

Auf der sicheren Seite

Anlagensicherheit im Ex-Bereich beim Betrieb magnetgekuppelter Pumpen

Wenn bei magnetgekuppelten Pumpen mit metallischen Spalttöpfen die zulässige Temperatur überschritten wird, ist die Spalttopfoberfläche eine mögliche Zündquelle, da der Spalttopfbereich in Pumpen mit Standard-Wälzlagerung nicht hermetisch dicht gegen die Atmosphäre abgedichtet ist. Unzulässige Temperaturen im Zentrum der Magnete werden von PT 100-Sensoren meist nicht erkannt. Ein neues Überwachungssystem löst das Problem.



Harry Schommer, Dickow Pumpen

Die Richtlinie 94/9/EG befasst sich mit der Sicherheit nicht elektrischer Maschinen im Ex-Bereich, wobei die betrachteten Pumpen in den Bereichen der Kategorien 2 und 3 eingesetzt werden. Es soll sicher gestellt werden, dass beim Betrieb dieser Pumpen keine Zündgefahren durch unzulässige Oberflächentemperaturen entstehen. Beim Einsatz von Pumpen im Ex-Bereich sind, abhängig von der Temperaturklasse, die zulässigen Oberflächentemperaturen festgelegt (Tabelle Bild 2). Der Betreiber muss sicherstellen, dass diese Temperaturen auch bei möglichen Betriebsstörungen nicht überschritten werden. In hermetisch dichten Pumpen mit $\Delta T_{Sp,Produkt} = \Delta T_{H_2O}$ Magnetkupplung und metallischen Spalttöpfen entstehen im Betrieb Wirbelströme, die sich in Wärme umsetzen und zu einem entsprechenden Temperaturanstieg des Fördermediums und der Spalttopfoberfläche führen. Ein interner Zirkulationsstrom führt den Großteil dieser Wärme ab und verhindert eine unzulässige

T ₁	450°C
T ₂	300°C
T ₃	200°C
T ₄	135°C
T ₅	100°C
T ₆	85°C

2: Maximal zulässige Oberflächentemperatur T_{zul} für die Temperaturklassen

Temperaturerhöhung im Spalttopfbereich während des normalen Betriebes.

Zahlreiche Messungen an Pumpen mit verschiedenen Baugrößen, Rotordurchmessern, Spalttopfwerkstoffen und Drehzahlen haben ergeben, dass eine direkte Beziehung zwischen dem Förderstrom Q, der Magnetverlustleistung P_V und der Temperaturerhöhung ΔT_{Sp} im Spalttopf besteht. Diese Zusammenhänge sind in Bild 3, bezogen auf die Förderung von 20 °C warmem Wasser, dargestellt. Die tatsächliche Temperaturerhöhung im Spalttopf ($\Delta T_{Sp,Produkt}$) bei Förderung anderer Medien errechnet sich dann

$$\frac{\text{spez. Wärme H}_2\text{O}}{\text{spez. Wärme Produkt}} \cdot \frac{\text{Dichte H}_2\text{O}}{\text{Dichte Produkt}}$$

produktbezogen nach obiger Formel. Mit der bekannten Betriebstemperatur PT ergibt sich dann die Spalttopftemperatur:

$$T_{Sp,Produkt} = PT + \Delta T_{Sp,Produkt}$$

Die Spalttopftemperatur T_{Sp} ist die maximal auftretende Oberflächentemperatur im Bereich der Pumpe und darf im Ex-Bereich die zulässigen Werte (Bild 2) abzüglich eines festgelegten Sicherheitszuschlages ΔT_s nicht überschreiten. Der Sicherheitszuschlag beträgt für die Temperaturklassen T_{1,2} = 10 °C und für die Klassen T_{3/6} = 5 °C.

Für den normalen Betrieb gilt gemäß ATEX 100a:

$$T_{Sp,Produkt,zul} = PT + \Delta T_{Sp,Produkt} \leq T_{zul,KI1/6} - \Delta T_s$$

Kann der Betreiber auf Grund der betrieblichen Gegebenheiten die Einhaltung der zulässigen Spalttopftemperatur nicht garantieren, müssen geeignete Maßnahmen getrof-



1: Mehrstufige Gliederpumpe mit „MAG-SAFE“ Überwachung zur Auslagerung von Propan/Butan im Raffineriebetrieb

fen werden, die bei Betriebsstörungen einen unzulässigen Temperaturanstieg sicher verhindern.

