

EPHY MESSAGE 02/09

EDITORIAL

Seit 15 Jahren unser Thema: Thermische Windkraftanlagen- überwachung

Seit ca. 4000 Jahren nutzt der Mensch die Energie des Windes. Zunächst revolutionierte das Segel die Seefahrt. 1700 Jahre vor Christus soll der babylonische König Hammurabi mit windgetriebenen Schöpfwerken Mesopotamien bewässert haben. Erst seit vergleichsweise kurzer Zeit gibt es Windenergieanlagen zur Stromerzeugung. Die Entwicklungen auf den Gebieten der Aerodynamik, des Elektromaschinenbaus, der Regelungstechnik und der Elektronik, aber auch der Werkstofftechnik sind Grundlagen für den modernen Windkraftanlagenbau. Je größer und teurer diese Anlagen werden, umso wichtiger wird deren Überwachung. Der thermischen Kontrolle kommt dabei eine bedeutende Rolle zu. EPHY-MESS hat sich – als andere Sensorhersteller die Windkraft noch belächelten – schon vor 15 Jahren mit der Implementierung von Temperatursensoren in Windkraftanlagen auseinandergesetzt und erste Hersteller direkt beliefert. Gemeinsam mit den Anlagenbauern haben wir maßgeschneiderte Lösungen entwickelt. Es gibt kaum eine wichtige Komponente in einer modernen Windkraftanlage, für die EPHY-MESS nicht eine bewährte, absolut zuverlässige Sensorik hätte. Uns geht es dabei nicht nur um die Temperaturüberwachung: Innovative Stillstandsheizungen beugen der in elektrischen Anlagen höchst bedenklichen Taupunktunterschreitung vor und verhindern Kondenswasserbildung mit all ihren Folgen. Dass wir uns nicht auf dem bisherigen Know-how-Vorsprung ausruhen, beweist eine neue Entwicklung: Intelligente Temperatursensoren mit CAN-BUS-Anschluss werden die Sensorintegration und Messdatenübertragung noch weiter erleichtern. Vielleicht sehen wir uns auf der HUSUM-WIND 2010. Wir beraten gerade darüber, ob EPHY-MESS dort erstmals ausstellen wird. Sie hören von uns.

Ihr
Andreas Becker
Geschäftsleitung



EPHY-MESS:

Spezialist für Windkraftanlagen- Temperatursensoren

Die Nutzung fossiler Energieträger wird zunehmend teurer als die Energieerzeugung per Windkraft. Bis 2010 sollen allein vor Europas Küsten 3000 bis 4000 MW installiert sein. Spektakulär ist das Tempo des weltweiten Auf- und Ausbaus von Windkraftanlagen. Weltweit wurde 2007 die Windkraftanlagenkapazität um ca. 20 000 MW erweitert. Vor zehn Jahren betrug der Anteil der durch Windkraft erzeugten elektrischen Energie weltweit 0,15%, 2006 waren es bereits 0,82 % und für 2016 rechnet BTM Consult mit 4,04 %. Immer größere Anlagen, immer schwerer erreichbare (Offshore-)Anlagen unter immer kritischeren Betriebsbedingungen fordern höchste Zuverlässigkeit und Sicherheit von allen Komponenten. Die zuverlässige kontinuierliche Temperaturüberwachung hat dabei eine ganz wesentliche Bedeutung. Nicht ohne Grund werden EPHY-MESS-Sensoren bereits seit 15 Jahren in Windkraftanlagen weltmarktführender Hersteller in der Erstausrüstung eingesetzt.

Bedingt durch die überproportionalen Wachstumsraten sind in den letzten Jahren verschiedene Anbieter von Temperatursensoren neu in den Windkraft-Markt eingetreten. EPHY-MESS hat bereits seit langen Jahren umfassendes Temperaturüberwachungs-Know-how für die unterschiedlichsten Windanlagenkonzepte gesammelt. Durch gestiegene Leistungen haben sich die Anforderungen an Überwachung und Auswertung geändert, sodass heute ganz verschiedene Temperatursensortypen in Windkraftanlagen für unterschiedliche Überwachungsaufgaben eingesetzt werden.

