



Custom
Engineered
Solutions for
Tomorrow

Reed Technologie



standexmeder.com

Grundlagen der Reedtechnik

Allgemeine Beschreibung des Reedschalters	7
Die Funktion des Reedschalters	8
Magnetische und elektrische Parameter für Reed-Bauelemente	10
Wie arbeiten Reedschalter und Magnete zusammen	18
Reedsensoren im Vergleich zu Halleffektsensoren	25
Reedschalter im Vergleich zu mechanischen Mikroschaltern	28

Magnete

Magnete und deren Eigenschaften	29
Handhabungshinweise für Magnete	34
Magnetisierung	35

Vorsichtsmaßnahmen

Mechanische und elektrische Schutzmaßnahmen für Reedschalter in Relais- und Sensorapplikationen	37
Kontaktschutz – Elektrische Schutzbeschaltung	41
Kontaktschutz – Schutzbeschaltungen der Reedschalter	43

Ampere-Turns (AT) versus Millitesla (mT)

Vergleich zwischen Amperewindungen (AW, AT) und Millitesla (mT)	45
---	----

Anwendungsbeispiele

Applikationen für Reedschalter und Reedsensoren	51
Anwendungen für Automotive und Transport	53
Marine und Bootsanwendungen	56
Intelligente Anwendungen für Zuhause	57
Schutz und Sicherheit	60
Medizin	61
Test- und Messtechnik	62
Telekommunikation	63
Weitere Applikationen	64

Reedrelais

Der Reedschalter als Schaltelement in einem Reedrelais	65
Applikationen für Reedrelais	66
Magnetische Interaktion in Reedrelaisanwendungen	67
Reedrelais im Vergleich zu Solid-State und mechanischen Relais	73
7 GHz HF-Reedrelais – Applikationen	74
Applikationshinweis für Messungen im Frequenz- und Zeitbereich an HF-Relais	76

Lebensdauer

Anforderungen an die Lebensdauer	85
--	----

Schaltabstand

.	86
-----------	----

Glossar

.	90
-----------	----



PRODUKTE UND LÖSUNGEN –
SO UNTERSCHIEDLICH
WIE DIE MÄRKTE,
DIE WIR BEDIENEN.





DAS UNTERNEHMEN

Standex-Meder Electronics ist weltweiter Marktführer in Design, Entwicklung und Produktion von Standardversionen und Sonderanfertigungen elektromagnetischer Bauteile und Innovationen auf der Basis von Reed Schaltern.

Unser Produktangebot magnetisch betätigter Bauelemente umfasst Planar Transformatoren, Rogowski-Spulen, Stromwandler, Nieder- und Hochfrequenztransformatoren sowie induktive Bauelemente. Unsere auf Reed-Technologie basierenden Produktlösungen beinhalten Reed Schalter der Marken Meder, Standex und OKI, sowie den kompletten Produktbereich Reed Relais. Ferner ein umfassendes Spektrum von Level-, Näherungs-, Strömungs-, Klimaanlagekondensat-, hydraulischen Differenzdruck-, kapazitiven, leitfähigen und induktiven Sensoren

MARKTÜBERSICHT

Wir bieten technische Produktlösungen für ein breites Spektrum von Produktenwendungen in einer Vielzahl von Märkten:

- Allgemeine Industrie
- Alternative Energien
- Automatisierung
- Automotive/Verkehr
- Beleuchtungstechnik
- Energieversorgung
- Haushaltsgeräte
- Hobby und Freizeit
- Hydraulik und pneumatische Antriebe
- Intelligente Netzsysteme
- Kommunikations-technik
- Lebensmitteltechnik
- Luft- und Raumfahrt
- Lüftungs- und Klimatechnik
- Medizin
- Mess- und Regeltechnik
- Messgeräte
- Nutzfahrzeuge
- Offroad
- Rüstungsindustrie
- Sicherheitstechnik
- Strömungstechnik
- Test- und Messtechnik





KUNDENORIENTIERTE INNOVATIONEN. TECHNISCHE FÄHIGKEITEN AUF WELTWEIT ERSTKLASSIGEM TOPNIVEAU.

