



Markus Tietze, Bachelor of Engineering

begann 2017 nach dem Abitur ein Duales Studium im Bereich der Energie- & Umwelttechnik an der Berufsakademie Sachsen, Staatliche Studienakademie Riesa, sowie bei der KLUGE Unternehmensgruppe GmbH in Dresden. Seine Bachelorarbeit über die Strömungsverhältnisse in Radialventilatoren mit gegenläufig rotierenden Laufrädern erarbeitete er am Institut für Luft- & Kältetechnik gGmbH in Dresden. Mit dem Ende des Studiums begann er eine Ausbildung zum Anlagenmechaniker für Sanitär-, Heizung- und Klimatechnik, um seine bereits erlernten theoretischen Fähigkeiten in der Praxis zu vertiefen.

KONTAKT: mati138@web.de



Christian Friebe

studierte bis 2000 Versorgungs- und Umwelttechnik an der Westsächsischen Hochschule Zwickau. Nach einer dreijährigen Erfahrung im Anlagenbau nahm er die Tätigkeit bei der Institut für Luft- und Kältetechnik gGmbH im Bereich Solartechnik auf und wechselte 2005 in den Bereich Luft- und Klimatechnik. Seine Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sind Entwicklungen im Bereich der technischen Gebäudeausrüstung, Mobilität und Haushaltsgeräten.

KONTAKT: Christian.Friebe@ilkdresden.de



Prof. Dr.-Ing. Marko Stephan

studierte Energieanlagentechnik an der Technischen Universität Dresden, wo er auf dem Fachgebiet der Sicherheitstechnik von Energieanlagen 1988 zum Dr.-Ing. promoviert wurde. Nach Tätigkeiten im Anlagenbau und in Planungsbüros ist er seit 2007 als Dozent für Versorgungs- und Energietechnik an der Berufsakademie Sachsen, Staatliche Studienakademie Riesa beschäftigt und leitet seit 2014 den Studiengang Energie- und Umwelttechnik. Seine Arbeits- und Forschungsschwerpunkte sind Zukunftstechnologien für Energie und Umwelt.

KONTAKT: marko.stephan@ba-sachsen.de

Bestimmung der Strömungsverhältnisse in einem Radialventilator mit gegenläufig rotierenden Laufrädern

Markus Tietze | Christian Friebe | Marko Stephan

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden Strömungsbilder am Austritt eines gehäuselosen Radialventilators mit Hilfe der Particle Image Velocimetry und zwei Messreihen untersucht. Während sich Messreihe 1 mit einem inneren Laufrad beschäftigt, setzt sich Messreihe 2 mit einem zusätzlichen äußeren Laufrad auseinander. Ziel ist es, Erkenntnisse über das Verhalten des Dralls zu gewinnen, um diesen beim Gegenläufer möglichst in nutzbaren statischen Druck umzuwandeln. Des Weiteren werden die Strömungsverhältnisse in Abhängigkeit des Druckes und der Drehzahl betrachtet, um die Grundlagen für zukünftige Untersuchungen zu legen. Neben dem Nachweis der Drallreduzierung durch den Gegenläufer wird in der Auswertung ein starker Einfluss des Drehzahlverhältnisses dargestellt.

Die Strömung unterliegt bei Radiallaufrädern mit rückwärts gekrümmten Schaufeln (Laufrad A in Abbildung 1) konstruktionsbedingt immer einem Drall, der in Form von dynamischem Druck keinen energetischen Wert für das System besitzt. Dieser soll mit Hilfe eines zweiten äußeren Laufrades (Laufrad B) in nutzbaren statischen Druck umgewandelt werden, um außerdem bessere Anströmbedingungen für die nachfolgenden Komponenten im Zentralgerät zu gewährleisten. Des Weiteren bewerkstelligt der Gegenläufer eine zusätzliche Energieübertragung auf das Fluid, die ein Diffusor oder ein Nachleitrad nicht ermöglichen. Auf einem kleineren Bauraum lassen sich somit neben dem Druckaufbau auch die Leistungsdichte und die Anlageneffizienz steigern. Die theoretischen Grundlagen werden hierfür durch die sogenannten Geschwindigkeitsdreiecke in Abbildung 1 gelegt, die wichtige Aussagen über das Verhalten der drei Geschwindigkeitsvektoren \mathbf{c} (Absolutkomponente), \mathbf{u} (Umfangskomponente) und \mathbf{w} (Relativkomponente) treffen.