Temperatur sicher erfassen

Die üblichen, in magnetgekuppelten Pumpen außerhalb der Magnete angeordneten PT100-Temperaturfühler sind als Trockenlaufschutz nicht geeignet. Unzulässige Temperaturen im Zentrum der Magnete werden auf Grund der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Spalttopfmateri als vom PT100 nicht erkannt. Abhilfe verspricht die Temperaturüberwachung Mag-Safe. Diese überwacht die Temperatur direkt an der Wärmequelle, indem sie die tatsächlichen, zwischen den Magneten entstehenden Temperaturen an der Spalttopfoberfläche nach dem Wirkungsprinzip eines Thermoelements erfasst.

Temperaturanstieg bei Störungen vermeiden

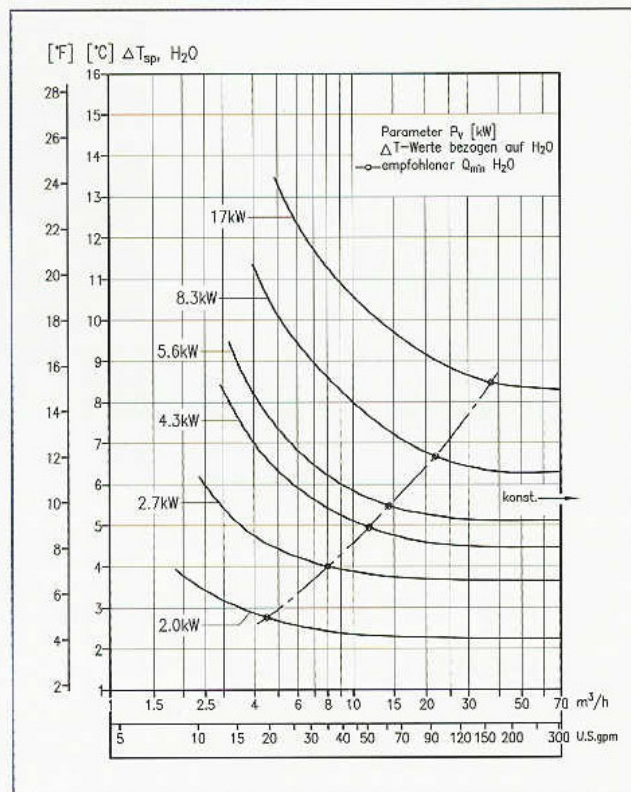
Unzulässige Spalttopftemperaturen können u.a. bei folgenden Betriebszuständen ausgelöst werden:

- Unterschreitung des Mindestförderstromes
- Verstopfen der Zirkulationskanäle
- Abreißen der Magnetkupplung
- Trockenlauf bei leerer Pumpe

Bild 4 zeigt den Temperaturverlauf in einer Chemienormpumpe (Baugröße 50/200, 2900 1/min, Kupplungsverlustleistung 3,0 kW, Fördermedium Wasser). Bei Beurteilung des Temperaturverlaufes ist zu beachten, dass der durch den Magnestraum flie-

Bende Teilstrom in dieser Pumpe nur von der Geometrie der Rückenschaufeln am Rotor und der Drehzahl abhängig ist. D.h. unabhängig vom jeweiligen Förderstrom und der Förderhöhe fließt ein konstanter Zirkulationsstrom, der die Verlustwärme aufnimmt und in den Hauptförderstrom leitet. Da sich die Magnetverlustleistung einer gegebenen Magnetkupplung während des Betriebes mit konstanter Drehzahl nicht ändert, ergibt sich im Bereich rechts vom Mindestförderstrom eine nahezu konstante Temperaturerhöhung ΔT . Bei Unterschreitung des Mindestförderstromes oder dem Betrieb gegen geschlossenen Druckschieber steigen die Temperaturen jedoch erheblich an und können die zulässigen Werte überschreiten.

3: Temperaturerhöhung, Magnetverlustleistung



Der Ausfall des Kühlstromes zur Abfuhr der Magnetverlustleistung, z.B. auf Grund verstopfter Zirkulationskanäle des internen Kühlstromes, führt ebenfalls zu unzulässigen Temperaturerhöhungen.

