



Technologie

Special: Stäbe, Viertelschale und Zylinder

Hersteller und Designer haben die Turmproduktion für neue Nabhöhen und schnellen Windparkbau vorbereitet.

Foto: Max Bögl Wind AG/ A. Mayr

Europas Windszene in Kopenhagen

Beim Branchentreffen Wind Europe geht es Anfang April um Lieferketten, Genehmigungen und vieles mehr. | 40

Lichtwellen fürs Monitoring

Anfällige Blattlager von Senvion-Turbinen können jetzt mit speziellen optischen Fasern überwacht werden. | 42

Impulsdämpfer: Schutz vor wirbelerregten Querschwingungen

Wachsende Nabenhöhen beantworten Turmbauer mit Beton-Stahl-Hybridkonzepten – oder Turbinenbauer wie Projektierer gleichen verbleibende Instabilitäten reiner Stahltürme mit Schwingungstilgern aus. Sie empfehlen jetzt Impulsdämpfer. Warum?

» **Lukas Schneider:** Schwingungstilger und Impulsdämpfer werden hauptsächlich für reine Stahltürme verwendet, da diese kleine Strukturdämpfungen aufweisen und daher anfällig für wirbelerregte Querschwingungen sind. Dieses Strömungsphänomen ist von Schornsteinen bekannt, wird bei Windrädern aber erst in jüngster Zeit relevant. Es tritt zwar nur selten auf, kann aber zu extremen Turmschwingungen führen. Impulsdämpfer sind per se besser für extreme Schwingungen geeignet, da Anschläge Teil des Konzepts sind und die Masse nur kurze Wege zurücklegt. So können Impulsdämpfer das Windrad vor wirbelerregten Querschwingungen effektiv schützen, ohne sich selbst zu beschädigen.

Warum treten diese wirbelerregten Querschwingungen gerade in dieser technologischen Entwicklungsphase so vermehrt auf?

» **Lukas Schneider:** Die wirbelerregten Querschwingungen führen zu sinusförmigen Kräften auf den Windradturm. Die Frequenz dieser Kräfte wird durch die Windgeschwindigkeit und das Turmdesign, das heißt den Verlauf des Turmdurchmessers und der Biegeeigenfrequenzen bestimmt. Mit höheren und weichen Türmen sinken die Biegeeigenfrequenzen des Turms, wodurch wirbelerregte Querschwingungen häufiger und länger auftreten können. Impulsdämpfer stören und dämpfen dieses Schwingverhalten und verhindern somit eine unerwünschte zusätzliche Schädigung des Turms durch extreme Schwingungen.

Die Impulsdämpfer sind wesentlich kostengünstiger, so werben Sie. Warum?

» **Lukas Schneider:** Impulsdämpfer bauen konzeptbedingt wesentlich kompakter. Im Gegensatz dazu benötigen Schwingungstilger auch Pendelstangen, Lager, Dämpfereinheiten und Federn, die besonders bei großen Zyklenzahlen gut ausgelegt werden müssen. Wegen der großen Turmamplituden bei wirbelerregten Querschwingungen sind Endanschläge erforderlich. Der Impulsdämpfer von ESM besteht lediglich aus einer Masse, die auf Reibfüßen gleitet und die nach einem kurzen Weg in Endanschläge einfedert und gebremst wird. Zusätzlich kann der Impulsdämpfer so ausgeführt



„Bei großen Turmbewegungen kann der Impulsdämpfer seine Vorteile ausspielen.“

Lukas Schneider,
Abteilungsleiter
Schwingungstilger,
ESM Energie- und
Schwingungstechnik
Mitsch GmbH

werden, dass er lediglich bei extremen Schwingungen arbeitet und somit wenig Zyklen erfährt. Diese Vorteile ermöglichen ein kostengünstiges System.

Inwiefern können die Dämpfer die Tilger ersetzen und wann sollten Dämpfer die Tilger lieber ergänzen?

