

# Die M-Serie: Neue Generation hocheffizienter Radialventilatoren

Dipl.-Ing. (FH) Roland Magiera, Forschung und Entwicklung, Ventilatorenfabrik Oelde GmbH  
Dipl.-Ing. (TU) Peter Herrmann, Leiter Geschäftsbereich Ventilatoren, Ventilatorenfabrik Oelde GmbH

## Zusammenfassung

Die Forderungen des Marktes nach hocheffizienten Industrie-Radialventilatoren mit wirkungsgradoptimierten Laufrädern werden immer größer. Gesteigerte Wirkungsgrade senken den Energieverbrauch und damit die Betriebskosten, zudem verringern sie die Umweltbelastung. Weiterhin sind in vielen Ländern Energieeffizienz-Richtlinien einzuhalten. Als Ergebnis intensiver Forschungsreihen kann Venti Oelde seit kurzem eine nach dem neuesten Stand der Technik ausgelegte Generation von Laufrädern präsentieren, die M-Serie.

Kern der M-Serie von Venti Oelde sind neuartige, vollständig computergestützt berechnete Laufradschaufeln, die Ventilator-Gesamtwirkungsgrade von mehr als 90 % ermöglichen. Die computergestützte Berechnungsweise erlaubt es dabei, die Laufradschaufel mit beliebigen Schaufelverläufen berechnen zu können. Daraus folgen weitaus umfangreichere Möglichkeiten der Laufradschaufelgestaltung als mit herkömmlichen Methoden. Aufgrund der Vielzahl der möglichen Schaufelvarianten werden die neu designten Laufradschaufeln nach der Auslegung mit Hilfe numerischer Strömungsmechanik PC-gestützt simuliert.

Da bei den optimierten Laufrädern die äußeren Laufradmaße gleichgeblieben sind, ist es ohne Weiteres möglich, nur das Laufrad unter Beibehaltung von Gehäuse, Welle und Lagerung zu erneuern. Dabei wird ein höherer Gesamtwirkungsgrad mit der entsprechenden Energieeinsparung von 3 - 5 % erreicht. Neben dem besseren Wirkungsgrad bieten die optimierten Laufräder von Venti Oelde deutlich niedrigere Geräuschemissionen sowie eine verbesserte Laufruhe aufgrund wesentlich geringerer Turbulenzen. Turbulenzen im Laufrad können strömungsinduzierte Schwingungen auslösen, die sich negativ auf die Lebensdauer des Ventilators auswirken. Neben dem Wirkungsgrad erhöht sich somit auch die Standzeit der optimierten Laufräder. Nicht zuletzt wird durch das neue Design, bei dem das Laufrad mit stark reduzierten Turbulenzen durchströmt wird, die Neigung zu Anbackungen bei partikelbehafteter Strömung merklich verringert. Wartungsintervalle können so ausgedehnt werden. Der Aufwand die Laufräder zu reinigen sinkt.

Die Ventilator-Baureihen von Venti Oelde werden momentan vollständig um die neuen Laufradtypen erweitert. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind mehrere Baureihen optimiert und betriebsbereit.

## Abstract:

**Die Forderungen der Betreiber nach Großventilatoren radialer Bauart mit immer besseren Wirkungsgraden und damit geringeren Energieverbrüchen nehmen stetig zu. Um die Umweltbelastung und insbesondere auch die Betriebskosten zu senken, gelangen aktuell computergestützte Entwicklungs- und Optimierungsverfahren zum Einsatz, die vor kurzem noch als zu aufwendig und teuer für den Großventilatorenbau betrachtet wurden. Als Resultat umfassender Grundsatzuntersuchungen, die effektiv in ein neuartiges Auslegungsverfahren für Großventilatoren radialer Bauart übertragen werden konnten, ist Venti Oelde nunmehr bereit, dem Anwender eine deutlich verbesserte Generation von Laufrädern zu präsentieren, die M-Serie.**