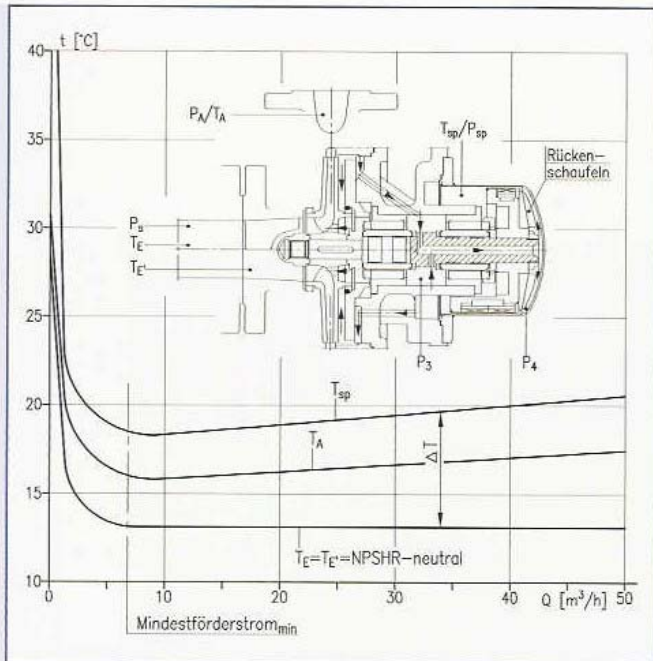
Beim Abriss der Magnetkupplung (Dekupplung), z.B. durch Überlastung, kommt der innere Rotor nahezu zum Stillstand, der interne Kühlstrom fällt aus, während der äußere Rotor mit dem Antriebsmotor synchron weiter läuft und den Spalttopf durch die unverändert vorhandenen Wirbelströme unzulässig aufheizt.

Bei Trockenlauf, d.h. beim Betrieb der Pumpe ohne Befüllung mit Fördermedium, kommt es innerhalb kürzester Zeit zu einem erheblichen Temperaturanstieg an der Spalttopfoberfläche im Zentrum der Magnete (Bild 5, T_1), da keine Wärmeabfuhr durch den Kühlstrom bzw. das Fördermedium vorhanden ist. Der Temperaturanstieg ist wiederum abhängig von der Magnetverlustleistung. Bild 5 zeigt, dass bei 2 kW Verlustleistung bereits nach 30 Sekunden $420^\circ C$ erreicht werden. Es ist deutlich zu sehen, dass die üblichen, außerhalb der Magnete angeordneten PT100-Temperaturfühler – auch wenn sie für Oberflächentemperaturmessung ausgelegt sind – als Trockenlaufschutz nicht geeignet sind. Unzulässige Temperaturen im Zentrum der Magnete werden auf Grund der schlechten Wärmeleitfähigkeit des Spalttopfmateri als vom PT100 nicht erkannt.

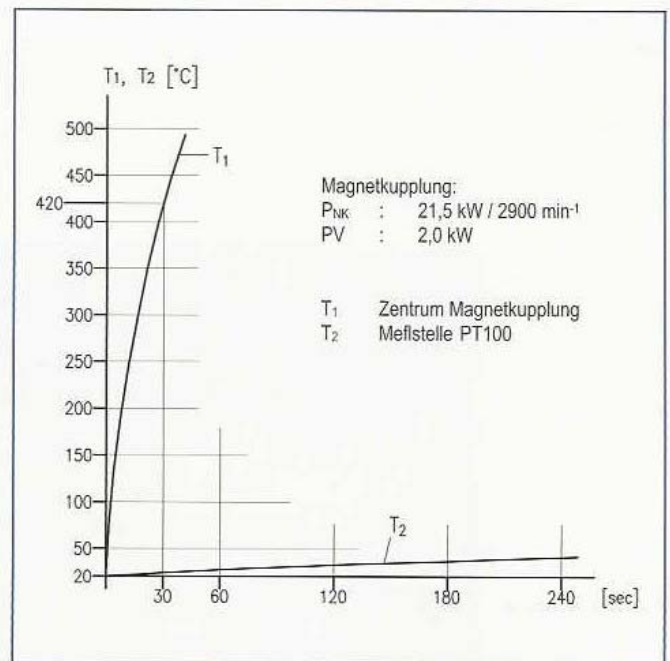
Abhilfe verspricht die Temperaturüberwachung Mag-Safe (Bild 6). Diese überwacht die Temperatur direkt an der Wärmequelle, indem sie die tatsächlichen, zwischen den Magneten entstehenden Temperaturen an der Spalttopfoberfläche nach dem Wirkungsprinzip eines Thermoelements erfasst und in ein lineares Ausgangssignal von 4 bis 20 mA umwandelt. Über einen entsprechenden Grenzwertgeber lässt sich jede gewünschte Abschalttemperatur im Bereich zwischen -50 und $250^\circ C$ einstellen. Unzulässige Oberflächentemperaturen am Spalttopf beim Einsatz im Ex-Bereich sind somit ausgeschlossen.