Wo EPHY-MESS-Sensoren arbeiten

Windkraftanlagen sind komplexe Systeme. Eine ganze Reihe von Komponenten bedarf dabei der Temperaturüberwachung. Dabei geht es um die Sicherung der Anlagen-Funktion auf Dauer und generell um deren Sicherheit. Ungeplante Stillstände sind zu vermeiden,

Wartungsintervalle zu optimieren und die Anlagenlebensdauer zu garantieren. Zahlreiche Messstellen müssen temperaturüberwacht werden:

- Außentemperatur
- Schaltschrank
- Transformator
- Generator
- Pitch-Verstellung der Rotorblätter
- Azimut-Verstellung der Gondel
- Getriebe und Lager
- Bremsen

Jede dieser Messaufgaben erfolgt unter speziellen Betriebsbedingungen. Jeder Temperatursensor hat eine spezifische Einbausituation. Genau die individuell optimalen Sensoren, aber auch Stillstandsheizungen verfügbar zu haben bzw. zu entwickeln und zu fertigen ist die Stärke des EPHY-MESS-Angebots für Windkraftanlagen-Ausrüster, -Hersteller und -Servicebetriebe.

Außentemperatur:



Bild: Deutsche Windtechnik Service

Die Außentemperaturüberwachung ist notwendig, um die Temperaturwerte im Inneren der Anlage beurteilen zu können, um bei drohender Kondenswasserbildung

Besuchen Sie uns auf der Hannover Messe

20. bis 24. April 2009, Halle 27 Stand C17



durch z.B. Temperaturunterschiede zwischen dem Inneren des Generators und den Außentemperaturen und dem damit verbundenen Risiko der Anlagenschädigung rechtzeitig Stillstandsheizungen in Betrieb nehmen zu können, auch um die Wettersituation an der Anlage zu kennen.

Für einen Außentempersensur ist je nach Einbausituation an der Anlage wichtig, dass er feuchtigkeitsdicht aufgebaut ist. Daher werden diese Sensoren in der Regel als Fühler in abgedichteten Metallhülsen mit darauf abgestimmten Silikon-Schlauchleitungen gefertigt, wobei das Sensorelement in der Regel auf Pt100-Widerständen basiert.

Schaltschrank:

Nicht ohne Grund weist eine Analyse die Schaltschränke als eine der häufigsten Ursachen von Windkraftanlagen-Fehlfunktionen aus. Durch Verlustleistung der üblicherweise in Schaltschränken eingebauten Frequenzumrichter entsteht Wärme, die aufgrund maximal zulässiger Einsatztemperaturen von Halbleitern oder passiven Bauelementen (z.B. Aluminium-Elektrolytkondensatoren) überwacht werden sollte.

Zur thermischen Schaltschranküberwachung bieten sich Sensoren auf Basis von Pt100-Elementen an. Alternativ können bei Erreichen einer definierten Grenztemperatur auch auslösende Bimetallschalter verwendet werden.

Je nach Einbausituation werden die Sensoren meist in kleinen Schraubgehäusen mit Gewindestutzen M4-M6 ausgeführt, können jedoch auch als Anlegefühler an oder in der Nähe von Kühlkörpern befestigt werden.

Transformator:

Transformatoren werden als Bindeglied zwischen Windkraftanlagen und dem öffentlichen Netz - je nach Aufstellort im Turm oder der Gondel - ebenfalls in Schaltschränken installiert.

Ausgelegt z.B. für Temperaturen von -25°C...+40°C sorgen Kühlluftsysteme für den Abtransport der durch die Trafoverluste verursachten Abwärme. Um die Transformatoren zuverlässig zu schützen, werden Temperaturfühler meistens schon bei Herstellung in deren Wicklungen eingebaut, um bei höheren

Belastungen externe Lüfter automatisch zuschalten zu können. Als Temperaturfühler bieten sich für diesen Einsatzfall Kaltleiter-, Pt100-, KTY-Sensoren oder Bimetallschalter an.

