

Auftraggeber: Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt,
Berlin-Adlershof.

Unterlagen: DVL-Zeichnung Nr.: 39 703/1 - 3
Bestellg.-Nr. 19 420 J 6082 Doe
Jf 1027/2 vom 21.5.1942

Übersicht: An 3 verschiedenen Düsenmodellen wurden Strömungs-
untersuchungen im Wasserkanal durchgeführt, die die
bei derartigen Düsen zu erwartende störende Sekun-
därströmung zeigten. Die Strömung wurde durch ein-
geführte Farbe sichtbar gemacht.

Gliederung: I. Modellbeschreibung.
II. Versuchsdurchführung.
III. Ergebnisse.
IV. Anhang.

Der Bericht umfasst:

4 Blatt Text

9 Blatt Lichtbilder


3 Skizzen

I N S T I T U T W I N D K A N Ä L E

Leitung:


R. Seiferth

Bearbeiter:


B. Buerle

- 2 -

I. Modellbeschreibung.

Die Düsenmodelle sind als Halbmodelle in Zinkblech ausgeführt; sie unterscheiden sich von einander durch die Querschnittsform und die Abmessungen von Düse und Kammer. Die Abmessungen der 3 Modelle sind folgende:

Düse 1 (s. Skizze 1): Kammer: Rechteck 328 x 118 mm licht

Düse : Rechteck 126 x 44,5 mm licht

Länge der Düse (des Übergangsstückes zwischen Kammer und Düsenaustrittsebene) 390 mm.

Düse 2 (s. Skizze 2): Kammer: Rechteck 328 x 118 mm licht

Düse : Rechteck 126 x 44,5 mm licht

Länge der Düse : 200 mm

Düse 3 (s. Skizze 3): Kammer: Halbkreis 164 mm Radius licht

Düse : Rechteck 148 x 26 mm licht

Länge der Düse : 240 mm

II. Versuchsdurchführung.

Die Modelle wurden in einem Wasserkanal (s. H. Drescher: Neue Wasserkanäle der AVA, Jahrb. d. Deutschen Luftf. Forschung 1941) mit rechteckiger Meßstrecke von 330 x 250 mm Seitenlänge untersucht. Der Kammerquerschnitt des Modelles musste zu diesem Zweck auf den Rechteckquerschnitt des Kanals übergeführt werden. Bei den Modellen I und II wurde dies durch eine parabolisch gebogene Wand, bei Modell III durch eine Durchdringung der zylindrischen Vorkammer mit einer parabolisch gewölbten Fläche erreicht. (s. Skizzen 1-3). Um die Strömung an den interessierenden Stellen sichtbar zu machen, wurde mit einem dünnen abgelenkten Rohr grüne Farbflüssigkeit mit annähernd gleichem spezifischem Gewicht wie Wasser durch Bohrungen in der Kammerwand eingeführt. Je nach Abstand der Farbsonde von der Wand konnte die Strömung in der Reibungsschicht der Wand oder in der gesunden Strömung beobachtet werden. Ein besonders anschauliches Bild der wandnahen Strömung wurde dadurch erzielt, dass mit der Farbsonde stromaufwärts eine dicke Schliere auf die ganze Breite der Wand

- 3 -

aufgetragen wurde, die dann längere Zeit Farbe abgab; auf diese Weise wurde die Strömung in der Grenzschicht über grössere Flächen sichtbar gemacht und im Lichtbild festgehalten. Die Fotoaufnahmen wurden mit einer Kleinbildkamera auf ISS-Film mit $\frac{1}{50}$ Sek. Belichtungszeit gemacht. Die beigegeführten Lichtbilder sind leicht vergrösserte Ausschnitte aus dem Film. Die Strömungsgeschwindigkeit in der Kammer wurde mit Rücksicht auf eine gute Abbildung möglichst klein gewählt, sie betrug etwa 0,5 m/s. Die Strömungsverhältnisse änderten sich bei grösseren Geschwindigkeiten (bis zur doppelten oder dreifachen) nicht merklich.