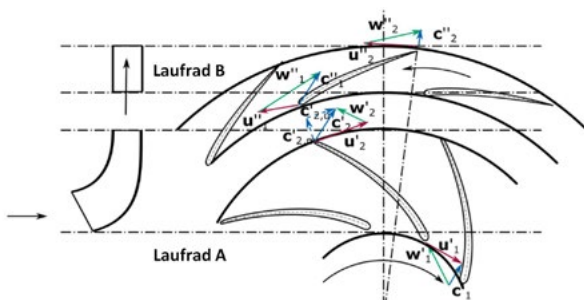


Abbildung 1: Geschwindigkeitsdreiecke am Radiallaufrad

Da die Absolutkomponente drallfrei in den Kanal eintritt, teilt sie sich in eine Meridian- $\mathbf{c}'_{2,m}$ und die messtechnisch zu untersuchende Drallkomponente $\mathbf{c}'_{2,u}$. Aus dieser Koppelbedingung, dass die drallbehaftete Abströmung $\mathbf{c}'_{2,u}$ von Laufrad A die Anströmung von Laufrad B $\mathbf{c}'_{1,u}$ bildet, ergibt sich die gegenläufige Rotation der Laufräder, da das äußere Laufrad den aufgebauten Drall des inneren Laufrades wieder abbauen soll. Idealerweise beträgt daraufhin die Drallkomponente am Austritt $\mathbf{c}'_{2,u} = 0$.

Within the scope of this present thesis, current flow fields at the outlet of a caseless radial fan are examined using Particle Image Velocimetry with focus on two measurement series. As the first series of measurement deals with an internal impeller, the second is related to an additional external impeller. The aim is to gain insights into the behaviour of the spin in order to convert it into usable static pressure in the case of a contra rotating radial fan. Furthermore, the flow conditions are determined as a function of pressure and speed in order to lay the foundations for future investigations. In addition to the proof of the spin reduction by the contra rotating radial fan, a strong influence of the speed ratio was shown in the evaluation.

Für den experimentellen Nachweis wurde ein Versuchsaufbau entworfen, dargestellt in Abbildung 2, und an ein bestehendes Kanalnetz angeschlossen. Eine Drosselklappe zur Regelung des statischen Druckaufbaus und eine Drehzahlmessung als Maß für den erzeugten Volumenstrom sorgen für die Einstellung des ausgelegten Betriebspunktes. Es ließen sich somit verschiedene Messungen mit Druck- und Drehzahlvariationen durchführen, die erste Aussagen über den Betrieb liefern.

