Von der Anfrage bis zum passenden Motor-Konzept

Pumpenmotor für die Bilge

Bei der Auslegung von Elektromotoren kann ein spezifischer Bedarf schnell über die Möglichkeiten von Normmotoren mit bestimmten Standardparametern hinausgehen. Dann sind Antriebe gefragt, die auf die jeweilige Anwendung und Einbausituation passgenau zugeschnitten sind. Elektromotorenhersteller BEN Buchele ist auf Sondermaschinen spezialisiert und zeigt im vorliegenden Anwenderbericht auf, wie ein Pumpenmotor auf einem Schiff für das Abpumpen der Bilge bei Überflutungen konzipiert wurde.

Die Anfrage des Schiffbauers an BEN Buchele lautete wie folgt: Er benötigt einen Elektromotor für eine Pumpe, die eingedrungenes Wasser aus dem Maschinenraum des Schiffs zügig wieder abpumpt. Weitere Angaben, die der Kunden zum Motor machte, waren die Leistung mit 36 kW und eine Drehzahl von 3.600 Umdrehungen. Als Betriebsart wurde S1 Dauerbetrieb genannt, da der Motor, wenn größere Wassermengen herauszupumpen sind, auch permanent im Einsatz ist. Zudem wurde die Schutzart IP68 gefordert, d. h. der Motor sollte absolut dicht sein, da auch der Motor selbst einmal im Wasser stehen könnte und daher unterwassertauglich sein sollte.

Leistungsstarker Motor für den Notfall

Dass Wasser in den Schiffsrumpf eindringt und sich am tiefsten Punkt – in der Bilge – sammelt, ist normal, z. B. wenn in raueren Gewässern einzelne Wellenbrecher über das Deck schwappen. Es gibt immer offene Bereiche eines Schiffs, z. B. bei Fähren oder Frachtern, über die das Wasser dann unter Deck gelangt. Bei heftigeren Überflutungen ist eine Pumpe vonnöten, um das Wasser schnell wieder herauszupumpen. Dieser Umstand impliziert einen weiteren Aspekt, der für die Auslegung des Motors wichtig ist: Der Motor ist nicht in ständigem Gebrauch, sondern wird nur für den Notfall benötigt. Bei Neuaufträgen ist es für BEN Buchele wichtig, sämtliche Parameter und Einflussfaktoren abzufragen, die für die Auslegung relevant sein könnten. So wurde nachgehakt, wie häufig solche Überflutungen vorkommen können. Zu quantifizieren sind solche Fälle nicht, da es wetter- und ortsabhängig ist, wie häufig und heftig sich Überschwemmungen ereignen. Deutlich wurde auf Nachfrage jedoch, dass wenn ein solcher Notfall eintritt, der Motor seine volle Leistung im Dauerbetrieb fahren können muss – inklusive der geforderten Leistungsparameter, der Schutzart und der Abführung von entstehender Wärme im Dauerbetrieb.

Bild 1) In rauer See können größere Wassermassen über das Deck schwappen und in den Schiffsrumpf gelangen. Zum Abpumpen wird ein leistungsstarker Motor benötigt, der im Notfall den Pumpenbetrieb auch noch verrichten kann, wenn er selbst unter Wasser steht. Bild: ©Image'in/stock.adobe.com

Ein weiterer wichtiger Aspekt, den das Team von BEN Buchele kennen musste, war die Einbaulage des Motors. Üblich ist bei einem Pumpenmotor eine waagerechte Einbaulage direkt an der Pumpe; es handelt sich hier um Tauchpumpenmotoren. In diesem Fall hat der Kunde jedoch einen senkrechten Einbau mit der Welle nach unten vorgesehen. Diese Variante ist vorteilhaft für einen lüftergekühlten Motor, den BEN Buchele so in die engere Auswahl für die Auslegung ziehen konnte
Die zentrale Herausforderung bei der Auslegung ist letztlich die mögliche Überflutung des Motors, der auch im Idealfall noch unter Wasser den Pumpenbetrieb verrichten soll.
BEN Buchele hat dem Schiffbauer drei Motorvarianten für seinen Anwendungsfall vorgeschlagen:

