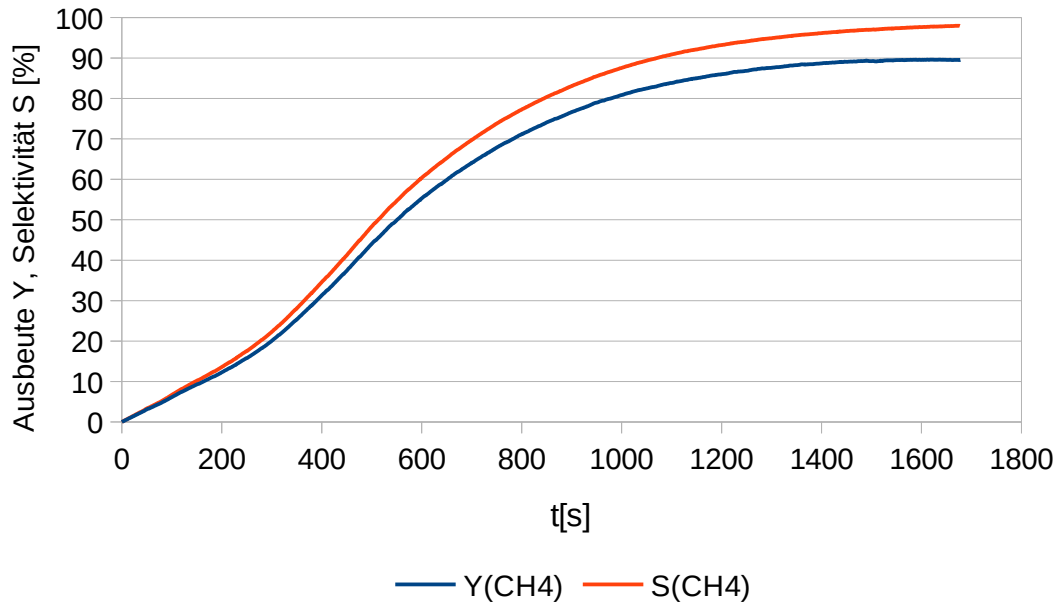


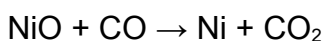
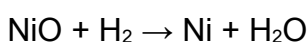
Abbildung 2: Methan-Ausbeute und -Selektivität für eine katalytische Methanisierung nach der Reduktion mit H₂, beispielhaft für $f_{\text{ges,in}}=220$ sccm, $c_{\text{CO}_2,\text{in}}=20$ Vol.%, $C_{\text{H}_2,\text{in}}=80$ Vol.-% $T=320^\circ\text{C}$

- Umsatz bereits bei Atmosphärendruck möglich
- kosteneffizient
- modularer Aufbau zum einfachen Anpassen an verschiedene Systeme

Der Methanisierungsprozess erfolgt bei Drücken zwischen 1 – 100 bara. Die normalen Betriebstemperaturen liegen zwischen 260 - 425°C. Ein dauerhafter Betrieb des Methanisators mit Katalysatortemperaturen von mehr als 510°C kann zu Sinterung des Katalysators führen. Dies führt zu einem dauerhaften Aktivitätsverlust. Die Katalysatoren können jedoch kurzfristige Temperaturschwankungen von bis zu 700°C ohne erkennbaren Aktivitätsverlust standhalten.

Inbetriebnahme

Um den Ni-Katalysator zu aktivieren, sollte er zunächst reduziert werden. Die Ni-Reduktion im Prozessgas erfolgt in der Regel wie folgt:



Da beide Reaktionen nicht stark exotherm sind, führt es nicht zu einem signifikanten Temperaturanstieg im Katalysatorbett. Sobald aktives Ni gebildet wird, startet die Methanisierung und die Bett-Temperaturen steigen. Um eine hohe Aktivität zu erreichen,

ist es wichtig, dass der Katalysator bei einer Temperatur von mindestens 315°C reduziert wird. Prozessgas, das mehr als 3 Mol.-% Wasser enthält, sollte nicht zum Aufheizen und Reduktion verwendet werden, da die Katalysatoraktivität durch Feuchte reduziert wird

Reduktionsschritte

1. Nachdem das System von Sauerstoff befreit wurde, sollte der Druck (<3 bar/min) auf den Betriebsdruck gebracht werden
Dabei beachten:
 - Reduktionsgas sollte zu Beginn mit 20-50% des betreibenden Volumenstroms in den Reaktor eingeleitet werden.
 - Der Gesamtgehalt an Kohlenoxiden (CO + CO₂) sollte im Reduktionsgas 1% nicht überschreiten
2. Der Reaktor sollte mit einer Temperaturrate von 1°C/min gleichmäßig erwärmt werden. Die Reduktion startet bei etwa 200°C.
3. Die Temperatur bei 315°C-345°C für mindestens 2 h halten bis keine Kohlenoxide detektiert werden und dabei den Volumenstrom des Reduziergases auf den gewünschten Strom erhöhen.
4. Nach der Reduzierung die gewünschte Betriebstemperatur einstellen.

