

# Technische Beschreibung

**ENERCON Windenergieanlagen**

**Hinterkantenkamm**

**(engl. Trailing Edge Serration-TES)**

## Impressum

### Herausgeber

ENERCON GmbH ▪ Dreekamp 5 ▪ 26605 Aurich ▪ Deutschland  
Telefon: +49 4941 927-0 ▪ Telefax: +49 4941 927-109  
Email: [info@enercon.de](mailto:info@enercon.de) ▪ Internet: <http://www.enercon.de>  
Geschäftsführer: Hans-Dieter Kettwig, Nicole Fritsch-Nehring  
Zuständiges Amtsgericht: Aurich ▪ Handelsregisternummer: HRB 411  
Ust.Id.-Nr.: DE 181 977 360

### Urheberrechtshinweis

Die Inhalte dieses Dokumentes sind urheberrechtlich durch das deutsche Urheberrechtsgesetz sowie durch internationale Verträge geschützt.  
Sämtliche Urheberrechte an den Inhalten dieses Dokumentes liegen bei der ENERCON GmbH, sofern und soweit nicht ausdrücklich ein anderer Urheber angegeben oder offensichtlich erkennbar ist.  
Dem Nutzer werden durch die Bereitstellung der Inhalte keine gewerblichen Schutzrechte, Nutzungsrechte oder sonstigen Rechte eingeräumt oder vorbehalten. Dem Nutzer ist es untersagt, für das Know-how oder Teile davon Rechte gleich welcher Art anzumelden.  
Die Weitergabe, Überlassung und sonstige Verbreitung der Inhalte dieses Dokumentes an Dritte, die Anfertigung von Kopien, Abschriften und sonstigen Reproduktionen sowie die Verwertung und sonstige Nutzung sind – auch auszugsweise – ohne vorherige, ausdrückliche und schriftliche Zustimmung des Urhebers untersagt, sofern und soweit nicht zwingende gesetzliche Vorschriften ein Solches gestatten. Verstöße gegen das Urheberrecht sind rechtswidrig, gem. §§ 106 ff. Urheberrechtsgesetz strafbar und gewähren den Trägern der Urheberrechte Ansprüche auf Unterlassung und Schadensersatz.

### Geschützte Marken

Alle in diesem Dokument ggf. genannten Marken- und Warenzeichen sind geistiges Eigentum der jeweiligen eingetragenen Inhaber; die Bestimmungen des anwendbaren Kennzeichen- und Markenrechts gelten uneingeschränkt.

### Änderungsvorbehalt

Die ENERCON GmbH behält sich vor, dieses Dokument und den darin beschriebenen Gegenstand jederzeit ohne Vorankündigung zu ändern, insbesondere zu verbessern und zu erweitern, sofern und soweit vertragliche Vereinbarungen oder gesetzliche Vorgaben dem nicht entgegenstehen.

## Dokumentinformation

<b>Dokument-ID</b>	D0310012-1		
<b>Vermerk</b>	Originaldokument		
<b>Datum</b>	<b>Sprache</b>	<b>DCC</b>	<b>Werk / Abteilung</b>
2014-10-21	ger	DA	WRD GmbH / Technische Redaktion

## Beschreibung des Hinterkantenkamms

### Einleitung

Auf der Saug- und Druckseite des Rotorblatts herrschen unterschiedliche Strömungsgeschwindigkeiten. Dadurch kommt es an der Hinterkante zu Turbulenzen und der Geräuschpegel im Anlagenbetrieb steigt an.

Um diesen Geräuschpegel zu senken, wird ein Zackenprofil an der Endkante montiert. Dieses Profil wird als Hinterkantenkamm (engl. **Trailing Edge Serration**) bezeichnet.

