Motoren in Marine-Anwendungen

Unerschütterlich: schockfeste Elektromotoren

Schockfestigkeit im Schiffsbereich: Dies ist ein Unterwassermotor für eine Tauchtiefe von bis zu 10 m in einem Zeitraum von bis zu vier Tagen. Er soll für den Antrieb einer Törnmaschine eingesetzt werden, die als Antriebsmaschine eine größere Hauptmaschine in eine Anfangsdrehbewegung versetzt. Gefordert war kundenseitig eine Schockfestigkeit von 100g, jedoch keine Funktionsfähigkeit nach Schockeinwirkung. Alle Bauteile des Motors wurden aus Stahl gefertigt und sind mit hochfesten Schrauben befestigt.

Sondermotoren haben bei uns häufig Heavy-Duty-Anforderungen für raue Umgebungsbedingungen, wie Schmutz, extreme Temperaturen oder Vibrationen und Stöße. Besonders herausfordernd für Motoren sind Schocks, die eine kurzzeitige hohe Belastung auf das System und damit auch den Motor ausüben. Der Motor muss sehr stabil sein, um der Belastung standzuhalten, sodass keine Teile abbrechen oder der Motor vollständig ausfällt. Worauf es bei der Auslegung von schockfesten Motoren ankommt, beschreibt dieser Blogbeitrag.

Die Schockfestigkeit eines Motors wird über die g-Kräfte definiert, die der Motor unter Schockeinwirkung aushalten muss. Erschütterungen, Stöße und Schläge erzeugen teils hohe g-Kräfte, ein Vielfaches der Erdbeschleunigung. Je nach Anwendung und Branche müssen Elektromotoren entsprechend ausfallsicher ausgelegt sein, damit sich durch diese Krafteinwirkung keine Bauteile lösen oder Funktionen beeinträchtigt werden.

Schockfestigkeitskategorien

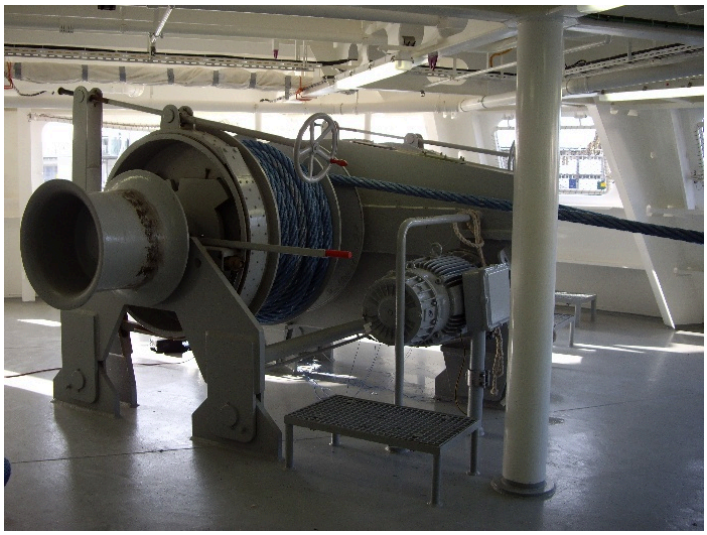
Wir klassifizieren schockfeste Motoren in drei Kategorien – Standard, mittlere Belastung und hohe Belastung – und konstruieren die Motoren entsprechend robust. Im Standardbereich, der Belastungen bis 15g bei einer Dauer von sechs oder zwölf Millisekunden umfasst, sind keine Sondermaßnahmen nötig. Unsere Graugussmotoren werden inklusive aller Bauteile, wie Lager oder Flansche, bereits so stabil konstruiert, dass sie der Beanspruchung sicher standhalten.

In mittleren Bereich von 15 bis 25g (bei gleicher Dauer) werden bessere, hochfeste Schrauben verwendet, um alle Bauteile zusammenzuhalten. Darüber hinaus wird die Wicklung als Herzstück des Motors mit verbesserten Materialien behandelt und geschützt, sodass die erhöhten Schockbelastungen keinen Einfluss auf die einzelnen Drähte nehmen.