Empfohlene Temperaturgrenzwerte: 260°C - 510°C

Vorsichtsmaßnahmen bei Überhitzung:

Bei Betriebsstörungen in den vorgeschalteten Anlagen, wie z.B. Einspeisung hoher Konzentrationen von CO/CO₂ muss das Prozessgas unverzüglich abgesperrt oder vor dem Katalysator entlüftet werden, um zu hohe Temperaturen zu verhindern. Die Methanisierung hoher Mengen von CO/CO₂ kann zu einem Temperaturanstieg von über 700°C führen (1Mol% CO₂ führt zu $\Delta T=60^\circ\text{C}$). Da die meisten Rohrkonstruktionen diese Temperaturen nicht standhalten, ist es notwendig diese möglichst zu minimieren.



Am Katalysatorgehäuse besteht Verbrennungsgefahr, die Montage ist nur mit ausreichend temperaturbeständigen Materialien zulässig!

Abschaltung des Katalysatorsystems

Folgende Schritte sollten Sie bei einem Shutdown, solange der Katalysator keinem Sauerstoff ausgesetzt wird, befolgen:

1. Prozessgasstrom unterbrechen und den Reaktordruck mit 3,5 bar/min ablassen
2. Den Reaktor mit reinem Stickstoff oder mit Wasserstoff spülen. Dabei sollte die Betttemperaturen $>260^{\circ}\text{C}$ sein, wenn das Spülgas zugeführt wird. Die versehentliche Zufuhr eines sauerstoffhaltigen Inertgases wie Stickstoff kann zu hohen Temperaturen führen, die den Katalysator bzw. den Reaktor beschädigen. Außerdem besteht die Möglichkeit, dass aus dem reduzierten Nickel und CO im Prozessgas Nickelcarbonyl ($\text{Ni}(\text{CO})_4$) entsteht. $\text{Ni}(\text{CO})_4$ ist extrem giftig und hat eine toxische Schwelle von nur 1 ppbv. Insbesondere wird die Bildung von Nickelcarbonyl bei Temperaturen bis zu 175°C in Gegenwart von CO thermodynamisch begünstigt. Daher wird $T = 205^{\circ}\text{C}$ als Mindesttemperaturwert empfohlen.

Handhabungshinweise:

Vergiftung/Kontaminierung:

- Schwefel und Arsen: Aktivitätsverlust von 50% bei bereits 0.1wt% (S) und 0.5wt% (As)
- Kalium kann die Poren blockieren
- Ablagerung von Staub sowie andere Partikel

Vor der Installation und Verwendung des Katalysators sollten Sie die folgenden Sicherheitshinweise beachten. Die Informationen dienen zur ordnungsgemäßen Handhabung und zum besonderen Schutz. Darüber hinaus sollten Sie die geltenden Arbeitsschutzvorschriften einhalten.

Der Ni-Katalysator liegt vor der Erstinbetriebnahme oxidiert vor. Während der Inbetriebnahme wird er mit dem Prozessgas reduziert. Nach der Reduktion ist der Katalysator pyrophor und darf ohne Sicherheitsmaßnahmen keiner oxidierenden Atmosphäre ausgesetzt werden. Wird das Material in vorreduzierter und stabilisierter Form geliefert, sind zusätzliche Vorsichtsmaßnahmen erforderlich.

Um zusätzliche Sicherheit zu gewährleisten, sollte der Kontakt mit Wasser oder Flüssigkeiten, die Schwefel oder gelöste Salze enthalten, vermieden werden.

Unter normalen Bedingungen kann der Katalysator mehrere Jahre lang gelagert werden, ohne dass es zu einer Veränderung der physikalischen Eigenschaften oder der Leistung führt. Empfehlenswert ist eine saubere und trockene Umgebung. Wenn eine Lagerung im Freien erforderlich ist, müsste das Katalysatorrohr auf Paletten gelagert und mit einer geeigneten Abdeckung versehen werden, die den Katalysator vor Niederschlag schützt.

Um zusätzliche Sicherheit zu gewährleisten, beachten Sie vor Inbetriebnahme die Druckgeräte-Richtlinie 2014/68EU, Deutsche gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Technische Regeln Betriebssicherheit (TRBS), Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Technische Vorschriften Rohrleitungsbau und andere Sicherheitsvorschriften. Da der Katalysator unter verschiedensten Betriebsbedingungen eingesetzt werden kann, darf die Entscheidung über deren Eignung für einen bestimmten Anwendungsfall erst nach

genauer Analyse und/oder Tests erfolgen, mit denen die Erfüllung der spezifischen Anforderungen überprüft wird. Die Inbetriebnahme der Komponenten ist so lange untersagt, bis festgestellt wurde, dass die Maschine bzw. Anlage, in die die Komponenten eingebaut werden, den Bestimmungen entsprechen. Montage, Inbetriebnahme und Wartung des Katalysators sollten nur von ausgebildetem und erfahrener Personal vorgenommen werden.

