

KfK 2617  
April 1978

# **Turbulente Strömung in einem Wandkanal eines Stabbündels**

**K. Rehme**  
Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik

**Kernforschungszentrum Karlsruhe**

Als Manuskript vervielfältigt  
Für diesen Bericht behalten wir uns alle Rechte vor

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE GMBH

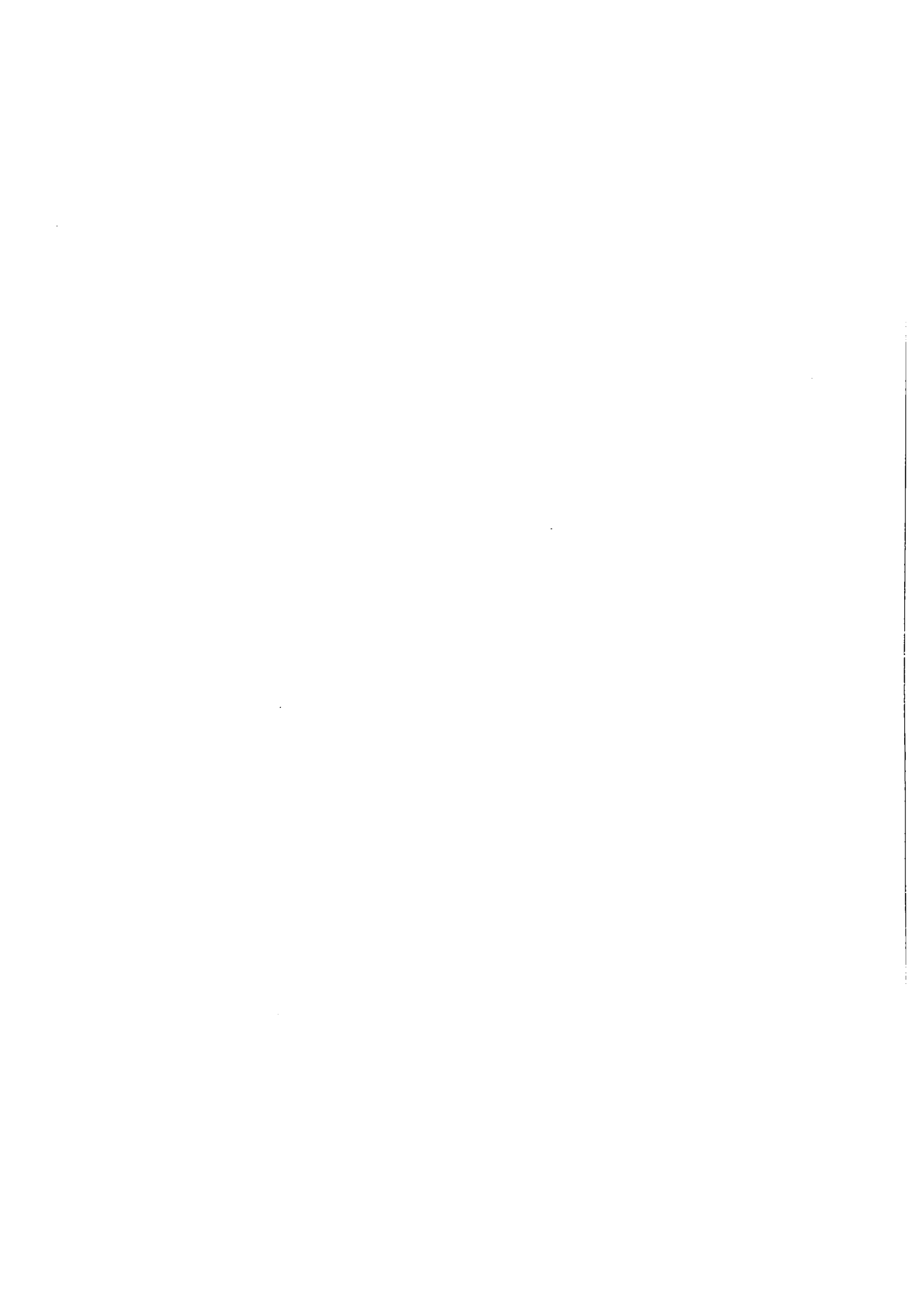
KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE  
Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik  
Projekt Schneller Brüter

KfK 2617

Turbulente Strömung in einem Wandkanal eines Stabbündels

K. Rehme

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH., Karlsruhe



## Turbulente Strömung in einem Wandkanal eines Stabbündels

### Zusammenfassung

Die turbulente Strömung in einem Wandkanal eines Stabbündels wurde mit Hitzdrähten und Pitotrohren experimentell untersucht. Ziel war, Informationen über die Transporteigenschaften turbulenter Strömungen insbesondere hinsichtlich des Impulstransportes zu gewinnen.

Detaillierte Verteilungen des zeitlichen Mittelwerts der Strömungsgeschwindigkeit, der Turbulenzintensitäten in den drei Richtungen und damit der kinetischen Energie der Turbulenz, sowie der turbulenten Schubspannungen senkrecht und parallel zu den Wänden und der Wandschubspannung wurden gemessen. Das Stababstandsverhältnis war gleich dem Wandabstandsverhältnis, es betrug 1.15. Die Reynoldszahl der Untersuchung war  $Re=1.23 \cdot 10^5$ . Die Wirbelviskositäten senkrecht und parallel zu den Wänden wurden aus den gemessenen Größen ermittelt. Sie weichen erheblich von bisher bekannten Daten und Ansätzen in Rechenprogrammen ab.

## Turbulent flow through a wall subchannel of a rod bundle

### Abstract

The turbulent flow through a wall subchannel of a rod bundle was investigated experimentally by means of hot-wires and Pitot-tubes. The aim of this investigation was to get experimental information on the transport properties of turbulent flow especially on the momentum transport.

Detailed data were measured of the distributions of the time-mean velocity, the turbulence intensities and, hence the kinetic of turbulence, of the shear stresses in the directions normal and parallel to the walls, and of the wall shear stresses. The pitch-to-diameter ratio of the rods equal to the wall-to-diameter ratio was 1.15, the Reynolds number of this investigation was  $Re=1.23 \cdot 10^5$ . On the basis of the measurements the eddy viscosities normal and parallel to the walls were calculated. The eddy viscosities observed showed a considerable deviation from the data known up-to-now and from the assumptions introduced in the codes.

## 1. Einleitung

Zur theoretischen Vorausberechnung von turbulenten Strömungen in Stabbündeln ist man darauf angewiesen, experimentelle Erfahrungen über den turbulenten Impulstransport, die an einfachen Kanalgeometrien gewonnen wurden, auf Stabbündel zu übertragen. Bisher werden hierzu vorwiegend Kenntnisse aus Strömungen durch Kreisrohre und konzentrische Ringspalte verwendet. In den Rechenmethoden, die für Strömungen durch Stabbündel praktische Bedeutung haben, werden anisotrope Wirbelviskositäten zur Beschreibung des turbulenten Impulstransportes angesetzt. Die Anisotropie des Impulsaustausches wird durch unterschiedliche Wirbelviskositäten in zur Wand senkrechter Richtung  $\epsilon_r$

$$\epsilon_r = \frac{-\overline{u'v'}}{\partial \bar{u} / \partial r} \quad (1)$$

und zur Wand paralleler Richtung  $\epsilon_\phi$

$$\epsilon_\phi = \frac{-\overline{u'w'}}{\frac{1}{r} \frac{\partial \bar{u}}{\partial \phi}} \quad (2)$$

beschrieben.

Während für die Wirbelviskosität in radialer Richtung einige experimentelle Daten aus Messungen an Kreisrohren, parallelen Platten und Ringspalten in der Literatur vorliegen, fehlen Informationen über die Wirbelviskositäten parallel zur Wand fast völlig. Da die Anisotropie der Wirbelviskosität für die Berechnung von turbulenten Strömungen durch Stabbündel von großer Bedeutung ist /1/, müssen durch experimentelle Untersuchungen an Stabbündeln die Lücken geschlossen werden.

Es sind nur wenige Messungen der Wirbelviskositäten in Stabbündeln bekannt. Trupp /2/ und Kjellström /3/ teilen Meßergebnisse für die Wirbelviskosität in radialer Richtung in Zentralkanälen mit. Kjellström berichtet ebenfalls über einige Ergebnisse für die Wirbelviskosität in Richtung parallel zur Wand. Detaillierte Ergebnisse für die Wirbelviskositäten senkrecht und parallel zur Wand und damit für den Anisotropiefaktor

$$n = \frac{\epsilon_{\phi}}{\epsilon_r}$$

für den Wandkanal und den Eckkanal eines Stabbündels mit dem Abstandsverhältnis der Stäbe  $P/D=1.07$  wurden vom Autor bereits veröffentlicht /4,5,6,7/. Die Untersuchungen, über die hier berichtet wird, beziehen sich auf einen Wandkanal eines Stabbündels mit geändertem Stababstandsverhältnis  $P/D=1.15$ .

## 2. Meßanordnung

Die Untersuchungen wurden analog zu /4/ in einem Rechteckkanal aus Plexiglas durchgeführt, in dem 4 parallele Rohre eingebaut waren. Der Durchmesser der Rohre betrug  $D=139.0$  mm. Der Abstand der Rohre untereinander war gleich dem Abstand der Rohre zur Wand:  $a=20.6$  mm. Damit ergibt sich das Stababstandsverhältnis

$$\frac{P}{D} = \frac{D+a}{D} \quad (3)$$

zu  $P/D=1.148$  und das Wandabstandsverhältnis ebenfalls zu  $W/D=1.148$ . Mit der Kanallänge von  $L_K=7$  m ergeben sich folgende Verhältnisse von Länge zu Durchmesser:

$$L_K/D \approx 50$$

$$L_K/D_h \text{ Wand} \approx 97.$$

Die Messungen wurden mit Luft als Strömungsmedium am offenen Austritt des Kanals durchgeführt.

Gemessen wurden:

- a) der zeitliche Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit nach Ort und Richtung mit Pitotrohren,
- b) die turbulenten Schubspannungen in den Richtungen senkrecht und parallel zu den Wänden als Korrelation der entsprechenden Schwankungsgeschwindigkeiten,
- c) die Verteilung der Turbulenzintensitäten in den drei Richtungen mit Hitzdrähten (b und c) und
- d) die Verteilung der Wandschubspannungen mit Prestonrohren.

Das Meß- und Auswerteverfahren ist in /4/ ausführlich beschrieben; weitere Einzelheiten finden sich in /8/.



### 3. Ergebnisse

#### 3.1. Zeitlicher Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit, Schubspannung und Reibungsbeiwert

##### 3.1.1 Zeitlicher Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit

Die mit Pitotrohren gemessenen zeitlichen Mittelwerte der Strömungsgeschwindigkeit sind in Abb.1 für den Teil des Strömungskanals, der dem Stab benachbart ist ( $r/\phi$ ), und in Abb.2 für den der Kanalwand benachbarten Teil ( $x/y$ ) über dem dimensionslosen Wandabstand dargestellt. Der Abstand des Meßortes von der Wand wurde auf die örtliche Länge des Geschwindigkeitsprofils zwischen Wand und Linie der Maximalgeschwindigkeit (s.Abb.3) normiert.

Die gemessenen Geschwindigkeiten sind auf die konstant gehaltene Geschwindigkeit am fest eingebauten Pitotrohr  $U_{REF}=27.75 \text{ ms}^{-1}$  bezogen /4/. Wie zu erwarten ist, sind die Geschwindigkeiten in den engen Spalten zwischen den Stäben bzw. zwischen Kanalwand und Stab am niedrigsten ( $\phi=5 \text{ grd}$  und  $85 \text{ grd}$  bzw.  $x=5 \text{ mm}$ ). Dabei ist das Minimum zwischen Stab und Kanalwand niedriger als zwischen den Stäben, wie es bereits beim Stababstandsverhältnis  $P/D=1.07$  /4/ beobachtet wurde.

Ein Isotachenbild der gemessenen Geschwindigkeitsverteilung zeigt Abb.3. Die Geschwindigkeiten sind auch hier auf die Referenzgeschwindigkeit  $U_{REF}$  bezogen. Durch Integration der gemessenen Geschwindigkeitsverteilung über den Strömungsquerschnitt wurde die mittlere (Durchsatz-) Geschwindigkeit zu

$$U_m = 26.67 \text{ ms}^{-1}$$

bestimmt. Mit dem hydraulischen Durchmesser des Wandkanals

$$D_h = 71.891 \text{ mm}$$

ergibt sich daraus die Reynoldszahl der Untersuchung zu:

$$Re = 1.23 \cdot 10^5.$$

Die Isotachen wurden mit Hilfe eines Rechenprogramms /9/ auf einem Zeichenautomaten erzeugt. Wegen der komplizierten Geometrie ( $r/\phi$  und  $x/y$ ) wurden aus den Meßwerten für alle Höhenlinienbilder je zwei Bilder erzeugt, die anschließend an der Linie der Maximalgeschwindigkeit zusammengesetzt wurden. Daher und auch wegen der zum Teil unterschiedlichen Richtungen bei der Messung der Daten an der Trennlinie ergeben sich nicht durchgehend glatte Verläufe der Höhenlinien, sondern es treten Sprünge auf.

### 3.1.2 Wandschubspannungsverteilung

Die mit einem Prestonrohr gemessenen Wandschubspannungen an der Stabwand ( $r/\phi$ ) und an der Kanalwand ( $x/y$ ) sind in Abb.4 über dem Stab- bzw. Kanalumfang aufgetragen. Die dragestellten Ergebnisse wurden direkt nacheinander gemessen. Die Übereinstimmung dieser Meßwerte mit den Ergebnissen, die während der Versuche zur Geschwindigkeits- und Turbulenzverteilung erhalten wurde (s.Anhang Meßwerttabellen) ist gut. Die Streuung dieser Daten ist naturgemäß größer, da sie während der Meßdauer über etwa 3 Monate gewonnen wurden. Das Maximum der Wandschubspannung liegt an der Stabwand bei  $\phi \approx 35$  grad. Dieses Ergebnis ist umgekehrt zu dem Ergebnis für  $P/D = 1.07 /4/$ , für das sich das Maximum der Wandschubspannung an der Kanalwand ergeb. Im Spalt zwischen Stab und Kanalwand ergeben sich Minima der

Wandschubspannungsverteilung, wobei das Minimum an der Kanalwand niedriger liegt als an der Stabwand. Das Minimum der Wandschubspannung zwischen den Stäben liegt deutlich höher als zwischen Stab- und Kanalwand.

### 3.1.3 Reibungsbeiwert

Längs der Kanalwand wurde der statische Druck gemessen. Die Ergebnisse sind in Abb.5 dargestellt. Die vermutliche Druckverteilung wurde in die Abbildung eingetragen; dabei wurde berücksichtigt, daß in den Ebenen, in denen sich die Abstandshalter befinden, ein kleiner Druckverlust auftritt. Die Versperrung des Strömungskanals durch die Abstandshalter betrug nur 1.38%.

Aus der Druckdifferenz zwischen der letzten und viertletzten Meßstelle vor dem Kanalaustritt ergibt sich der Reibungsbeiwert zu

$$\lambda = \frac{\Delta p / \Delta L}{\frac{1}{D_h} \frac{\rho}{2} U_m^2} \quad (4)$$

$$\lambda_1 = 0.01747$$

für die Reynoldszahl  $Re=1.23 \cdot 10^5$ . Der Reibungsbeiwert kann auch aus der gemessenen Wandschubspannungsverteilung berechnet werden. Der Mittelwert der Wandschubspannung ergibt sich für die Stabwand zu

$$\tau_m(r/\phi) = 1.8696 \text{ Nm}^{-2}$$

und für die Kanalwand zu

$$\tau_m(x/y) = 1.7759 \text{ Nm}^{-2}.$$

Daraus berechnet sich die mittlere Wandschubspannung im Wandkanal zu

$$\tau_m = 1.8300 \text{ Nm}^{-2}.$$

Aus der Definition des Reibungsbeiwertes (Gl.(4)) und einer Kräftebilanz

$$\frac{\Delta p}{\Delta L} \cdot F = \tau_m \cdot U \quad (5)$$

ergibt sich

$$\lambda = \frac{8 \tau_m}{\rho U_m^2} \quad (6)$$

Der Reibungsbeiwert aus der Wandschubspannung ergibt sich zu

$$\lambda_2 = 0.01751.$$

Beide Reibungsbeiwerte stimmen sehr gut überein, die Abweichung ist kleiner als 0.25%.

Für  $Re=1.23 \cdot 10^5$  ergibt sich der Reibungsbeiwert des Kreisrohres nach der Beziehung von Maubach /10/:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2.035 \lg Re\sqrt{\lambda} - 0.989 \quad (7)$$

zu

$$\lambda_R = 0.01741.$$

Damit liegt der Reibungsbeiwert des Wandkanals etwa 0.5% höher als der Kreisrohrwert.

Der gemessene Reibungsbeiwert läßt sich vergleichen mit dem theoretischen Wert, der sich nach der Laminarmethode /11/ ergibt.

Dazu wird für den Wandkanal der Geometrieparameter des Reibungsgesetzes für Laminarströmung

$$K = \lambda \cdot Re \quad (8)$$

für  $P/D = W/D = 1.148$  nach /12/ zu

$$K = 79.4.$$

Nach /11/ folgt dann für die Geometrieparameter des Reibungsgesetzes für turbulente Strömung:

$$\lambda = 1.0$$

$$G^* = 5.883$$

und das Reibungsgesetz für turbulente Strömung lautet für den Wandkanal

$$\sqrt{\frac{8}{\lambda}} = 1.0 \left[ 2.5 \ln Re \sqrt{\frac{\lambda}{8}} + 5.5 \right] - 5.883 \quad (9)$$

oder

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2.035 \lg \operatorname{Re} \sqrt{\lambda} - 1.054 \quad (10)$$

Für  $\operatorname{Re} = 1.23 \cdot 10^5$  ergibt sich der Reibungsbeiwert zu

$$\lambda = 0.01768.$$

Die Abweichung zum Meßwert beträgt nur 1% und liefert eine weitere Bestätigung der theoretischen Methode /3,4,5/.