III. Ergebnisse.

Lichtbild 1 zeigt die Strömungsverhältnisse für das Modell II mit dem kurzen Düsenübergang. Man erkennt deutlich die Querströmung in der Grenzschicht nach der Mitte der langen Rechteckseite der Kammer zu. Die gesunde Strömung ausserhalb der Reibungsschicht wird durch den Farbfaden in 10 mm Wandabstand (3. Bild) deutlich. An der Glaswand (Symmetrieebene) ist die Grenzschichtströmung in Ordnung, d.h. sie verläuft annähernd in Richtung der gesunden Strömung.

Lichtbild 2 zeigt die Strömungsverhältnisse für Modell I mit dem langen Düsenübergang. Die Querströmung in der wandnahen Reibungsschicht ist hier stark vermindert.

Lichtbild 3 zeigt die Strömungsverhältnisse für Modell III. Die Verschneidungslinie in der Kammer bringt eine leichte Störung in der Zuströmung, da hinter der Kante der Verschneidungslinie ein kleiner Ablösewirbel liegt. Ein weiterer Wirbel liegt in der Ecke des stumpfen Winkels beim Übergang der zylindrischen Kammer in die Düse. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, dass gerade solche Ecken das Auftreten von Querströmungen deutlich zeigen, indem das Totwasser der Ecke nach ganz bestimmten Richtungen abströmt. Im untersuchten Modell ist dies jedoch nicht der Fall. Man sieht auf den beiden mittleren Bildern, dass das Totwasser in der Ecke keine Neigung zu unsymmetrischem Abströmen zeigt.

- 4 -

IV. Anhang.

Zur Vervollständigung sind einige Strömungsaufnahmen aus früheren Untersuchungen beigelegt.

Lichtbild 4: Kreisrunde Düse mit quadratischer bzw. rechteckiger Vorkammer (Ganzmodell).

Ähnliche Strömungsverhältnisse beobachtet man bei einer elliptischen Düse mit rechteckiger bzw. quadratischer Kammer, siehe Lichtbild 5.

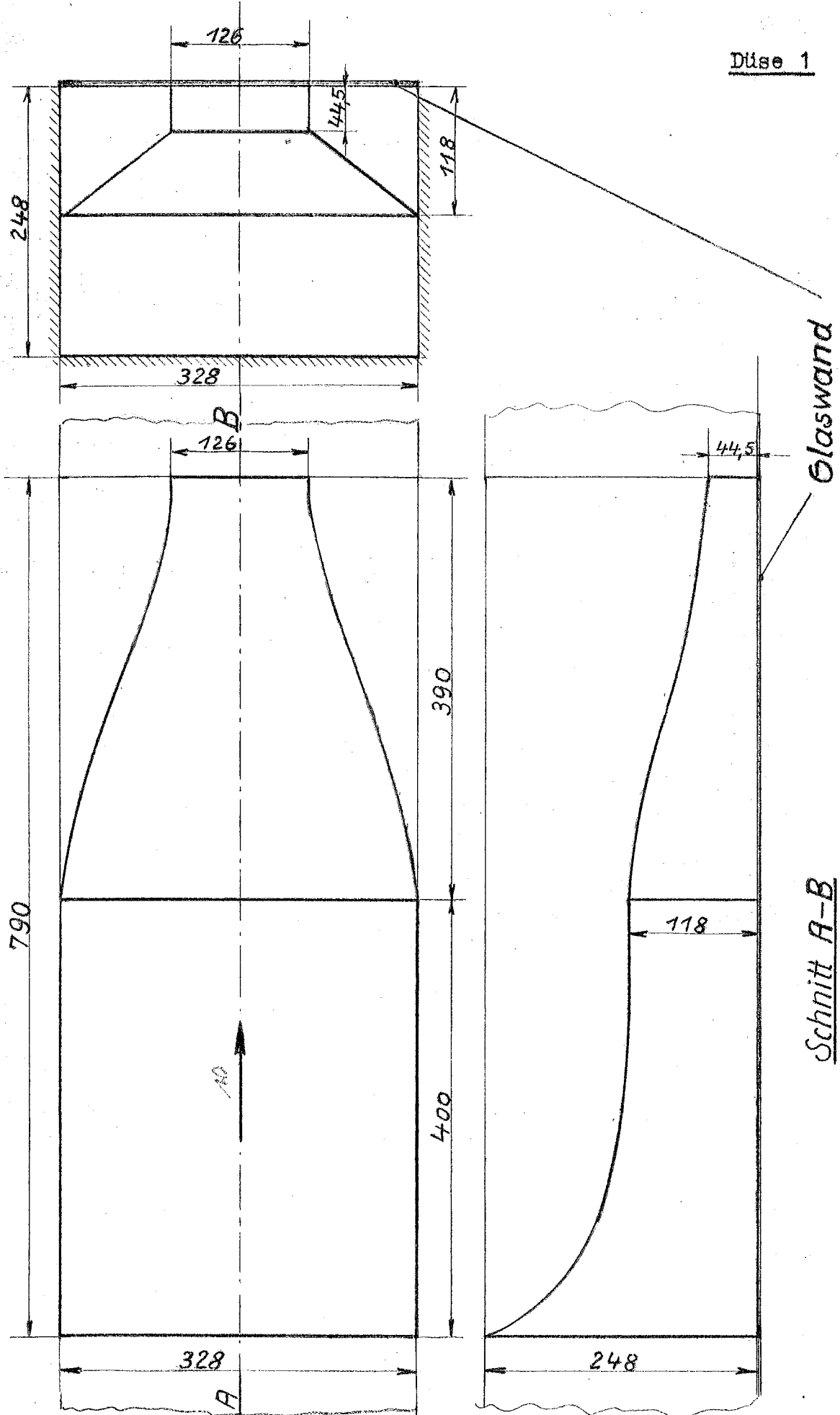
Lichtbild 6: Rechteckige Düse mit quadratischer Kammer mit krassen und langsamem Übergang (Viertel-Modell).