Maßnahmen für Motoren, die eine Schockfestigkeit von mehr als 25g benötigen, werden individuell geprüft. In der Regel kommt hier Sphäroguss für Gehäuse und Bauteile zum Einsatz, das aus einem Kugelgraphit besteht und aufgrund seiner Struktur plötzliche Stöße besser dämpfen und ableiten kann, ohne zu brechen. Auch Stahlteile aus hochfestem Stahl werden teilweise genutzt. Zusätzlich können Sonderlager, wie Zylinderrollenlager gewählt werden, um auch hier mehr Stabilität zu gewährleisten. Die gesamten Spezifikationen müssen bei derlei Belastungen für die Materialwahl berücksichtigt werden: Betriebsart, Laufzeit, Drehzahl etc.

Beispielbranchen Marine und Stahlindustrie

Im **Schiffsbereich** erhalten wir häufig die Anforderung schockfester Motoren, sowohl für Mooring- und Ankerwinden als auch für Pumpenmotoren an oder unter Deck. Schockfestigkeit wird von Schiffsgesellschaften anhand bestimmter Normen vorgegeben, um im Ernstfall bei einem Beschuss o.Ä. Sicherheit an Bord zu gewährleisten. Die Maßgabe ist, dass sich bei einer Schockeinwirkung keinerlei Bauteile lösen und umherfliegen dürfen; es geht dabei weniger um den Erhalt der Funktionsfähigkeit der Motoren. Bei kleineren Schiffen, wie Patrouillenbooten oder Versorgerschiffen, sind die Anforderungen an die Schockfestigkeit geringer (ca. 15 bis 20g); auf Kundenwunsch fertigen wir Motoren aber auch bei diesen Standardwerten aus Sphäroguss, um eine erhöhte Sicherheit zu gewährleisten. Bei großen Fregatten ist häufig eine Schockfestigkeit von bis zu 100g gefordert, bei der wir individuell prüfen, welche Materialien, Schrauben und Lager für den jeweiligen Motor infrage kommen.



Schockfester BEN-Motor neben der Seilwinde eines Schiffes

In der **Stahlindustrie** liefern wir z. B. schockfeste Motoren, die große Schmiedehämmer zur Stahlbearbeitung antreiben. Hier geht es nicht um punktuelle Schocks, sondern um permanente Stöße, die dauerhaft auf das ganze System und damit auch die Motoren übertragen werden. Die g-Kräfte werden hier mit 30g angegeben, sodass wir höchste Vorkehrungen treffen, Sphäroguss für alle umhüllenden Bauteile nutzen, verstärkte Lager einbauen und ggf. die Festigkeit der Schrauben erhöhen. Wichtig ist in Anwendungen mit permanenter Schockbelastung, nicht nur ein Auseinanderbrechen des Motors zu verhindern, sondern eine dauerhafte Funktionsfähigkeit des Motors gewährleisten.

Schockprüfungen

Auf Kundenwunsch führen wir Prüfungen für die Schockfestigkeit von Motoren durch. Beispielhaft sei hier die Prüfung für einen Schiffsausrüster erwähnt, für den wir gemeinsam mit einem zertifizierten Prüfinstitut einen Motor der Baugröße 225 schocken ließen und die Auswirkungen auf kritische Stellen überprüften – z. B. am Guss, an den Schraubenverbindungen oder an den Stahlteilen.

Im Normalfall wirken Schocks aus drei Richtungen auf ein Objekt ein, sodass Klassifikationsgesellschaften die maximalen g-Kräfte aus drei Richtungen angeben: vertikal, transversal und longitudinal. Vertikal waren in unserem Beispiel 39g gefordert, transversal 26g und longitudinal 20g, eine mittlere bis höhere Belastung. Ausgelegt wurde der Motor mit Sphäroguss und Stahlbauteilen. Wir bauten ein Prüfgestell, auf dem der Motor eingehängt und über eine Dreheinrichtung in sämtliche Lagen gebracht wurde, um aus den drei verschiedenen Richtungen zu schocken. Das bedeutete, dass der Motor auf dem Gestellt hochfuhr und mit Kraft dann nach unten fiel, um die g-Kräfte nachzuempfinden. Der Test brachte noch einmal wertvolle praktische Erkenntnisse, die unsere Auslegepraxis bestätigten. Für andere Baugrößen und g-Kräfte führen wir auf Kundenwunsch gerne weitere Schockprüfungen durch.