#### 3.1.4 Geschwindigkeitsprofile

Die gemessenen Geschwindigkeitsprofile sind in dimensionsloser Form in den Abbildungen 6 ( $r/\phi$ ) und 7 ( $x/y$ ) dargestellt. Die Strömungsgeschwindigkeit  $\bar{u}$  wird mit der örtlichen Wandschubspannungsgeschwindigkeit

$$u^* = \sqrt{\frac{\tau_w}{\rho}} \quad (11)$$

zu

$$u^+ = \frac{\bar{u}}{u^*} \quad (12)$$

und der Wandabstand zu

$$y^+ = \frac{y \cdot u^*}{\nu} \quad (13)$$

dimensionslos gemacht.

Zum Vergleich wurde in die Abbildungen das bekannte Wandgesetz von Nikuradse /12/ für Kreisrohre miteingetragen. Wie beim Wand- und Eckkanal ( $P/D=1.07$ ) /4,5/ liegen die Meßwerte niedriger als beim Kreisrohr. Während jedoch beim Abstandsverhältnis 1.07 die Steigung der Profile etwa gleich der Steigung beim Kreisrohr war (2.5), ergibt sich für das hier untersuchte Stababstandsverhältnis  $P/D = 1.15$  eine höhere Steigung. Die Profile können durch die Beziehung

$$u^+ = 2.7 \ln y^+ + 4.0 \quad (14)$$

beschrieben werden.

### 3.2 Turbulenzintensitäten und kinetische Energie der Turbulenz

Wie in /4,5/ werden die Meßergebnisse der Turbulenzintensitäten in den drei Strömungsrichtungen sowie der kinetischen Energie der Turbulenz auf zweifache Weise dargestellt. Zunächst werden die Meßdaten für die Bereiche zwischen den Wänden und der Maximalgeschwindigkeit von beiden Wänden aus ( $r/\phi \approx$  Stabwand,  $x/y \approx$  Kanalwand) gezeigt. Dabei werden die Intensitäten auf die örtliche Wandschubspannungsgeschwindigkeit bezogen. In jeweils einer weiteren Abbildung sind Linien gleicher Intensitäten (Höhenlinien) der Meßergebnisse dargestellt. Diese Bilder werden aus zwei mit einem Plotter erzeugten Abbildungen zusammengesetzt. Hierzu werden die Meßergebnisse auf die Wandschubspannungsgeschwindigkeit bei  $\phi = 5$  grd normiert.

### 3.2.1 Axiale Turbulenzintensität

Die gemessenen Verläufe der axialen Turbulenzintensität sind in Abb.8 ( $r/\phi$ ) und 9 ( $x/y$ ) über dem dimensionslosen Wandabstand dargestellt. Der Wandabstand wird auf die Länge des Geschwindigkeitsprofils senkrecht zur Wand zwischen Wand und Maximalgeschwindigkeit bezogen. Wie erwartet fällt die axiale Turbulenzintensität mit wachsendem Wandabstand. Es zeigt sich, daß dieser Abfall noch relativ stark von der jeweiligen Position an der Wand abhängt. Diese Abhängigkeit war viel stärker bei  $P/D=1.07$ . Im Strömungsbereich nahe zum Stab fällt die axiale Turbulenzintensität von  $\phi=35$  grd ab, steigt dann an und fällt nach Durchlaufen eines Maximum bei  $\phi=60-65$  grd wieder ab. Im Bereich nahe der Kanalwand steigt die Turbulenzintensität kontinuierlich von  $x=5$  bis  $x = 45$  mm an und fällt danach bis zur Symmetrielinie ( $x=79.8$  mm) kontinuierlich ab.

Abb.10 zeigt das Höhenlinienbild der gemessenen axialen Turbulenzintensität. Das Bild zeigt eine gewisse Ähnlichkeit mit der Verteilung der Intensitäten für  $P/D = 1.07$ . Für  $\phi = 55-60$  grd bzw.  $x \approx 45$  mm, ergibt sich ein Bereich, für den die Änderung der Turbulenzintensität mit dem Wandabstand am schwächsten ist. Eine Erklärung für diesen Verlauf, der auch bei  $P/D = 1.07$  sichtbar war, wird wohl im Vorliegen von Sekundärströmungen gesucht werden müssen.

### 3.2.2 Radiale Turbulenzintensität

Die Turbulenzintensität in radialer Richtung (Abb.11) bzw. in Richtung senkrecht zur Kanalwand (Abb.12) fällt ebenfalls mit wachsendem Wandabstand wie erwartet, ab. Die Maximalwerte an der Wand ergeben sich zu  $\sqrt{v'^2}/u^* < 1.1$ , ähnlich wie bei Kreisrohren, ebenso wie die Minimalwerte



von  $\sqrt{v^{12}}/u^* \approx 0.7$ . Die gemessenen Daten streuen etwas, da hier der Meßfehler größer ist als für die axiale Turbulenzintensität. Die Höhenliniendarstellung ergibt daher auch ein etwas uneinheitliches Bild (Abb.13).

### 3.2.3 Azimutale Turbulenzintensität

Die Meßergebnisse für die azimutale Turbulenzintensität (Abb.14 und 15) zeigen ebenfalls mit wachsendem Wandabstand einen Abfall und damit einen ähnlichen Verlauf wie bei Kreisrohren. Für die Strömungszone nahe am Stab ( $r/\phi$ ) liegen die gemessenen Maximalwerte mit  $\sqrt{w^{12}}/u^* < 1.4$  niedriger als für die der Kanalwand benachbarten Zone ( $\approx 1.5$ ); beide Werte sind niedriger als gemessene Maximalwerte im Kreisrohr ( $\approx 1.6$ ). Die Minimalwerte des untersuchten Wandkanals und beim Kreisrohr sind vergleichbar ( $\approx 0.75$ ). Abweichungen nach oben von diesen Minimalwerten ergeben sich für die Bereiche, für die die axiale Turbulenzintensität ebenfalls höhere Werte aufweist. Insgesamt gesehen ist im Vergleich zu  $P/D=1.07$  eine wesentlich stärkere Ähnlichkeit mit Kreisrohrdaten festzustellen. Bei  $P/D = 1.07$  stieg für Teile des Wandkanals die azimutale Turbulenzintensität mit wachsendem Wandabstand an.

Das Höhenliniendiagramm der azimutalen Turbulenzintensität (Abb.16) deutet auf einen gewissen Einfluß durch Sekundärströmungen hin, besonders bei  $\phi = 40$  grad und  $x > 55$  mm.

### 3.2.4 Kinetische Energie der Turbulenz

Die kinetische Energie der Turbulenzbewegung, berechnet zu

$$\overline{k^T} = \frac{1}{2} \left[ \overline{u^{12}} + \overline{v^{12}} + \overline{w^{12}} \right] \quad (15)$$

und bezogen auf das Quadrat der lokalen Wandschubspannungsgeschwindigkeit ist in den Abbildungen 17 und 18 dargestellt. Im Gegensatz zum Stababstandsverhältnis  $P/D=1.07$  ergibt sich für das vorliegende Abstandsverhältnis, daß die kinetische Energie der Turbulenz mit wachsendem Wandabstand fällt. Dabei zeigt sich wiederum, daß die Maximalwerte an der Stabwand niedriger liegen als an der Kanalwand wie es bereits in der Innenzone von Ringspalten beobachtet wurde /13/. Die minimalen Werte der kinetischen Energie der Turbulenz liegen z.T. deutlich über entsprechenden Kreisrohrwerten. Für den Bereich  $\phi = 55-65$  grd ergeben sich Werte von  $\overline{k^T}/u^{*2} \approx 2.1$  während beim Kreisrohr Werte um 0.9 gemessen wurden. Die Höhenliniendarstellung zeigt ebenfalls einen gewissen Einfluß von Sekundärströmungen (Abb.19).

### 3.3. Schubspannungen und Korrelationskoeffizienten

#### 3.3.1 Schubspannung senkrecht zu den Wänden

Die gemessenen turbulenten Schubspannungen senkrecht zu den Wänden sind in Abb.20 und 21 dargestellt. Während die Meßdaten für die der Kanalwand benachbarten Zone (x/y) ziemlich gut dem miteingetragenen linearen Verlauf folgt, zeigt sich im Bereich nahe der Stabwand, daß die Meßwerte für  $\phi = 5$  und  $10$  grd in Wandnähe relativ hoch sind. Im

Vergleich zu den Meßwerten für  $P/D=1.07$  ist festzustellen, daß die Meßwerte viel näher beieinanderliegen und auch im wandfernen Bereich nicht so stark auffächern.

### 3.3.2 Schubspannung parallel zu den Wänden

Die gemessene Schubspannung parallel zu den Wänden ist in Wandnähe kleiner als im wandfernen Bereich (Abb.22 und 23). In der Strömungszone am Stab steigt die Schubspannung zunächst von  $\phi=5$  grd auf ein Maximum bei  $\phi\approx 20$  grd an, danach fällt die Schubspannung ab, geht bei  $\phi\approx 35$  grd durch Null und hat bei  $\phi\approx 65$  grd ein Minimum. Danach steigt die Schubspannung wieder an und erreicht bei  $\phi=85$  grd etwa Null. Der Nulldurchgang bei  $\phi\approx 35$  grd stimmt mit dem Maximum der Strömungsgeschwindigkeit in Umfangsrichtung überein. In der Strömungszone an der Kanalwand steigt die Schubspannung parallel zur Wand von  $x=5$  mm bis zu einem Maximum bei  $x=30-40$  mm an und fällt für  $x=79.8$  mm auf Null ab. Dieser Verlauf ist aus der Höhenliniendarstellung (Abb.24) deutlich sichtbar. Bei diesem Bild ist die unterschiedliche Markierung der Höhenlinien für  $r/\phi$  und  $x/y$  zu beachten. Trotz der unterschiedlichen Richtungen bei der Messung von der Stab- bzw. Kanalwand bilden die Höhenlinien nahezu geschlossene Kurven.

Die Höhenlinie für  $\overline{u'w'} = 0$  verläuft bei  $x=79.8$  mm etwa auf der Symmetrielinie des Wandkanals, das ist ein Zeichen dafür, daß die Strömung im Meßquerschnitt kaum durch die benachbarten Teile des Kanals beeinflusst wurde. Die gleiche Aussage gilt für  $x=0$  mm, wo zwar keine Messungen durchgeführt wurden, jedoch kann man ziemlich gut auf  $\overline{u'w'} = 0$  extrapolieren für  $x=0$  mm. Für  $r/\phi$  liegt die Nulllinie nahe der Wand bei  $\phi\approx 85$  grd.

### 3.3.3 Korrelationskoeffizient $R_{uv}$

Die gemessenen Korrelationskoeffizienten der Schubspannung senkrecht zu den Wänden

$$R_{uv} = \frac{-\overline{u'v'}}{\sqrt{\overline{u'^2}} \sqrt{\overline{v'^2}}} \quad (16)$$

sind in Abb.25 und 26 dargestellt. Sie zeigen einen zu Kreisrohrmeßergebnissen ähnlichen Verlauf und haben mit  $R_{uv} \approx 0.45$  in Wandnähe ein Maximum. Für den  $r/\phi$ -Bereich liegen die Werte in Wandnähe in den engsten Querschnitten etwas höher ( $R_{uv} \approx 0.5$ ).

### 3.3.4 Korrelationskoeffizient $R_{uw}$

Abb.27 und 28 zeigen die ermittelten Korrelationskoeffizienten der Schubspannung parallel zu den Wänden

$$R_{uw} = \frac{-\overline{u'w'}}{\sqrt{\overline{u'^2}} \sqrt{\overline{w'^2}}} \quad (17)$$

Die Werte zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die Schubspannung selbst und erreichen im wandfreien Bereich nahe der Maximalgeschwindigkeit zum Teil Werte von  $R_{uw} \approx 0.6$ . Diese relativ hohen Korrelationskoeffizienten müssen auf zwei Tatsachen zurückgeführt werden: 1) stimmen die Richtungen, in denen die Schubspannungen gemessen werden nicht mit der Richtung der Geschwindigkeits-Höhenlinien in diesem Gebiet überein und 2) wird bei der Auswertung der Hitzdrahtmessungen die Schubspannung  $-\overline{v'w'}$  vernachlässigt.

### 3.4 Wirbelviskositäten

Aus den Meßergebnissen für die turbulenten Schubspannungen und aus der gemessenen Verteilung des zeitlichen Mittelwertes der Strömungsgeschwindigkeit in axialer Richtung wurden die Wirbelviskositäten senkrecht und parallel zu den Wänden gemäß den Definitionsgleichungen (1) und (2) berechnet. Dazu wird ein Rechenprogramm EPSI /14/ verwendet, in das die Originalmeßwerte ohne Glättung eingehen.

#### 3.4.1 Wirbelviskosität senkrecht zu den Wänden

Die dimensionslose Wirbelviskosität senkrecht zur Wand ergibt sich aus der Definitionsgleichung (1) zu

$$\epsilon_r^+ = \frac{\epsilon_r}{L \cdot u^*} = \frac{-\rho \overline{u'v'} / \tau_w}{\frac{\partial (\bar{u}/u_{REF})}{\partial (r/L)}} \cdot \frac{u^*}{u_{REF}} \quad (18)$$

mit  $u^* = \sqrt{\tau_w / \rho}$  als der Wandschubspannungsgeschwindigkeit an der Umfangsposition und L als der Länge des Geschwindigkeitsprofils zwischen der Wand und dem Ort der Maximalgeschwindigkeit.

Die berechneten dimensionslosen Wirbelviskositäten sind in Abb. 29 und 30 dargestellt. Zum Vergleich wurde der Verlauf der Wirbelviskosität für Kreisrohre nach Reichardt /15/ miteingetragen.

Wie sich schon für  $P/D = 1.07$  ergab /4/ sind die Wirbelviskositäten ein Wandkanal nur für  $y/L < 0.2$  in Übereinstimmung mit den Kreisrohrdaten. Für größere relative

Wandabstände sind die gemessenen Wirbelviskositäten stets höher als die Kreisrohrwerte. Die neuen Meßergebnisse stimmen gut mit Meßdaten von Kjellström /3/ und Trupp /2/, sowie mit den eigenen Meßwerten im Wand- und Eckkanal bei  $P/D = 1.07$  /4,5/ überein.

### 3.4.2 Wirbelviskositäten parallel zu den Wänden

Mit (Gl.(2) ergibt sich die dimensionslose Wirbelviskosität parallel zur Wand zu

$$\epsilon_{\phi}^{+} = \frac{\epsilon_{\phi}}{L \cdot u^{*}} = \frac{-\rho \overline{u'w'}/\tau_w}{\frac{L}{r} \frac{\partial(u/u_{REF})}{\partial\phi}} \cdot \frac{u^{*}}{u_{REF}} \quad (19)$$

Die Ergebnisse für die Wirbelviskositäten parallel zu den Wänden unterscheiden sich ganz erheblich von denen senkrecht zu den Wänden (Abb.31 und 32). Wie sich bereits bei den Untersuchungen für  $P/D = 1.07$  ergeben hatte, sind die Wirbelviskositäten parallel zu den Wänden stark ortsabhängig, und das sowohl in Richtung senkrecht zur Wand als auch in Umfangsrichtung. Die höchsten gemessenen Wirbelviskositäten ergeben sich im Spalt zwischen Stab und Kanalwand; hier wurden Werte von  $\epsilon_{\phi}^{+} = 2$  gemessen. Das bedeutet der Anisotropiefaktor  $n = \epsilon_{\phi}^{+} / \epsilon_r^{+}$  erreicht Werte von  $n=20$ . Im engsten Querschnitt zwischen den Stäben ergibt sich  $\epsilon_{\phi}^{+} = 0.6$  und damit  $n \approx 6$  nahe der Symmetrielinie ( $x=19,8\text{mm}$ ) und für  $\phi=30-40$  grd, (hier geht der Geschwindigkeitsgradient in Umfangsrichtung gegen Null), wurden Anisotropiefaktoren von  $n \approx 2 \div 3$  gemessen.

Der Verlauf der Wirbelviskosität parallel zu den Wänden in Abhängigkeit vom Wandabstand ist für die neuen Meßwerte ganz ähnlich wie bei früheren Ergebnissen /4,5/. Zunächst steigen die Wirbelviskositäten mit wachsendem Wandabstand

an (etwa um den Faktor 2). Nachdem ein Maximum durchlaufen ist, fallen die Wirbelviskositäten wieder ab. Die Maximalwerte liegen bei 50-70% des Abstandes von der Wand zur Maximalgeschwindigkeit. Diese neuen Meßergebnisse bestätigen erneut, daß die Wirbelviskositäten erheblich höher sind als bislang angenommen /1, 16, 17/.

### 3.4.3 Näherungsgleichungen für die gemessenen Wirbelviskositäten

Damit die Meßwerte leicht in vorhandenen Rechenprogrammen eingesetzt werden können, wurden Gleichungen aufgestellt, die die Ergebnisse näherungsweise beschreiben. Die Abhängigkeit der dimensionslosen Wirbelviskosität senkrecht zur Wand vom dimensionslosen Wandabstand  $Y=y/L$  läßt sich darstellen als:

$$\epsilon_r^+ = \left\{ \begin{array}{ll} -0.5167 Y^2 + 0.4267 Y, & Y \leq 0.3 \\ \frac{4}{70} (Y-0.3) + 0.08, & Y > 0.3 \end{array} \right\} \quad (20)$$

Diese Beziehung gilt für beide Strömungsbereiche ( $r/\phi$  und  $x/y$ ).

