

Thermografie zur Optimierung von installierten Windkraftanlagen

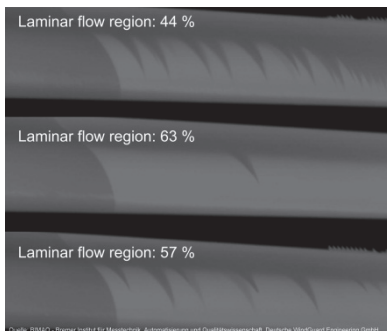
Die zunehmende Verknappung von geeigneten Standorten für Windkraftanlagen (WKA) und der gesellschaftliche Druck auf die ungezügelt Subventionierung der Errichtung erneuerbarer Energiequellen haben in jüngster Vergangenheit Aktivitäten ausgelöst, die eine Verbesserung des Wirkungsgrades der Rotorblätter von WKA zum Ziel haben.

Deutsche WindGuard Engineering GmbH
www.windguard.de

InfraTec-Lösung:
ImageIR® 8300

Ein möglichst hoher Wirkungsgrad ist von großem Interesse, denn er hat unmittelbaren Einfluss auf den erzielbaren Energieertrag einer WKA und damit auf den Gewinn des Betreibers. Natürlich sind die Rotorblätter moderner WKA als Resultat teilweise jahrzehntelanger Aerodynamik-Forschung in ihrem Wirkungsgrad bereits stark optimiert: Ihre Profile sind auf Superrechnern designed und in Windkanälen optimiert. In der Fertigung werden Technologien angewandt, die aus dem Hochleistungs-Flugzeugbau abgeleitet sind. Ziel dieser Maßnahmen ist ein möglichst großer und kontrollierter Anteil laminarer Strömung an den Grenzflächen zwischen Rotorblatt und anströmendem Wind. Turbulente Strömung hingegen führt zu einer Verringerung des Wirkungsgrades und muss auf das unumgängliche Maß reduziert werden.

Im praktischen Betrieb von WKA gibt es jedoch eine ganze Reihe von Einflussfaktoren, die den Wirkungsgrad negativ beeinflussen: Das beginnt bei der Ausrichtung der Blätter und führt über Verschmutzungen der Blattvorderkante, Blattoberflächenerosionen und Blattschäden bis hin zu Fehlern an aerodynamischen Hilfsmitteln wie Grenzschichtzäunen, Vortex-Generatoren und Zick-Zack-Band-Turbulatoren.



Seit vielen Jahren wird die Thermografie bei aerodynamischen Optimierungen zur Untersuchung des Grenzschichtverhaltens an Tragflügeln verwendet. Dabei macht man sich die Tatsache zunutze, dass der Wärmeübergangswiderstand der Grenzschicht bei turbulenter Strömung deutlich niedriger ist als bei laminarer Strömung. Ist nun z. B. die umströmte Luft kälter als der Tragflügel, wird sich ein thermisches Muster auf dem Tragflügel ausbilden, das den Zustand der Strömung anzeigt: Turbulent umströmte Bereiche sind kälter als laminar umströmte. Wenn man dieses thermische Muster mit einer Thermografiekamera aufnimmt, hat man eine elegante Möglichkeit, den Grenzschichtzustand in Echtzeit darzustellen.

Die Verwendung von thermisch hochempfindlichen High-End-Thermografiekameras und lichtstarken Teleobjektiven ermöglicht die Visualisierung des Grenzschichtzustandes an den Rotoren von laufenden WKA im MW-Bereich. Die aus mehreren hundert Metern Entfernung gewonnenen qualitativen Informationen über die Strömungsverhältnisse an den Rotorblättern gestatten einen raschen Vergleich zwischen den verschiedenen Betriebszuständen und Konditionen.

Beim Einsatz der gekühlten High-End-Thermografiekamera ImageIR® 8300 von InfraTec (mit Focal-Plane-Array-Photonendetektor im Format (640 x 512) IR-Pixel und einer thermischen Auflösung von unter 20 mK) können in Kombination mit dem Teleobjektiv 200 mm hochauflösende Wärmebilder von laufenden Rotorblättern erfasst werden. Dank extrem kurzer Integrationszeiten sind auch bei Blattgeschwindigkeiten von 75 m/s nur geringe Bewegungsunschärfen zu verzeichnen.



Mit freundlicher Unterstützung von:



C. Dollinger, N. Balaesque, M. Sorg: Thermographic Boundary Layer Visualisation of Wind Turbine Rotorblades in Operation.
EWEA 2014, Barcelona, Spain: Europe's Premier Wind Energy Event. EWEA The European Wind Energy Association, Barcelona, 2014.