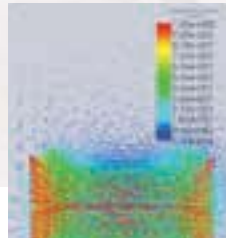
ENGAGEMENT & KERNKOMPETENZ

Standex-Meder Electronics hat sich der absoluten Kundenzufriedenheit und der kundengesteuerten Innovation verpflichtet und bietet im Rahmen einer globalen Organisation weltweite Vertriebsunterstützung, Entwicklungskapazitäten und technische Ressourcen.

Neben dem Hauptsitz in Cincinnati, Ohio, USA verfügt Standex-Meder Electronics über acht Produktionsstätten in sechs Ländern (USA, Deutschland, China, Mexiko, Großbritannien und Kanada).

PRODUKTION

- Automatische Reed Schalterprüfung und -sortierung
- Spulenkörper- und Ringkernbewicklung
- Umspritzen und Einhausen von Spulen
- Transfermoulding
- Hot Melt Niederdruckspritzguss Verfahren
- Automatische SMD-Bestückung mit optischer Inspektion
- Plasmaoberflächenbehandlung
- Kunststoffspritzguss und Einlegespritzguss
- Zwei Komponenten Verguss
- Folgeverbund Stanzen
- Reflow-, Selektiv- und Wellenlöttechnologie
- Reed Schalterproduktion
- Automatische Sensormontage
- Entwicklung und Produktion von Transformatoren
- Edelstahlbearbeitung und präzises Laserschweißen





ENTWICKLUNG

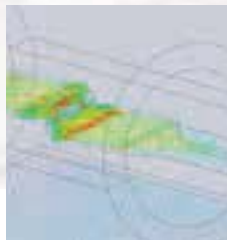
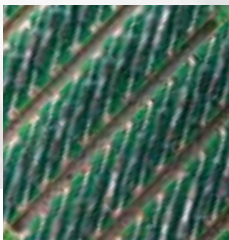
- Entwicklung elektronischer und magnetischer Sensoren
- Schaltungsentwicklung und Leiterplattendesign
- Patentierte Leitwert-Sensoren
- Patentierte induktive Sensoren
- 3-D CAD Darstellungen
- 3-D Scanning von Schaltpunkten
- EMS Software für magn. Simulationen
- PCB Prototypenherstellung
- Schnelle Prototypenanfertigung mit 3-D Drucker

TEST- & MESSTECHNIK

- Automatische Bestückungs- und Prüfsysteme
- Umwelt- und Beständigkeitstests
- Lebensdauertest
- Fluxmeter
- Nanovoltmeter
- Picoamperemeter
- Abreißkraft-Prüfstand
- Gauss- / Teslameter
- Hochspannungs- und Isolationsprüfgeräte

QUALITÄTS- / LABORMERKMALE

- Zertifizierung nach AS9100, ITAR, DIN EN ISO9001, ISO/TS16949
- Voll ausgestattete und zertifizierte Testlabore
- Burn-In und Lebensdauertest
- Eigene mechanische Bearbeitung (Werkzeugbau)
- Corona Entladungs Testgerät
- Mikroskopische Untersuchung/DPA
- Dichtigkeitsprüfung
- Schichtdicken Messgerät
- Salzsprühnebel und Lötbarkeitstest
- Auszugskraftmessung
- Temperaturwechsel- und Klimatest
- Mechanische Schock- und Vibrationstests



Notizen

Allgemeine Beschreibung des Reedschalters

Der Reedschalter hat seinen Ursprung in den USA und wurde dort von Bell Labs Ende 1930 entwickelt. Ab 1940 gab es bereits erste Industrieanwendungen für Reedsensoren und Reedrelais – hauptsächlich in einfachen, magnetisch ausgelösten Schaltfunktionen und ersten Modellen von Testgeräten. Ende der 40er Jahre war es die Firma Western Electric, die Reedschalter in Telefonsysteme einführte. Selbst heutige Designs nutzen die Vorteile der Reedschalter in derartigen Anwendungen immer noch.

Während dieser Zeit gab es ein Kommen und Gehen von Herstellern. Die meisten haben es geschafft, mit modernen Produktionsmaschinen eine sehr hohe Zuverlässigkeit zu erreichen. Einige wenige machen weiter wie früher, was dem Ansehen des Reedschalters sicherlich nicht positiv zuträgt.