## Einleitung:

Primär bei Großventilatoren, deren Laufräder mit Durchmessern von bis zu 5 Metern bei der Leistungsaufnahme oft im Megawattbereich liegen, machen sich Verbesserungen beim Wirkungsgrad, die zu einer reduzierten Leistungsaufnahme führen, effektiv bemerkbar. Die Umwelt soll durch die geringere Leistungsaufnahme geschont werden. Es ist davon auszugehen, dass gesetzliche Regelungen in Zukunft weltweit verschärft werden. Nicht zuletzt sollen die Betriebskosten gesenkt werden, um den steigenden Energiekosten entgegenzuwirken. Weiterhin ist das Verhalten des Laufrades bei partikelbehafteter Strömung ein bedeutendes Szenarium, beispielsweise beim Einsatz in Zementwerken, welches bei der Auslegung der neuen M-Laufradserie beachtet wurde. Besonders Berücksichtigung fand dabei die Option, bei vorhandenen Venti Oelde Ventilatoren lediglich das optimierte Laufrad unter Beibehaltung aller anderen Original-Ventilatorbauteile, wie Gehäuse, Welle, Saugtasche, Lagerung etc., auswechseln zu können.

## Kapitel 1: Auslegungs- und Optimierungsverfahren:

Um das Leistungspotential des Laufrades voll ausschöpfen zu können, wurde von Venti Oelde das nach dem gegenwärtigen Stand der Technik am weitesten fortgeschrittene Auslegungsverfahren der vollständig computergestützt berechneten Laufradschaufel entwickelt. Die computergestützt berechnete Laufradschaufel ermöglicht es, die Laufradschaufel im Voraus mit beliebigen Schaufelverläufen detailliert berechnen zu können. Besonders die Möglichkeit, den Schaufelverlauf, also die Krümmung der Schaufel an jedem Ort entlang der Schaufel, frei wählen zu können, eröffnet dem Entwickler weitaus umfangreichere Freiheiten zur Laufradoptimierung als mit klassischen Methoden. Bei diesen wird der Schaufelverlauf als Gerade, Radius oder logarithmische Funktion vorgegeben, deren Gestaltungsmöglichkeiten weitaus weniger flexibel als die neu entwickelte Auslegungsmethode sind.

Da die hierfür zu treffenden Vorgaben nicht eindeutig im Voraus bestimmbar sind, kommt ein iteratives Verfahren zum Einsatz, bei dem das Laufrad nach der Vorauslegung mit Hilfe numerischer Strömungsmechanik simuliert wird. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse lassen sich sowohl als Zahlenwert, unter anderem als Druckerhöhung oder Wirkungsgrad ausgeben, als auch bildhaft in Form von Strömungsvisualisierungen, wie den Stromlinien, Vektoren oder Druckgradienten. Der Vergleich der Ergebnisse untereinander sowie mit dem Ist-Zustand bei einem Optimierungsfall gibt dann Aufschluss über den Fortschritt der Entwicklung. Wesentliches Ziel der Laufradgestaltung ist, ein Laufrad zu entwickeln, welches mit den geringstmöglichen Turbulenzen bei störungsarmer Anströmung der Schaufeleintrittskante und gleichmäßiger Abströmung am Laufradaustritt durchströmt wird. Dies dient neben geringerer Leistungsaufnahme durch hohe Wirkungsgrade insbesondere dazu, die bei staubbehafteter Strömung unvermeidbaren Ablagerungen möglichst klein zu halten sowie die Laufruhe zu erhöhen.

Heutige Strömungssimulationen sind in der Lage, staubbehaftete Strömungen darzustellen. Anhand des Vergleiches zwischen Strömungssimulation mit Partikeln und Laufrädern im realen Betrieb in staubbehafteter Strömung war es Venti Oelde möglich, die Entstehungsbereiche von Anhaftungen zu lokalisieren und gezielt zu optimieren. Massive Anhaftungen entstehen besonders in den Bereichen des Laufrades, in denen die Strömung aufgrund nicht idealer Strömungsführung starken Turbulenzen und somit Druck- und Geschwindigkeitsgefällen unterliegt. Bei starken Turbulenzen werden im Laufrad lokale Rückströmungen induziert, diese Bereiche sind nachgewiesenermaßen am stärksten von Anhaftungen betroffen. Damit liegt besonderer Fokus bei der Laufradentwicklung auf einer möglichst turbulenzarmen und ablösungsfreien Durchströmung des Laufrades vor allem in den besonders kritischen Zonen unterhalb der Laufradschaufel, der sogenannten Schaufelunterseite. Das neuartige Auslegungsverfahren der M-Serie bietet dafür wesentlich umfangreichere Möglichkeiten als die bislang üblichen Verfahren.