Die Wirbelviskositäten parallel zu den Wänden lassen sich durch die Beziehung

$$\epsilon_\phi^+ = 10^B \quad (21)$$

beschreiben. Hierbei ist

$$B = G + A_1 \quad (22)$$

und

$$G = 0.6532 - 2.2594 \cdot 10^{-4} X$$

$$A_1 = -0.7937 Y^3 + 0.1835 Y^2 + 0.6369 Y - 0.2768 \quad (23)$$

im Bereich nahe der Kanalwand ( $x/y$ ). Hierbei ist  $Y=y/L$  der dimensionslose Wandabstand und  $X=x/x_{\max}$  die dimensionslose Position zu der Kanalwand ( $x=0$  im Spalt zwischen Stab und Kanalwand;  $x=x_{\max}$  an der Symmetrielinie des Wandkanals).

Für die Strömungszone an der Stabwand wird

$$G = \left\{ \begin{array}{l} 0.01347\phi - 0.09691, \quad \phi \leq 35 \text{ grad} \\ 0.01799\phi - 1.2767, \quad \phi \geq 35 \text{ grad} \end{array} \right\} \quad (24)$$

$$A_1 = \left\{ \begin{array}{l} -0.7937 Y^3 + 0.1835 Y^2 + 0.6369 Y - 0.2768, \quad \phi \leq 35 \text{ grad} \\ 0.4762 Y^3 - 2.1101 Y^2 + 2.0179 Y - 0.5539, \quad \phi \geq 35 \text{ grad} \end{array} \right\} \quad (25)$$

wobei  $\phi$  die Umfangsposition am Stab ist ( $\phi=0$  im Spalt zwischen den Stäben).

Durch die neuen Meßergebnisse lassen sich die bislang konservativen Ansätze in den Rechenprogrammen für  $P/D=1.15$  erheblich verbessern.

#### 4. Vergleich mit VELASCO

Wie für das Stababstandsverhältnis  $P/D=1.07$  /4/ wurde auch für das hier vorliegende Stababstandsverhältnis  $P/D=1.15$  eine Vergleichsrechnung mit VELASCO /16/ durchgeführt. Die Rechnungen erfolgten mit der Standard-Version, d.h.



$$\varepsilon_{\phi}^{+} = 0.154$$

$$C_{\text{sek}} = 0.578$$

Die Meßergebnisse werden mit den Rechenergebnissen in Abb.33 hinsichtlich der Wandschubspannungsverteilungen an den Stab- und Kanalwänden verglichen. Es zeigt sich wie bei  $P/D=1.07$ , daß der Impulstransport in Umfangsrichtung größer ist, als bei VELASCO angenommen. Obwohl VELASCO auch noch Sekundärströmungen berücksichtigt, sind die gemessenen Wandschubspannungsverteilungen gleichmäßiger als die berechneten. So ergibt sich:

		VELASCO	Messung
$r/\phi$	$\tau_{w_{\max}} / \tau_{w_{\min}}$	1.32	1.27
$x/y$	$\tau_{w_{\max}} / \tau_{w_{\min}}$	1.29	1.28

Insbesondere weichen gemessene und berechnete Wandschubspannungsverteilungen erheblich voneinander ab für  $\phi=0-45$  grad.

### 5. Schlußfolgerungen

Die durchgeführten experimentellen Untersuchungen der turbulenten Strömung in einem Wandkanal eines Stabbündels erbrachten eine Reihe von Ergebnissen, die wesentlich zur Verbesserung der Methoden zur Berechnung der turbulenten Strömung in Stabbündel beitragen können:

1. Die Ergebnisse für den Impulsaustausch im Wandkanal eines Stabbündels mit  $P/D=1.15$  bestätigen die für  $P/D=1.07$  gemessenen Werte. Die Wirbelviskositäten parallel zu den Wänden sind zwar bei  $P/D=1.15$  niedriger als für  $P/D=1.07$ , jedoch immer noch erheblich größer als die Annahmen in den Rechenprogrammen.
2. Erneut wird bestätigt, daß der Impulsaustausch stark anisotrop ist. Anisotropiefaktoren bis  $n=20$  wurden gemessen.
3. Die Wirbelviskositäten parallel zur Wand sind stark ortsabhängig und zwar sowohl in Umfangsrichtung bzw. längs der Kanalwand als auch senkrecht zu den Wänden.
4. Die Wirbelviskositäten senkrecht zu den Wänden sind nur für  $y/L < 0.2$  mit Kreisrohrwerten vergleichbar. Für größere Wandabstände sind die Wirbelviskositäten in Richtung senkrecht zur Wand größer als die Kreisrohrwerte.
5. Einflüsse von Sekundärströmungen sind offensichtlich schwächer als bislang angenommen. Die Meßergebnisse für den zeitlichen Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit zeigen keinen Einfluß von Sekundärströmungen. Gewissen Anzeichen von Sekundärströmungen können den Verteilungen der Turbulenzintensitäten bzw. der kinetischen Energie der Turbulenz entnommen werden.
6. Der Vergleich der Meßergebnisse mit Rechnungen mit dem VELASCO-Code zeigt, daß eine relativ gute Übereinstimmung nur durch die Annahme von Sekundärströmungseinflüssen erzielt wird. Die Ansätze bezüglich der Anisotropie des Impulsaustausches sind verbesserungsbedürftig.
7. Die vorliegenden Meßwerte für die Turbulenzintensitäten und die kinetische Energie der Turbulenz sollten das Justieren und die Anwendung von verbesserten Turbulenzmodellen (Mehrgleichungsmodelle) ermöglichen.

Der Autor dankt den Herren E.Mensinger und G.Wörner für ihre intensive und gewissenhafte Mitarbeit bei der Durchführung der Untersuchungen.

### Literatur

- /1/ N. Eifler und R. Nijssing  
Berechnung der turbulenten Geschwindigkeitsverteilung und der Wandreibung in unendlich ausgedehnten, parallel angeströmten Stabbündeln  
Wärme- und Stoffübertragung 2, 246-256 (1969)
  
- /2/ A.C. Trupp  
The structure of turbulent flow in triangular array rod bundles  
Ph.D.Thesis, University of Manitoba, Canada (1973)
  
- /3/ B. Kjellström  
Studies of turbulent flow parallel to a rod bundle of triangular array  
Report AE-487, Studsvik, Schweden (1974)
  
- /4/ K. Rehme  
Experimentelle Untersuchungen der turbulenten Strömung in einem Wandkanal eines Stabbündels  
KFK-Bericht 2441 (April 1977)
  
- /5/ K. Rehme  
Messungen der Geschwindigkeits-Turbulenz- und Wand-schubspannungsverteilungen in einem Eckkanal eines Stabbündels  
KFK-Bericht 2512 (1977)
  
- /6/ K. Rehme  
Anisotropic eddy viscosities in the turbulent flow through a rod bundle  
Symp.on Turbulent Shear Flows, State College, Pennsylvania (1977)

- /7/ K. Rehme  
The structure of turbulent flow through a wall sub-channel of a rod bundle  
Nucl.Eng.Design (in the press)
- /8/ K. Rehme  
Hitzdraht-Anemometrie in Unterkanälen von Stabbündeln  
Proc. der KTG-Fachtagung "Experimentiertechnik auf dem Gebiet der Thermo- und Fluidodynamik" Teil 1: Meßtechniken in der Reaktor-Fluidodynamik, Berlin (10.-12.März 1976), KTG Hrsg. P.Voj, Interatom, Bensberg (1976)
- /9/ U.Schumann  
-PLOTHL - Ein Fortran IV Unterprogramm zur Darstellung von Funktionen von zwei unabhängigen Variablen durch ihre Höhenlinien auf einem Plotter  
KFK-Bericht 1486 (1971)
- /10/ K. Maubach  
Reibungsgesetze turbulenter Strömungen  
Chemie-Ing-Technik 42 (15), 995-1004 (1970)
- /11/ K. Rehme  
Simple method of predicting friction factors of turbulent flow in noncircular channels  
Int.J.Heat Mass Transfer 16, 933-950 (1973)
- /12/ I. Nikuradse  
Gesetzmäßigkeiten der turbulenten Strömung in glatten Rohren  
VDI-Forsch.Heft No. 356 (1932)
- /13/ K. Rehme  
Turbulente Strömung in konzentrischen Ringspalten  
Hab.Schrift Uni. Karlsruhe, KFK 2099 (1975)

- /14/ Chr. Hausmann und M. Mangelmann  
Eingabebeschreibung für die FORTRAN-IV-Subroutinen  
VOLFI und EPSI  
(unveröffentlicht)
- /15/ H. Reichardt  
Vollständige Darstellung der turbulenten Geschwindig-  
keitsverteilung in glatten Leitungen  
ZAMM 31, 208-219 (1951)
- /16/ W. Eifler und R. Nijssing  
VELASCO - Velocity field in asymmetric rod confi-  
guration  
Report EUR-4950e (1973)
- /17/ H. Ramm  
Theoretisches Modell zur Beschreibung des Impuls-  
und Energietransports in turbulenter Kanalströmung  
Report TUBIK 31 (1975)

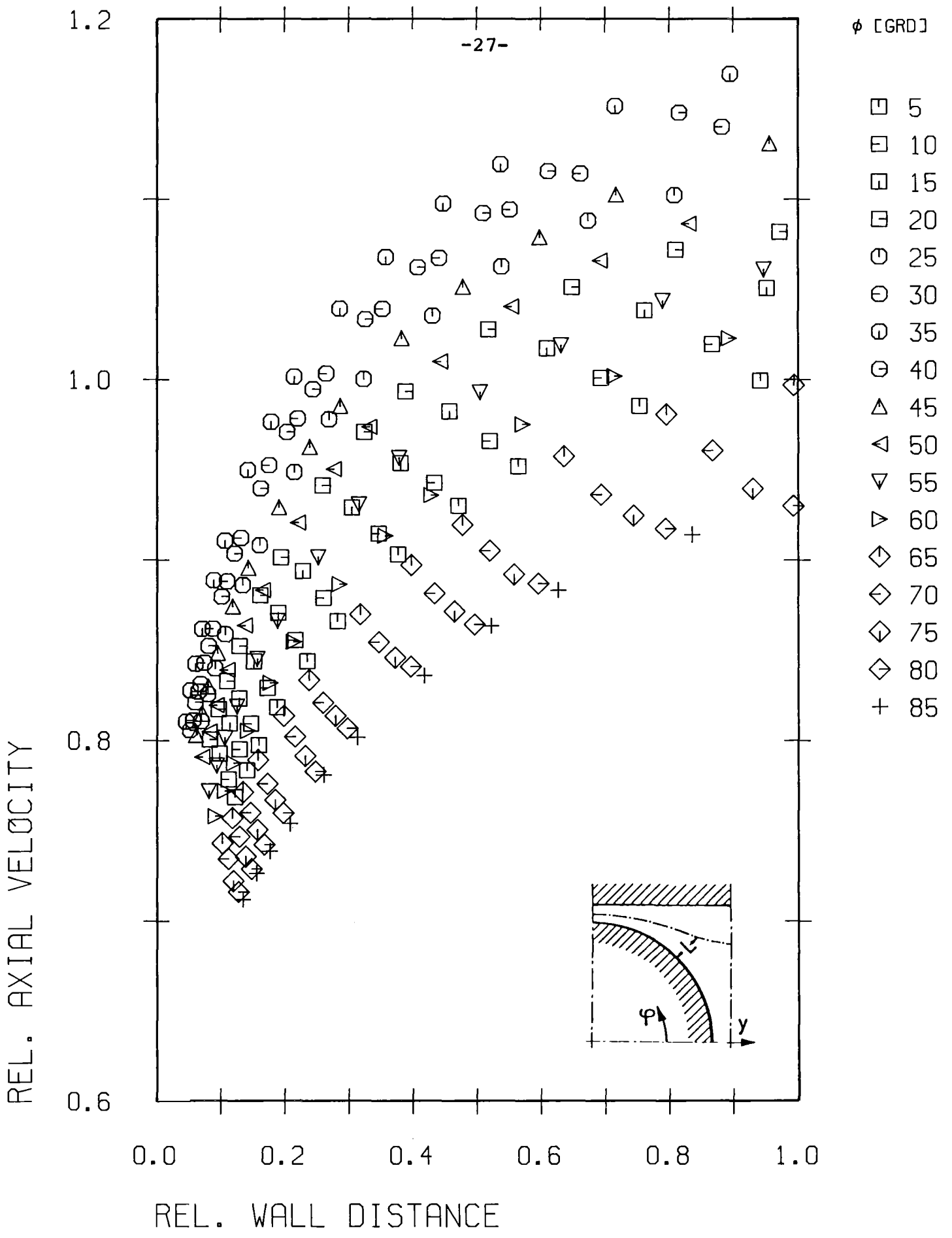
Nomenklatur

A	-	Geometrieparameter
A <sub>1</sub>	-	Parameter
a	m	Abstand
B	-	Parameter
C <sub>sek</sub>	-	Konstante für Sekundärströmung
D	m	Stabdurchmesser
D <sub>h</sub>	m	hydraulischer Durchmesser
F	m <sup>2</sup>	Strömungsquerschnitt
G	-	Parameter
G*	-	Geometrieparameter
K	-	Geometrieparameter
k'	-	Kinetische Energie der Turbulenz
L	m	Länge des Profils zwischen Wand und Maximalgeschwindigkeit
L <sub>K</sub>	m	Kanalhöhe
ΔL	m	Differenzlänge
n	-	Anisotropiefaktor
P	m	Stababstand
ΔP	Nm <sup>-2</sup>	Druckdifferenz
r	m	Radius
R <sub>uv</sub>	-	Korrelationskoeffizient uv
R <sub>uw</sub>	-	Korrelationskoeffizient uw
Re	-	Reynolds-Zahl
U	-	Umfang
U <sub>m</sub>	ms <sup>-1</sup>	Mittlere Strömungsgeschwindigkeit im Kanal
$\bar{u}$	ms <sup>-1</sup>	Geschwindigkeitskomponente in axialer Richtung
u'	ms <sup>-1</sup>	Schwankungsgeschwindigkeit in axialer Richtung
u <sub>REF</sub>	ms <sup>-1</sup>	Referenzgeschwindigkeit
u*	ms <sup>-1</sup>	Schubspannungsgeschwindigkeit
u <sup>+</sup>	-	dimensionslose Geschwindigkeit
u'	ms <sup>-1</sup>	Schwankungsgeschwindigkeit senkrecht zur Wand
w'	ms <sup>-1</sup>	Schwankungsgeschwindigkeit parallel zur Wand
W	m	Wandabstand
X	-	dimensionslose Position an der Kanalwand
x	m	Position entlang der Kanalwand

$Y$	$\tau$	dimensionsloser Abstand senkrecht zur Wand
$y$	$m$	Abstand von der Wand
$y^+$	-	dimensionsloser Wandabstand
$\epsilon$	$m^2 s^{-1}$	Wirbelviskosität
$\epsilon^+$	-	dimensionslose Wirbelviskosität
$\lambda$	-	Druckverlustbeiwert
$\phi$	$grad$	Umfangskoordinate
$\rho$	$Kg m^{-3}$	Dichte
$\nu$	$m^2 s^{-1}$	Kinematische Viskosität
$\tau_w$	$Nm^{-2}$	Wandschubspannung
$\tau_m$	$Nm^{-2}$	mittlere Wandschubspannung

Indizes

$r$	radial
$\phi$	in Umfangsrichtung



**Abb.1** Zeitlicher Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit ( $r/\phi$ )



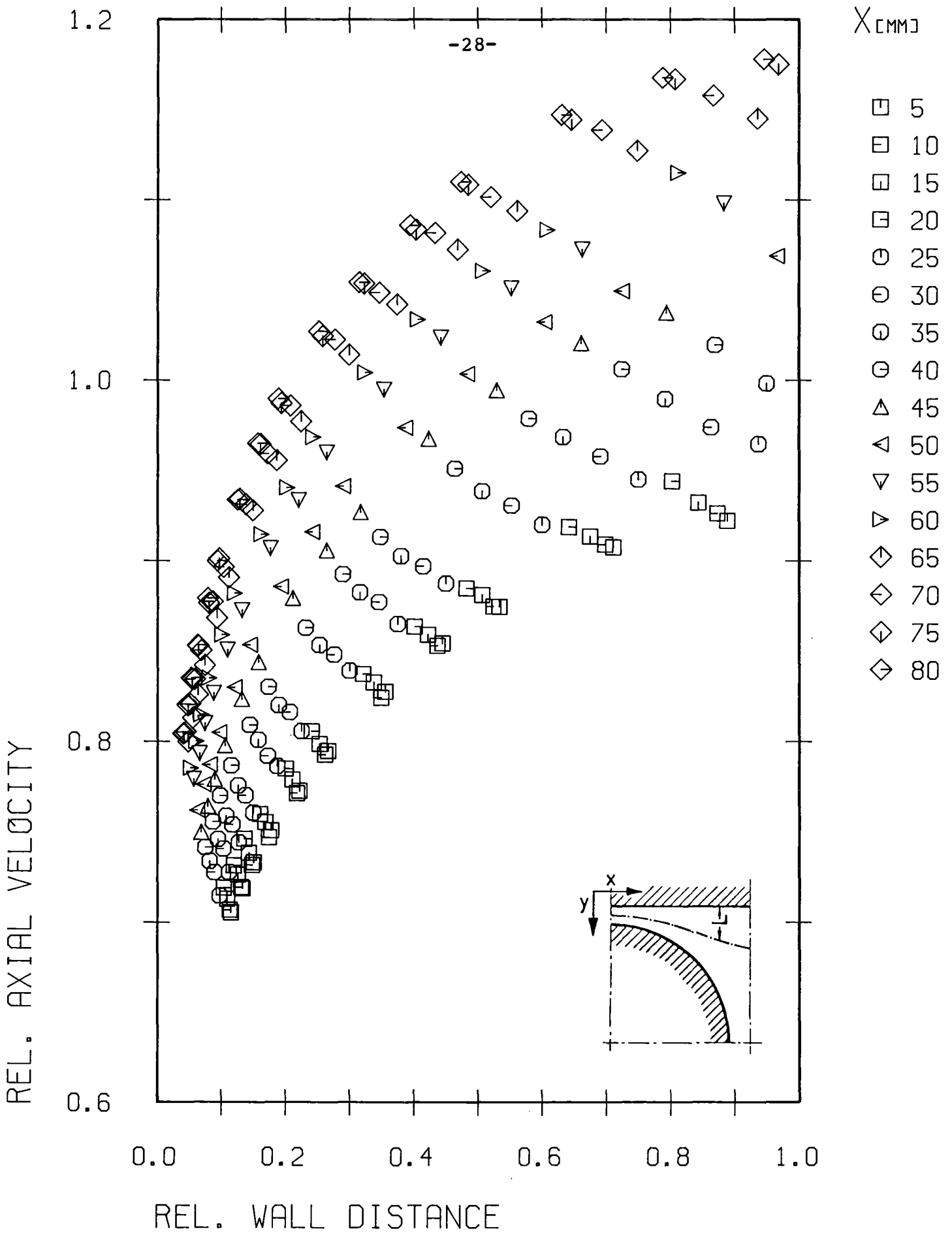


Abb.2 Zeitlicher Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit ( $x/y$ )