Bitte nehmen Sie Verbindung zu neo hydrogen sensors GmbH auf, wenn das Produkt unter einer der nachfolgenden Bedingungen eingesetzt werden soll:

- Einsatz- bzw. Umgebungsbedingungen, die von den angegebenen technischen Daten abweichen oder bei Einsatz des Produktes im Außenbereich.
- Einbau innerhalb von Maschinen und Anlagen, die in Verbindung mit Kernenergie, Eisenbahnen, Luftfahrt, Kraftfahrzeugen, medizinischem Gerät, Lebensmitteln und Getränken, Geräte für Freizeit und Erholung, Notausschaltkreisen oder Sicherheitsausrüstung eingesetzt werden.
- Anwendungen, bei denen die Möglichkeit von Schäden an Personen, Sachwerten oder Tieren besteht und die eine besondere Sicherheitsanalyse verlangen.

Betrieb mit Zusatzheizung

Die Methanisierung erfordert hohe Betriebstemperaturen und kann deshalb ausschließlich mit einer zusätzlich angelegten Heizung betrieben werden.

Bei Dauerbetrieb der Heizung muss die maximal zulässige Temperatur von 400 °C im Heizelement eingehalten werden! Dauerbetrieb ohne ausreichende Wärmeabfuhr führt zur Beschädigung der Heizung.

Technische Daten vom Zylinderheizband als Zusatzheizung

Durchmesser :	114,3 mm
Breite:	50,0 mm
Leistung:	600 W
Betriebsspannung:	0 - 230 V AC/DC
Anschluss:	FA-Armatur auf 3 Uhr, Verspannung auf 6 Uhr
Zuleitungslänge:	1000 mm
Sonstiges:	Edelstahl-Ausführung
Temperaturmessung:	Thermoelement Typ K
Zulässige Temperatur:	400 °C
Anzugsdrehmoment:	5 - 7 Nm, nach dem ersten Heizen nachziehen

Die angegebene Betriebstemperatur der Heizelemente gilt nicht für die Anschlussleitung. Die Anschlussleitung muss gegebenenfalls der Anwendung angepasst werden.

Dieses Produkt ist ein elektrisches Betriebsmittel. Einwandfreie Funktion und die Betriebssicherheit sind nur dann gewährleistet, wenn bei der Montage sowohl die allgemeinen Sicherheitsbestimmungen für elektrische Installationen, als auch die speziellen Sicherheits- und Montageanweisungen dieser Anleitung beachtet werden. Das Heizelement darf nur gemäß Anleitung genutzt werden. Für Schäden die durch Nichtbeachtung der Anleitung entstehen übernimmt die neo hydrogen sensors GmbH keine Haftung.

Sicherheitshinweise der Zusatzheizung

Das Heizelement ist nicht für den Einsatz in Ex-Anlagen bestimmt. Im Umgang mit elektrischen Einrichtungen ist zu beachten:

Einbau, Wartung und Instandhaltung des Heizelementes ist Aufgabe einer Elektrofachkraft. Bei Störungen der Stromversorgung und/oder Schäden an der elektrischen Ausrüstung ist das Heizelement sofort abzuschalten. Sicherheitseinrichtungen dürfen nicht überbrückt, abmontiert, in ihrer Funktion verändert oder in anderer Form umgangen werden. Bei allen Arbeiten am Heizelement dieses stromlos schalten und gegen Wiedereinschalten sichern. Die Unfallverhütungsvorschriften im Betrieb des Verwenders sind zu beachten. Personen, die nicht befugt sind oder die unter Einfluss von Alkohol, sonstigen Drogen oder Medikamenten stehen, welche die Reaktionszeit beeinflussen, dürfen Heizelemente nicht bedienen oder instandhalten.

Einbau – Montage

Das Heizelement darf nur in technisch einwandfreiem Zustand sowie bestimmungsgemäß, sicherheits- und gefahrenbewusst benutzt werden. Da die Wärmeübertragung der Heizelemente auf den zu beheizenden Körper durch Kontaktwärme erfolgt, muss das Heizelement fest und gleichmäßig an dem zu beheizenden Körper anliegen. Bei zu geringer Wärmeabnahme entsteht im Heizelement ein Wärmestau, der zur Zerstörung des Heizelementes führen kann.

Folgende Punkte sind zu beachten:

- Die gesamte Innenfläche des Heizelementes muss fest an dem zu beheizenden Körper anliegen
- Die Spannschrauben müssen fest und gleichmäßig angezogen werden
Einteilige Zylinder-Heizelemente ohne Scharnier mit 3 bis maximal 7 Nm
- Für die elektrische Zuleitung sind Kabel mit ausreichender Wärmebeständigkeit des Leiters und der Isolation vorzusehen.

Inbetriebnahme – Betrieb

Das Heizelement darf nur von ausgewiesenen und befugten Personen gehandhabt werden. Das Heizelement darf erst nach vollständiger Montage in Betrieb genommen werden. Während der erstmaligen Inbetriebnahme bis zum Erreichen der Betriebstemperatur ist in mehreren zeitlichen Abständen der feste Sitz des Heizelementes zu überprüfen. Gegebenenfalls sind die Spannschrauben nachzuziehen.

Wartung

Die regelmäßige Prüfung durch eine Elektrofachkraft ist obligatorisch. Die Periode richtet sich nach den betrieblichen Gegebenheiten und ist vom Anwender in Eigenverantwortung festzulegen und durchzuführen.