Der weltweite Bedarf an Reedschaltern pro Jahr wächst stetig: Einsatzgebiet ist das gesamte Spektrum der Elektrotechnik und Elektronik wie Automobilmarkt, Alarmanlagen, Test- und Messgerätemarkt, Hausgeräte, Medizintechnik, Industrieanwendungen.

Beim Reedschalter handelt es sich um ein kleines, aber feines Bauteil. Aufgrund der verwendeten Materialien und hermetisch geschlossenen Bauweise, lassen sich Schaltfunktionen in fast allen denkbaren Umweltbedingungen realisieren. Trotzdem sind einige Punkte zu beachten, die auf die Langzeitstabilität eine gravierende Wirkung haben können. So ist die Glas-Metall-Einschmelzzone aufgrund der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten für die Dichtheit verantwortlich. Ansonsten besteht die Gefahr von Haarrissen mit all den bekannten Konsequenzen. Beim Auftragen des Kontaktmaterials gilt dasselbe: Rhodium oder Rhutenium wird entweder gesputtert oder galvanisch abgeschieden. Ganz egal wie, aber dieser Prozess ist extrem von den äußeren Umweltbedingungen abhängig und sollte am besten in einem Reinraum stattfinden. Genau wie in der Halbleiterindustrie sind fremde Partikel, auch bereits in kleinster Ausprägung, die Quelle für Zuverlässigkeitsprobleme. Um den Qualitätsanspruch unserer Kunden gerecht zu werden, entschloss man sich die Fertigung der Reedschalter

selbst in die Hand zu nehmen. Reedschalter werden seit 1968 in England und seit 2001 in Deutschland gefertigt.

Im Laufe der Zeit konnten die Abmessungen von 50 mm Länge auf 3,7 mm geschrumpft werden. Dadurch wurden eine Vielzahl neuer Anwendungen entwickelt, die technisch realisiert, besonders im Bereich der Hochfrequenztechnik und Impulsschaltungsanwendungen.

Hier eine Aufstellung über die wichtigsten Merkmale:

1. Fähigkeit zum Schalten bis 10.000 Volt
2. Schaltströme bis 5 A möglich
3. Minimalspannungen von 10 Nanovolt können ohne Verluste geschaltet oder transportiert werden
4. Ströme von 1 Femtoampere können ohne Verluste geschaltet oder transportiert werden
5. Fähigkeit, Signale bis 7 GHz ohne nennenswerte Verluste zu schalten
6. Isolationsspannung über den geöffneten Kontakt bis 10^{15} Ohm
7. Kontaktwiderstand im geschlossenen Zustand typ. 50 mOhm
8. Verharrt im geöffneten Zustand ohne jegliche externe Leistung
9. Bistabile Schaltfunktion möglich
10. Schließzeit ca. 100 bis 300 μ sec
11. Fähigkeit, auch in extremen Temperaturschwankungen zwischen -55°C und $+200^{\circ}\text{C}$ zu schalten
12. Elemente wie Wasser, Vakuum, Öl, Fett und sonstige aggressive Umwelteinflüsse beeindrucken das Bauteil aus Glas nur in ganz seltenen Fällen
13. Schockresistenz bis 200 g
14. Einsetzbar bei Vibrationen von 50 Hz bis 2.000 Hz bei 30 g
15. Lange Lebensdauer – bei Schaltspannungen unter 5 V (Lichtbogen-Grenze) sind Schaltspiele weit über 10^9 hinaus erreichbar
16. Kein Stromverbrauch, daher ideal für transportable und batteriebetriebene Geräte
17. Kein Schaltgeräusch

Die Funktion des Reedswitchers

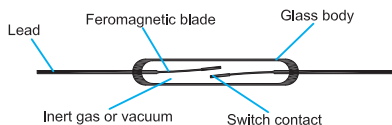


Abb. # 1 Zeigt den prinzipiellen Aufbau eines 1Form A-Schalters (NO).