» **Lukas Schneider:** Bei kleinen Bewegungen des Turms, bei denen der Impulsdämpfer noch nicht gleitet, erzielt der Schwingungstilger bessere Ergebnisse. Diese kleinen Bewegungen sind aber meist durch höherfrequente Bewegung aus der Anlagendynamik dominiert, wodurch auch von einem Schwingungstilger keine große Wirkung zu erwarten ist. Schwingungstilger wie auch Impulsdämpfer sind für sinusförmige Schwingungen in dem Frequenzbereich geeignet, für den sie ausgelegt sind. Bei großen Turmbewegung kann der Impulsdämpfer seine Vorteile ausspielen, ohne Schaden zu nehmen.

Also, im Zweifelsfall ergänzen sich beide. Wann ist der richtige Zeitpunkt, sie einzusetzen? Lassen sie sich auch später im Windpark bei unerwartetem Auftreten solch heikler Schwingungen nachrüsten?

» **Lukas Schneider:** Impulsdämpfer werden üblicherweise während der Errichtung installiert, können aber mit größerem Aufwand auch nachgerüstet werden. Die Notwendigkeit eines Impulsdämpfers wird im Idealfall während des Turmdesigns bei der Berechnung der wirbelerregten Querschwingungen gemäß Eurocode EN-1991-1-4 ermittelt.

Genügt es die Dämpfer in einer Minderheit strategisch ausgewählter Türme in einem Windpark einzusetzen, um ein Hochschwingen der Türme zu verhindern?

» **Lukas Schneider:** Es gibt Untersuchungen zu eng stehenden Offshore-Türmen in Häfen, die zeigen, dass sich wirbelerregte Querschwingungen sogar verstärken können. In Onshore-Windparks stehen die Türme weit auseinander und die einzelnen Wirbel hinter den Türmen können nicht mit anderen Türmen interagieren. Es lässt sich jedoch nicht ausschließen, dass zum Beispiel durch Wirbelschleppen hinter den Blättern die Umströmung der folgenden Türme beeinflusst wird. Dennoch muss konservativ davon ausgegangen werden, dass jeder Turm eines Projekts einen Impulsdämpfer benötigt. (TW) ■



Foto: ESM

» **Web-Wegweiser:**
esm-gmbh.de



Schwingungen dürften freilich mit keinem Turmkonzept gänzlich aus den Großbauwerken zu verbannen sein. Die Heppenheimer **Energie- und**



Impulsdämpfer von ESM im Turm – hier im Querschnitt

Foto: ESM

130

METER Nabenhöhe und noch etwas mehr sind ein Maß, bei dem Turbinenbauer die Windenergieanlagen auch auf modularen längsverschraubten reinen Stahlsegment-Türmen aufstellen können.

Schwingungstechnik Mitsch (ESM) entwickelt und produziert in Deutschland und China mit 130 Mitarbeitenden Schwingungstilger und Impulsdämpfer. Sie setzt die bereits etablierte und bewährte Technologie in Maschinenhäuser oder Türme von Windenergieanlagen, um Schwingungen durch gegenläufig bewegte Schwungmassen zu stören oder zu bremsen. Wo es die Türme betrifft, geschieht dies fast nur in den stärker schwingenden reinen Stahlzylindertürmen. ESM liefert weltweit aus, noch habe der deutsche Markt „nur geringeren Einfluss“ aufs Gesamtgeschäft, teilen die Südhessen mit.

Ob der hohe Hybridturm-Anteil am deutschen Markt die Bestellungen hierzulande grundsätzlich dämpft, bleibt abzuwarten. Jetzt aber meldet sich ESM mit einer Empfehlung zum Einsatz gerade der Impulsdämpfer in größeren und weichen Stahlrohrtürmen (siehe Interview vorige Seite). Bei solchen helfen die Dämpfer gegen wirbelerregte Querschwingungen. Sie treten auf, wenn sich in extremen Windsituationen an zwei Seiten des Turms „gegenphasig“ Wirbel lösen, wie der Verlauf der auf der einen und dann der anderen Seite passierenden Strömungsstörung physikalisch zu beschreiben ist. Diese ziehen das Bauwerk abwechselnd zur einen und zur anderen Seite. Die Impulsdämpfer für Türme lassen sich so einstellen, dass sie anders als die Tilger für hochfrequente Schwingungen aus dem Maschinenhaus erst bei starken Auslenkungen arbeiten.

Doch auch Art und Weise von Turminnenbauten entscheiden über Stabilität und Wirt- ▶