Neben dieser Anleitung und den im Verwenderland und an der Einsatzstelle geltenden verbindlichen Regelungen zur Unfallverhütung, sind auch die anerkannten fachtechnischen Regeln für sicherheits- und fachgerechtes Arbeiten zu beachten. Änderungen die dem technischen Fortschritt dienen sind vorbehalten.

Systemkenndaten:

Bauform:	FF-Stück mit Flanschadapter, Material 1.4571
Katalysator:	nanostrukturiertes Nickel auf Al ₂ O ₃
Außendurchmesser:	114,3 mm
Innendurchmesser:	110,0 mm
Länge:	150 mm
Anschluss:	Flansch, DN100 PN16 nach EN 1092-1 Typ01
Katalysatormenge:	1000 g
CO/CO ₂ -Bereich:	0 - 20 Vol.-% CO/CO ₂
Einsatztemperatur:	260°C - 350 °C
Maximaler Druck:	10 bara
Luftfeuchtigkeit:	< 3 % r.h.
Trägergas:	H ₂

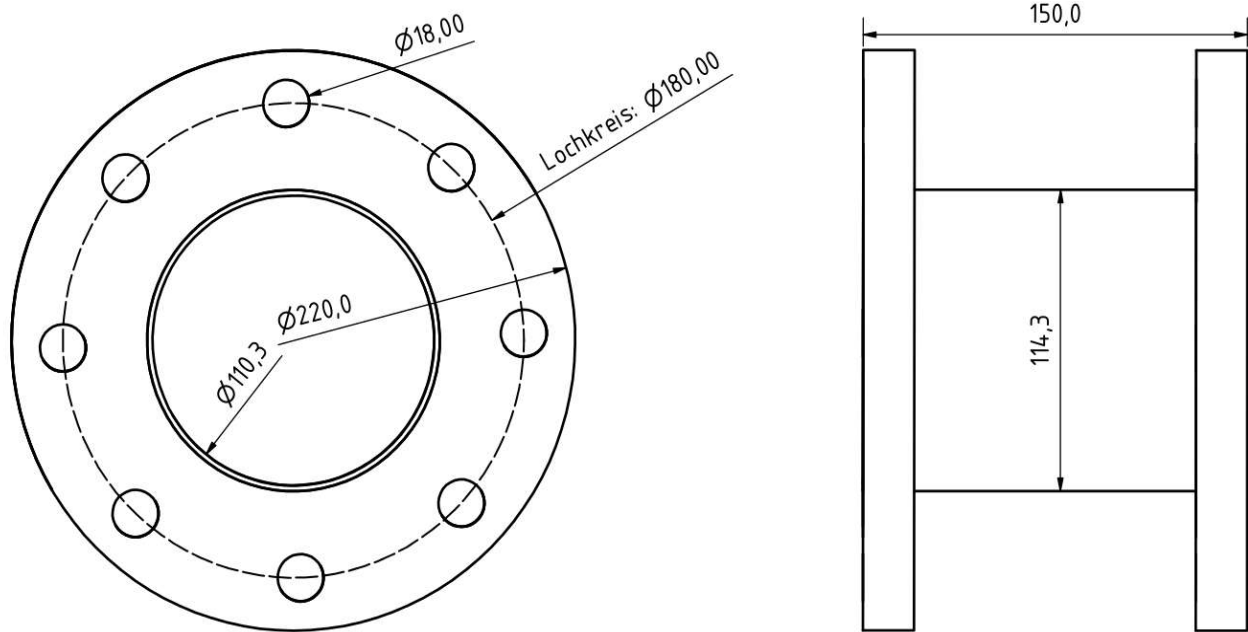
Anschlussmaße:

Abbildung 3: Anschlussmaße vom Gehäuse mit Heizung und DN100 Flansch

Anhang / Sicherheitsdatenblatt

Auszug Sicherheitsdatenblatt chemischer Komponenten der katalytischen Schicht

Nickel(II)oxid

Registrierungsnummer (REACH) 01-2119467172-41-0002

CAS-Nummer 1313-99-1

EG-Nummer 215-215-7

Einstufung des Stoffs oder Gemischs

Einstufung gemäß Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP)

Sensibilisierung durch Hautkontakt, Kategorie 1 - H317

Karzinogenität, Kategorie 1A - H350i

Spezifische Zielorgan-Toxizität-wiederholte Exposition, Kategorie 1 – H372

Chronische aquatische Toxizität, Kategorie 4 - H413

Piktogramme



Gefahrenhinweise

H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen
H350i	Kann bei Einatmen Krebs erzeugen
H372	Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition
H413	Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung

Sicherheitshinweise

Sicherheitshinweise - Prävention

P260	Staub nicht einatmen
P280	Schutzhandschuhe/Augenschutz tragen

Sicherheitshinweise - Reaktion

P302+P352	Bei Berührung mit der Haut: Mit viel Wasser waschen
P308+P313	Bei Exposition oder falls betroffen: ärztlichen Rat einholen/ärztliche Hilfe hinzuziehen

Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung

Hinweise zum sicheren Umgang:

Staub- und Aerosolbildung vermeiden.

Schonende Behandlung zur Vermeidung von Bruch und Abrieb.