Das Überwachungssystem zeichnet sich gegenüber den herkömmlichen PT100-Sensoren durch folgende Merkmale aus:

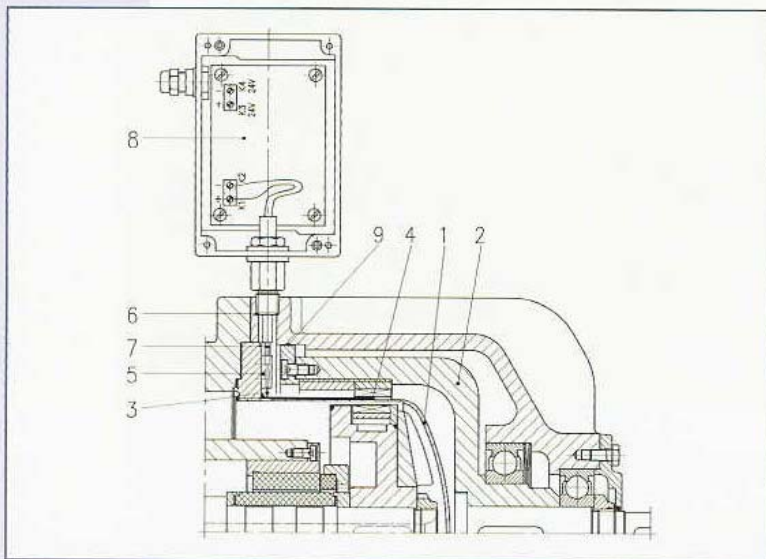
- Extrem schnelle Reaktion auf alle auftretenden Temperaturerhöhungen (Bild 5), d.h. rechtzeitige Abschaltung auch bei Trockenlauf. In Verbindung mit diamantbeschichteten Gleitlagern, die durch ihre Notlaufeigenschaften Trockenlaufsituationen bis zur Aktivierung des Mag-Safe ohne Probleme überstehen, ist hier ein zuverlässiger Schutz gegen Gleitlagerschäden gegeben.
- Da der Spalttopf mit den darin induzierten Wirbelströmen die eigentliche Wärmequelle



4: Temperaturverhalten im Betrieb



5: Spalttopf Temperatur, Trockenlauf Magnetkupplung: P_{NK}:21,5 kW / 2900 min⁻¹; P_V:2,0 kW; T₁Zentrum Magnetkupplung; T₂ Messstelle PT100



6: Temperaturüberwachung „MAG-SAFE“ mit Thermoelement.

