

horn blasen ohne roten kopf

strömungsmechanische betrachtungen am waldhorn

Im vergangenen Jahr machte eine Meldung die Runde, nach der Professor Dr.-Ing. Roger Grundmann, Direktor des Instituts für Luft- und Raumfahrttechnik der Technischen Universität Dresden, den S-Bogen des Fagotts so verändert habe, dass beim Blasen 40 Prozent geringere Reibungswerte entstehen. Der erste Gedanke, der einem in den Kopf schießt bei dieser Art von Nachrichten, ist: »Ja, haben die denn nichts zu tun da in der TU Dresden?« Ganz im Gegenteil! Grundmann ist vermutlich der erste, der Strömungsmechanik mit dem Instrumentenbau vereinigt hat, um mit den Ergebnissen den Musikern eine Erleichterung zu verschaffen. Andreas Börtitz von der Staatskapelle Dresden oder Ulrich Höntzsch von der Landesbühne Sachsen schwören auf das neue Fagott-Teil, das mittlerweile von Guntram Wolf gefertigt wird. Nun werden die Forschungen ausgeweitet. In clarino.print schreibt Grundmann erstmals über das Horn.

Zusammenfassung

Ein subjektives Empfinden hinsichtlich leichter Ansprache beim Spielen des Waldhorns kann durch Berechnung der Strömung im Innern von seinen Bauelementen objektiviert werden. Das Vorhandensein von Sekundärströmungen, also die Bildung von Wirbelpaaren, beeinflusst erheblich den Verlauf der Strömung, die den Ton stützt und trägt. Das Ziel der Untersuchungen ist die Verringerung des Reibungsbeiwertes in einzelnen Elementen des Waldhorns durch veränderten Geometrieverlauf. In der Fachliteratur ist die Nutzung der numerischen Strömungsmechanik für die Optimierung in Blasinstrumenten erst am Anfang, die Akustik hingegen gang und gäbe.

1. Bauelemente des Waldhorns

Das Waldhorn zeichnet sich durch wunderschön geschwungene Bögen und Rohrführungen aus, weil es auf geringstem Raum eine beachtliche Gesamtröhrlänge unterzubringen hat. Das Material, aus dem es ge-

fertigt ist, besteht nahezu durchweg aus Messing. Aus der Sicht des Strömungsmechanikers und nicht des Instrumentenbau-Akustikers stellt es einen technischen Diffusor dar, der die Aufgabe hat, die hohe Eintrittsgeschwindigkeit in eine niedrige am Schalltrichter umzusetzen. Das zieht eine spürbare Druckzunahme nach sich.

In Bild 1 ist ein derartiges Waldhorn abgebildet. Die in der Mitte befindlichen Bögen zeigen keine Diffusorform, sondern haben alle einen konstanten Querschnittsverlauf. So sind auch der F- und der B-Bogen mit konstantem Querschnitt versehen. Nur das Mundrohr, das auf der Rückseite des Horns gelegen ist, folgt in seinem Verlauf dem eines Diffusors. Beide Bauelemente sollen nun durch die Anwendung der numerischen Strömungsmechanik beurteilt werden. Das Ergebnis wird die Sichtbarmachung und die Auswirkung der Strömung auf die Rohrinnenwand sein. Die numerische Strömungsmechanik liefert eine Möglichkeit, derartige Strömungsergebnisse sichtbar zu machen, und das in bunten Farben, was einem beispielsweise die Beurteilung der vorliegenden Wandreibung erlaubt. Die Wandreibung ist ein Maß für die Kraft, die man für die Bewegung der Strömung durch ein Blasinstrument und seine Bauteile aufbringen muss.



prof. dr.-ing. roger grundmann

»»» Roger Grundmann, Jahrgang 1943, hat sein Hobby zum Beruf gemacht. Als studierter und promovierter Ingenieur hat er in Göttingen, Brüssel und Dresden mit allerhand Strömungen zu tun gehabt. Vor acht Jahren ist Grundmann dann auf das Fagott gekommen. Zunächst nur passiv, als ein befreundeter Fagottist seine neuronalen Netze geschürt hatte. Seit drei Jahren schließlich ist der 60-Jährige selbst Fagottist. An einem Gebrauchten brachte er sich das Spielen selbst bei und merkte schnell, dass der eine S-Bogen besser war als der andere. Durch einfaches Biegen, also durch ändern der Strömung, wurde auch der zweite besser. Hier entstand die Verbindung zwischen Instrumentenbau und Strömungsmechanik. Jetzt hat sich Grundmann des Horns angenommen und sicherlich wird das nicht das letzte Instrument sein.