Gebrauchte Katalysatoren können andere gefährliche Eigenschaften haben als die ursprünglichen Produkte. Deshalb darf dieses Sicherheitsdatenblatt nicht für gebrauchte Katalysatoren verwendet werden.

Hinweise zum Brand- und Explosionsschutz:

Bei nicht vorschriftsmäßiger Anwendung kann sich gebrauchter Katalysator an der Luft selbst anzünden.

Begrenzung und Überwachung der Exposition

Technische Schutzmaßnahmen:

Lokale Absaugvorrichtung

Persönliche Schutzausrüstung:

Augenschutz: Schutzbrille

Handschutz: Chemikalienbeständige Schutzhandschuhe gemäß EN 374, EN 388, EN 420. Bei Vollkontakt/Spritz: Nitrilkautschuk, Schichtdicke 0,4mm, Durchbruchzeit>480min

Atemschutz: Bei der Entwicklung von Staub oder Aerosol Atemschutz mit Filtertyp P3 (nach DIN 3131, 1980) verwenden

Stabilität und Reaktivität

Gefährliche Reaktionen:

Nickelkatalysatoren können in Anwesenheit von CO $\text{Ni}(\text{CO})_4$ bilden. Es ist leichtentzündlich und sehr giftig und kann Zyanose und schwere Pneumonie verursachen. Ist CO im Katalysatorenprozess enthalten, ist erhöhte Vorsicht und extreme Sorgfalt im Umgang erforderlich. Gefährliche Reaktionen sind möglich, aber nicht beschränkt auf die Umgebungstemperatur, sowie abhängig vom Druck und der CO-Konzentration.

Zu vermeidende Stoffe: Säuren und Basen

Data sheet MethCat NEO542-M

Product description:

The reaction of methanation describes the conversion of carbon oxides (CO , CO_2) by means of hydrogen (H_2) to methane (CH_4) and water. The reaction is catalytically promoted with suitable nanostructured catalyst systems. The methane catalyst (methanizer) NEO505-M consists of a highly loaded nickel-based catalyst, which is introduced as a bed into the reactor chamber and thermally converts the CO_2/CO -rich synthesis gas into a methane-rich product gas.

Typical Applications:

- Power-to-Gas (PtX): Production of synthetic methane / natural gas substitute (SNG; Substitute Natural Gas)
 - climate-neutral CH_4 production through CO_2 conversion
 - Advantage over other storage options: high storage and transport capacity
 - Regenerating electricity in gas and steam power plants or in decentralized combined heat and power plants (CHPs)
 - Precursor of an e-fuel (synthetic fuel)
- Removal of CO traces in chemical processes, such as ammonia synthesis.

Setup:

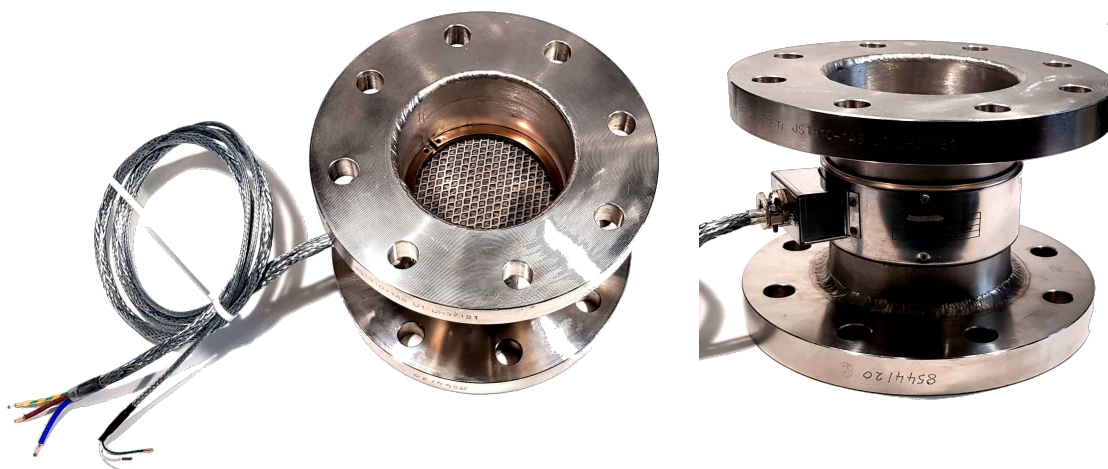


Figure 1: methan-catalyst NEO542-M with heating cable

Properties:

- high efficiency of CO₂/CO conversion to CH₄ (selectivity > 95%)