Ein Reedswitcher besteht aus zwei ferromagnetischen Schaltungen (normalerweise Nickel/Eisenlegierung), die hermetisch dicht verschlossen in ein Glasröhrchen eingeschmolzen werden. Die beiden Schaltungen überlappen. Wirkt ein entsprechendes Magnetfeld auf den Schalter, bewegen sich die beiden Paddel aufeinander zu – der Schalter schließt. Der Kontaktbereich der beiden Schaltungen ist mit einem sehr harten Metall beschichtet, meist Rhodium oder Ruthenium. In Frage kommen aber auch Wolfram, Iridium oder ähnlich strukturierte Metalle. Aufgetragen werden diese entweder galvanisch oder durch einen Sputterprozess (bekannt aus der Halbleiterindustrie). Diese hart beschichteten Kontaktflächen sind der Garant für die sehr lange Lebensdauer eines Reedswitchers. Vor dem Einschmelzen wird die vorhandene Luft evakuiert. Dies geschieht mittels Unterdruck. Während des Einschmelzvorganges füllen wir den Schalter mit Stickstoff oder einer Inertgasmischung mit hohem Stickstoffanteil. Zur Erhöhung der Schaltspannungsgrenze besteht aber auch die Möglichkeit, den Schalter vor dem Verschließen zu evakuieren. Durch das erzeugte Vakuum sind diese Schalter für den Einsatz in Hochspannungsanwendungen bestens geeignet und können bis zu 10kV schalten.

Das, durch Permanentmagnet oder Spule erzeugte, Magnetfeld ist gegenpolig gerichtet, die Paddel ziehen sich an. Übersteigt die magnetische Kraft die Federwirkung des Paddel, schließen die beiden Kontakte. Beim Öffnen geschieht dasselbe: Ist die Magnetkraft geringer als die Federkraft der Schalter, so öffnet der Reedswitcher wieder.

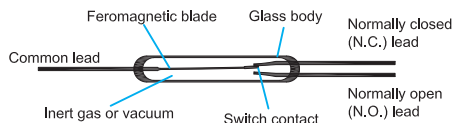


Abb. # 2 Der 1Form C-Schalter (SPDT) hat drei Anschlüsse.

Der beschriebene Ablauf gilt für den 1Form A-Schalter, auch bekannt als NO (Normally Open), Schließer oder SPST (Single-Pole-Single-Throw) Reedswitcher. Man findet aber auch Mehrfachbelegung wie 2Form A (2 Schließer), 3Form A etc.

Ist der Schalter in Ruhestellung geschlossen spricht man von 1Form B-Funktion. Vielleicht besser bekannt als Öffner.

Möchte man Strom- oder Signalpfade wechseln, kommt der 1Form C-Schalter in Frage, auch bekannt als Wechsler. Die internationale Bezeichnung ist SPDT (Single-Pole-Double-Throw). In Ruhestellung und ohne anliegendes Magnetfeld wird der so genannte Ruhekontakt hergestellt. Beaufschlagt man den Wechsler mit einem entsprechend starken Feld, so wechselt der Kontakt vom Ruhe- auf den Arbeitskontakt. Ruhe- und Arbeitskontakte sind unbewegte Kontakte. Alle drei Paddel sind ferromagnetisch leitend; lediglich der Kontaktbereich des Ruhekontakts (Öffners) ist mit einem nicht leitenden Plättchen versehen. Wird ein Magnetfeld in der Form angelegt, dass die beiden Anschlüsse NO und NC eine Polarität erfahren und der Common-Anschluss die andere Polarität erfährt, so bewegt sich das Paddel in Richtung Schließeranschluss.

Reedsensoren im Vergleich zu Halleffektsensoren

Seit einigen Jahren sind, als magnetische Sensoren, auch Halleffektsensoren auf dem Markt. Auf Halbleitertechnologie aufgebaut, deshalb im ersten Moment vielleicht etwas unanfälliger, haben diese sicherlich auch das Interesse von Entwicklungsingenieuren mehr geweckt als herkömmliche mechanische Bauelemente.

Trotzdem gibt es eine ganze Menge bemerkenswerter Vorteile der Reedtechnologie, vergleicht man diese mit der Halleffektwelt.

Betrachten wir zuerst die Reedtechnologie. Herzstück eines jeden Reedsensors ist der Reedschalter, entwickelt Ende der 30er Jahre durch ein Labor der Bell Industries in den USA. Der andere wichtige Part ist der Magnet oder ein Magnetfeld; dies wird zum Öffnen und Schließen des Reedschalters benötigt.