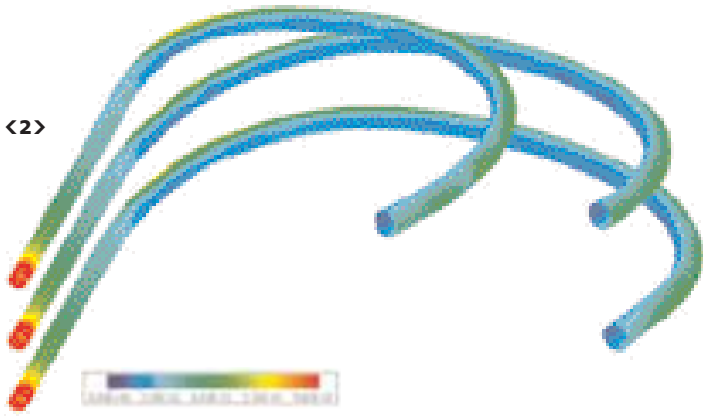
Infos: www.tu-dresden.de/mw/ilr/ilr.html

Eine geometrische Führung von Rohren kann immer, auch in Nuancen, verändert und damit eine Erleichterung des Anblasens erzielt werden.

2. Numerischer Vergleich von Strömungen durch Mundrohre und F- und B-Bögen

Hornisten berichten über unterschiedlichste Qualitäten von Mundrohren, den ge-

<2>



schwungenen, dünnen und konischen Rohren, die das Mundstück aufnehmen und die selbst in die auf der Rückseite des Horns liegende Ventilmechanik führen.

Bild 2 zeigt die Reibungsbeiwerte an der Innenwand von drei verschiedenen Mundrohren des Waldhorns. Diese bildliche Darstellung zeigt an jedem Raumpunkt des Mundrohres den zugehörigen Wert. Die zahlenmäßigen Unterschiede erscheinen klein, sind aber in ihrem Gesamtwiderstand um jeweils 5 Prozent voneinander abweichend.

Zu den F-Bögen ist in Bild 3 wiederum die Wandschubspannung sichtbar gemacht worden. Hier dreht es sich um zwei Bögen verschiedener Kontur, wie aus den beiden Ansichten erkennbar ist.

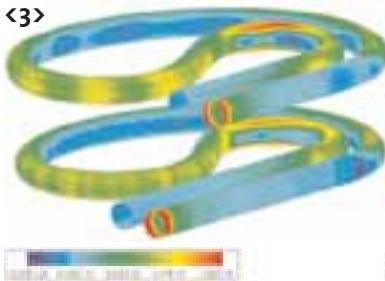
Mit den vorliegenden Erkenntnissen ist es ein Leichtes, die Wandreibung der Bögen zu minimieren. Eine wohl über das Maß der Akzeptanz hinausgehende Begradigung der Bögen würde eine Reduzierung des Gesamtwiderstands um mindestens 5 Prozent ergeben. Bild 4 zeigt diese eigenwillige Bogenform.

Selbstverständlich steht dieses Ergebnis nur als Beispiel für eine der vielen Optimierungsmöglichkeiten zur Reduktion des Gesamtwiderstandsbeiwertes.

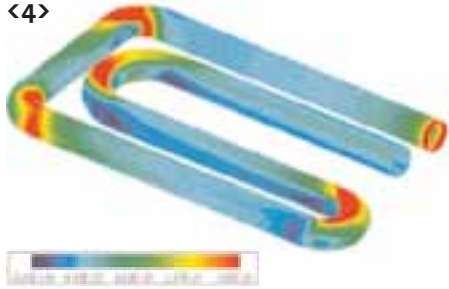
3. Ausblick

Die Ursachen zu diesen numerischen Untersuchungen gingen von dem subjektiven

<3>



<4>



sondere ist die Kopplung der Akustik mit der Strömungsmechanik im Instrumentenbau ein neues Erschließungsgebiet in der Forschung.

Von besonderer Bedeutung scheint eine strömungsmechanische Untersuchung von Ventilen zu sein. Ventile sind ebenso im normalen Maschinenbau von großem Einfluss, insbesondere, weil von ihnen unerwünschte Strömungsgeräusche ausgehen können. ■

ven Empfinden zur Qualität von Waldhorn-Bauelementen aus. Die Vielzahl der Parameter, die den Bau eines handgefertigten Blasinstruments ermöglichen, erlaubt nur sehr schwer

eine Objektivierung einzelner Elemente. Dennoch können durch die Anwendung von strömungsmechanischen Experimenten und der Numerik einzelne Parameter isoliert und einer objektiven Beurteilung zugänglich gemacht werden. Selbstverständlich wird die Optimierung einzelner Elemente eine jeweils andere Wirkung haben, so dass sie gegenseitig abgestimmt werden müssen.

Es bleibt jedoch die Möglichkeit, einige generelle Aussagen zur Strömung und ihrer Entwicklung zu machen. Verbesserungen im Blasinstrumentenbau durch die Einbeziehung der Strömungsmechanik neben den rein akustischen Betrachtungen scheinen jedoch nach den hier aufgezeigten Erfahrungen von einiger Bedeutung zu sein. Insbesondere

malen Maschinenbau von großem Einfluss, insbesondere, weil von ihnen unerwünschte Strömungsgeräusche ausgehen können. ■