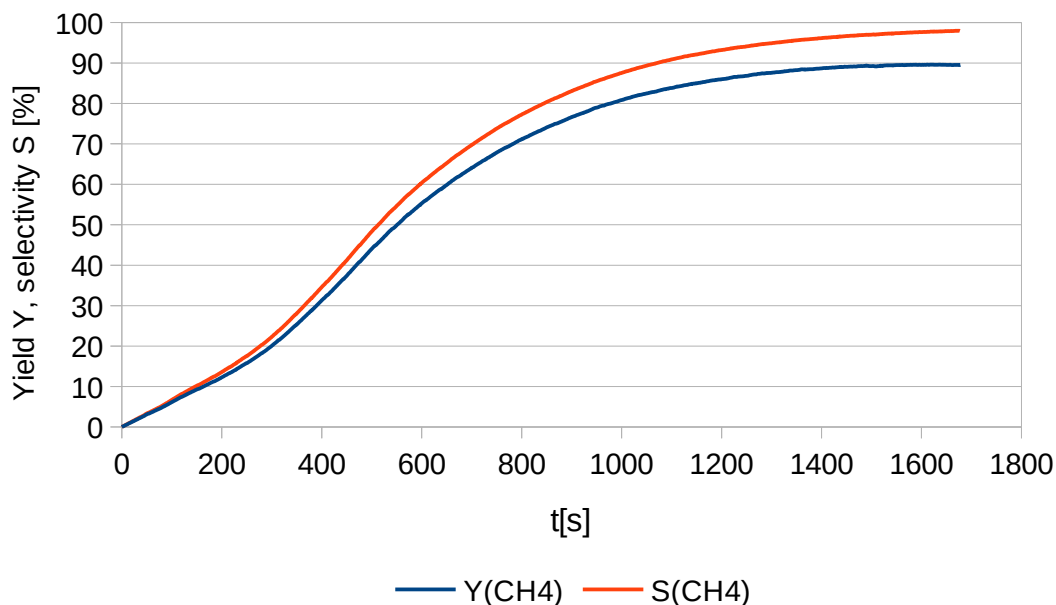


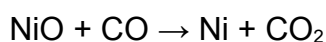
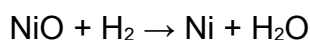
Figure 2: Methane yield and selectivity for a catalytic methanation after reduction with H₂, example for $f_{\text{ges.in}}=220$ sccm, $C_{\text{CO}_2,\text{in}}=20$ vol.%, $C_{\text{H}_2,\text{in}}=80$ vol.% $T=320^\circ\text{C}$.

- Turnover already possible at atmospheric pressure
- cost-efficient
- Modular design for easy adaptation to different systems

The methanation process takes place at pressures between 1 - 100 bara. The normal operating temperatures are between 260 - 425°C. Continuous operation of the methanizer with catalyst temperatures higher than 510°C can lead to sintering of the catalyst. This will result in a permanent loss of activity. However, the catalysts can withstand short-term temperature fluctuations of up to 700°C without any noticeable loss of activity.

Initial Setup:

To activate the Ni catalyst, it should first be reduced. The Ni reduction in the process gas is usually carried out as follows:



Since both reactions are not strongly exothermic, it does not lead to a significant temperature increase in the catalyst bed. As soon as active Ni is formed, methanation

starts and the bed temperatures rise. To achieve high activity, it is important that the catalyst be reduced at a temperature of at least 315°C. Process gas containing more than 3 mol% water should not be used for heating and reduction, as catalyst activity is reduced by moisture

Reduction steps

1. After the system has been deoxygenated, the pressure (<3 bar/min) should be brought up to the operating pressure.
Note:
 - Reduction gas should be initially introduced into the reactor at 20-50% of the operating volumetric flow rate.
 - The total content of carbon oxides (CO + CO₂) in the reduction gas should not exceed 1%.
2. The reactor should be heated uniformly at a temperature rate of 1°C/min. The reduction starts at about 200°C.
3. Maintain the temperature at 315°C-345°C for at least 2 h until no carbon oxides are detected while increasing the flow rate of the reducing gas to the desired flow.
4. After reduction, set the desired operating temperature.

Recommended temperature limits: 260°C-510°C

Security advice:

In the event of operational malfunctions in the upstream equipment, such as injection of high concentrations of CO/CO₂, the process gas must be shut off immediately or vented upstream of the catalyst to prevent excessively high temperatures. Methanation of high amounts of CO/CO₂ can lead to a temperature rise of over 700°C (1mol% CO₂ leads to $\Delta T=60^\circ\text{C}$). Since most pipe designs cannot withstand these temperatures, it is necessary to minimize them as much as possible.



There is a risk of burns on the catalyst housing, installation is only permitted with sufficiently temperature-resistant materials!

Catalyst system shutdown

The following steps should be followed during a shutdown while the catalyst is not exposed to oxygen:

1. Interrupt process gas flow and release reactor pressure at 3.5 bar/min
2. Purge the reactor with pure nitrogen or with hydrogen. The bed temperature should be $>260^{\circ}\text{C}$ when the purge gas is supplied. Inadvertently supplying an oxygen-containing inert gas such as nitrogen can result in high temperatures that damage the catalyst or reactor. There is also the possibility of nickel carbonyl ($\text{Ni}(\text{CO})_4$) being formed from the reduced nickel and CO in the process gas. $\text{Ni}(\text{CO})_4$ is extremely toxic and has a toxic threshold as low as 1 ppbv. In particular, the formation of nickel carbonyl is thermodynamically favored at temperatures up to 175°C in the presence of CO. Therefore, $T = 205^{\circ}\text{C}$ is recommended as a minimum temperature value.