Generator:

In Generatoren sind abhängig von der Philosophie bzw. Vorgabe des Anlagenherstellers überwiegend KTY-, Kaltleiter- oder Pt100-Sensoren als Temperatursensoren im Einsatz. In geringerem Umfang werden auch Bimetallschalter eingebaut.



Die Sensoren auf Widerstandsbasis können alternativ oder zusätzlich am Wickelkopf des Generators oder im Stator (als Nutenwiderstandsthermometer) eingesetzt werden. Dies gilt auch für getriebelose mit ringförmigem Stator ausgerüstete Anlagen.

Abhängig vom Sensortyp erfolgen entweder punktförmige Messungen (wobei der Hot-Spot bekannt sein sollte) oder es werden durch bifilar gewickelte Sensoren, den Nutenwiderstandsthermometern, kundenseitig definierte Messstrecken überwacht. Je nach Kundenwunsch bietet EPHY-MESS die mechanische Auslegung für den Einbau der Sensoren am Wickelkopf in Schrumpfschlauch-, Metall- oder Keramikhülsen-Ausführung an.

Bei größeren Generatorleistungen wird in der Regel jede Phase thermisch separat überwacht und in Einzelfällen werden Sensoren auch redundant verwendet. Bei Ausfall eines Sensors kann durch einfaches Umklemmen auf den zweiten Sensor der Generator auch ohne aufwendige Überholungsmaßnahmen und damit verbundene Ausfallzeiten in Betrieb bleiben. Zusätzlich zu den Sensoren können an den Wickelköpfen von Generatoren oder Motoren auch Stillstandsheizungen aufgebracht werden. Diese verringern in

Regionen mit sehr niedrigen Außentemperaturen das Risiko von Kondenswasserbildung im Inneren der Elektromaschinen.

Unterschieden wird hierbei zwischen an- und abzuschaltenden (übliches Prinzip) oder selbst-limitierenden Heizbändern. Letztere funktionieren ähnlich wie Kaltleiter, bei denen die Stromaufnahme selbsttätig über die Umgebungstemperatur gesteuert wird.

Pitch-Verstellung der Rotorblätter bzw. Azimut-Verstellung der Gondel:

Um einerseits eine optimale Anströmung zu erreichen und andererseits bei zu hohen Windgeschwindigkeiten die Rotorblätter zur Vermeidung von Sturmschäden aus dem Wind drehen zu können, werden üblicherweise hydraulische Antriebe eingesetzt. Diese Funktion gehört zu den anspruchsvollsten in Windenergieanlagen, da sie zur Sicherung der Anlage unter allen denkbaren Umständen die Rotorblätter in eine senkrechte Fahnenstellung fahren muss. Aufgrund des Hydraulikdrucks werden hierbei meist Sensoren in VA-Einschraubhülsen verwendet, wobei die Metallhülsen (je nach Anlagenhersteller) Drücke von bis zu 250 bar aushalten müssen.



Alternativ zu Sensoren mit Metallköpfen (MA-Kopf oder EM24/38), die optional auch Messumformer auf ein Ausgangssignal von 4-20 mA enthalten können, liefert EPHY-MESS auch Sensoren mit direkt auf der Metallhülse montierten Industriesteckern. Der Vorteil bei einem etablierten Steckertyp ist, dass nach dem Lösen von nur einer Zentralschraube der Steckerkopf abgezogen werden kann, ohne dass zum Austausch des Einschraubensensors die Anschlussleitung abgeklemmt werden muss.

In zunehmendem Maß kommen auch elektrische Pitchverstellungen zum Einsatz. Hierbei können - je nach Vorgabe des Systemherstellers - verschiedene Temperatursensoren (z.B. Kalt- oder Heißeiter, Pt100) in den AC-Servoantrieben eingebaut werden.