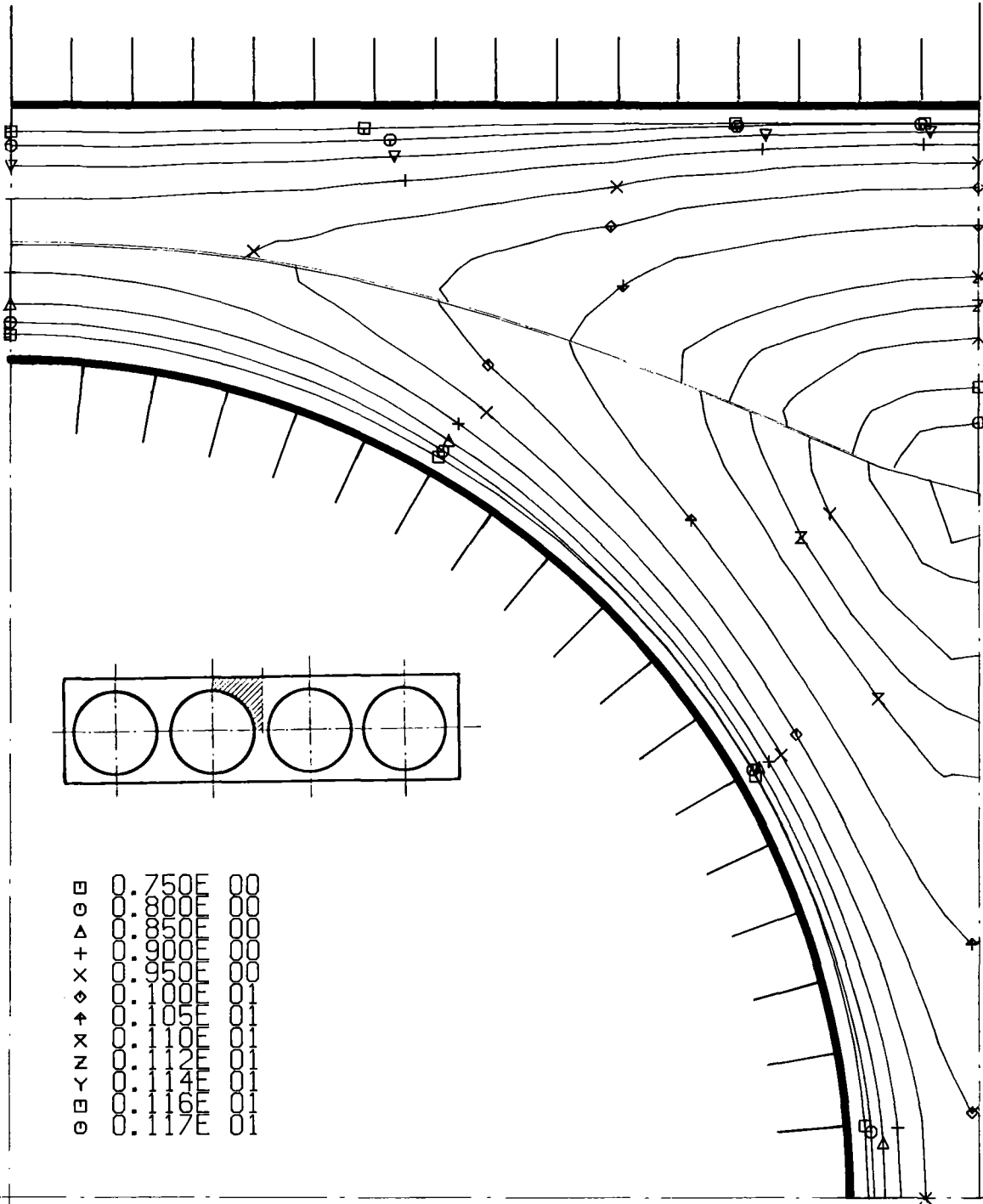


Abb.3 Zeitlicher Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit (Höhenlinien)

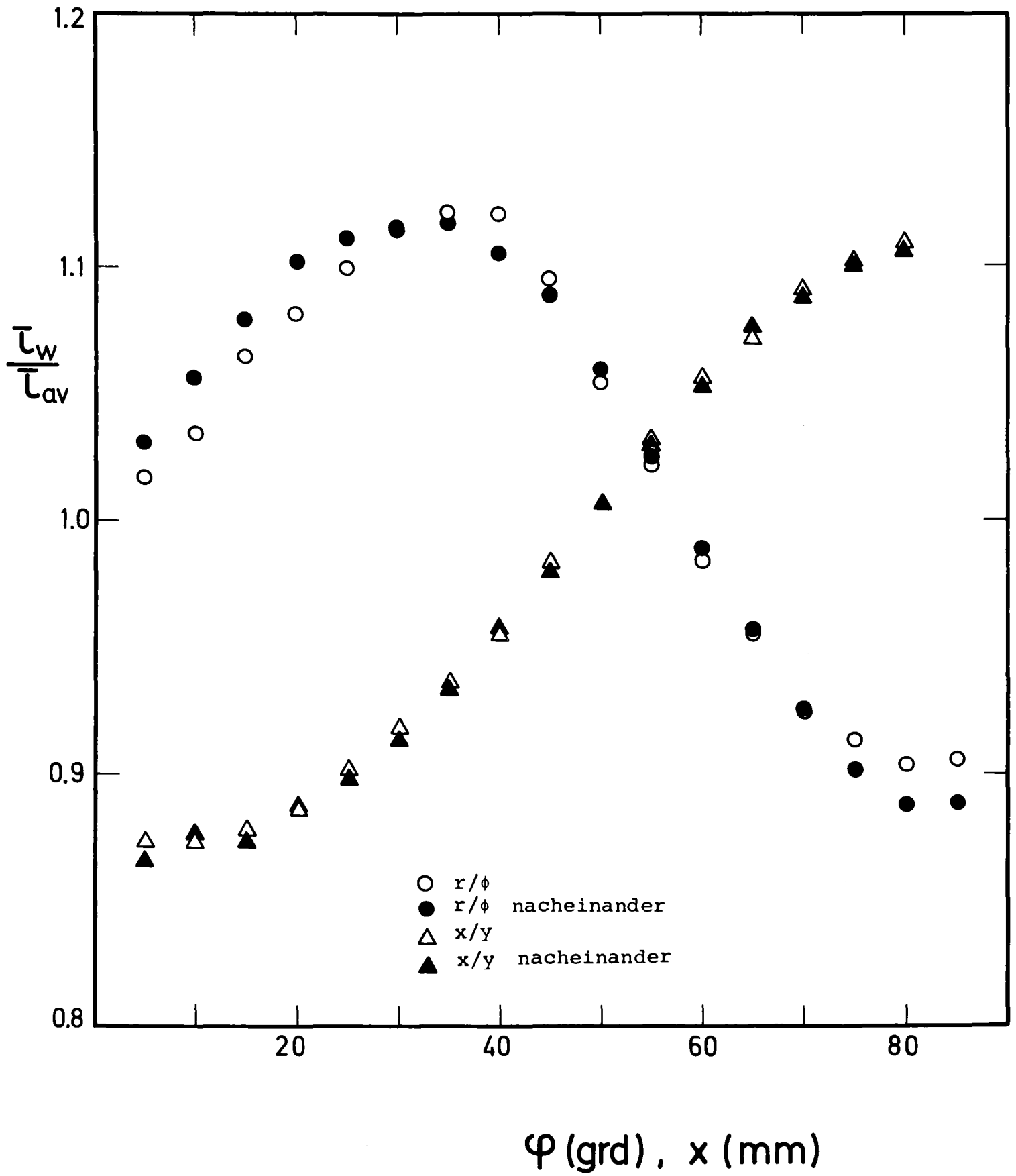


Abb. 4 Wandschubspannungsverteilungen

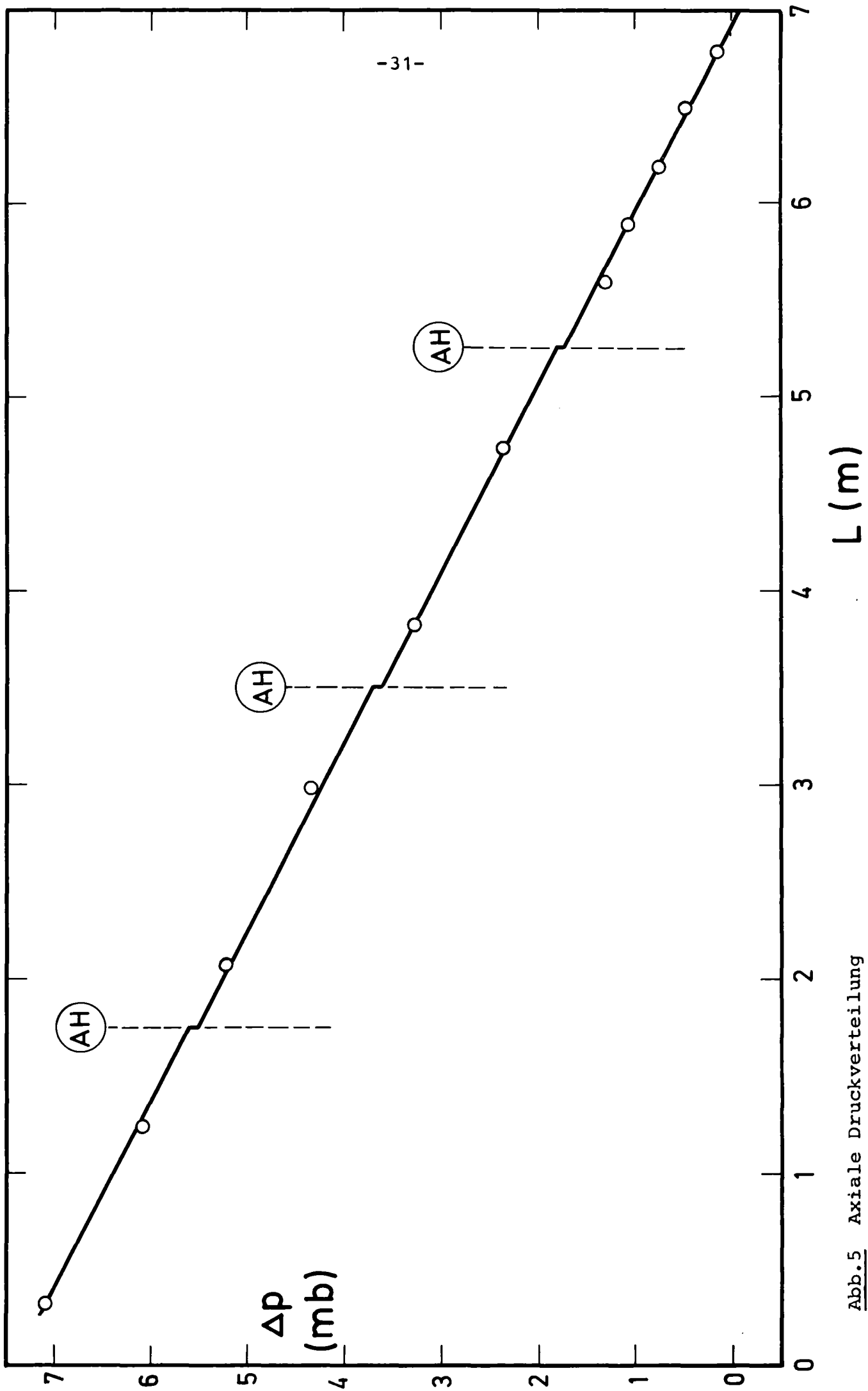


Abb.5 Axiale Druckverteilung

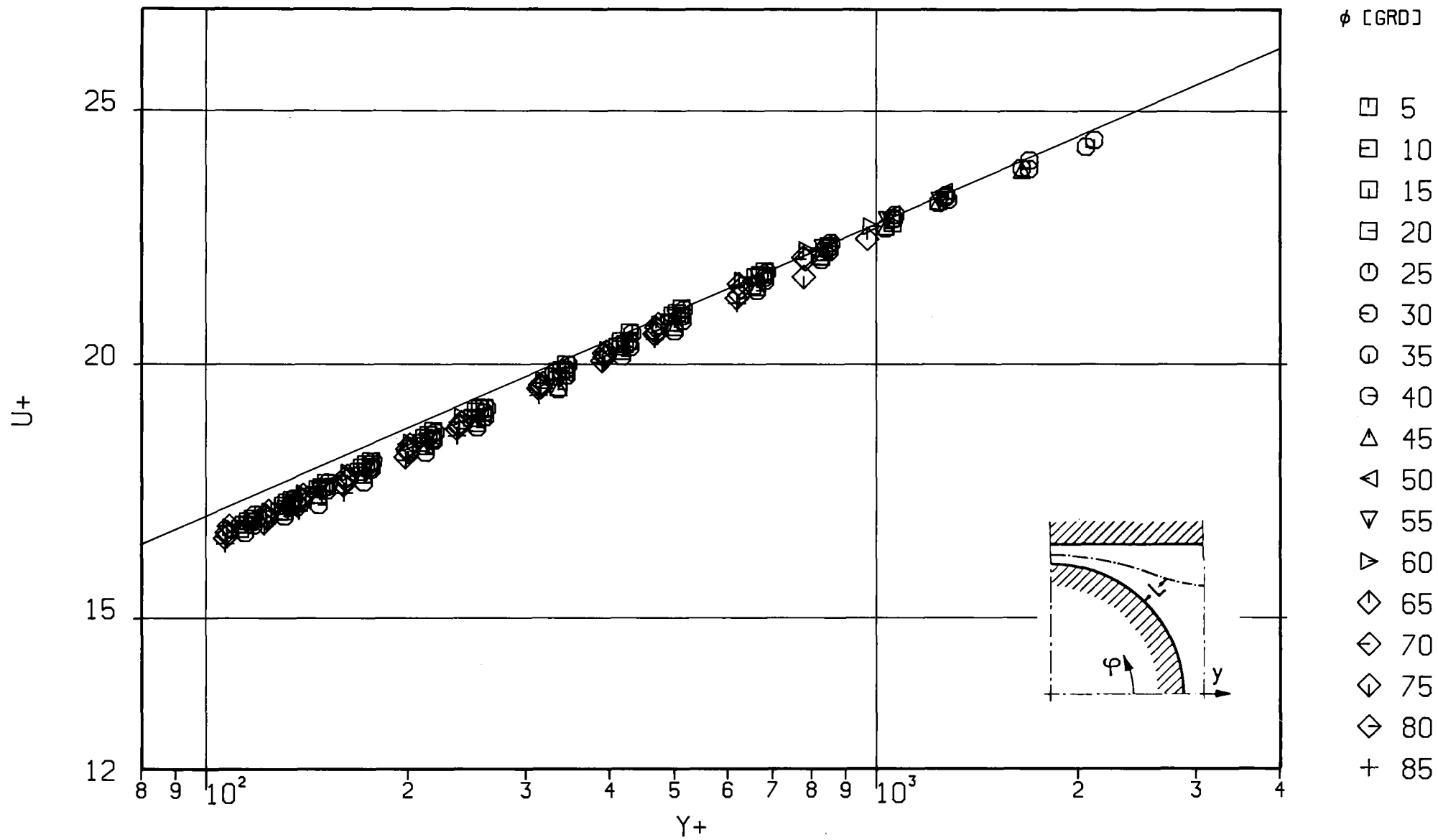


Abb.6 Dimensionsloses Geschwindigkeitsprofil ( $r/\phi$ )

