

Datenblatt Methan-Katalysator NEO505-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) NEO505-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)
 - Vorteil gegenüber anderen Speicheroptionen: hohe Speicher- und Transportkapazität
 - Rückverstromung in Gas- und Dampf-Kraftwerken oder in dezentralen Blockheizkraftwerken (BHKW's)
 - Vorprodukt eines E-Fuels (synthetische Kraftstoffs)
- Entfernen von CO-Spuren in chemischen Prozessen, wie z.B. in der Ammoniak Synthese

Aufbau:

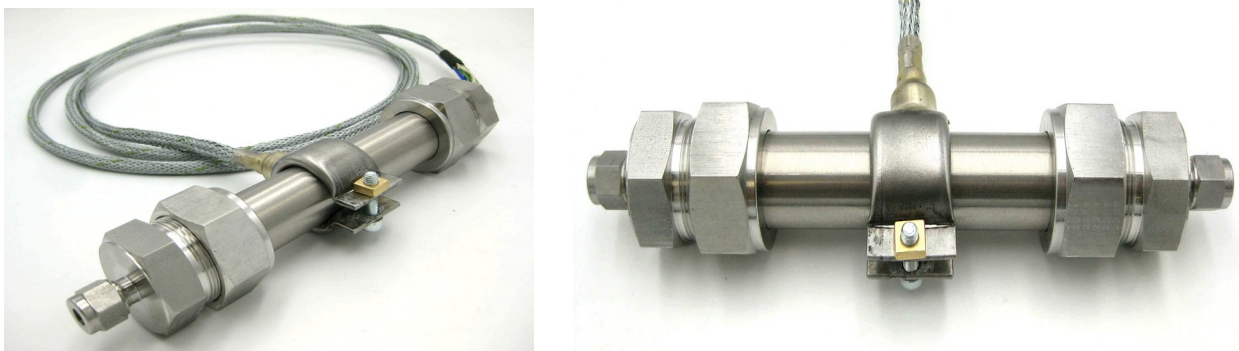


Abbildung 1: Methan-Katalysator NEO505-M mit zusätzlichem Heizband

Eigenschaften:

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

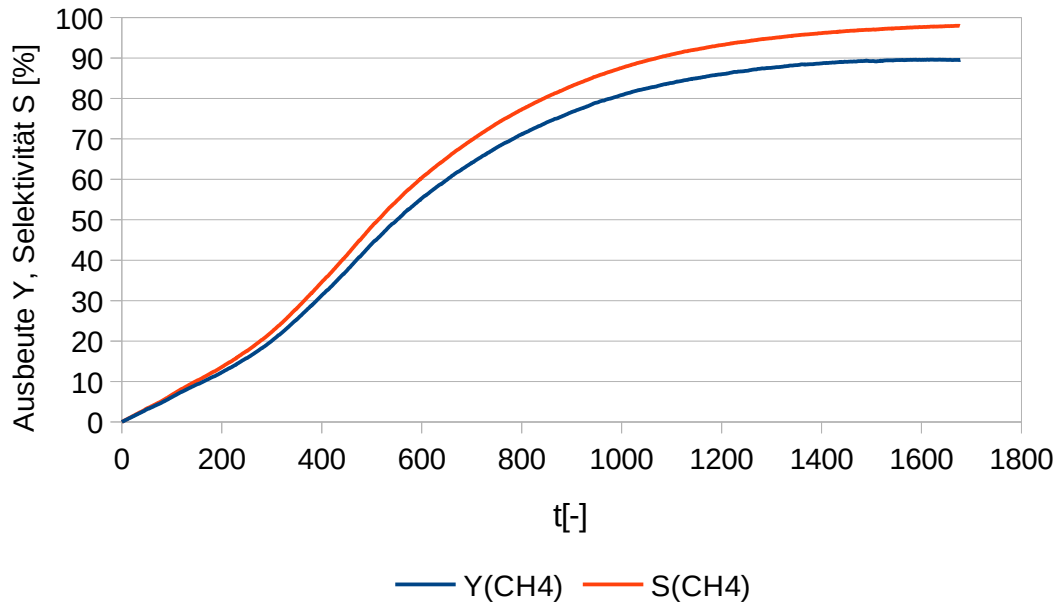


Abbildung 1: Methan-Ausbeute und -Selektivität für eine katalytische Methanisierung nach der Reduktion mit H₂, beispielhaft für $f_{ges,in}$: 220 sccm, $c_{CO_2,in}$ =20 Vol.% $C_{H_2,in}$ =80% $T=320^{\circ}C$

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

Der Methanisierungsprozess erfolgt bei Drücken zwischen 1 – 200 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.

Handhabungshinweise:

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.

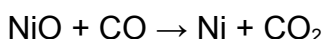
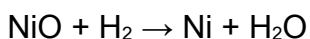
Um zusätzliche Sicherheit zu gewährleisten, beachten Sie vor Inbetriebnahme die Druckgeräte-Richtlinie 2014/68EU, Deutsche gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), Technische Regeln Betriebssicherheit (TRBS), Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS), Technische Vorschriften Rohrleitungsbau und andere 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 erfahrenem 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.