Die elektro-hydraulischen Anforderungen sind bei der Azimut-Verstellung der Gondel gleich bzw. ähnlich. Die horizontale Windnachführung des Maschinenhauses erfolgt durch frequenzgesteuerte elektrische Antriebe über mehrstufige Planetengetriebe. Die Richtungsverstellung der Gondel bewirkt, dass die Rotorblätter stets aus der Hauptwindrichtung angeströmt werden.

Getriebe:

Die meisten Windkraftanlagen sind heute noch mit regelbaren Getrieben ausgestattet, die die windabhängigen Rotordrehzahlen an die erforderlichen konstanten Drehzahlen der Generatoren angleichen. Da in diesen bis zu 50 t schweren Getrieben durch hohe Belastungen der Zahnräder Verlustwärme entsteht, erwärmt sich das Getriebeöl, was die Nutzungs-



dauer des Öls verkürzt und Serviceaufwand bedeutet. Deshalb ist das Einhalten der zulässigen Öltemperatur besonders wichtig.

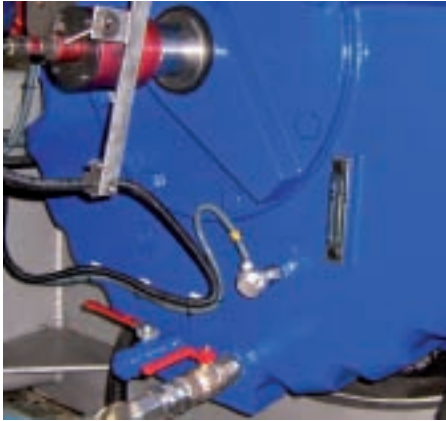


Bild: Deutsche Windtechnik Service

Zur Überwachung der Öltemperatur werden überwiegend Einschraubthermometer auf Pt100-Basis verwendet. Oftmals sind diese Einschraubsensoren in öldichter, jedoch gefederter Ausführung (Federweg bis zu 30mm) aufgebaut, um mögliche mechanische Abweichungen der Einbausituation oder Toleranzen vernachlässigen zu können.

Auch für diese Sensoren bietet EPHY-MESS optional Messumformer mit einem Ausgangssignal von 4-20 mA.

Heißes Öl bedeutet Wartungsaufwand, heiße Lager bringen Instandhaltungsaufwand mit sich. Damit es nicht zu ungeplanten Stillständen kommt, wird deshalb in modernen Windkraftanlagen neben der Überwachung der Öltemperatur meist auch eine Lagerüberwachung durchgeführt.

Lager:

Die Sensoren zur Lagerüberwachung sind in der Regel auf Pt100-Basis aufgebaut. Alternativ sind auch sehr dünne, flexible Folien-Pt100-Sensoren erhältlich, die an den Oberflächen der entsprechenden Einsatzstellen fixiert oder aufgeklebt werden können.

Vorteil dieser Lösung besteht in geringen Installationsaufwendungen ohne aufwendige, mechanische Bearbeitungen der Lager (z.B. Bohrungen), sodass sie sich auch zur Nachrüstung vorhandener Systeme anbietet.



Bild: Deutsche Windtechnik Service

Diese Lösung ist konstruktiv bedingt ungenauer und weniger robust als ein thermisch direkt mit dem Lager gekoppelter Temperatursensor. Deshalb sollten flexible Pt100-Sensoren nicht zur kontinuierlichen Messung der Lagertemperatur verwendet werden, sondern dienen z.B. temporär zum Überwachen von Oberflächentemperaturen an Getrieben bei Verdacht auf mögliche Lagerschäden.

Mit entsprechenden Auswerteeinrichtungen kombiniert, kann dies frühzeitig helfen, teure Folgeschäden zu vermeiden.