Sicher, leistungsstark und kompakt: der wassergekühlte Motor

Die eleganteste und sicherste Lösung ist ein wassergekühlter Motor, der sehr kompakt ist und damit wenig Bauraum beansprucht, dabei aber über eine hohe Leistung verfügt und dank der Wasserkühlung keine Wärme an die Umgebung abgibt. Ein solcher Motor ist gegen eindringendes Wasser rundum geschützt und verrichtet seinen Betrieb auch unter Wasser weiter zuverlässig. Nötig ist bei einem wassergekühlten Motor immer ein Kühlaggregat, das ein wenig mehr Kosten und Aufwand bedeutet. Vorgeschlagen wurde, den Motor in eine bestehende Wasserzirkulation an Bord mit einzubinden, was den Aufwand etwas verringert. Ebenso ist es möglich, den Motor an ein bestehendes Hydrauliksystem mit anzuschließen, sodass der Motor mit Öl gekühlt werden kann. In diesem Fall würde der Motor etwas weniger Wärme abführen, da das Öl bereits eine gewisse Vorlauftemperatur im System hätte und nicht mehr so viel Temperatur aufnehmen könnte. Entsprechend müsste der flüssigkeitsgekühlte Motor für die gewünschte Leistung etwas höher ausgelegt werden.

Bild 2) Wassergekühlte Motoren sind sehr kompakt und leistungsstark und können auch unter Wasser noch arbeiten und den Pumpenbetrieb aufrechterhalten. Sie benötigen allerdings ein zusätzliches Kühlaggregat.
©BEN Buchele Elektromotorenwerke GmbH

Hoher Materialeinsatz bei unbelüftetem Motor

Alternativ ist der Einbau eines unbelüfteten Motors möglich, der durch die umgebende Luft oder im Schiff auch Feuchtigkeit und Wasser Wärme abführt. Unbelüftete Motoren sind jedoch um einiges größer – für diese Anforderungen ist eine Baugröße 280 vonnöten, die viel Materialeinsatz und damit höhere Kosten bedeutet. Zudem funktioniert die Kühlung durch die Umgebungsluft nicht so gut wie ein Lüfter oder die Wasserkühlung, zumal in einem Maschinenraum auch höhere Temperaturen herrschen können. Da die Umgebungstemperatur seitens des Kunden jedoch mit 45 Grad Celsius angegeben wurde, zog BEN Buchele auch den unbelüfteten Motor in Erwägung.

Luftgekühlter Motor mit Rutschkupplung

Möglichkeit drei ist ein deutlich kleinerer Motor der Baugröße 200 mit integriertem Lüfter. Diese Variante ist insgesamt die günstigste Lösung für den Pumpenmotor. Anhand des Massenträgheitsmoments, also der Welle mit Rotor, der bewegten Masse, lässt sich einschätzen, wie groß ein Motor ist. Bei der Baugröße 200 ergibt sich nur noch ein Drittel des Massenträgheitsmoments einer Baugröße 280. Das spart Kosten.

Riskant ist jedoch der Lüfterbetrieb, wenn das Wasser zu hoch steigt. Zwar befindet sich laut Einbausituation der Lüfter oberhalb des Motors und wird vom Wasser zum Schluss erreicht, jedoch muss der Lüfter im Ernstfall gegen den hohen Widerstand des Wassers arbeiten und würde Verluste in den Motor einbringen. Der Motor könnte trotz umgebenden kalten Wassers überhitzen und ausfallen. Um dieses Szenario zu verhindern, hat BEN Buchele eine Motorvariante mit Lüfter und einer sogenannten Rutschkupplung erdacht. Eine Rutschkupplung ist eine Sicherheitseinrichtung, beispielsweise bei Transportbändern, dass, wenn Kräfte auftreten, die ein störungsfreies Weiterdrehen des Motors beeinträchtigen, die Rutschkupplung auskuppelt und den Motor vor Überhitzung bewahrt.
Beim lüfterbetriebenen Motor wird die Kupplung zwischen Welle und Lüfter platziert.
Sie verfügt über Reibflächen, die einen gewissen Widerstand haben. Wenn der Gegenwiderstand durch den Lüfter, der im Wasser zu drehen versucht, zu groß wird, also ein gewisses Drehmoment erreicht wird, gleiten die Reibflächen auseinander und der Lüfter wird ausgekuppelt. Der Motor kann ohne Lüfter weiterlaufen – kühlend wirkt in dem Moment das umgebende Wasser. Da Rutschkupplungen Standardprodukte sind, bleibt der luftgekühlte Motor nicht zuletzt aufgrund der geringeren Baugröße und des entsprechend geringeren Materialeinsatzes auch mit der Zusatzfunktion Rutschkupplung preislich attraktiv.