Während der letzten 70 Jahre wurden viele neue Technologien in den Fertigungsprozess eines Reedschalters übernommen, ohne Zweifel haben sich Qualität, Zuverlässigkeit und Preis-/Leistungsverhältnis positiv entwickelt. Gerade deshalb möchten wir die Aufmerksamkeit nochmals auf die Vorteile richten; bei kritischen und höchsten Schaltansprüchen lohnt sich ein detaillierter Blick auf die Vorteile dieses Bauelements.

Eine eigene Sprache über die mögliche Qualität, Vielfältigkeit und Zuverlässigkeit, spricht der Einsatz von Reedschaltern in modernen Testsystemen (ATE = Automatic Test Equipment). Eingebaut sind die Reedschalter in Reedrelais, geschaltet werden die unterschiedlichsten Testkonfigurationen für integrierte Schaltungen, ASIC`s, Wafertester sowie Funktionstester für Platinen. Für diese Applikationen kommen bis zu 20.000 Relais in einem Testsystem zum Einsatz. Fällt nur ein Relais aus, so entspricht dies einer Fehlerquote von 50 ppm (parts per million). Um den täglichen Anforderungen gerecht zu werden, müssen deshalb Ausfallquoten weit unter 50 ppm erreicht werden. Zuvor war diese Anforderung nur sehr schwer zu erreichen, auch für Halbleiterelemente. Mit all den Verbesserungen konnte diese Schallmauer

aber durchbrochen werden. Heute laufen Testsysteme in vielen Fällen rund um die Uhr, das ganze Jahr hindurch und mit einer Lebensdauererwartung von mehreren Billionen Schaltspielen.

Ein anderes Beispiel ist der Automotivebereich, wo selbst beim Einsatz an kritischen Stellen (Bremsflüssigkeitsüberwachung, Airbagsensor, etc.) dem Reedschalter der Vorzug vor anderen Bauelementen gegeben wird. Hinzu kommen Applikationen in der Medizintechnik (Hörgeräte, Herzschrittmacher, etc.), sowie in der Medizinelektronik.

Vergleicht man den Reedsensor mit dem Halleffektsensor, so möchten wir folgende Vorteile herausarbeiten:

Preiswert

Der Halleffektsensor selbst mag zwar den Preis eines Reedschalters unterlaufen, rechnet man aber die meist notwendige Außenbeschaltung, Signalverstärkung und eventuell sonst nicht notwendige Stromversorgung dazu, sieht die Welt anders aus.

Hoher Isolationswiderstand

Der Isolationswiderstand über einem geöffneten Reedschalter, ist mit 10^{15} Ohm absolut unschlagbar. Dies reduziert den Leckstrom auf Werte im Bereich von Femtoamperes. Die Leckströme sind beim Halleffektsensor um Klassen höher. Gerade die Medizintechnik erwartet die Reduzierung des Leckstroms auf geringste Werte, bei Implantaten in der Nähe des Herzens können höhere Ströme zur Beeinflussung natürlicher, körpereigener Regeleinrichtungen führen.

Hermetisch dicht

Der Reedschalter ist hermetisch komplett dicht und kann so in fast jeder denkbaren Umgebung eingesetzt werden.

Geringer Übergangswiderstand

Der Reedschalter hat mit 50 mOhm einen sehr geringen Übergangswiderstand im geschlossenen Zustand. Halleffektsensoren erreichen hier zum Teil Hunderte von Ohm.

Hohe Schaltleistung

Die Bandbreite der möglichen Lastfälle, die mit einem Reedschalter geschaltet werden können sind: Von Nanovolt bis Kilovolt, Femtoampere bis Ampere, DC bis 10 GHz. Der Halleffektsensor hat hier einen relativ eingegrenzten Bereich.

Hohe Ansprechempfindlichkeit

Der Reedschalter lässt sich in einer großen magnetischen Empfindlichkeitsbandbreite herstellen (AWan von 5 bis 200 AW entspricht 0,5 mT bis 20 mT je nach Typ).

Leichter Verbau

Reedschalter sind absolut ESD-unempfindlich. Halleffektsensoren, je nach Technologie, sind gegen jede Spannungsentladung zu schützen.

Hohe Schaltspannung

Selbst kleinste Reedschalter sind in der Lage, Spannung bis 1.000 Volt zu isolieren. Beim Halleffektsensor ist in diesen Größenordnungen eine Schutzbeschaltung notwendig.