Für die Lagerüberwachung bieten sich besonders gut gefederte Einschraubfühler an, die eine gute thermische Kopplung zwischen der Sensortspitze und dem Außenring des Lagers ermöglichen. Dies wird durch Fühler mit Bajonettverschlüssen realisiert, deren Federdruck manuell einfach einstellbar ist. Zusätzlich können in gewissen Grenzen durch Verdrehen der Bajonettkappen auf den Federn auch mechanisch unterschiedliche Einbautiefen mit nur einem Sensor abgedeckt werden. Dies verringert den Lagerhaltungsaufwand durch reduzierte Typenvielfalt.

Eine ähnliche Funktionsweise haben Einschraubfühler mit gefedertem Messrohr, die bei größeren Einbaulängen besser als Bajonettfühler einsetzbar sind. EPHY-MESS-Kunden haben die Möglichkeit, absolut individuelle Lösungen zu erhalten: Die Länge des Sensorrohrs, die Größe des Einschraubgewindes (z.B. G 1/2", G 3/4"), die Ausführung des Fühlerkopfes (MA, EM-Kopf oder Kopf B) und auch die Anzahl der eingebauten Temperatursensoren ist kundenspezifisch zu definieren.

Selbstverständlich können auch hier feste Einschraubhülsen mit bereits montiertem Industriestecker verwendet werden.

Bremsen:

Zum Blockieren der Rotorblätter bei zu starkem Wind oder für Wartungszwecke dienen in der Regel hydraulische Bremsen. Vielfach übernehmen Kaltleiter die Temperaturüberwachung der Bremsbeläge, um Überhitzungen und damit einem eventuellen Bremsenausfall vorzubeugen; es werden aber auch Pt100-Sensoren in dieser Applikation verwendet.

Kaltleiter sind meist in schrumpfschlauchisolierter Ausführung aufgebaut, wobei die verwendeten Isolationsmaterialien an die möglichen auftretenden Temperaturen angepasst sein müssen! EPHY-MESS steht auch für diesen Anwendungsfall „Bremsen für Windkraftanlagen“ mit namhaften Unternehmen in Kontakt, die deutliche Weltmarktanteile besitzen.

Zulieferer weltmarktführender Windkraftanlagen-ausrüster und -hersteller

Für alle der vorgenannten Einsatzstellen fertigt EPHY-MESS entsprechende Temperatursensoren! EPHY-MESS liefert sowohl größere Stückzahlen für die Serienfertigung von Windkraftanlagen an OEM-Kunden, als auch kleinere Mengen für Service- oder Reparaturbedarf! Damit ermöglicht EPHY-MESS auch herstellerunabhängigen Serviceunternehmen, alle benötigten Temperatursensoren aus einer Hand in wirtschaftlicher Weise zu beziehen.

Künftige Entwicklungen auf breiter Erfahrungsbasis

Die Verknappung von Öl und Gas, aber auch neuere technische Entwicklungen tragen zum weiteren Wachstum der Windkraftbranche bei. Betriebssicherheit, Verschleißfestigkeit und Wirtschaftlichkeit für das Gesamtsystem sind mehr denn je gefordert, denn Stillstände und Reparaturen kosten viel.

Kurzgeschichte der Windkraft

La Cour, ein dänischer Meteorologe, war einer der ersten, als er vor 115 Jahren nicht nur Windstrom erzeugte, sondern diesen Strom, um seine Schule auch in windstillen Zeiten zu beleuchten, gleich in Form von Wasserstoff speicherte! 1920 zeigte Albert Betz, dass physikalisch bedingt nur maximal 59,3 % der Energie des Windes nutzbar sind. Seine Theorie zur Formgebung der Rotorblätter ist auch heute noch Grundlage für die Auslegung der Anlagen.