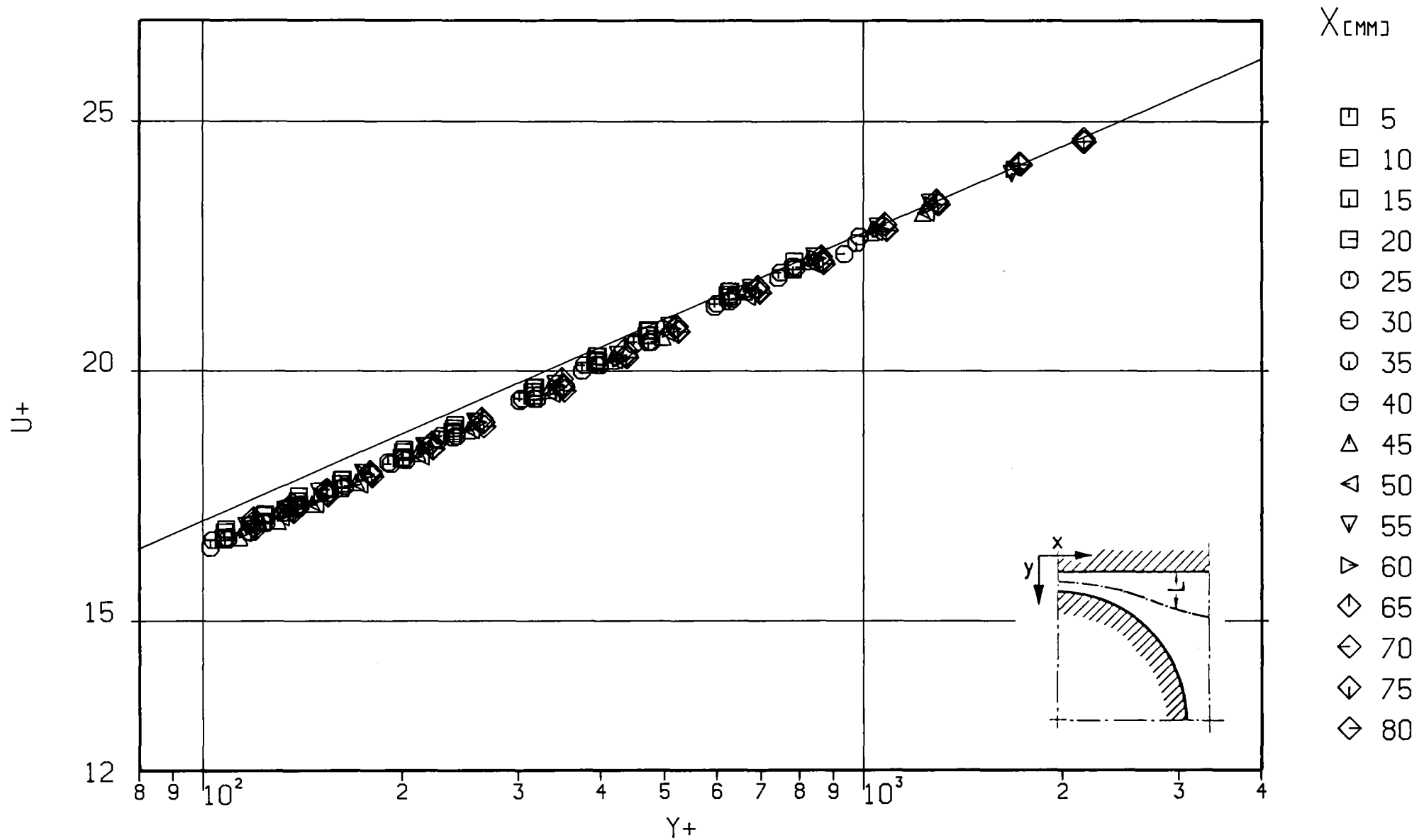


Abb. 7 Dimensionsloses Geschwindigkeitsprofil (x/y)

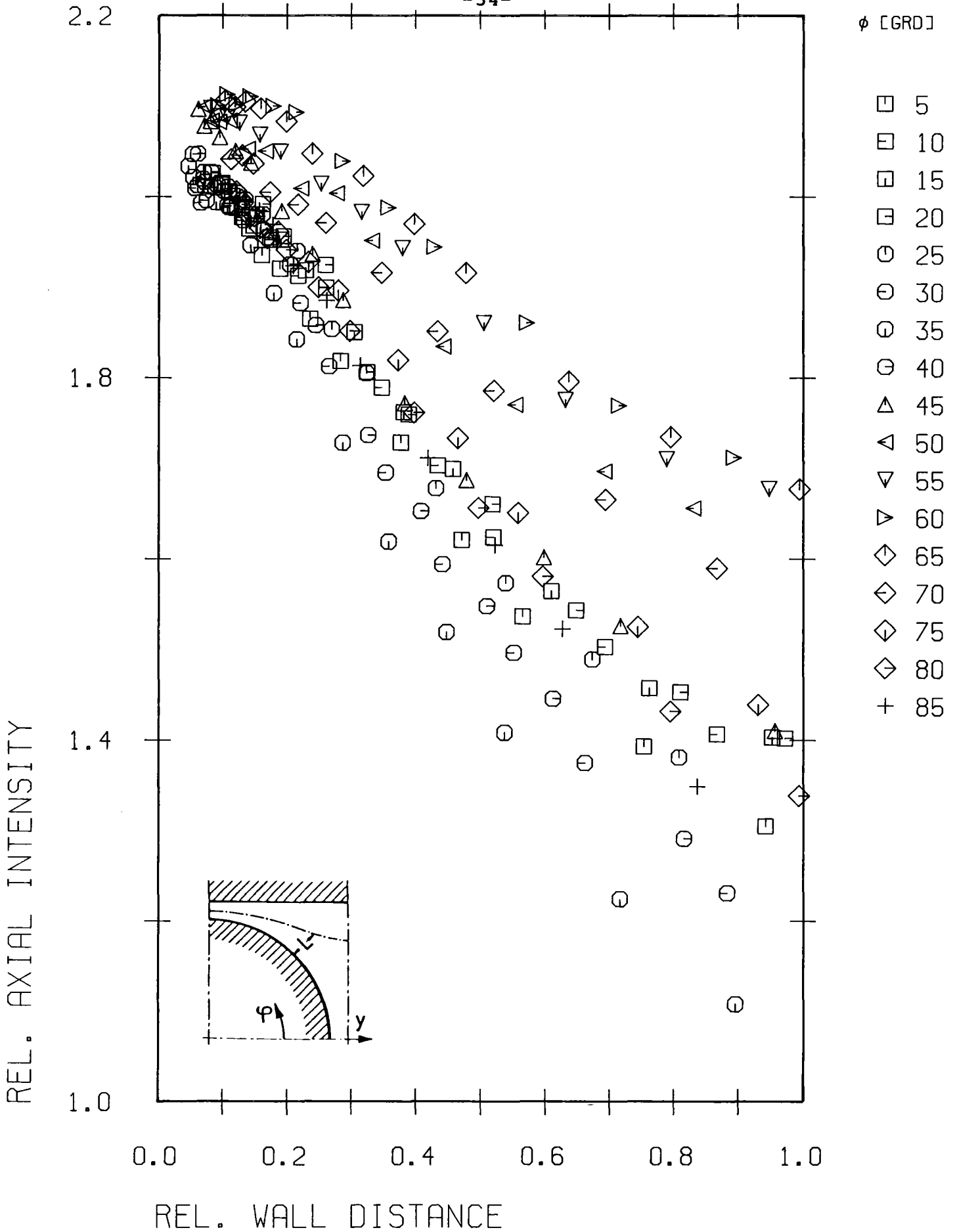


Abb.8 Axiale Turbulenzintensität ( $r/\phi$ )

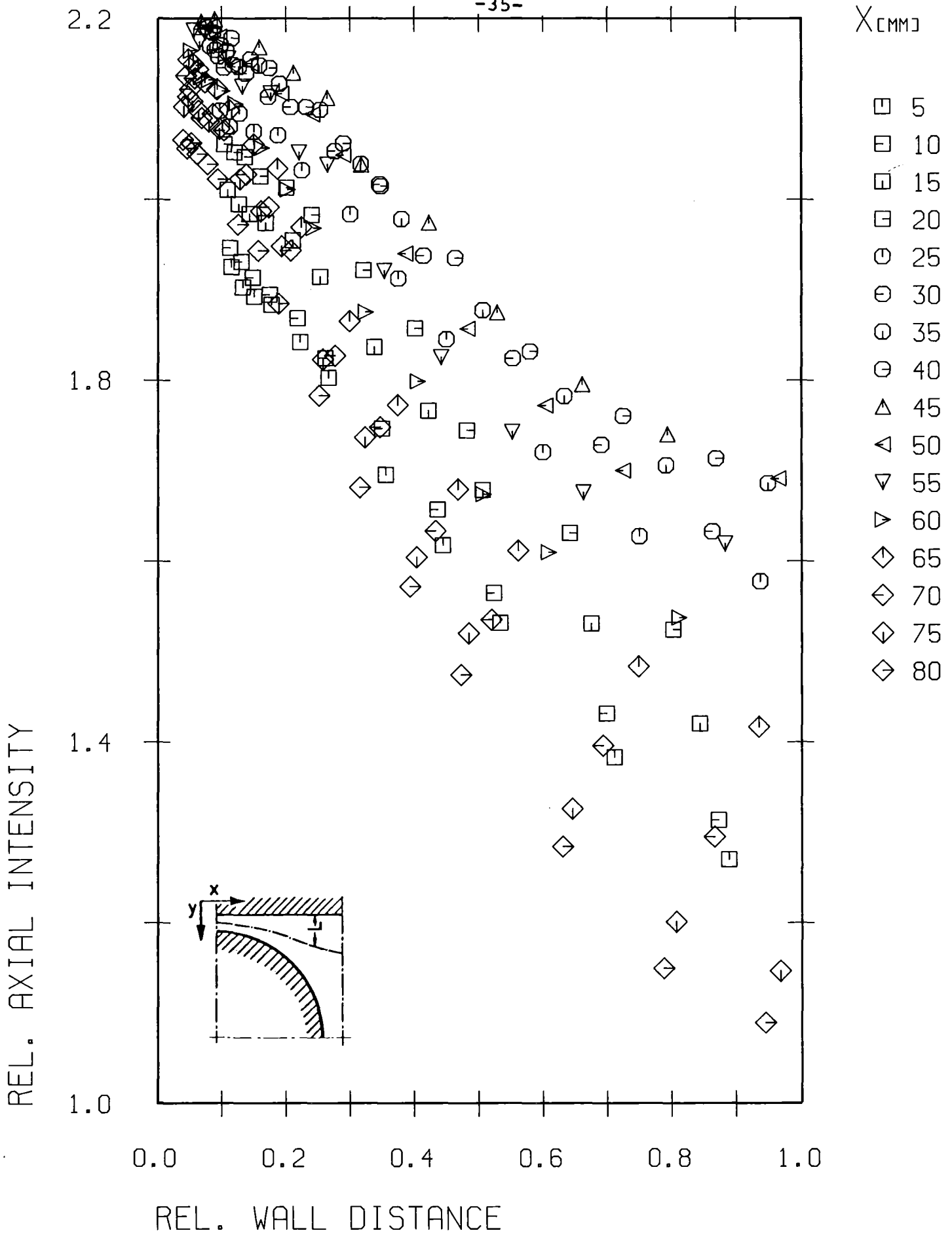


Abb.9 Axiale Turbulenzintensität (x/y)



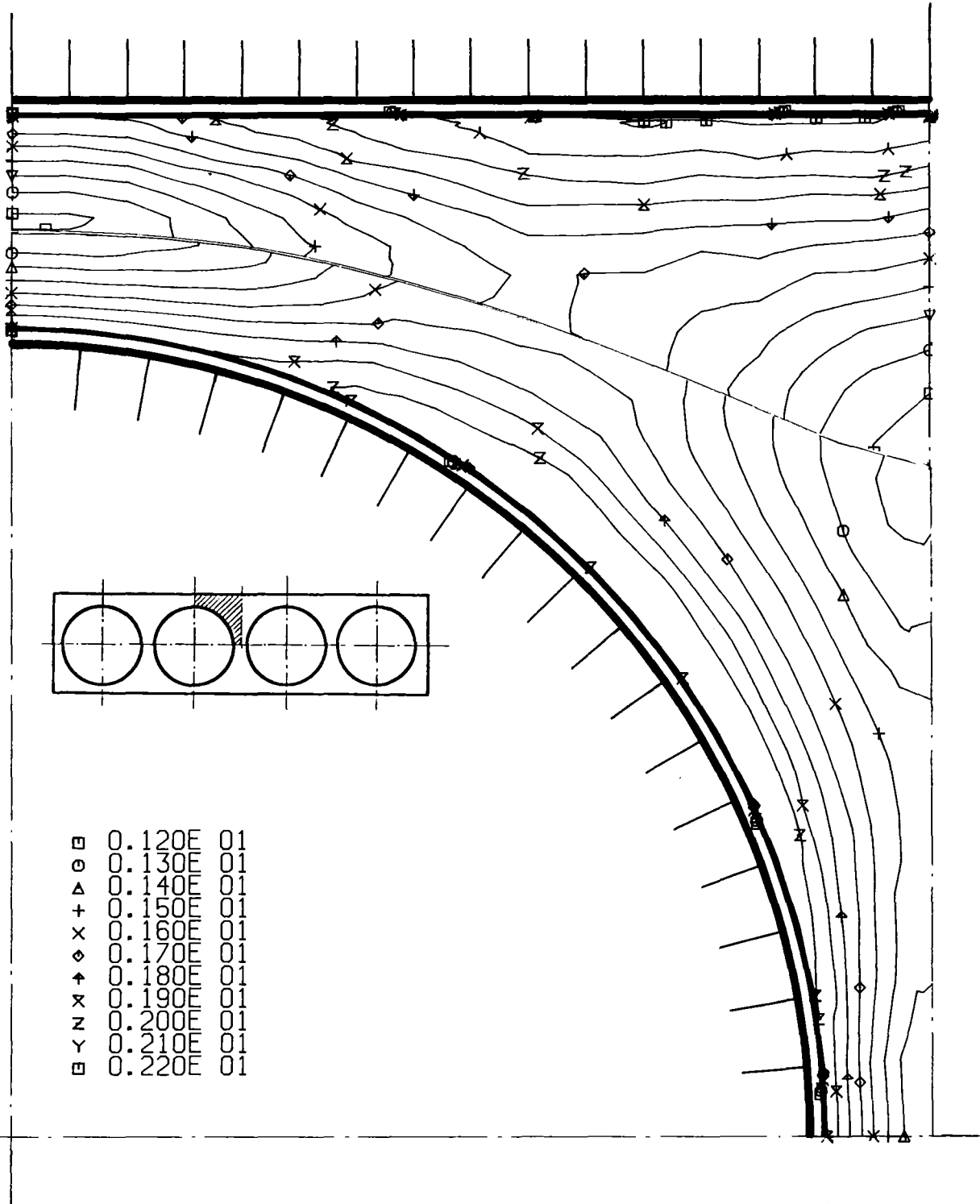


Abb.10 Axiale Turbulenzintensität (Höhenlinien)

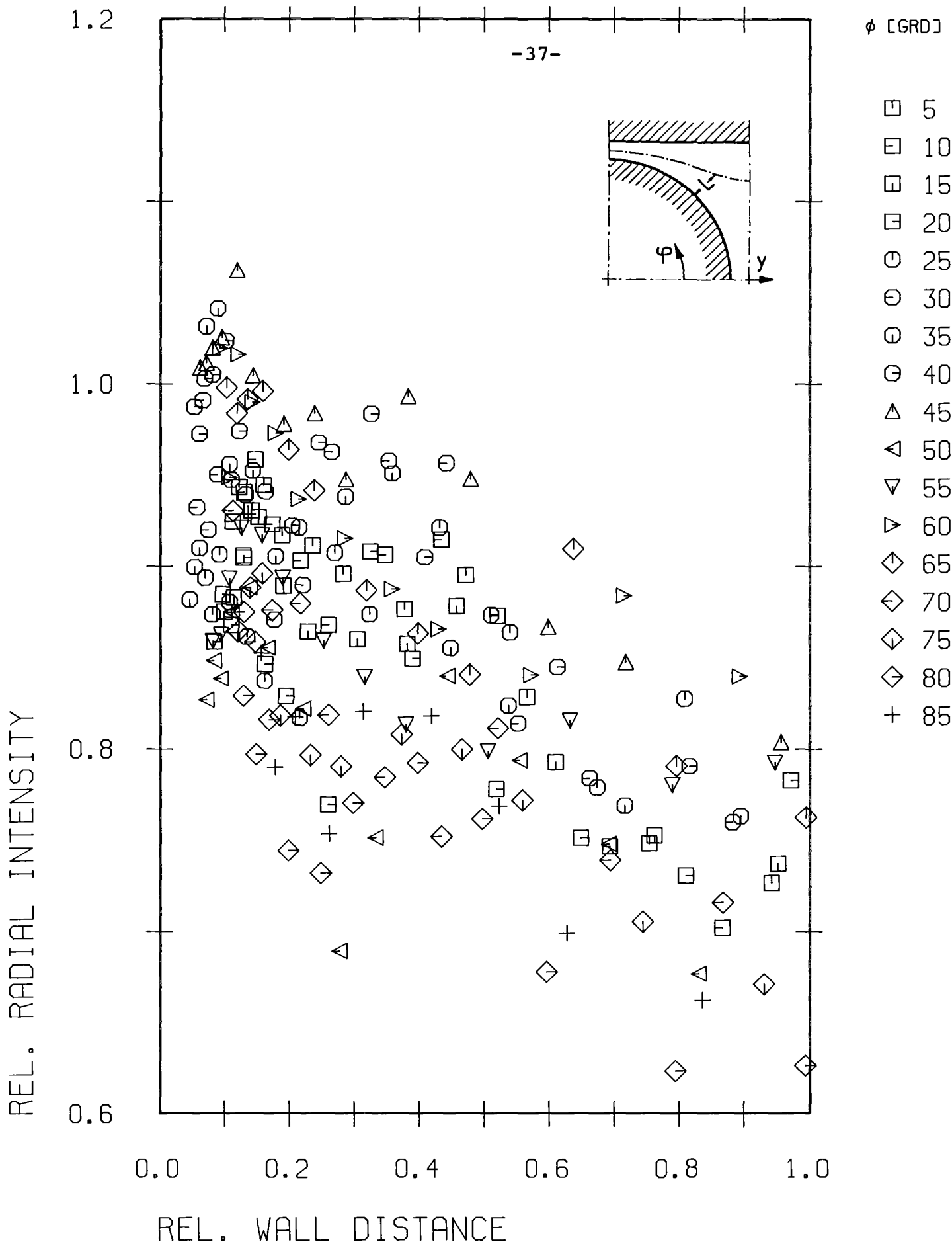


Abb.11 Turbulenzintensität senkrecht zur Wand ( $r/\phi$ )