Lichtbild 7: a. Elliptische Düse mit elliptischer Kammer;
b. Elliptische Düse mit äquidistanter Kammer.

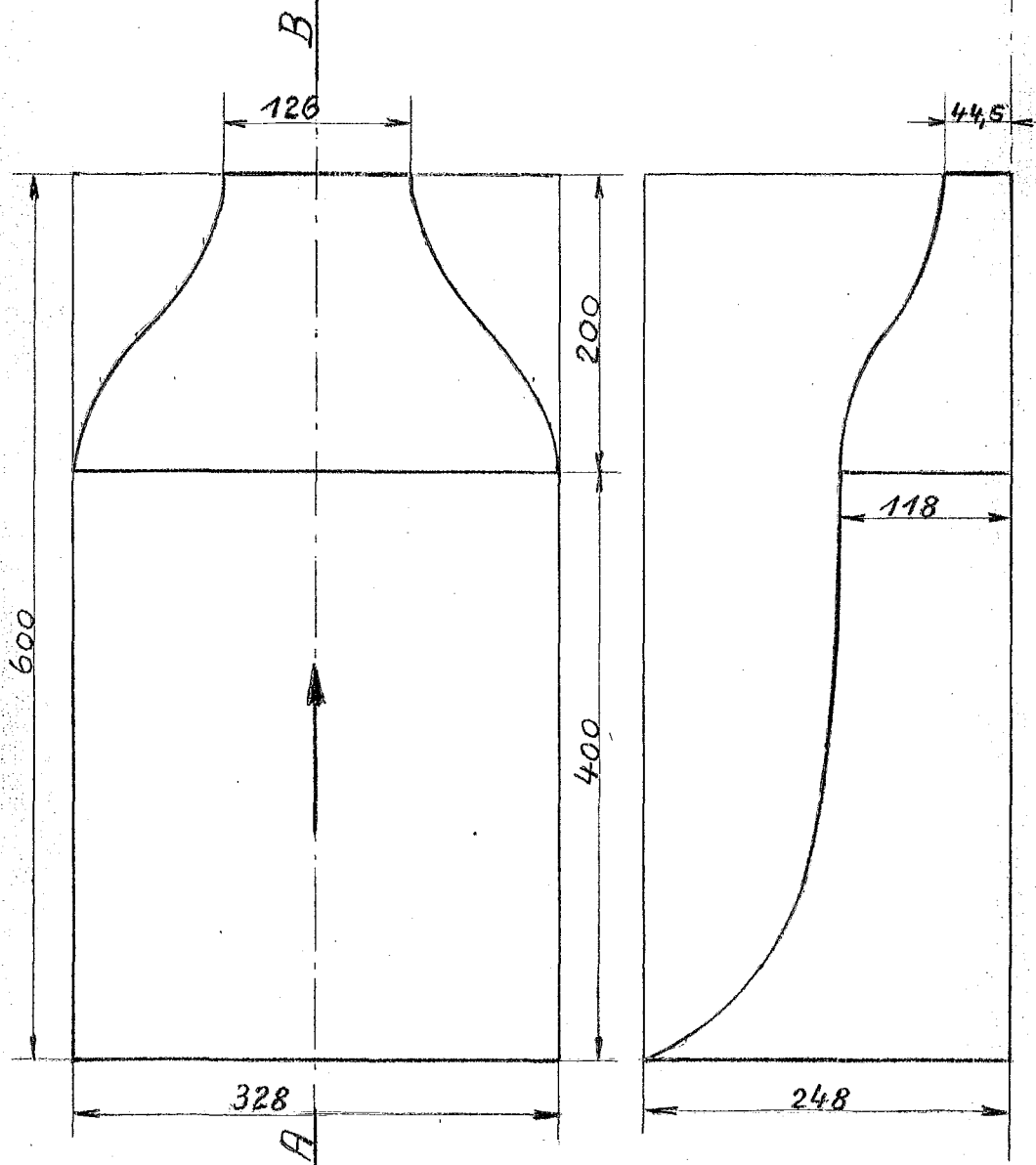
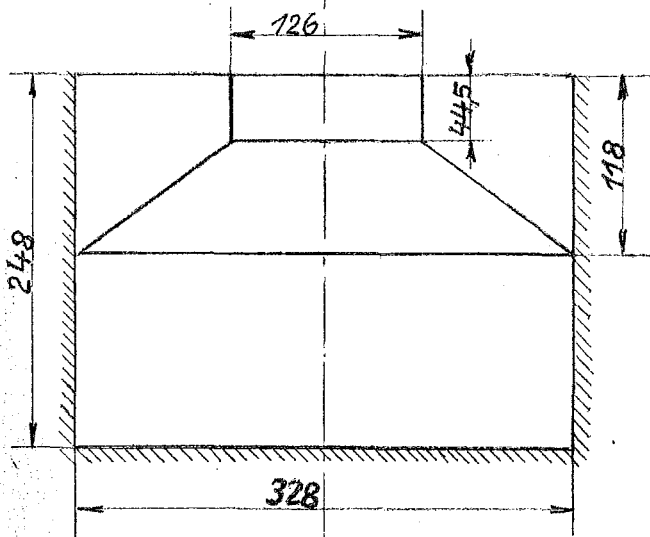
Lichtbild 8: Windkanal: \approx elliptische Düse mit quadratischer Vorkammer. Wirbel mit Seidenfaden in Düsenaustrittsebene sichtbar gemacht.