Bis zum 1. Weltkrieg wurden in Dänemark Dutzende von Windkraft-Kleinanlagen mit 25 kW Leistung und einem Rotordurchmesser von etwa 10 Metern gebaut. Dann verdrängte der Kohlestrom die Windtechnik. Die erste Ölkrise 1973 rüttelte die Erinnerung an die Windgeneratoren wieder wach. Als Kalifornien 1980 ein großes Windprogramm startete, explodierten die dänischen Exporte nach USA. Anders in Deutschland. Das deutsche Growian-Projekt sollte zu Beginn der achtziger Jahre den Sprung von der 100 kW- zur Drei-Megawattanlage ermöglichen. Flugzeugkonstrukteure bauten einen gigantischen Rotor mit 100 Metern Durchmesser. Der funktionierte jedoch nie richtig bis ein Maschinenbruch das Experiment endgültig scheitern ließ. Danach war die Windenergie in Deutschland für ein Jahrzehnt tot. Erst das Stromeinspeisungsgebot von 1991 sorgte für neuen Aufwind auch in Deutschland. Immer größere, leistungstärkere Anlagen mit verstellbaren Rotorblättern und variabler Drehzahl wurden und werden installiert. Nicht nur in Deutschland...

Die in Wiesbaden-Delkenheim in enger Zusammenarbeit mit den Anwendern entwickelten und gefertigten Produkte entsprechen höchsten Qualitätsanforderungen. Selbstverständlich lassen sich kundenspezifische Anforderungen wie z.B. an Länge und Durchmesser der Sensoren, Art und Länge von Anschlussleitungen, als auch an den Sensortyp (Pt100 / PTC / KTY / Bimetall) und Genauigkeiten (2-, 3- oder 4-Leiterschaltungen) problemlos realisieren.

Als Lieferant weltweit tätiger Unternehmen ist uns die Entwicklung der Windkrafttechnik seit Beginn der intensiven energiewirtschaftlichen Nutzung bekannt. Kaum ein anderer Temperatursensorik-Hersteller dürfte diese mehr als 15-jährige Erfahrung haben. Erfahrung reicht uns nicht: Wir kümmern uns auch um Entwicklungen der Zukunft: Für künftige Anwendungen intelligenter Temperatursensoren mit CAN-BUS-Anschluss ist EPHY-MESS gewappnet und hat bereits entsprechende Eigenentwicklungen durchgeführt.

Sollten Sie hierzu Interesse haben, bitten wir zur Abstimmung von näheren Details um Kontaktaufnahme mit uns.

Dipl.-Ing. (FH) Werner Hix
Projektmanager "Windkraft"
Tel.: 06122-9228-46
E-Mail: werner.hix@ephy-mess.de

Neu für automatisierte Temperaturüberwachung

Pt100-Lagerthermometer mit CAN-Interface

Das Lagerthermometer LT24CAN-1PT100 mit CAN-Interface erweitert die EPHY-MESS-Produktpalette um ein Sensormodul zur Temperaturerfassung. Als Kommunikationsschnittstelle dient ein CAN-Bus mit einem CANopen-Protokoll. Dies erlaubt einen universellen Einsatz in vielen Bereichen der Automatisierungstechnik. Die Verwendung des CANopen-Protokolls gewährleistet eine Kompatibilität von CAN-Bus-Geräten verschiedener Hersteller. Unterstützt werden High-Speed-Bus, Full-CAN-Controller, CAN 2.0A Telegramm-Spezifikation, 2.0B auf Anfrage. Die physikalische Ankopplung erfolgt nach ISO 11898, CANopen Protokoll nach DS-301 Version 4.02, Geräteprofil DSP-404 Version 1.2.

Die integrierte Elektronik ermöglicht eine Anbindung verschiedener Widerstandssensoren. Das Lagerthermometer LT24CAN-1PT100 wird standardmäßig mit einem Pt100-Fühler gebaut und erlaubt es, Temperaturen im Bereich zwischen -50°C und +200°C mit einer Auflösung von 0,01°C zu messen.

Die miniaturisierte Elektronik ist auf einer Platine von 20 x 42 mm aufgebracht. Diese wird in einem kompakten Lagerthermometer-Anschlusskopf mit dem Durchmesser von 24 mm komplett vergossen. Damit

kann dieses Sensormodul auch dort eingesetzt werden, wo große Temperaturänderungen, starke Erschütterungen bis 10 g sowie hohe Feuchtigkeit oder Spritzwasser vorkommen.