### Akustische Emission

Die bedeutendste Ursache für den Strömungslärm ist die sich an der Oberfläche der Rotorblätter ausbildende turbulente Grenzschicht, in der sich Turbulenzballen bilden, siehe Abb. 1, S. 1. Treffen die Turbulenzballen auf die Hinterkante, produzieren sie entsprechend ihrer Größe Druckschwankungen, die als breitbandige aerodynamische Geräusche abstrahlen.

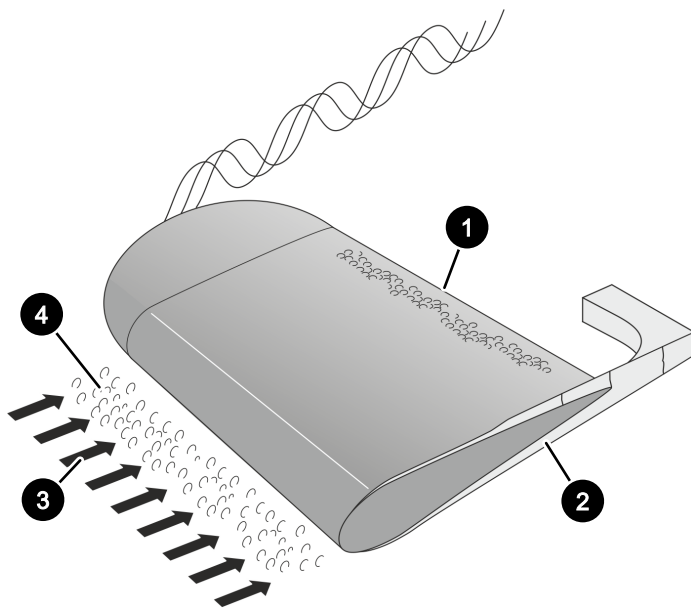


Abb. 1: Schematische Darstellung der Strömung am Rotorblatt

1	Turbulenzballen an der Hinterkante	3	Anströmung
2	Grenzschicht	4	Turbulenzballen in der Anströmung

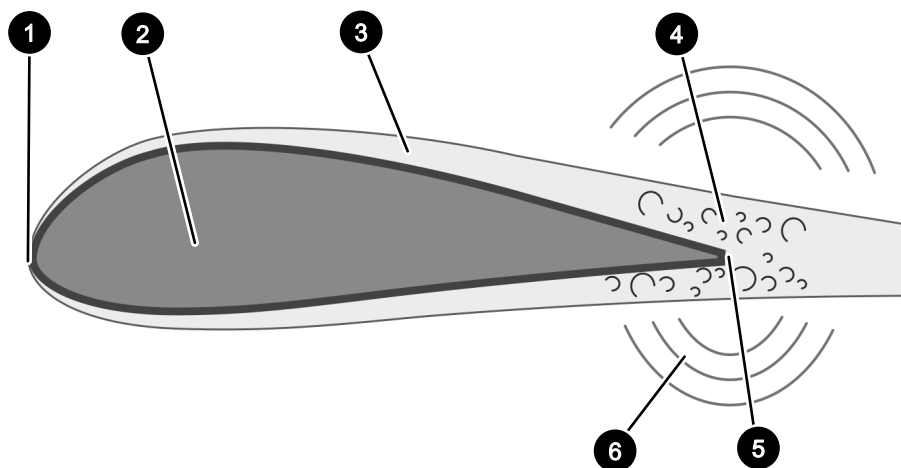


Abb. 2: Prinzipieller Mechanismus des Hinterkantengeräuschs

1	Vorderkante	4	turbulente Grenzschicht
2	Querschnitt des Rotorblatts	5	Hinterkante
3	Grenzschicht	6	Emission der Hinterkante

## Reduzierung der akustischen Emission

Eine gezähnte Verlängerung der Hinterkante reduziert die akustische Emission, indem die Turbulenzballen an den Zahnflanken wirkungsvoll in kleinere Turbulenzballen aufgebrochen werden. Die Stärke der Druckschwankungen wird reduziert, was zu einer verminderten akustischen Abstrahlung führt. Da die Intensität der Schallabstrahlung erheblich von der lokalen Strömungsgeschwindigkeit abhängig ist, werden Hinterkantenkämme nur im äußeren Rotorblattbereich angebracht, wo die Rotationsgeschwindigkeit am größten ist.