Nach den bisherigen Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass Sekundärströmungen bei der Kontraktion durch eine Düse immer dann auftraten, wenn die Beschleunigung des Mediums in verschiedenen Meridianschnitten verschieden gross ist. Dies lässt sich jedoch nur für kreisrunde Düse und Kammer vollständig vermeiden. Besonders ungünstig wirkt sich eine eckige Vorkammer in Verbindung mit einer kreisrunden oder elliptischen Düse aus. Für den letzteren oft gebräuchlichen Fall wird folgende Lösung empfohlen, die an einem Halbmodell im Wasserkanal untersucht wurde. Siehe:

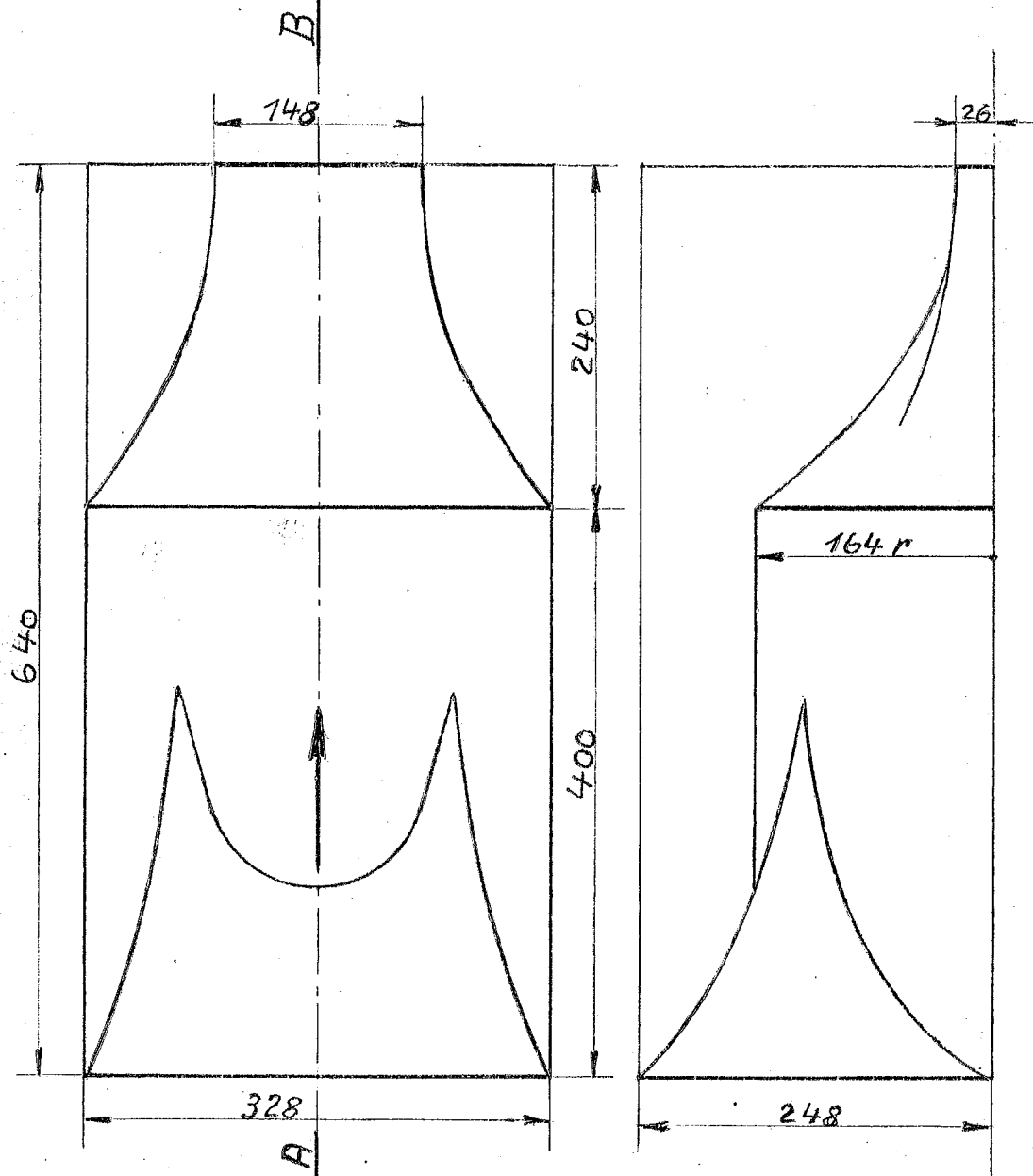
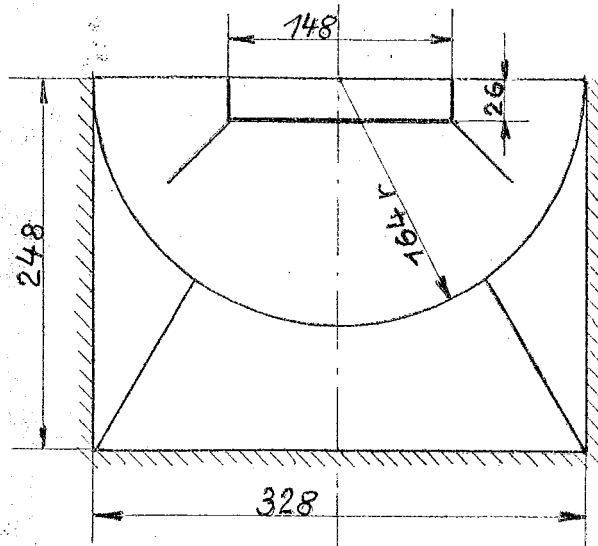
Lichtbild 9: Elliptische Düse mit rechteckiger Kammer. Der rechteckige Querschnitt der Kammer wird zuerst auf einen flächengleichen elliptischen und dieser in allmählichem Übergang auf den elliptischen Düsenquerschnitt übergeführt.



Düse 2



Düse 3



Schnitt A-B