Die Schutzrohrlänge kann gemäß Kundenanforderung angepasst werden und eine verschiebbare Verschraubung ist auf Wunsch lieferbar.

Das Gerät ist für eine Spannungsversorgung mit 24V vorgesehen. Die Stromversorgung des Sensors und der Anschluss an den CAN-Bus erfolgen über einen 5-poligen M12-Rundsteckverbinder mit Verschraubung. Der LT24CAN-1PT100 befindet sich momentan in einer Testphase und wird voraussichtlich Mitte diesen Jahres in die Serienproduktion gehen.

Für Interessenten stehen detaillierte, technische Daten zur Verfügung.

Dipl.-Ing. (FH) Eugen Olejnik

F&E

Tel.: 06122-9228-0

E-Mail: eugen.olejnik@ephy-mess.de



Zum Nutzen von Feldbussystemen

Die Kommunikation von Sensoren und Aktoren über Feldbussysteme bietet folgende Vorteile:

- Geringerer Verkabelungs- und Montageaufwand (Kostensenkung)
- Einfache Erweiterung und Änderung von Regelungs-, Steuerungs- und Messaufgaben
- Entlastung der zentralen Steuerung durch die Vorverarbeitung des Messwertes im Sensor
- Durch den bidirektionalen Datenfluss wird das System diagnosefähig (Erhöhung der Zuverlässigkeit)
- Keine analogen Input/Output-Module für die Ankopplung der Sensoren mit der Steuerung notwendig

Für schnelle Montage und Demontage

Lagerthermometer mit Industrie-Steckerkopf

Das Einschraubwiderstandsthermometer mit Industriestecker ermöglicht eine besonders einfache Montage und hat sich in Windkraftanlagen bewährt. Der 3-polige Stecker ist gegen Verpolung zentriert und hat standardmäßig ein 1/2" Einschraubgewinde; andere Größen sind lieferbar: Für den Kabelabgang

dient eine PG11 Verschraubung. Durch Lösen einer Zentralschraube kann der Kopf vom eingeschraubten Sensor gelöst werden, ohne dass die Anschlussleitungen im Schaltschrank o.ä. abgeklemmt werden müssen.

Dieser sehr kompakte Temperaturfühler basiert auf einem standardisierten Pt100 oder Pt1000 Widerstandselement (gem. EN 60751), das zuverlässige und genaue Messungen liefert. Das Thermometer kann auf Wunsch

auch mit PTC oder KTY Sensorelementen gefertigt werden. Der Widerstandswert beträgt bei PT 100-Sensoren 100 Ohm bei 0°C und die Isolationsfestigkeit ist >200MOhm/500V. Der Anschluss kann in 2- oder 3-Leiterschaltung erfolgen.

Auch die Einbaulänge und der Hülsendurchmesser sind gemäß Kundenwunsch frei wählbar. Der Temperaturbereich am 28 x 28 mm messenden Sensorkopf darf zwischen -40...+125°C liegen, für die Fühlerspitze sind -40 bis +260°C möglich. Das Schutzrohr ist in VA-Edelstahl ausgeführt.

Kontakt:

Dipl.-Ing. (FH) Werner Hix

Projektmanager „Windkraft“

Tel.: 06122-9228-46

E-Mail: werner.hix@ephy-mess.de



I M P R E S S U M

Herausgeber

Dipl.-Kfm. Andreas Becker
Geschäftsführer

EPHY-MESS

Gesellschaft für Elektro-Physikalische
Messgeräte mbH

Berta-Cramer-Ring 1
D 65205 Wiesbaden-Delkenheim
Tel. ++49 (0) 6122-9228-0
Fax ++49 (0) 6122-9228-99
info@ephy-mess.de
www.ephy-mess.de

Redaktion & Gestaltung

mbk Marketing-Beratung Kuchenmeister GmbH
D 97200 Höchberg
Tel. ++ 49 (0) 931-40 670-0
info@mbkgmbh.de

Quelle Bildmaterial

Deutsche Windtechnik Service GmbH & Co. KG