Hoher Transportstrom

Reedschalter sind in der Lage, große Ströme über den geschlossenen Schalter zu transportieren, dieser Wert kann um den Faktor 3 über dem Schaltstrom liegen.

Hohe Schockfestigkeit

In das richtige Gehäuse verpackt lässt sich der Reedschalter auch mit dem Halleffektsensor bei Schock und Vibration vergleichen.

Lange Lebensdauer

Da der Reedschalter bei Lasten unter 5 Volt keiner Abnutzung unterliegt, lassen sich Schaltspiele in Milliardenhöhe erreichen. Diese Werte sind mit MTBF- Zahlen von Halbleitern zu vergleichen.

Weiter Temperatur Bereich

Selbst bei Temperaturen von -55 °C und +200 °C arbeitet der Reedschalter ohne Zusatzbeschaltung und somit

ohne Zusatzkosten noch mehr als zuverlässig. Dies ist einer der größten Vorteile.

Keine externe Stromversorgung nötig

Ideal geeignet für transportable und batteriebetriebene Geräte.

Zum erfolgreichen Design eines Produktes gehört natürlich, wie auch in Ihrer Branche, eine Portion Fachwissen. Wir können Ihnen viele Lösungen aufzeigen die bereits seit Jahren erfolgreich in der Praxis eingesetzt werden. Gerne stellen wir uns diesen Herausforderungen täglich neu, denn nur so ist gewährleistet, dass unser Bauteil in Ihrer Applikation langfristig den besten Nutzen bringt.

Vergleichstabelle Reedensoren vs. Halleffektsensoren

Spezifikationen	Reedsensor	Hallsensor
Sensibilität	Externes Magnetfeld 0,5 mT	Externes Magnetfeld 1,5 mT
Schaltabstand	Bis zu 40 mm und gegebenenfalls mehr	Bis zu 20 mm
Leistungsaufnahme	Keine	Gleichstrom > 10 mA, empfindlichkeitsabhängig
Konstante Energieversorgung	Nein	Zwingend benötigt
Zusätzliche Anforderungen	Keine	Hall-Spannungsgenerator, Signalverstärkung, Temperaturstabilisierung
Hysterese	Je nach Kontakttyp an die Designanforderungen anpassbar	Festeinstellung bei normalerweise ca. 75 %
Auswertelektronik erforderlich	Nein	Ja
Direkte Lastschaltung, Laststeuerung	Ja, bis zu 3 A oder bis 10.000 V, je nach ausgewähltem Reedschalter	Nein, benötigt externe Beschaltung
Schaltleistung	Bis zu 100 W, je nach Schaltertyp	Wenige mW
Schaltspannung	Bis 1.000 V	Benötigt externe Zusatzbeschaltung
Schaltstrom	0 bis 3 A	Benötigt externe Zusatzbeschaltung
Polaritätsabhängigkeit	Nein	Ja
Ausgangs-Offset-Spannung	Keine	Vorhanden, u.a. temperaturabhängig, Verschlechterung beim Übermolden
Stabilisierungsschaltung erforderlich	Nein	Ja, trägt dazu bei die Ausgangs-Offset-Spannung zu reduzieren
Frequenzbereich	Von DC bis Wechselspannungen mit Frequenzen bis zu 6 GHz	Schaltfrequenz 10.000 Hz
Kontaktwiderstand, Ausgang geschlossen	ca. 50 Milliohm	> 200 Ohm
Zu erwartende Lebensdauer bei 5 V und 10 mA	> 1 Milliarde Schaltspiele	Unbegrenzt, da Halbleitertechnik
Ausgangskapazität	0.2 pF typisch	100 pF typisch
Eingangs-/Ausgangs isolation	10 ¹² Ohm	10 ¹² Ohm
Isolation über den Ausgang	10 ¹² Ohm	10 ⁶ Ohm
Durchbruchspannung-Ausgang	Bis zu 10 kV.möglich	< 10 V typisch
ESC-Empfindlichkeit	Nein, benötigt keinen externen Schutz	Ja, benötigt externe Schutzbeschaltung
Hermetisch geschlossen	Ja	Nein
Schock	Bis 150 g	Bis 150 g
Vibration	Bis 10 g	Bis 50 g
Arbeitstemperatur	-55 °C bis 200 °C	0 °C bis 70 °C typisch
Lagertemperatur	-55 °C bis 200 °C	-55 °C bis 125 °C