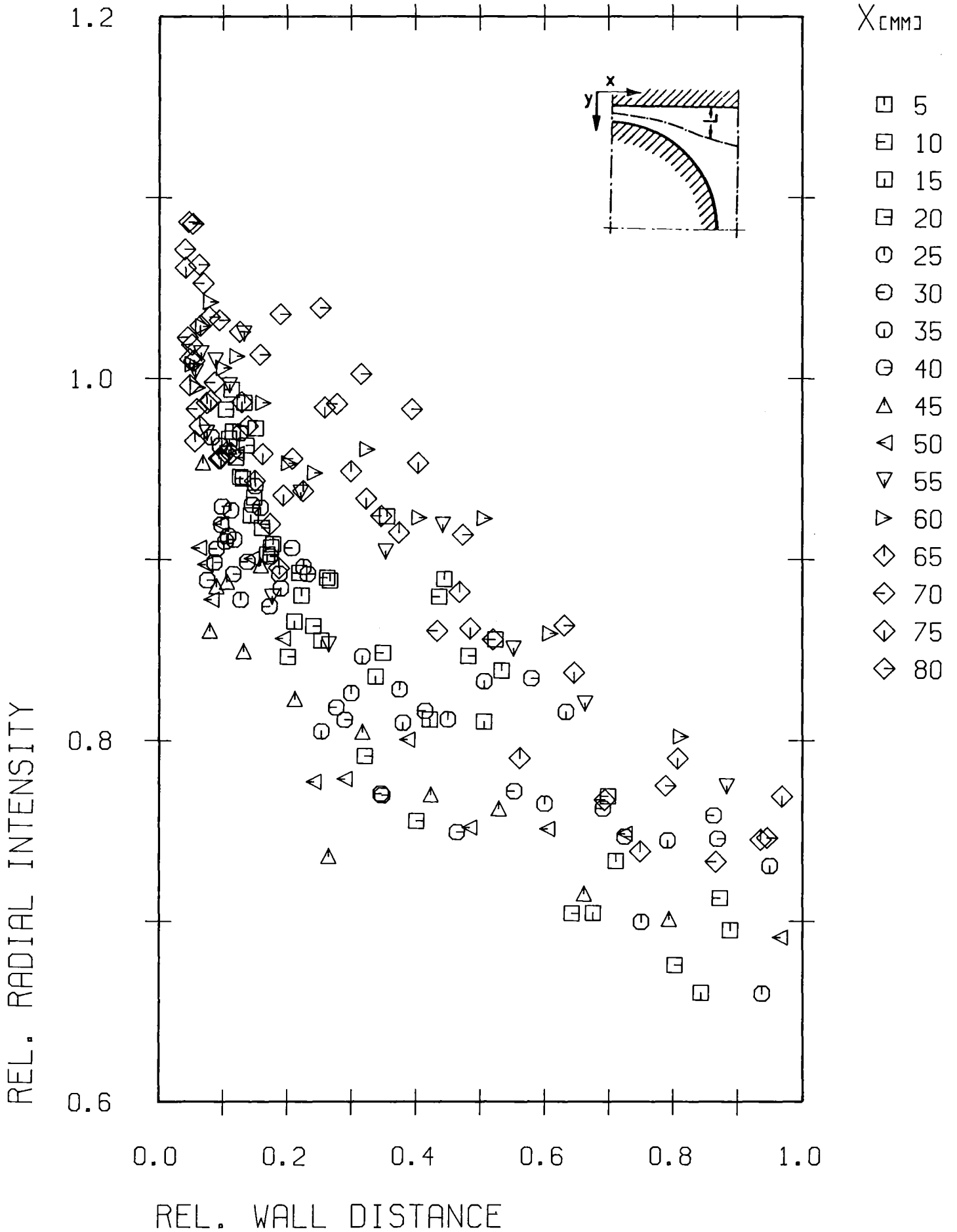


Abb.12 Turbulenzintensität senkrecht zur Wand ( $x/y$ )

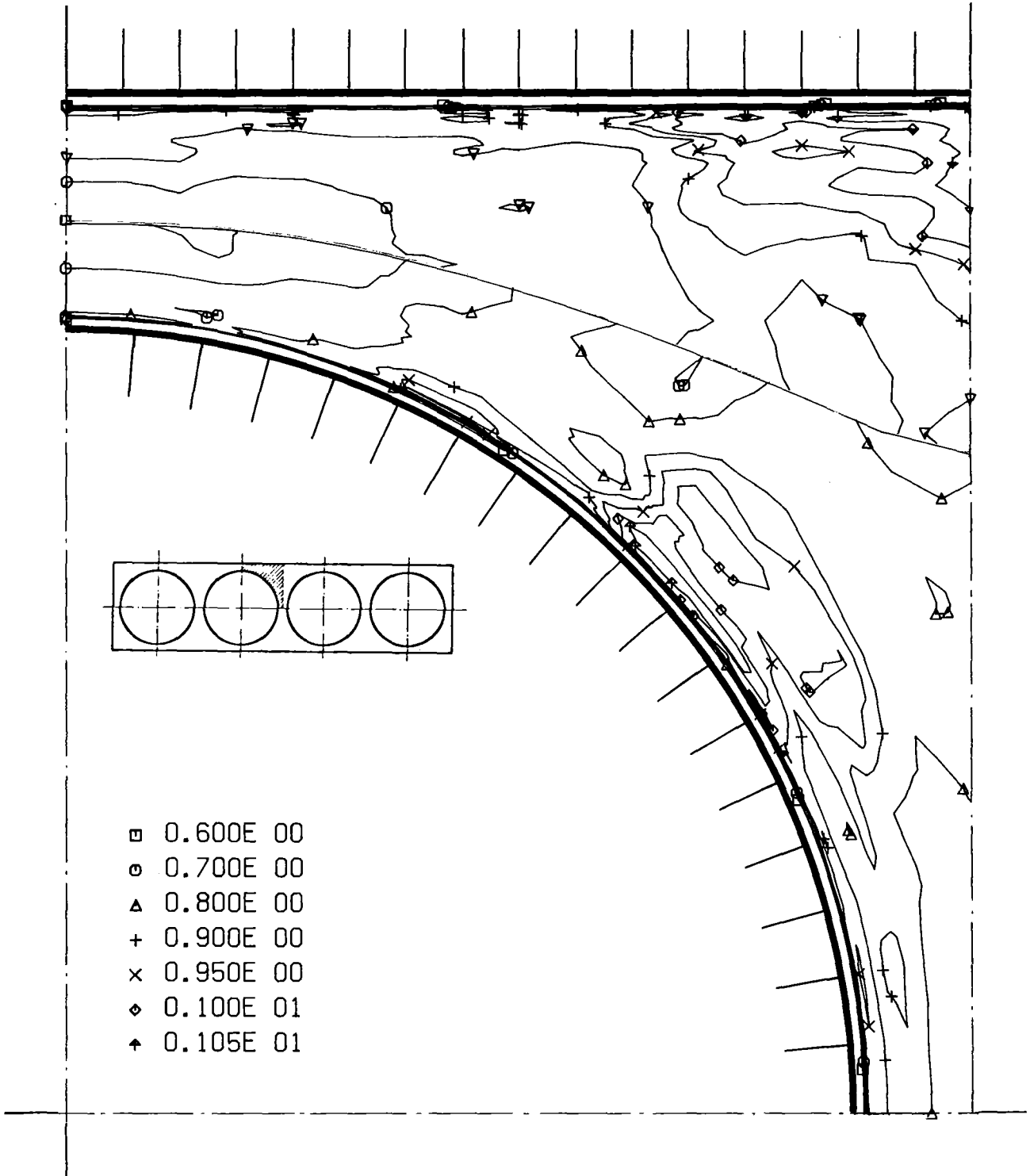
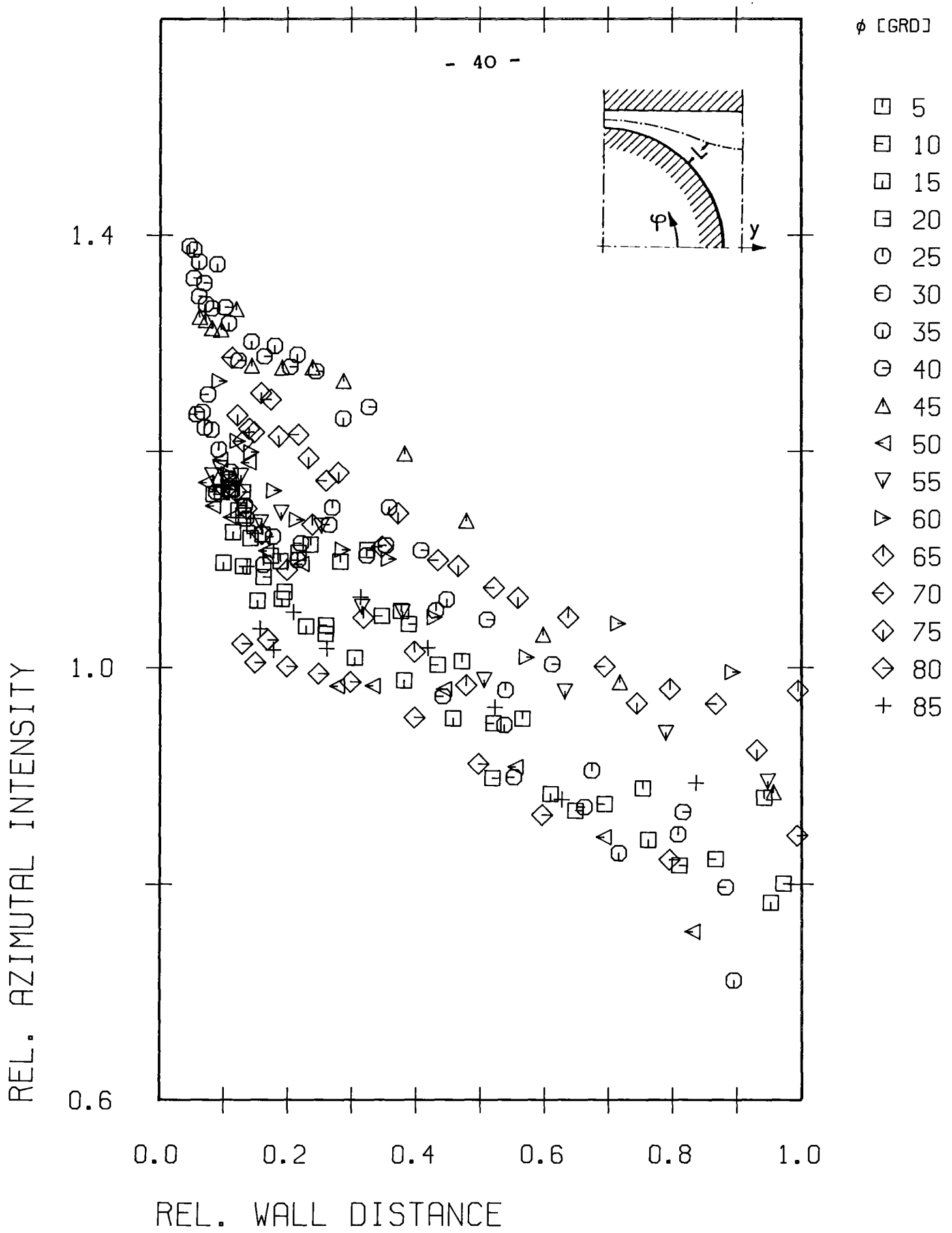


Abb.13 Turbulenzintensität senkrecht zur Wand (Höhenlinien)



**Abb.14** Turbulenzintensität parallel zur Wand ( $r/\phi$ )

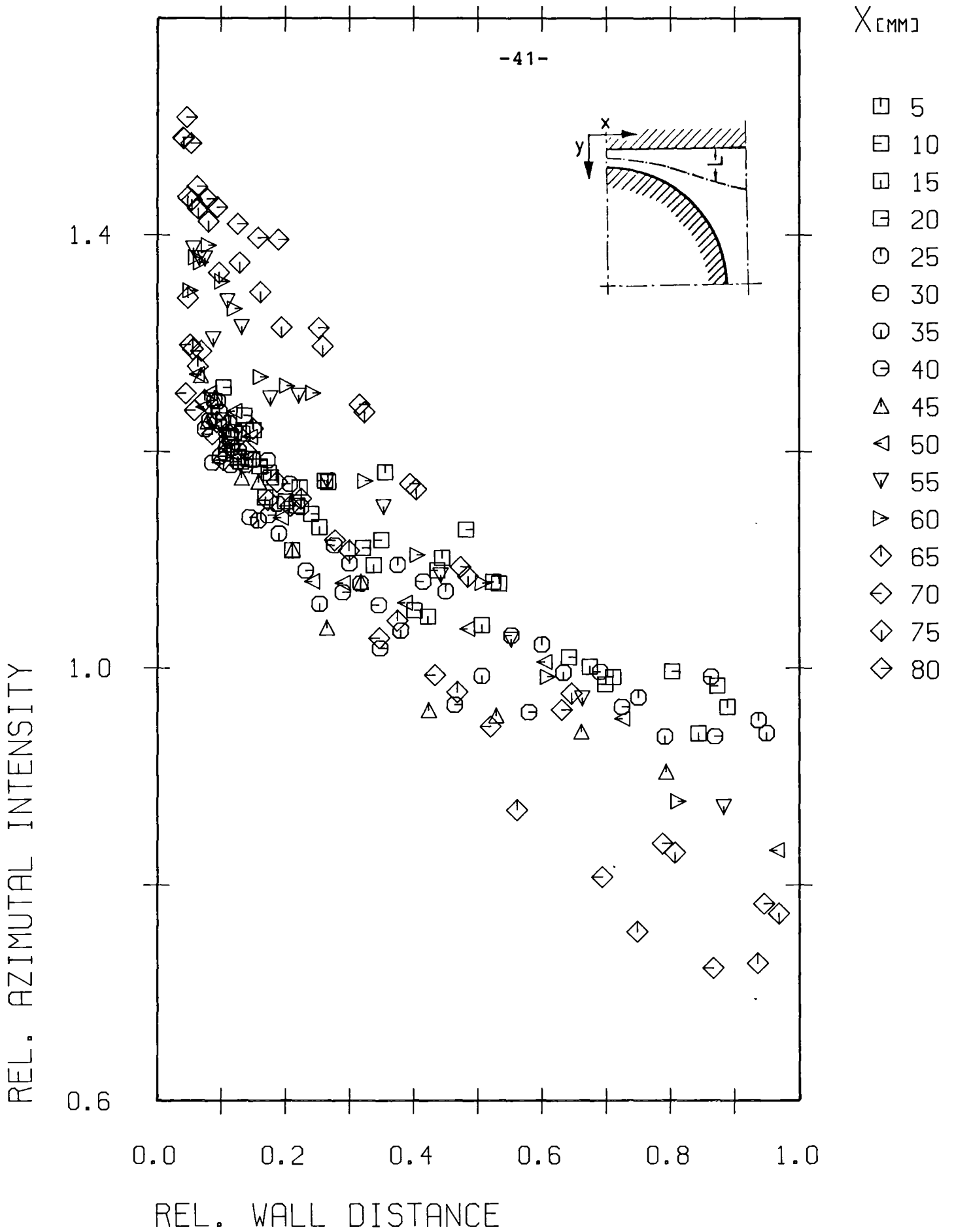


Abb.15 Turbulenzintensität parallel zur Wand (x/y)

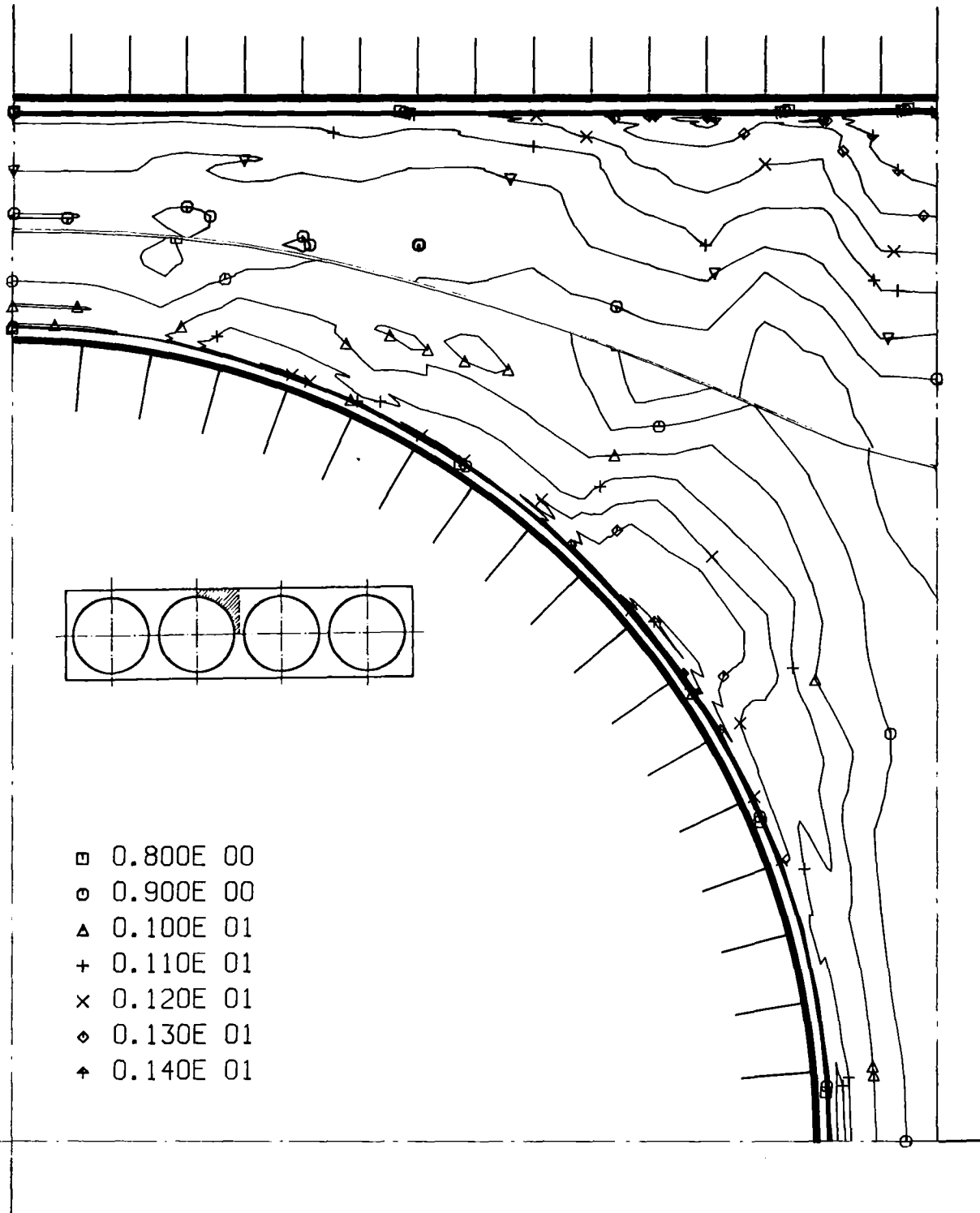


Abb.16 Turbulenzintensität parallel zur Wand (Höhenlinien)