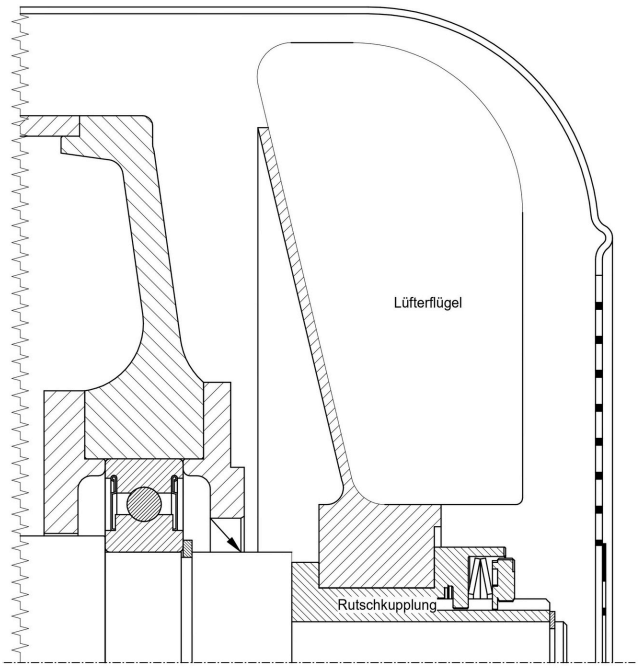

Bild 3)

Bild 4)

Bei einem lüftergekühlten Motor kann zwischen Welle und Lüfter eine Rutschkupplung (Bild 4) integriert werden, die den Lüfter abkoppelt, wenn durch steigendes Wasser der Widerstand für den Lüfterbetrieb zu groß wird. Bild 3) ©BEN Buchele Elektromotorenwerke GmbH;
Bild 4) ©Chr. Mayr GmbH + Co. KG

Zusätzliche Sicherheitseinrichtungen

Zwei zusätzliche Tools zur Sicherheitsüberwachung sind Bestandteil jedes Motors dieser Schutzart (ab IP56): eine Stillstandsheizung und ein Thermofühler. Zwar sind die Motoren dank ihres Gehäuses luft- und wasserdicht (das robuste Gehäuse aus Grauguss ist zudem resistent gegenüber Salzwasserkontakt und salzhaltiger Luft), jedoch besteht dennoch die Möglichkeit, dass Feuchtigkeit eindringen und zu Wicklungsausfällen führen kann.
Die Stillstandsheizung bewirkt, dass der Motor, auch wenn er nicht läuft, gewärmt wird und so die Bildung von Kondensat verhindert wird. Darüber hinaus ist ein Thermofühler in jedem Motor integriert, der die Wicklung vor Überhitzung schützt. Er reagiert bei 155 Grad Celsius und sorgt für eine Unterbrechung, sodass der Motor ausschaltet.
Für den Schiffbauer galt es, zwischen Sicherheitsanforderungen, örtlichen Gegebenheiten, Installationsaufwand und nicht zuletzt Kosten abzuwägen, welche Motorvariante sich für den Notfallbetrieb des Pumpenmotors am besten eignet. Die Entscheidung ist letztlich für das Konzept des lüftergekühlten Motors mit integrierter Rutschkupplung gefallen, das angesichts des eher seltenen Notfallbetriebs des Motors den Anforderungen technisch und wirtschaftlich am besten gerecht wird.