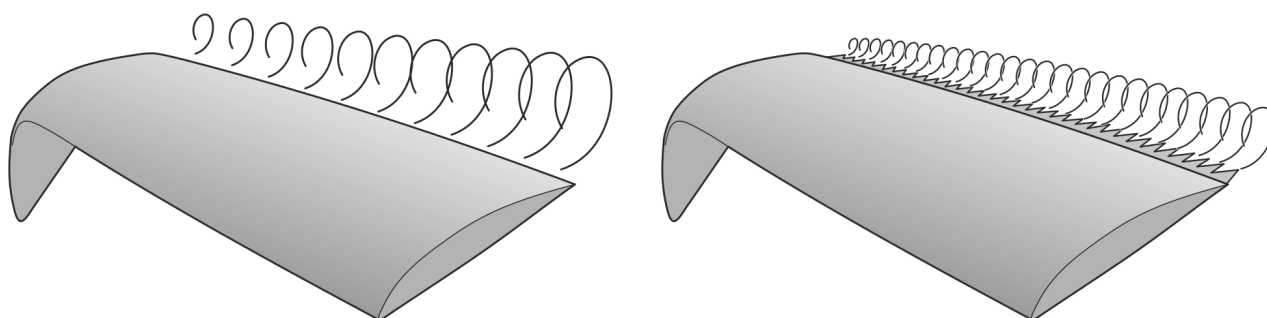


Abb. 3: Schematische Darstellung der Wirkung des Hinterkantenkamms

Da sich die Strömungsbedingungen entlang des Rotorblatts verändern, muss auch die Zackengröße in Abstand und Länge funktional an die lokalen Anströmbedingungen angepasst werden. Die patentierte kontinuierliche Verteilung der Zackengröße an ENERCON Windenergieanlagen führt zu einer optimalen Schallreduktion.

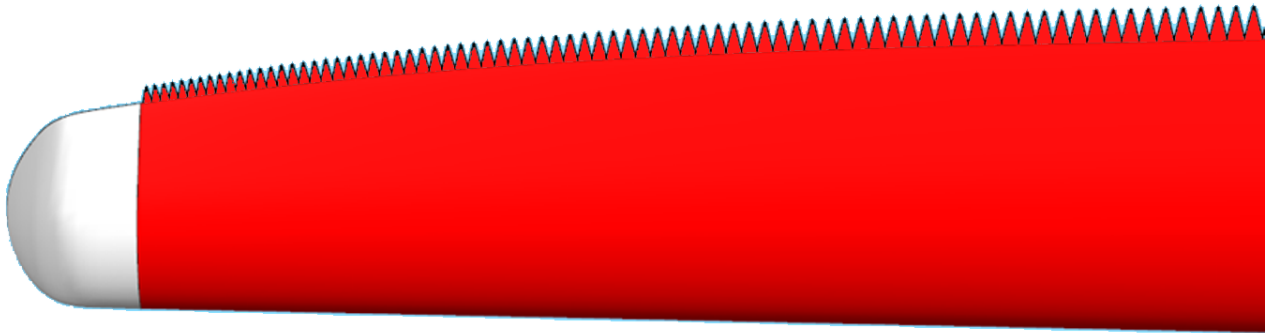


Abb. 4: Hinterkantenkamm TES

### Auswirkungen auf die Leistungs-, $c_t$ - und $c_p$ -Kurve

Der Hinterkantenkamm hat keinen Einfluss auf die Leistungskurve oder auf die  $c_t$ - und  $c_p$ -Kennlinien. Der Hinterkantenkamm dient ausschließlich der Reduzierung der akustischen Emission.