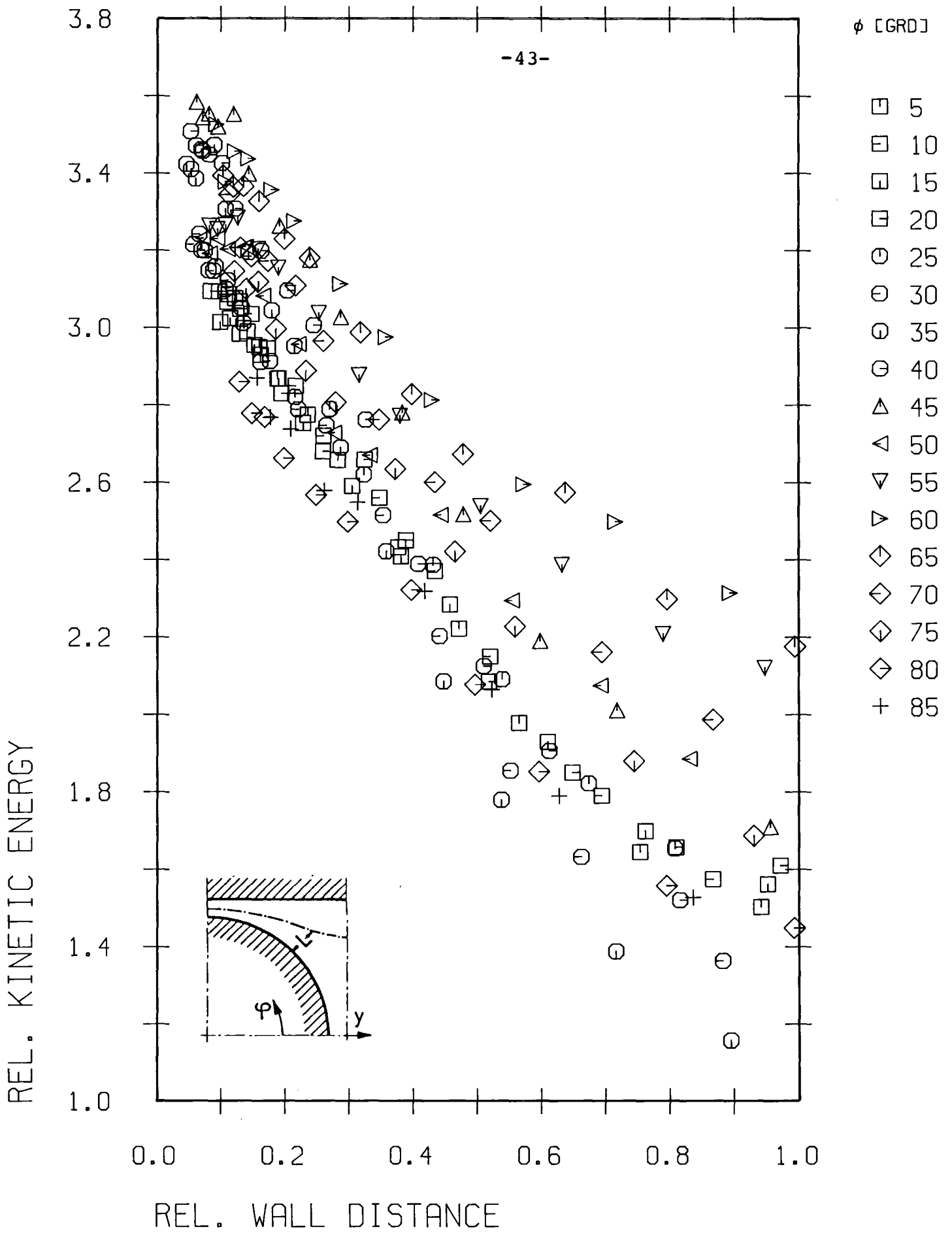


Abb.17 Kinetische Energie der Turbulenz ( $r/\phi$ )



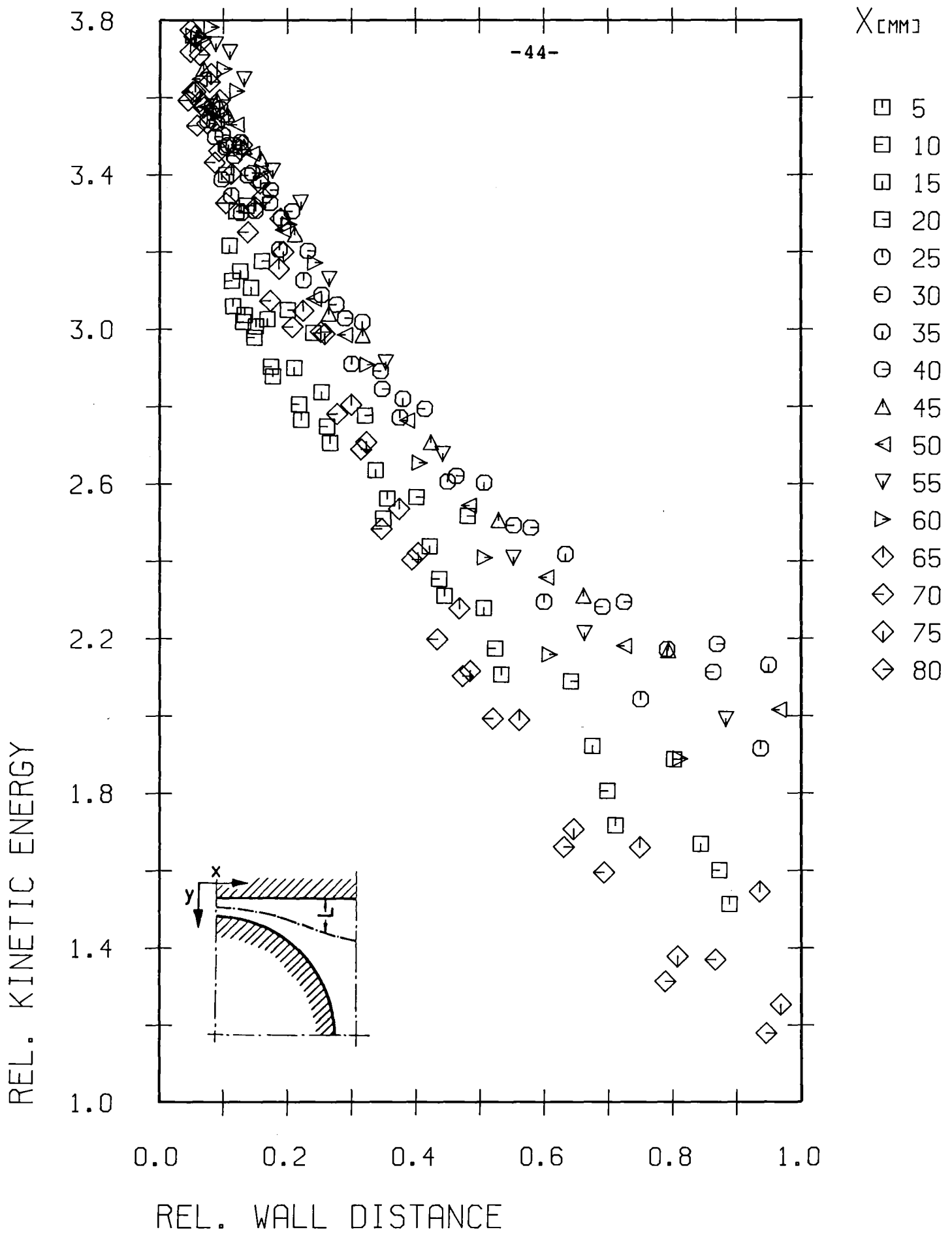


Abb.18 Kinetische Energie der Turbulenz ( $x/y$ )

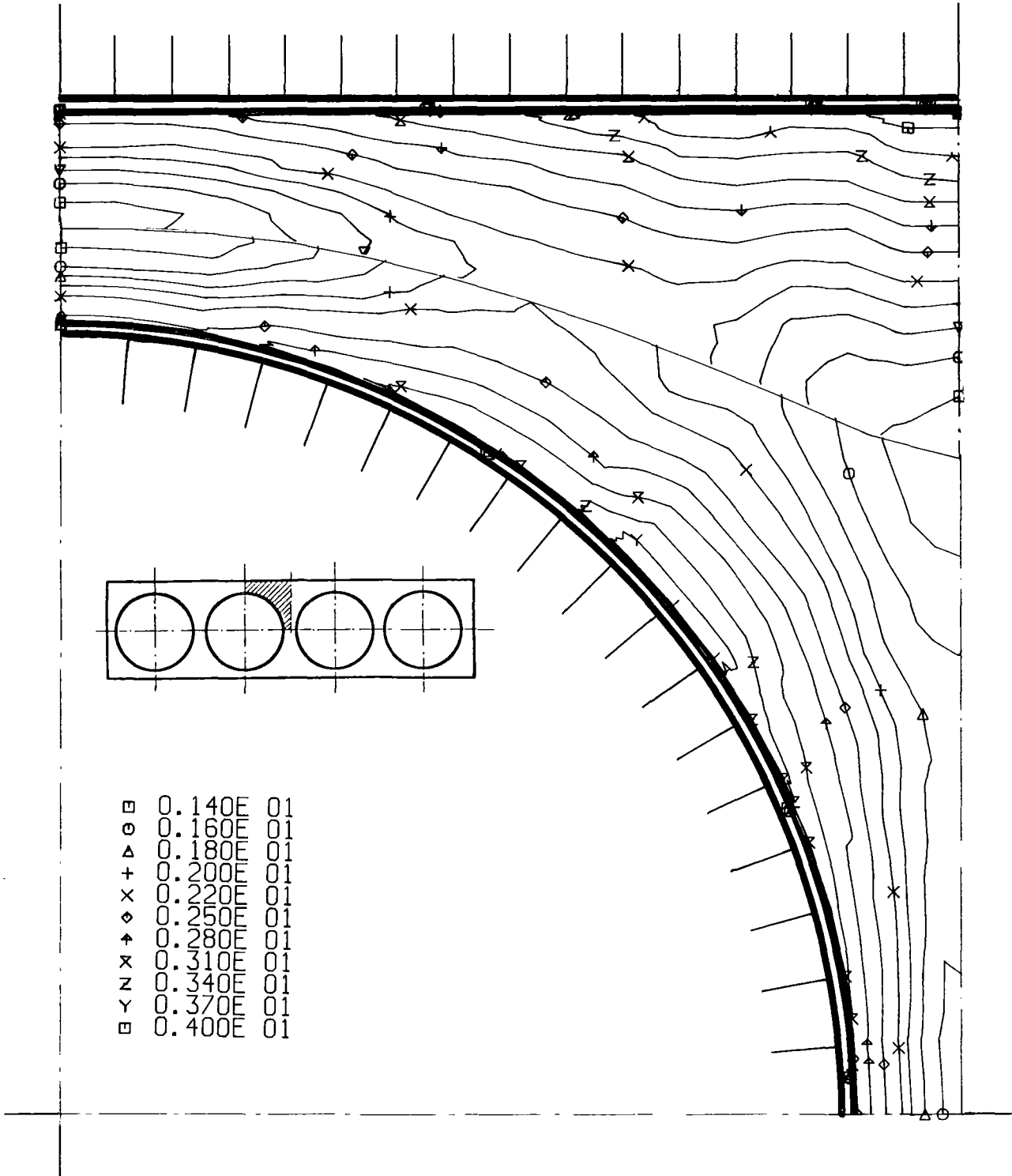


Abb.19 Kinetische Energie der Turbulenz (Höhenlinien)

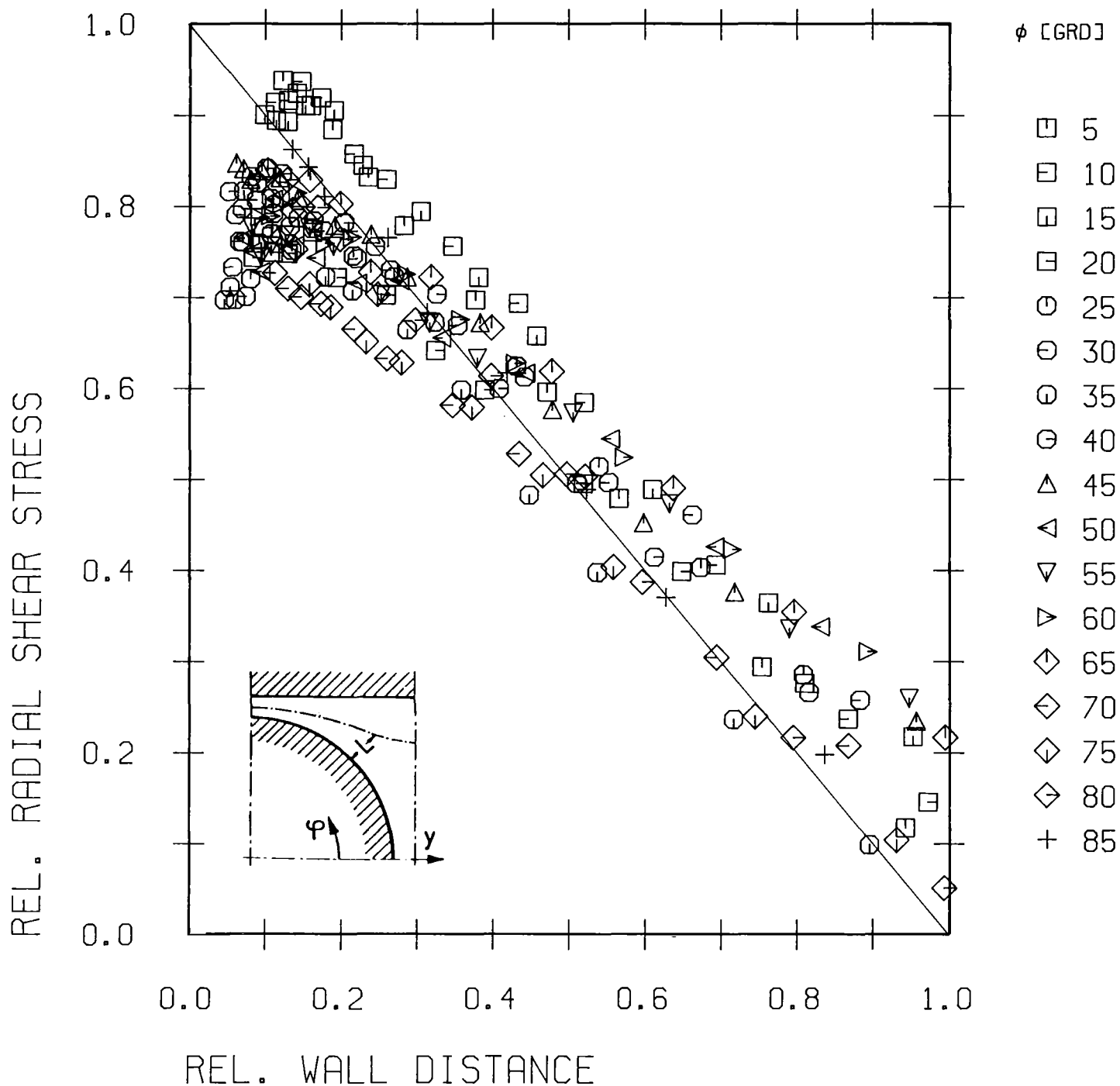


Abb.20 Schubspannung senkrecht zur Wand ( $r/\phi$ )