Handling instructions:

Poisoning/Contamination:

- Sulfur and arsenic: activity loss of 50% at already 0.1wt% (S) and 0.5wt% (As)
- Potassium can block the pores
- Deposition of dust as well as other particles

Before installing and using the catalyst, you should observe the following safety instructions. The information is provided for proper handling and special protection. In addition, you should comply with the applicable occupational health and safety regulations.

The Ni catalyst is oxidized prior to initial commissioning. During commissioning, it is reduced with the process gas. After reduction, the catalyst is pyrophoric and must not be exposed to an oxidizing atmosphere without safety measures. If the material is supplied in a pre-reduced and stabilized form, additional precautions are required.

For added safety, contact with water or liquids containing sulfur or dissolved salts should be avoided.

Under normal conditions, the catalyst can be stored for several years without any change in physical properties or performance. A clean and dry environment is recommended. If outdoor storage is required, the catalyst tube would need to be stored on pallets and covered with a suitable cover that protects the catalyst from precipitation.

In order to ensure safety, please observe the Pressure Equipment Directive 2014/68EU, German Statutory Accident Insurance (DGUV), Technical Rules for Operational Safety (TRBS), Technical Rules for Hazardous Substances (TRGS), Technical Regulations for Pipeline Construction and other safety regulations before commissioning. As the catalytic converter can be used under a wide variety of operating conditions, the decision on its suitability for a particular application must only be made after detailed analysis and/or tests to verify that the specific requirements are met. Commissioning of the components is prohibited until it has been established that the machine or plant into which the components are installed complies with the regulations. Hydrogen can be dangerous if an operator is not familiar with its use. Installation, commissioning and maintenance of the

catalyst should only be carried out by properly trained and experienced personnel.

Please contact neo hydrogen sensors GmbH if the product is to be used under one of the following conditions:

- Operating or ambient conditions that deviate from the technical data given or when the product is used outdoors.
- Installation within machinery and equipment used in connection with nuclear energy, railways, aviation, motor vehicles, medical equipment, food and drink, leisure and recreational equipment, emergency stop circuits or safety equipment.
- Applications where there is a possibility of damage to persons, property or animals and which require a special safety analysis.

Operation with additional heating

Methanation requires high operating temperatures and can therefore only be operated with an additional heating system.

During continuous operation of the heater the maximum permissible temperature of 400 °C in the heating element must be maintained! Continuous operation without sufficient heat dissipation leads to damage to the heating element.

Technical data of the cylinder heating band as additional heating

Diameter:	114.3 mm
Width:	50.0 mm
Power:	600 W
Operating voltage:	0 - 230 V AC/DC
Connection:	radial/180°/centre
Cable length:	1000 mm
Miscellaneous:	stainless steel version
Temperature measurement:	integrated thermocouple NiCr-Ni (type K)
Allowable temperature:	400 °C
Tightening torque:	6 - 7 Nm, retighten after the first heating

The specified operating temperature of the heating elements does not apply to the connecting cable. If necessary, the connecting cable must be adapted to the application. This product is a piece of electrical equipment. Faultless functioning and operational safety can only be guaranteed if the general safety regulations for electrical installations and the special safety and installation instructions in this manual are observed during installation. The heating element may only be used in accordance with the instructions. neo hydrogen sensors GmbH accepts no liability for damage caused by failure to observe the instructions.

Safety instructions of the auxiliary heater

The heating element is not intended for use in Ex-installations. Please observe the following when handling electrical equipment:

Installation, maintenance and servicing of the heating element is the responsibility of a qualified electrician. In the event of power supply faults and/or damage to the electrical equipment, the heating element must be switched off immediately. Safety devices must not be bypassed, dismantled, altered in their function or bypassed in any other way. Whenever work is carried out on the heating element, it must be disconnected from the power supply and secured against being switched on again. The accident prevention regulations in the user's company must be observed. Persons who are not authorised or who are under the influence of alcohol, other drugs or medicines which influence the reaction time must not operate or maintain heating elements.

Installation - Assembly

The heating element may only be used in a technically perfect condition and in accordance with the intended use, safety and risk awareness. As the heat transfer of the heating elements to the body to be heated is effected by contact heat, the heating element must lie firmly and evenly against the body to be heated. If the heat loss is too low, a heat accumulation is created in the heating element, which can lead to the destruction of the heating element.

The following points must be observed:

- The entire inner surface of the heating element must lie firmly against the body to be heated
- The clamping screws must be tightened firmly and evenly
One-piece cylinder heating elements without hinge with 3 to maximum 3.5 Nm
- Cables with sufficient heat resistance of the conductor and the insulation must be provided for the electrical supply line.

Commissioning - Operation

The heating element may only be handled by instructed and authorised persons. The heating element may only be put into operation after complete installation. During the initial commissioning until the operating temperature is reached, the firm seating of the heating element must be checked at several intervals. If necessary the clamping screws have to be retightened.

Maintenance

Regular inspection by a qualified electrician is mandatory. The period depends on the operational conditions and is to be determined and carried out by the user on his own responsibility.

In addition to these instructions and the binding accident prevention regulations applicable in the country of use and at the place of use, the recognised technical regulations for safe and professional work must also be observed.

We reserve the right to make changes in the interest of technical progress.