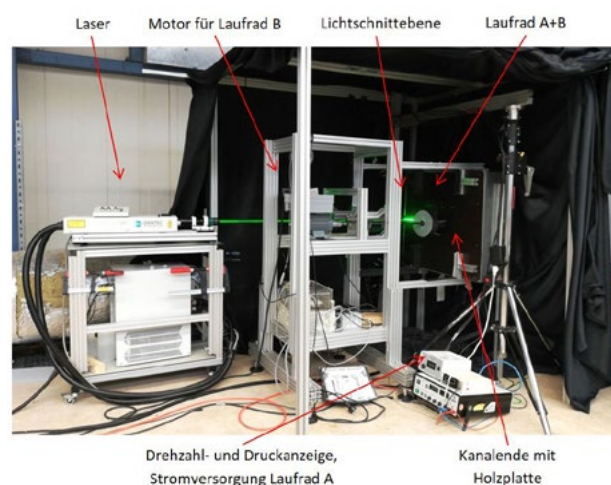


Abbildung 2: Versuchsaufbau der Ventilatormessstrecke und Laser- messtechnik

Die Auswahl der Messtechnik fiel auf die Particle Image Velocimetry, die eine kontaktlose Untersuchung der Geschwindigkeitsvektorfelder bietet. Die Funktionsweise beruht dabei auf einem Laser, dessen hochenergetischer Laserstrahl mit Hilfe einer Zylinderlinse zu einer horizontalen Lichtschnittebene aufgespannt wird. Er emittiert zwei Lichtpulse mit einem definierten Pulsabstand, die die mit Aerosolen induzierte Strömung belichten. Zwei schräg zur Lichtschnittebene stehende Kameras nehmen die entstehenden Bildebenen auf und erzeugen somit je ein zweidimensionales Vektorfeld, die sich mit Hilfe einer Berechnungssoftware zu einem dreidimensionalen Strömungsbild verrechnen lassen, beispielhaft für den gegenläufig rotierenden Radialventilator in Abbildung 3 veranschaulicht.

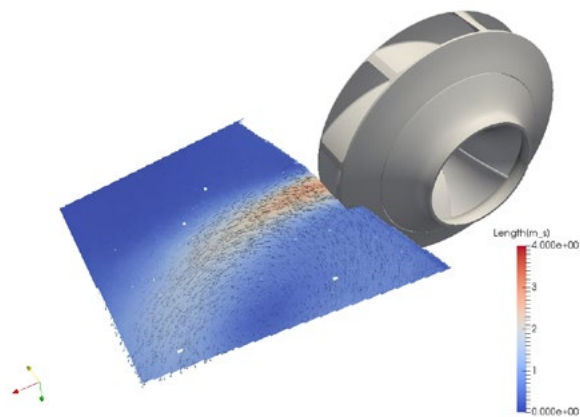


Abbildung 3: Grafische Darstellung der Strömungsverhältnisse (Laufrad A+B)

Der Drall konnte bei den Untersuchungen an Laufrad A messtechnisch nachgewiesen werden. Im Vergleich dazu stellten sich deutliche Reduzierungen der Drallkomponente bei der Betrachtung beider Laufräder A + B heraus, wobei sich hier der Abbau nochmals durch eine Erhöhung des Drehzahlverhältnisses verstärken ließ. Eine Variation des statischen Druckes nimmt diesbezüglich nur einen geringen Einfluss, dafür zeigten sich aber Abhängigkeiten im Austrittsimpuls: Bei höheren Drücken, d.h. geringen Austrittsgeschwindigkeiten, legt sich die Strömung austrittsnah an die Trennwand zwischen Saug- und Druckseite an. Für einen marktreifen und wirtschaftlichen Betrieb in der Praxis ist es dabei sehr wichtig, einen möglichst breiten und hohen Wirkungsbereich zu erstellen, um auch bei einem schwankenden Betriebspunkt eine hohe Anlageneffizienz zu gewährleisten. Dafür sind allerdings noch weitere Betrachtungen u.a. hinsichtlich der Antriebskonstruktion, der Schaufelradgeometrie und der Schallemission notwendig, denn nur eine effizient geplante Anlagentechnik ist in der Lage, dem steigenden Energiebedarf für die Klimatisierung von Wohn-, Büro- und Industriegebäuden unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit und Energieeinsparung entgegenzuwirken.

Literaturverzeichnis

[1] Tietze, Markus: Bestimmung der Strömungsverhältnisse in einem Radial Ventilator mit gegenläufig rotierenden Laufrädern, Bachelorarbeit Berufsakademie Sachsen, Staatliche Studienakademie Riesa 2020

Die Bachelorarbeit wurde am Institut für Luft- und Kältetechnik Dresden gGmbH angefertigt. Betreuer und Gutachter der Arbeit waren Dipl.-Ing. (FH) Christian Friebe (ILK Dresden) und Prof. Dr.-Ing. Marko Stephan (Berufsakademie Sachsen, Staatliche Studienakademie Riesa).