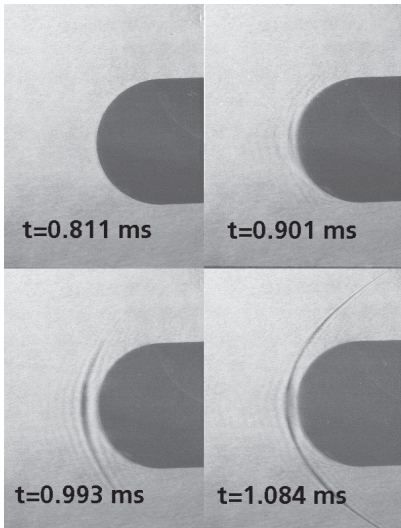


# Hochgeschwindigkeitssichtbarmachung für Strömungen im Hochenthalpiekanal-Göttingen



Vier extrahierte Bilder aus einem Film, der mit 15 kHz belichtet wurde. Die Zeitpunkte der Belichtung sind auf den Bildern vermerkt. Der Zeitpunkt  $t=0$  ms entspricht dem Zeitpunkt, zu dem die Düsenströmung im HEG startet.

Eine der erfolgreichsten Anlagenarten für die Simulation von Hochgeschwindigkeitsströmungen mit Totalenthalpien bis 23 MJ/kg ist das freiflugkolbengetriebene Stoßrohr. Der Hochenthalpiekanal-Göttingen (HEG) ist eine der größten Anlagen dieser Art weltweit. Die Messzeit dieser intermittierend arbeitenden Anlage liegt im Bereich weniger Millisekunden. Ein System zur Hochgeschwindigkeitssichtbarmachung (HSFV) der Strömungsvorgänge in der Anlage auf diesen Zeitskalen wurde am HEG aufgebaut.

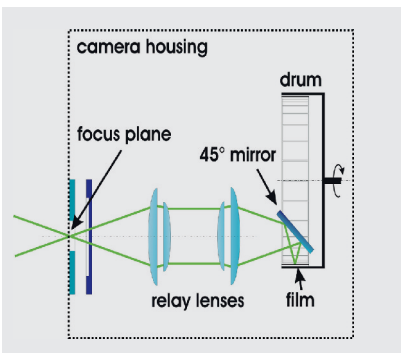
Die Komponenten dieser Anlage sind eine schnell drehende Trommelkamera (Cordin Modell 318) und ein diodengepumpter Nd:YAG Laser (Lightwave Modell 612), der Pulsraten bis zu 50 kHz erlaubt. Der Laser emittiert Licht bei einer Wellenlänge von 532 nm.

Die Trommel, die den Film transportiert, rotiert innerhalb der Kamera in einem evakuierten Gehäuse, um Reibungsverluste zu minimieren. Die kurze Pulsbreite des Laserlichtes ermöglicht es, Bilder auf den sich bewegenden Film zu belichten. Der Aufbau des optischen Pfades besteht aus zwei parabolischen Spiegeln mit einer Brennweite von 1.500 mm, in die Laserlicht zur Durchführung durch die Messstrecke des HEG ein- und ausgekoppelt wird. Das HSFV-System erlaubt das

Belichten von Schlieren oder Schatten-Aufnahmen mit bis zu 200 Bildern bei einer Aufnahmerate von 50.000 Bildern pro Sekunde

Der belichtete Film wird nach der Aufnahme mit einem vollautomatisierten Digitalisierungs-System (Cordin Modell 1860) bearbeitet. Die Einzelbilder werden digital aufbereitet und zu einem digitalen Film gewandelt, der Studien von zeitlich veränderlichen Strömungsphänomenen erlaubt.

In der untenstehenden Abbildung ist der Startvorgang einer Hyperschallströmung um einen quer angeströmten Zylinder abgebildet. In diesem Versuch war u.a. war die zeitliche Entwicklung des Stoßabstandes zu der Modelloberfläche von Interesse. Die Abbildung zeigt vier Einzelbilder aus einem Film von 50 Einzelbildern, der mit 15 kHz aufgezeichnet wurde.



Schema der Trommelkamera: Das Licht wird mit Hilfe eines Linsensystems und einem Spiegel auf den sich bewegenden Film gelenkt.

Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik

Dr. Klaus Hannemann  
 Telefon: +49 551 709-2477  
 Telefax: +49 551 709-2800  
 klaus.hannemann@dlr.de