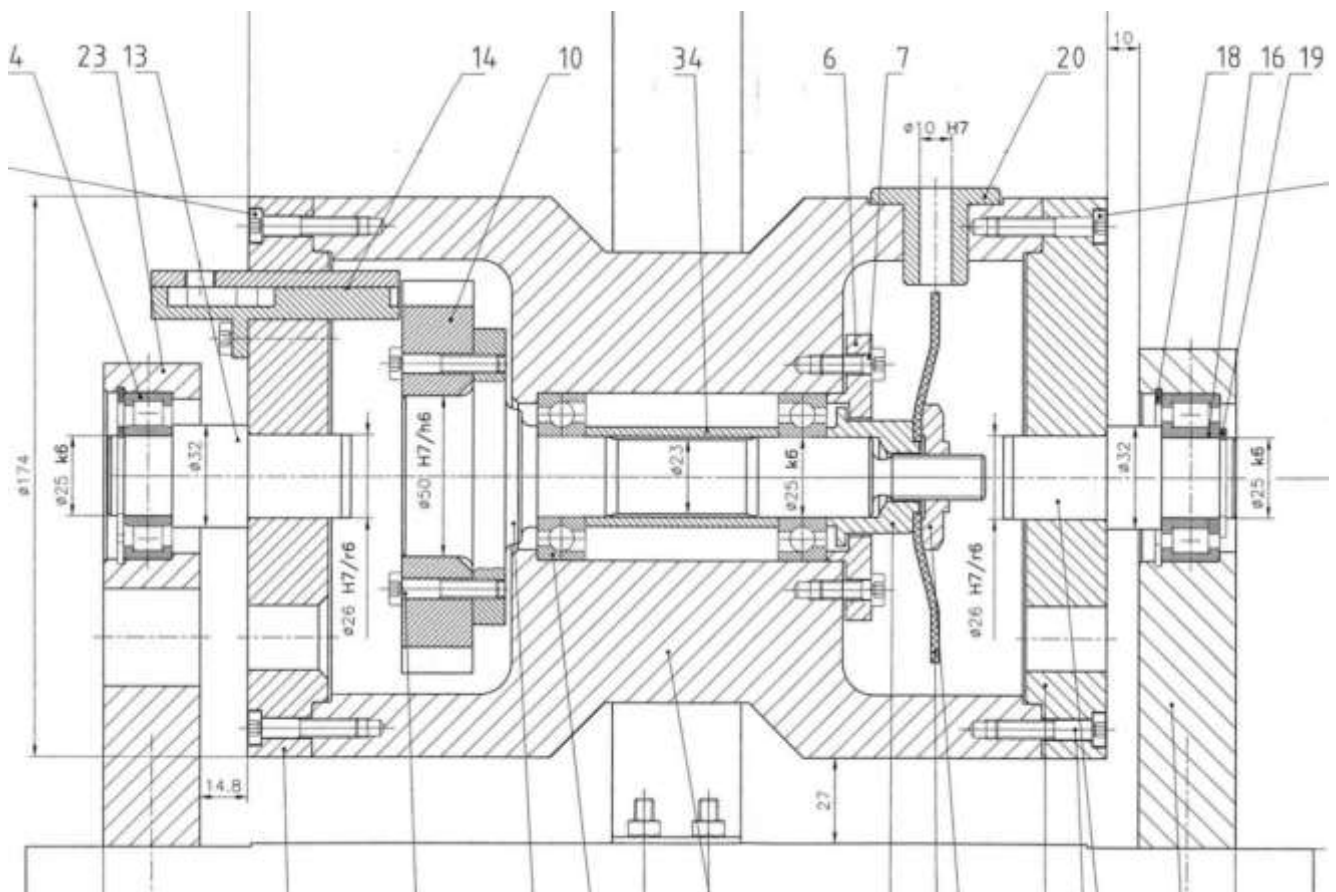


Michael HOFSTÄTTER, Dario STOJICIC, Julian UNTERLUGGAUER, Maximilian WAGNER

## DRUCKLUFTBETRIEBENE LAVALTURBINE ZUM ANTRIEB EINER SCHLEIFSCHEIBE

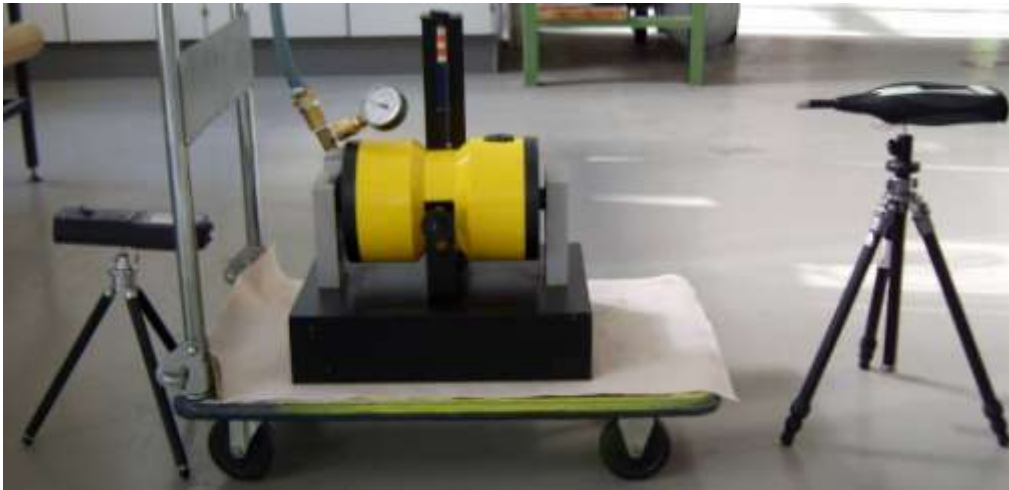
Eine druckluftbetriebene Laval turbine (Lafraddurchmesser  $\varnothing 122$  mm, Aluminiumlegierung, Pos.10) treibt eine Trennscheibe (AC-D 115 USP 2.5mm,  $\varnothing 80$ ) an. Bei einem Druck von 3 bar (absolut; Differenzdruck in der Düse 2 bar) erreicht der Läufer im unbelasteten Zustand eine Drehzahl von 24.000 U/min, die Grenzdrehzahl der Spindellager beträgt 26.000 U/min. Die Leistung wird durch eine Drehzahlmessung und mit einer Drehmomentenwaage bestimmt, dazu ist das Maschinengehäuse in Zylinderrollenlagern (Pos. 16) drehbar gelagert. Durch das Schleifen einer Nut in einen Stahlstab ( $\varnothing 10$  mm) wird die Turbine belastet (Führungsbuchse Pos.20). Durch die Messung des zerspanen Volumens pro Zeit und die Messung des Antriebsmoments werden die Zerspankräfte ermittelt.



Zusammenstellungszeichnung Lavalturbine

Die Schüler hatten die Aufgabe den Prüfstand auszulegen und zu konstruieren, die Fertigungszeichnungen zu erstellen, alle Bauteile zu fertigen und zu montieren. Neben der passenden Aufbereitung der dazugehörigen Theorie von Turbine und Schleifen wurden zum Abschluss wurden einige Versuche mit der Lavalturbine und der Schleifscheibe durchgeführt.

Die Hauptabmessungen des Prüfstandes sind ca. 400x300x400 mm (Länge x Breite x Höhe) und die Masse beträgt ca. 55 kg.

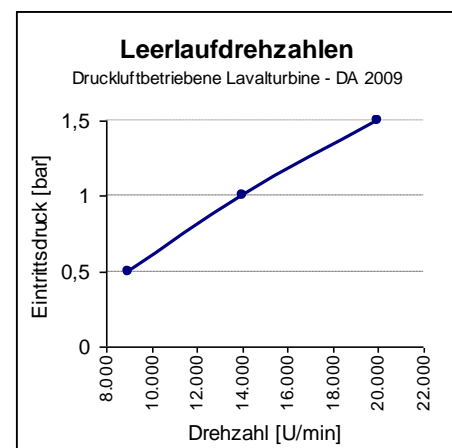


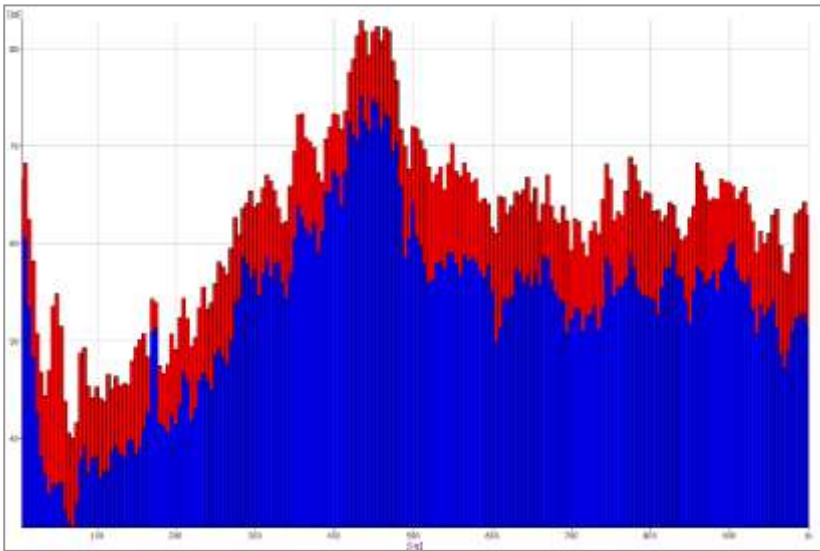
Das Bild zeigt von links nach rechts:

Infrarot-Drehzahlmessgerät C.A 25 (Messbereich 90-100.000 U/min), Druckluftzufuhr mit 1/2" Schlauch, Manometer - Druckmessung im Raum vor der rein konvergenten Düse, in grauen Lagerböcken drehbar gelagertes Gehäuse, Federwaage zur Drehmomentenmessung, Schallpegel- und Schwingungsmessgerät Analyzer FT2250

#### Nutzen

- Betrieb einer Lavalturbine mit Drehzahl- und Druckmessung sowie Abschätzung des Volumenstroms
- Messung der Lagerreibung im Leerlauf  
Die SNR-Spindellager 7205.H.G1.UJ84 sind mit dem Spezialfett ISOFLEX NBU 15 (Fa.KLÜBER) geschmiert. Laut Hersteller beträgt die Lagerreibung im Leerlauf 51 Nmm, die Messungen ergaben eine Lagerreibung von 78 Nmm.
- Ermittlung der Schleifleistung über das Zerspanvolumen pro Zeit  
Aus einer Reihe von Versuchen mit Stahlstäben ergab sich, dass bei der abgegebenen mittleren Bremsleistung der Turbine von ca. 1000W das spezifische Zerspanvolumen  $30 \text{ mm}^3/(\text{kW}\cdot\text{s})$  beträgt, dies deckt sich mit den Angaben der Fa.SCHAUDT für weiche Stähle ( $30\text{-}45 \text{ mm}^3/(\text{kW}\cdot\text{s})$ ).
- Ermittlung der Schleifleistung über den Drehzahlabfall und das Massenträgheitsmoment des Läufers  
Das Massenträgheitsmoment des Läufers beträgt  $1,97 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$ . Mit dem Drallsatz lässt sich das Bremsmoment ermitteln. Zusammen mit dem Drehzahlverlauf wird die mittlere Schleifleistung ermittelt (z.B.  $t=0\text{s} - n=11.500 \text{ U/min}$ ;  $t=5\text{s} - n=3.000 \text{ U/min}$ ; Nuttiefe 5mm).
- Schall- und Schwingungsmessung im Betrieb  
Der Schallpegel im Leerlauf beträgt  $L_{A,eq}=103 \text{ dB(A)}$  (vgl. Foto). Daher sollte ohne Gehörschutz die Einwirkdauer von 5min nicht überschritten werden.
- Zuordnung der einzelnen Frequenzspitzen (z.B. Läufer, Halterungen, Wälzlager) durch einfache Rechnungen.





*Schmalbandanalyse der unbelasteten Lavalturbine bei  $n=10.210$  U/min*

*x-Achse Frequenz von 0 bis 1000 Hz  
y-Achse unbewerteter Schallpegel 30 bis 80 dB*

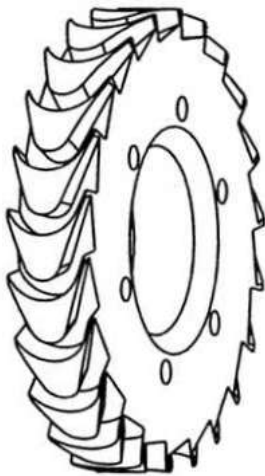
- 16 Hz U-Stahl Grundrahmen*
- 50 Hz großes Anschlagblech*
- 85 Hz kleines Anschlagblech*
- 171 Hz Drehzahl*

*460 Hz Dies deutet auf einen Defekt an einem Wälzkörper der Spindellager, der möglicherweise bei der Montage entstanden ist.*

Dieses Projekt wurde von den Schülern Michael Hofstätter, Dario Stojic, Julian Unterluggauer und Maximilian Wagner der 5AHMIM in ca. 1000 Stunden (Theorie und Fertigung) durchgeführt. Die Materialkosten betragen ca. EUR 800,-.

Ohne die uneingeschränkte Unterstützung durch die Werkstätte wären solche Projekte nicht realisierbar, hier beteiligten sich vor allem FOL Gerhard Braunhofer, Ing. Martin Lassl und Dipl.-Päd. Michael Hackenberg.

*ProE-Modell des Laufrades*



*Laufradfertigung auf der Fräsmaschine mit Teilkopfapparat*