Sobald die Bedingungen in Bezug auf die Druckerhöhung, den Wirkungsgrad sowie das Strömungsverhalten erfüllt sind und sich keine weiteren Verbesserungen erzielen lassen, gilt die Optimierung als abgeschlossen.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Technik kommt die dabei gewonnene Schaufelform von allen möglichen Großventilator-Schauelformen radialer Ausführung der idealen, strömungs- sowie betriebsgünstigsten Form am nächsten. In der üblichen, kosteneffektiven Bauform mit einfach gekrümmten Schaufeln mit gerader Eintrittskante sind mit den neuartigen Laufradschaufeln Ventilator-Gesamtwirkungsgrade von über 90 % im Bestpunkt möglich!

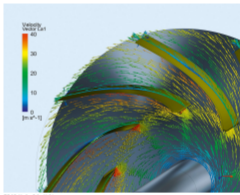
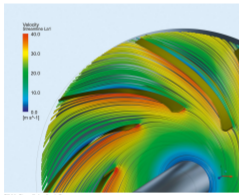
## Kapitel 2: Präsentation der neuen Laufräder

Das Ventilatorenangebot von Venti Oelde wird gegenwärtig komplett überarbeitet. Dieser Vorgang ist in naher Zukunft abgeschlossen. Zum jetzigen Zeitpunkt sind bereits mehrere Baureihen optimiert worden. Im Verlauf der Untersuchungen wurden neben den Laufrädern auch die Spiralgehäuse analysiert. Hierbei konnte nachgewiesen werden, dass die vorhandenen Venti Oelde Gehäuse, die auf Basis umfangreicher Messreihen in Zusammenarbeit mit anerkannten Hochschul-Forschungseinrichtungen ausgelegt wurden, kein nennenswertes Verbesserungspotential enthalten.

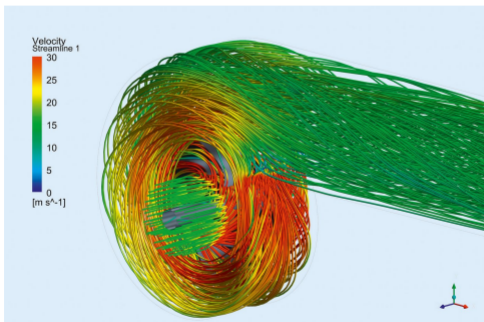
Da bei den optimierten Laufrädern die äußeren Laufradmaße gleichgeblieben sind, ist es leicht möglich, nur das Laufrad unter Beibehaltung von Gehäuse, Welle und Lagerung auszutauschen und dabei einen signifikant höheren Gesamtwirkungsgrad mit der entsprechenden Energieeinsparung von 3 - 5 % zu erreichen.

Am Beispiel der Baureihe HRV 63M, die häufig als Zementmühlen-Ventilator mit einem Durchsatz von bis zu 1.700.000 m<sup>3</sup>/h betrieben wird, kann dies anschaulich verdeutlicht werden. Der HRV 63M wurde als einer der ersten Typen optimiert und ist seit Mitte 2021 verfügbar. Der Einsatz des optimierten Laufrades ermöglicht eine Erhöhung des Gesamtwirkungsgrads von 4 % im Vergleich zum Vorgängermodell HRV 63S. Das führt bei einer Leistungsaufnahme von 4.300 kW zu einer Reduzierung der Leistungsaufnahme von rund 170 kW.

Durch die neu ausgelegte Laufradschaufel wird das optimierte Laufrad mit deutlich geringeren Turbulenzen durchströmt. Dies lässt sich am Verlauf der simulierten Stromlinien sowie Vektoren nachweisen. Idealerweise verläuft der Relativanteil der Geschwindigkeit parallel zu den Schaufeln, ohne dabei Strömungsablösungen zu verursachen. Strömungsablösungen versperren den Kanal teilweise, sorgen somit für stark verlustbehaftete Geschwindigkeitsspitzen sowie eine ungleichmäßige Anströmung des Spiralgehäuses. Außerdem verstärken Ablösungen Anhaftungen bei partikelbehafteter Strömung. Ziel der Entwicklung ist daher, ein turbulenzarmes Laufrad zu erzeugen, das sowohl einen gesteigerten Wirkungsgrad als auch geringere Probleme mit Anhaftungen sowie abrasivem Verschleiß bietet. Diesem Zweck kommt derzeit die computergestützt berechnete Schaufel von allen Auslegungsverfahren am nächsten. Die Stromlinien- und Vektorendarstellung des optimierten Laufrades verdeutlicht dieses eindrucksvoll (Bild 1 und 2). Innerhalb des Laufradkanals sind keinerlei Strömungsablösungen vorhanden. Die Strömung verläuft schaufelkongruent, die Laufradabströmung ist nahezu vollkommen gleichförmig. Der bei der Vektorendarstellung in Bild 2 sichtbare Geschwindigkeitseinbruch direkt hinter der Schaufelaustrittskante ist technisch unvermeidbar und wird in der Fachsprache als Schaufelnachlauf bezeichnet.



