

Untersuchung verschiedener Blattspitzengeometrien an Rotorblättern von Windkraftanlagen

Dipl.-Ing. G. Eschmann
cp.max Rotortechnik GmbH & Co. KG, Manfred-von-Ardenne-Ring 5, Dresden, Germany
Tel.: +49 351 85893465, E-Mail: g.eschmann@cpmax.com

1 Einführung

In der Vergangenheit durchgeführte Untersuchungen haben gezeigt, dass die Optimierung der Rotorblattspitze an Windkraftanlagen Potential zur Verbesserung der Leistung und damit zur Erhöhung der Energieausbeute einer Windkraftanlage hat.

In der vorliegenden Arbeit werden Möglichkeiten der Strömungsbeeinflussung an der Blattspitze untersucht. Dazu werden verschiedene Geometrien der Blattspitze und deren Einfluss auf die aerodynamischen Eigenschaften des Rotorblattes verglichen. Im ersten Teil dieser Untersuchung wird ein Windkanalversuch durchgeführt. Dabei werden die aerodynamischen Kräfte gemessen und die oberflächennahe Strömung mit Hilfe von Wollfadenuntersuchungen sichtbar gemacht. Im zweiten Teil der Untersuchung wird die Beeinflussung der Strömung durch die verschiedenen Geometrien mit Hilfe einer dreidimensionalen numerischen Simulation untersucht. Die Simulation soll einen detaillierteren Einblick in die physikalischen Zusammenhänge der Strömung geben.

2 Untersuchte Blattspitzengeometrien

Die untersuchten Blattspitzen basieren auf der Form eines Heckrotorblattes eines Hubschraubers. Mit diesen Geometrien werden die grundlegenden Möglichkeiten zur Beeinflussung der Blattspitzenumströmung untersucht.

Als Grundlage dient die originale Form der Blattspitze. Weiterhin wird eine Form nach bionischem Vorbild untersucht. Diese Form leitet sich von den Fingerfedern der Vögel ab. Zusätzlich wird eine Form mit einer Endscheibe untersucht. Diese Form orientiert sich an den sogenannten Wingtip-Fences aus dem Bereich der Luftfahrt. Alle untersuchten Geometrien sind in Abbildung 1 dargestellt.

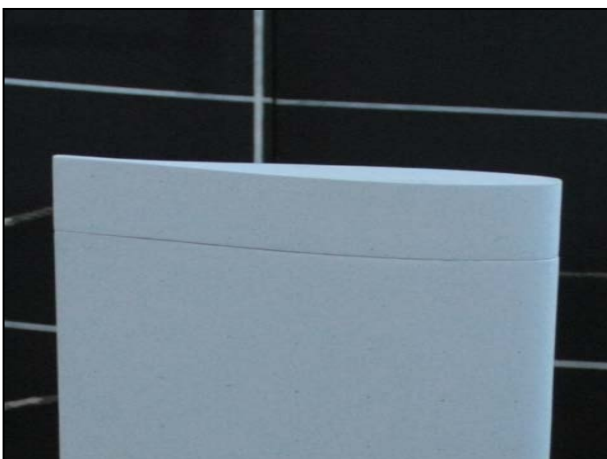


Abb. 1: originale Blattspitze, Blattspitze nach bionischem Vorbild, Blattspitze mit Endscheibe

3 Untersuchungen

Sowohl die Untersuchungen im Windkanal als auch die Ergebnisse aus der Simulation zeigen, dass die Blattspitze nach bionischem Vorbild leichte Widerstandsvorteile im Vergleich zur originalen Form der Rotorblattspitze bietet. Allerdings weist die bionische Form im Bezug auf den Auftrieb teils erhebliche Nachteile im Vergleich zur originalen Blattspitze auf. Diese Ergebnisse lassen sich in den Diagrammen in Abbildung 2 erkennen.

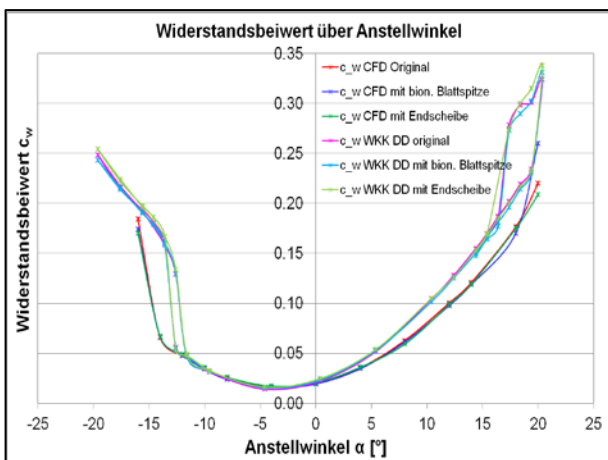
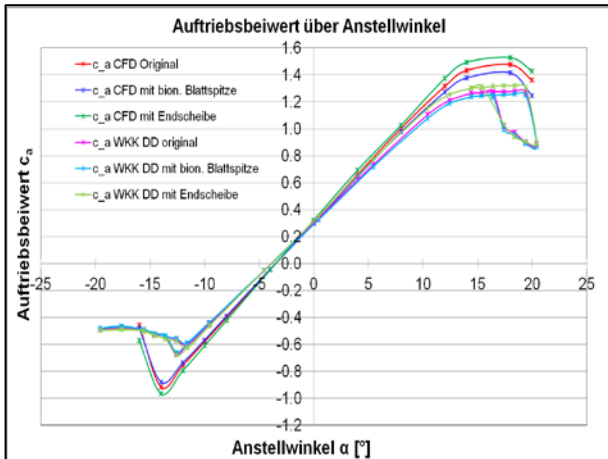