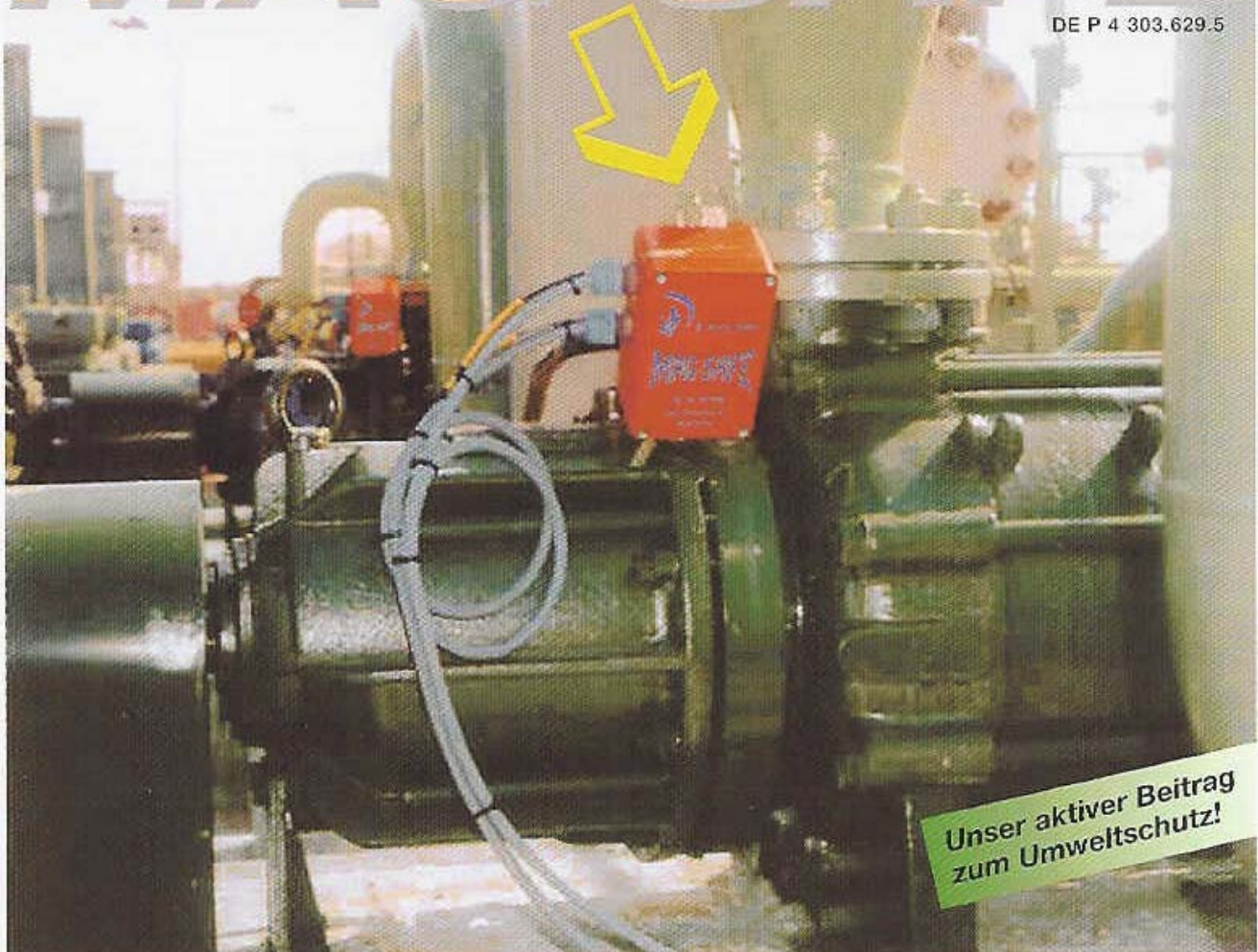
- 1: Spalttopf;
- 2: treibender Magnet; 3: Verbindungsdraht; 4: Thermoelement;
- 5: Anschlussbuchse; 6: Gewindebohrung zur Aufnahme des Anschlusssteckers; 7: Anschlussstecker;
- 8: Verstärker, Ausgang 4–20 mA; 9: Anlaufsicherung

darstellt, wird eine Temperaturveränderung bereits registriert, bevor sie sich auf die Temperatur des Fördermediums im Spalttopf auswirkt. Siedepunktüberschreitungen bei korrekt eingestellter Grenztemperatur sind somit ausgeschlossen. Die einzustellende Grenztemperatur, um beim Fördern leicht siedender Medien Dampfbildung im Spalttopfbereich zu vermeiden, ermittelt sich aus der Dampfdruckkurve des Fördermediums und dem zu erwartenden Druck im Spalttopf und liegt in der Regel unterhalb der für den Ex-Schutz maßgebenden Grenztemperatur.

- Bei ausgeschlagener Wälzlagerung, als Folge von Verschleiß bzw. Mangelschmierung, rotiert der treibende Magnet 2 (Bild 6) auf Grund der vorhandenen Restunwucht exzentrisch, schert den Verbindungsdraht 3 ab und setzt die Antriebsmaschine still bevor die Anlaufsicherung 9 am Lagerträger anlaufen kann. D.h. die Pumpe wird sicher abgeschaltet, bevor es zu einer Beschädigung des Spalttopfes kommt.

[®] DICKOW MAG SAFE[®]

DE P 4 303.629.5



Die ultimative Überwachung magnetgekuppelter Pumpen

- Erfasst Spalttopfoberflächentemperatur direkt im Zentrum der Magnete.
- Verhindert unzulässige Temperaturerhöhung und Siedepunktüberschreitung im Magnetbereich.
- Schützt vor trockenlaufbedingten Gleitlagerschäden und Überhitzung der Magnetkupplung.
- E Ex ib II CT 4, ATEX-zugelassen für Einsatz im EX-Bereich.

Bitte fordern Sie unsere ausführlichen technischen Unterlagen an.



[®] DICKOW
PUMPEN

Dickow Pumpen KG
Siemensstraße 22, D-84478 Waldkraiburg
Telefon 086 38/602-0, Fax 086 38/602-200
E-Mail: verkauf@dickow.de · export@dickow.de
Internet: <http://www.dickow.de>