Da Strömungssimulationen überaus zeitaufwendig sind und die vorhandenen Venti Oelde-Gehäuse bereits im Bereich des möglichen Optimums arbeiten, wird die Untersuchung zunächst nur anhand eines Laufradsektors, der eine Schaufel enthält, durchgeführt. Sobald die Optimierung des Laufrades abgeschlossen ist, wird das neue Laufrad im Spiralgehäuse simuliert (Bild 3), um Laufrad-Gehäuse Interaktionen zu beurteilen. Falls dabei keine unerwarteten Ereignisse auftreten, die weitere Optimierungsschritte nach sich ziehen, gilt die Entwicklung als abgeschlossen. Das Laufrad kann konstruiert, gefertigt und am Prüfstand vermessen werden.



Nachdem das Laufrad in allen praxisrelevanten Konfigurationen unter anderem mit fliegender oder zweiseitiger Lagerung sowie mit oder ohne Saugtasche am Prüfstand vermessen wurde, erfolgt die Standardisierung. Danach kann der Ventilator in allen erforderlichen Größen bis rund 5 m Laufradaußendurchmesser konstruiert und gefertigt werden kann.

Einer der ersten Ventilatoren mit den neuen, vollständig computergestützt berechneten Laufradschaufeln, der auf dem Großprüfstand von Venti Oelde gemessen wurde, ist der HRV 71M-1600/K (Bild 4 und 5). Dieser Typ erreicht in seinem Bestpunkt einen gemessenen totalen Gesamtwirkungsgrad von 90 %, was bei breitbandig ausgelegten Großventilatoren sehr nahe am theoretischen Maximum liegt. Nach dem aktuellen Stand der Technik sind spürbare Verbesserungen nur noch mit erheblich aufwendigeren Laufradentwürfen möglich. So zum Beispiel mit 3D-Laufrädern mit räumlich veränderten Schaufeln, die bis in den Laufradeintritt vorgezogen werden, welche die Kosten massiv in die Höhe treiben würden. Zudem könnten weitere Probleme der räumlich veränderten Schaufeln beispielsweise im Teillastbetrieb auftreten, da diese wegen der größeren Schaufelfläche empfindlicher auf Turbulenzen reagieren.

Aufwurfes gessacht. Durch das Einflusseichte hohe Maß an Robustheit können beispulweise mechanische Probleme beim Einsatz der Laufräder unter staubbehafteter Strömung aufgrund von Schwingungen durch Anbackungen minimiert werden.

Die zur Standardisierung der neuen Laufradserie nötigen Prüfstandsmessungen haben zudem nachgewiesen, dass die nach dem neu entwickelten Verfahren ausgelegten Laufräder deutlich niedrigere Geräuschemissionen sowie eine verbesserte Laufruhe aufgrund niedrigerer strömungsinduzierter Schwingungen bieten. Dies ergibt sich neben dem Wirkungsgrad auch das Wartungsintervall.



Die ersten Baureihen mit den neu ausgelegten Laufrädern sind bereits standardisiert. Weitere werden derzeit vermessen. Die ersten optimierten Laufräder der M-Serie von Venti Oelde stehen dem Betreiber zur Verfügung.

## Zurück

### LÖSUNGEN

Engineering  
Entstauben  
Fördern  
Abfall erfassen und behandeln  
Be- und entlüften  
Sichten/ Trennen  
Trocknen

### KONTAKT

Ventilatorenfabrik Oelde GmbH  
Robert-Schuman-Ring 21  
D-59302 Oelde  
Telefon +49 25 22/75-0  
E-Mail: [info@venti-oelde.de](mailto:info@venti-oelde.de)



### IMPRESSUM

#### DATENSCHUTZ