System characteristics:

Type of construction:	FF piece with flange adapter, material 1.4571
Catalytic converter:	nanostructured Nickel auf Al_2O_3
Outer diameter:	114,3 mm
Inner diameter:	110,0 mm
Length:	150 mm
Connection:	flange, DN100 PN16 according to EN 1092-1 Type01
Catalyst quantity:	up to 1000 g
CO/CO ₂ -range:	0 - 20 vol.-% CO/CO ₂
Operating temperature:	260°C - 350 °C
Pressure range:	10 bara
Humidity:	< 3% r.h.
Carrier gas:	H ₂

Connection dimensions:

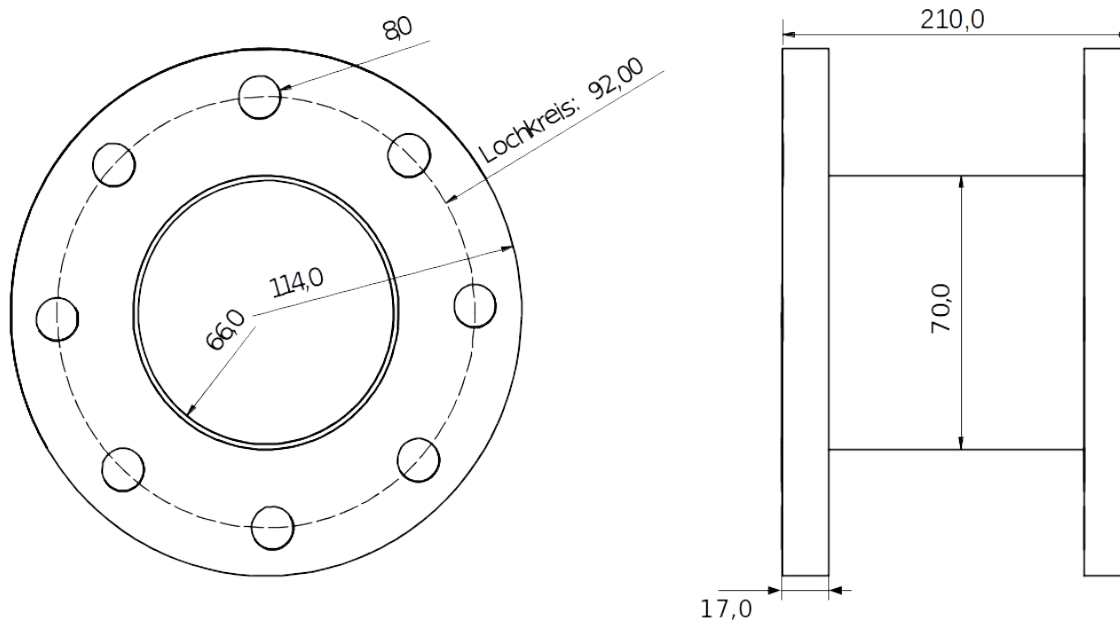


Figure 2: Connection dimensions of the housing

Appendix / Safety Data Sheet

Excerpt from the safety data sheet of chemical components of the catalytic layer

Nickel(II)oxid

Registration number 01-2119467172-41-0002
(REACH)

CAS-Number 1313-99-1

EG-Number 215-215-7

Classification of the substance or mixture

Classification according to Regulation (EC) No 1272/2008 (CLP)

Sensitization by skin contact, Category 1 - H317

Carcinogenicity, Category 1A - H350i

Specific target organ toxicity-repeated exposure, Category 1 - H372

Chronic aquatic toxicity, Category 4 - H413

Pictograms



Hazard warnings

H317	May cause allergic skin reactions
H350i	May cause cancer by inhalation
H372	Causes damage to organs through prolonged or repeated exposure
H413	May be harmful to aquatic organisms, with long lasting effects

Safety instructions

Safety instructions - Prevention

P260	Do not inhale dust
P280	Wear protective gloves/eye protection

Safety instructions - Reaction

P302+P352	In case of contact with skin: wash with plenty of water
P308+P313	In case of exposure or if affected: seek medical advice/attention.

Protective measures for safe handling

Instructions for safe handling:

Avoid dust and aerosol formation.

Gentle treatment to prevent breakage and abrasion.

Used catalysts may have different hazardous properties than the original products. Therefore, this safety data sheet must not be used for used catalysts.

Notes on fire and explosion protection:

If not used according to instructions, used catalyst may self-ignite in the air.

Exposure controls and monitoring

Technical protective measures:

Local suction device

Personal Protective Equipment:

Eye protection: Safety goggles

Hand protection: Chemical resistant protective gloves according to EN 374, EN 388, EN 420. For full contact/spray: nitrile rubber, layer thickness 0.4mm, breakthrough time > 480min

Respiratory protection: In case of development of dust or aerosol use respiratory protection with filter type P3 (according to DIN 3131, 1980)

Stability and reactivity

Hazardous reactions:

Nickel catalysts can form $\text{Ni}(\text{CO})_4$ in the presence of CO. It is highly flammable and very toxic and can cause cyanosis and severe pneumonia. If CO is present in the catalyst process, increased caution and extreme care in handling is required. Hazardous reactions are possible, but not limited to ambient temperature, and depending on pressure and CO concentration.

Substances to avoid: Acids and bases