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!

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

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.

Systemkenndaten:

Bauform:	1" Rohr, Material 1.4435, TP316/TP316L
Katalysator:	nanostrukturiertes Nickel auf Al_2O_3
Außendurchmesser:	25,4 mm
Innendurchmesser:	21,18 mm
Länge:	150 mm
Anschluss:	glatte Rohre für Swagelok Klemmringverschraubung
Katalysatormenge:	bis zu 100 mg
CO/CO ₂ -Bereich ¹ :	0 - 20 Vol.-% CO/CO ₂
Einsatztemperatur ² :	260°C - 350°C
Druckbereich:	1- 200 Bar
Luftfeuchtigkeit:	$< 3\%$ r.h.
Trägergas ³ :	H ₂
CE-Zeichen	nicht vorhanden da Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU

1 unter Normbedingungen, mit einer dem O₂-Gehalt entsprechender Umsetzung; bei $< 6\%$ O₂ beliebige H₂-Konz. möglich
2 höhere Temperatur (bis 400°C) möglich, Festigkeit des Gehäuses beachten
3 Sauerstoff wird für die katalytische Reaktion mit Wasserstoff benötigt

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 :	25,4 mm
Breite:	25 mm
Leistung:	180 W
Betriebsspannung:	0 - 230 V AC/DC
Anschluss:	radial/180°/mittig
Zuleitungslänge:	2000 mm
Sonstiges:	Edelstahl-Ausführung
Temperaturmessung:	Thermoelement Typ K
Zulässige Temperatur:	350 – 400 °C
Anzugsdrehmoment:	3 - 3,5 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 3,5 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.

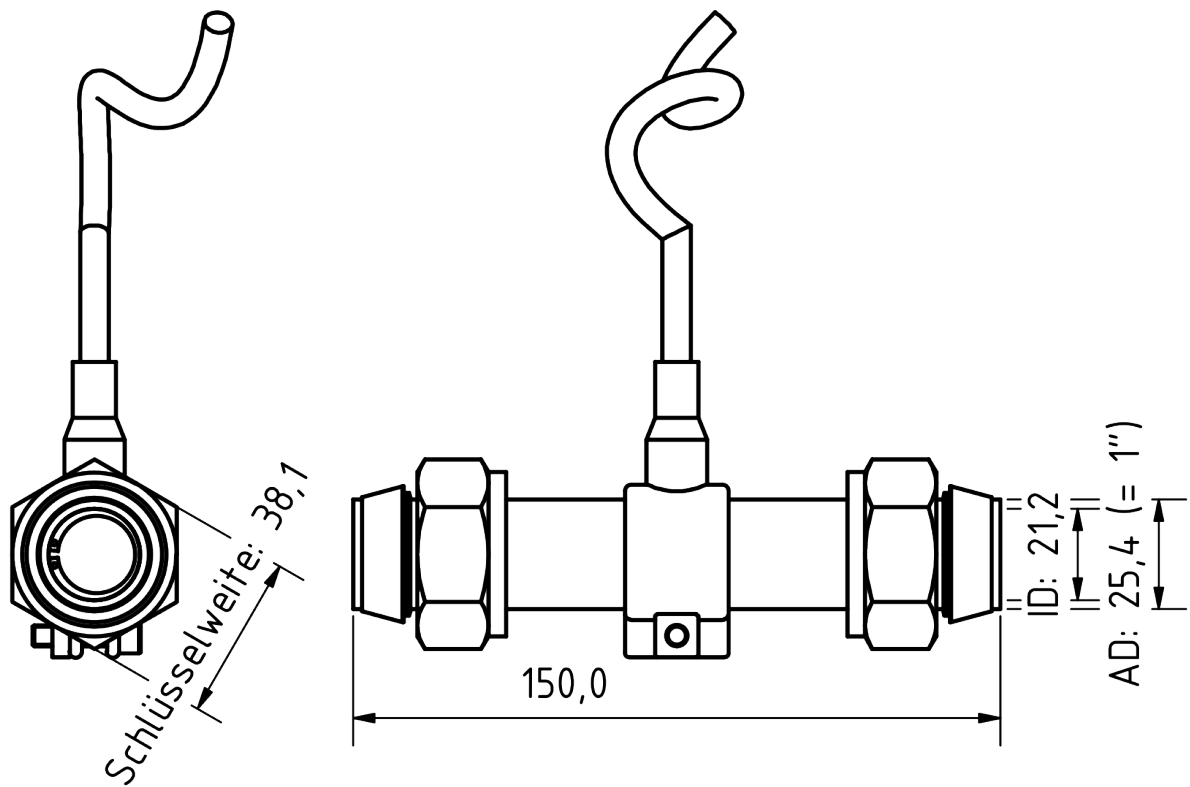
Anschlussmaße:

Abbildung 2: Anschlussmaße vom Gehäuse mit Heizung und Swagelok Klemmringverschraubung

Anhang / Sicherheitsdatenblatt

Auszug Sicherheitsdatenblatt chemischer Komponenten der katalytischen Schicht

Nickel(II)oxid

Einstufung des Stoffs oder Gemischs

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

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