Abb. 2: Vergleich der Auftriebsbeiwerte und der Widerstandsbeiwerte aller untersuchten Blattspitzengeometrien

Weiterhin ist aus dem Experiment und aus der Simulation erkennbar, dass die Form der Blattspitze mit der Endscheibe der originalen Form im Hinblick auf den Auftrieb deutlich überlegen ist. Allerdings hat diese Form teilweise deutliche Nachteile im Bezug auf den Widerstand im Vergleich zur originalen Blattspitze (siehe Diagramme in Abbildung 2). Diese Nachteile resultieren vermutlich aus der größeren überströmten Oberfläche und der größeren Anströmfläche.

Bei der Untersuchung der Ausbildung des Wirbelsystems an der Blattspitze mit Hilfe der Strömungssimulation sind teilweise deutliche Unterschiede erkennbar. In Abbildung 3 sind die Blattspitzenwirbel der untersuchten Formen dargestellt.

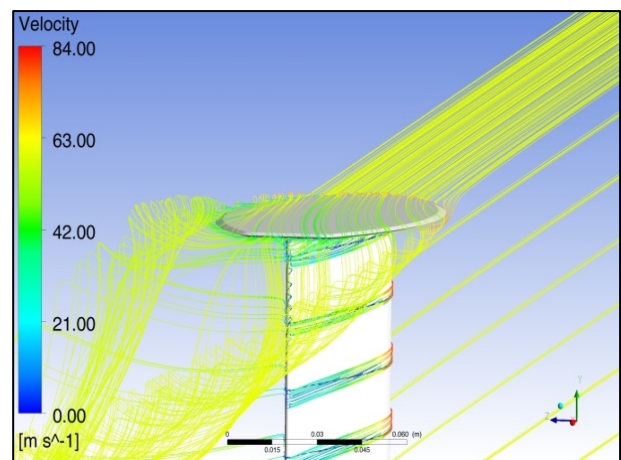
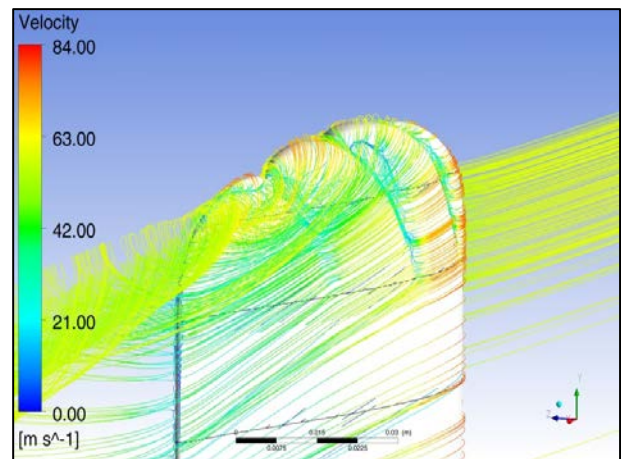
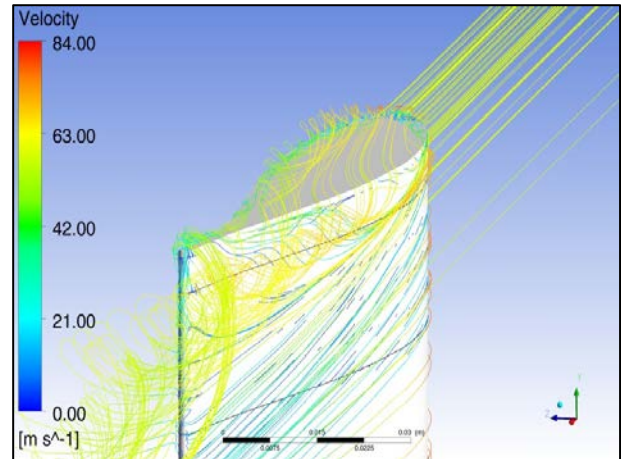


Abb. 3: Vergleich der Wirbelstrukturen im Blattspitzenbereich

4 Zusammenfassung

Die Untersuchungen der dargestellten Formen einer Heckrotorblattspitze haben gezeigt, dass sich die Umströmung der Blattspitze mit Hilfe unterschiedlicher Geometrien deutlich beeinflussen lässt. Die Übertragung der gewonnenen Ergebnisse auf ein Rotorblatt einer Windkraftanlage ist allerdings nicht ohne weiteres möglich. Dafür sind zunächst einige Einflussfaktoren zu prüfen. Dazu zählen unter anderem der Einfluss der Streckung, der Einfluss der Reynoldszahl und der Einfluss des Anströmwinkels. Nach der Betrachtung aller Einflussfaktoren ist abschließend festzustellen, dass keine der untersuchten Formen für eine Übertragung an die Blattspitze einer Windkraftanlage in Frage kommt.

Zusammenfassend liefert die Untersuchung das Ergebnis, dass es an der Blattspitze eines Rotorblattes einer Windkraftanlage sinnvoller ist, den Widerstand signifikant zu reduzieren, als den Auftrieb geringfügig zu erhöhen.