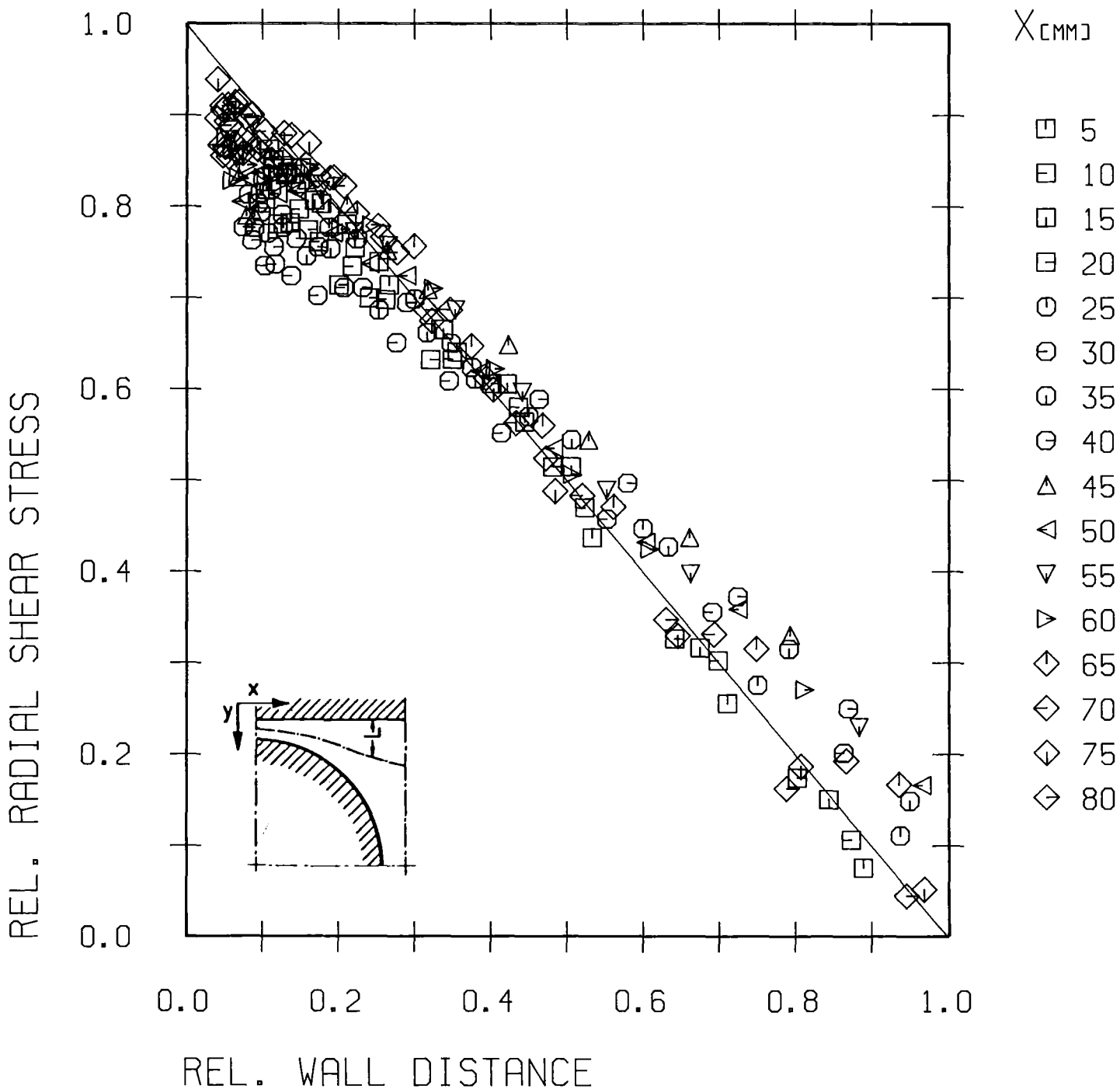


Abb.21 Schubspannung senkrecht zur Wand (x/y)

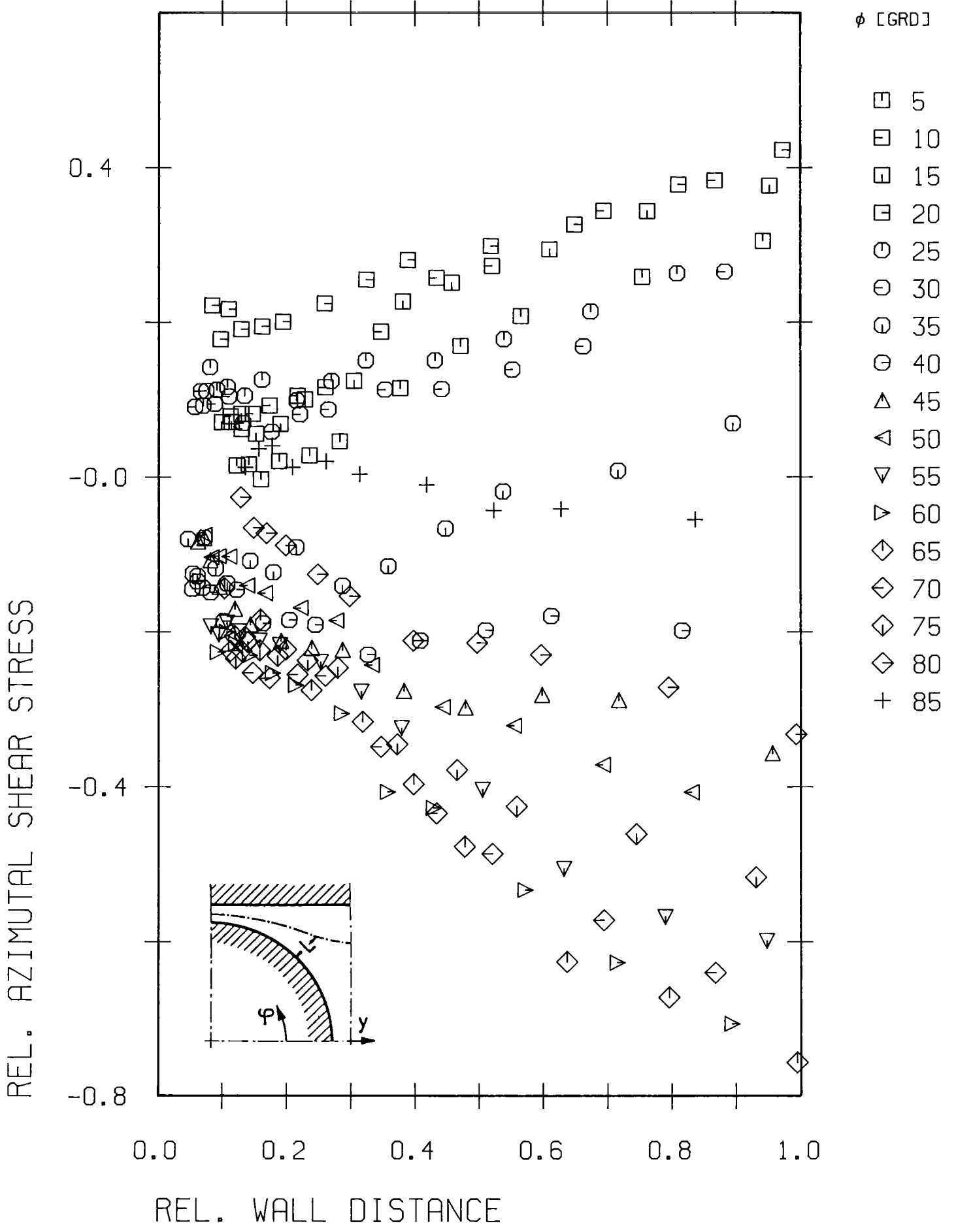


Abb.22 Schubspannung parallel zur Wand ( $r/\phi$ )

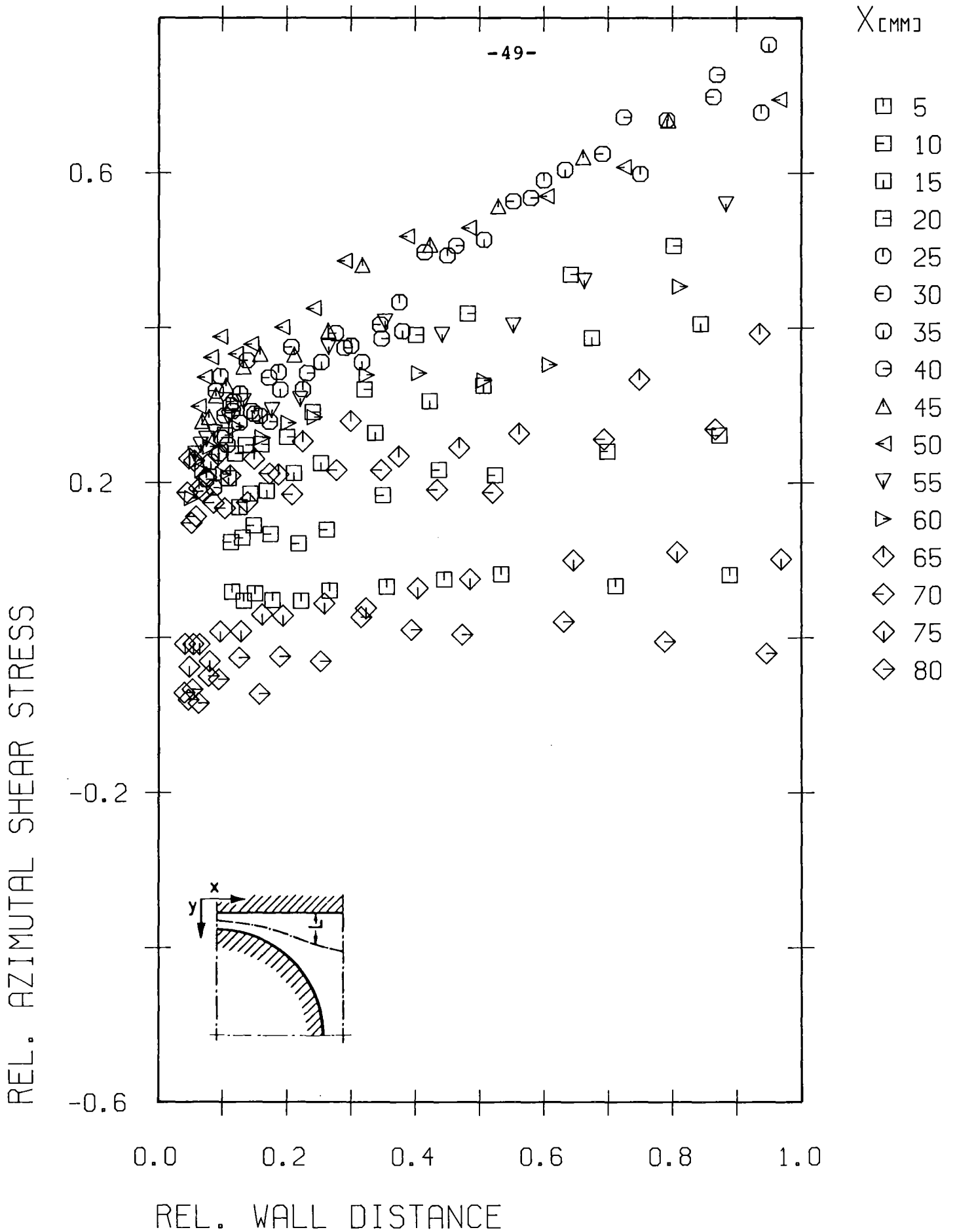


Abb.23 Schubspannung parallel zur Wand ( $x/y$ )

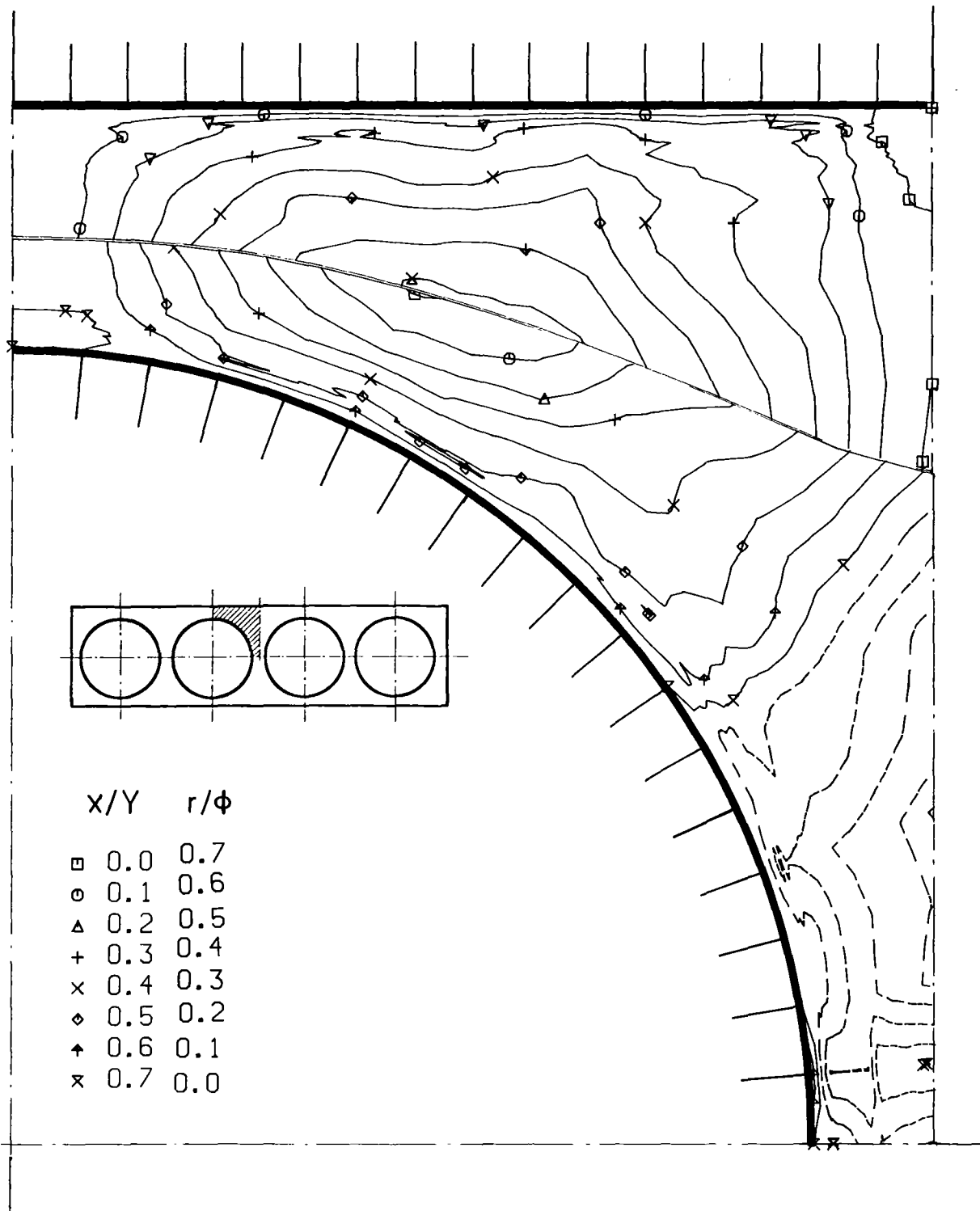


Abb.24 Schubspannung parallel zur Wand (Höhenlinien)

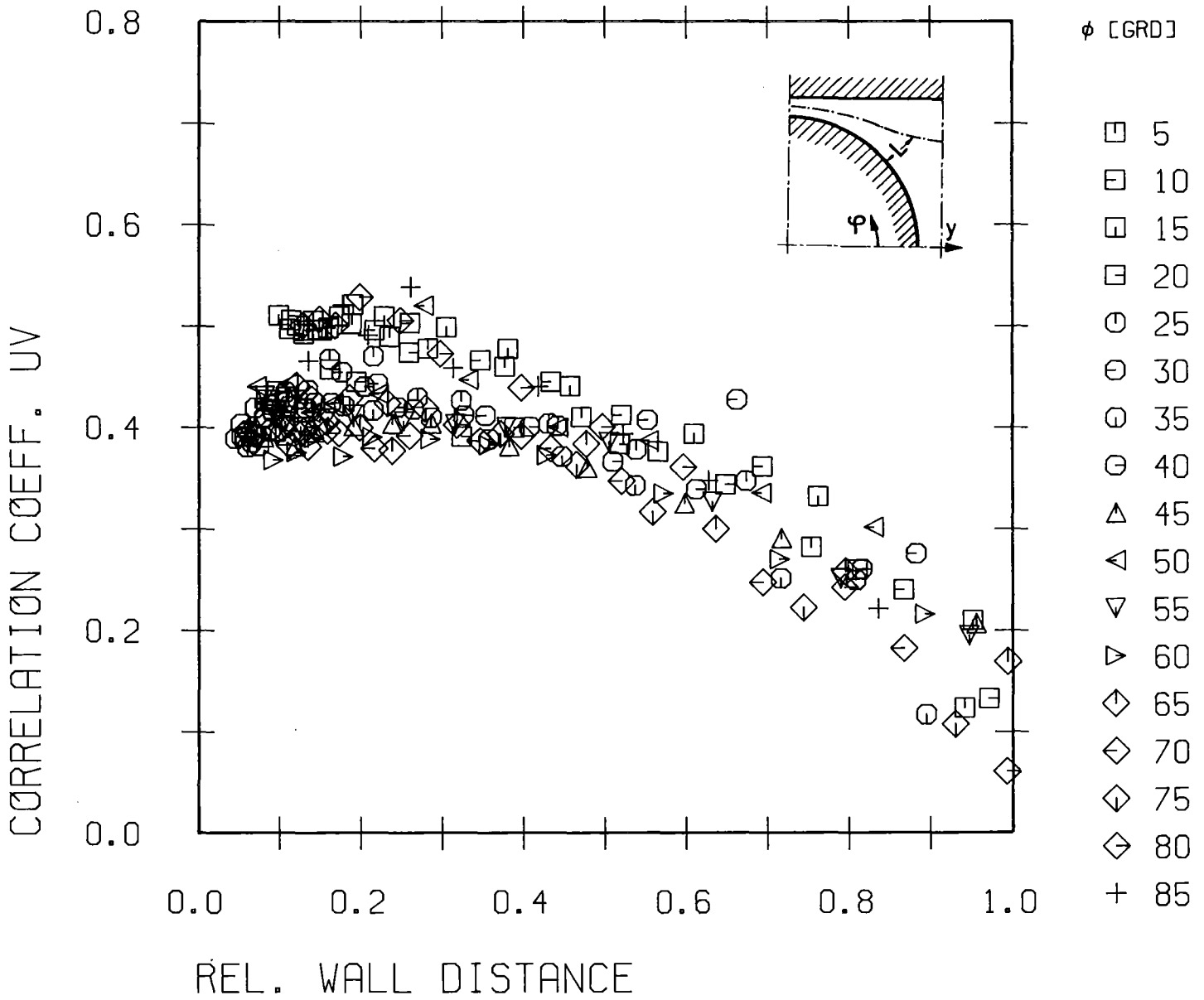


Abb.25 Korrelationskoeffizient  $R_{uv}$  ( $r/\phi$ )



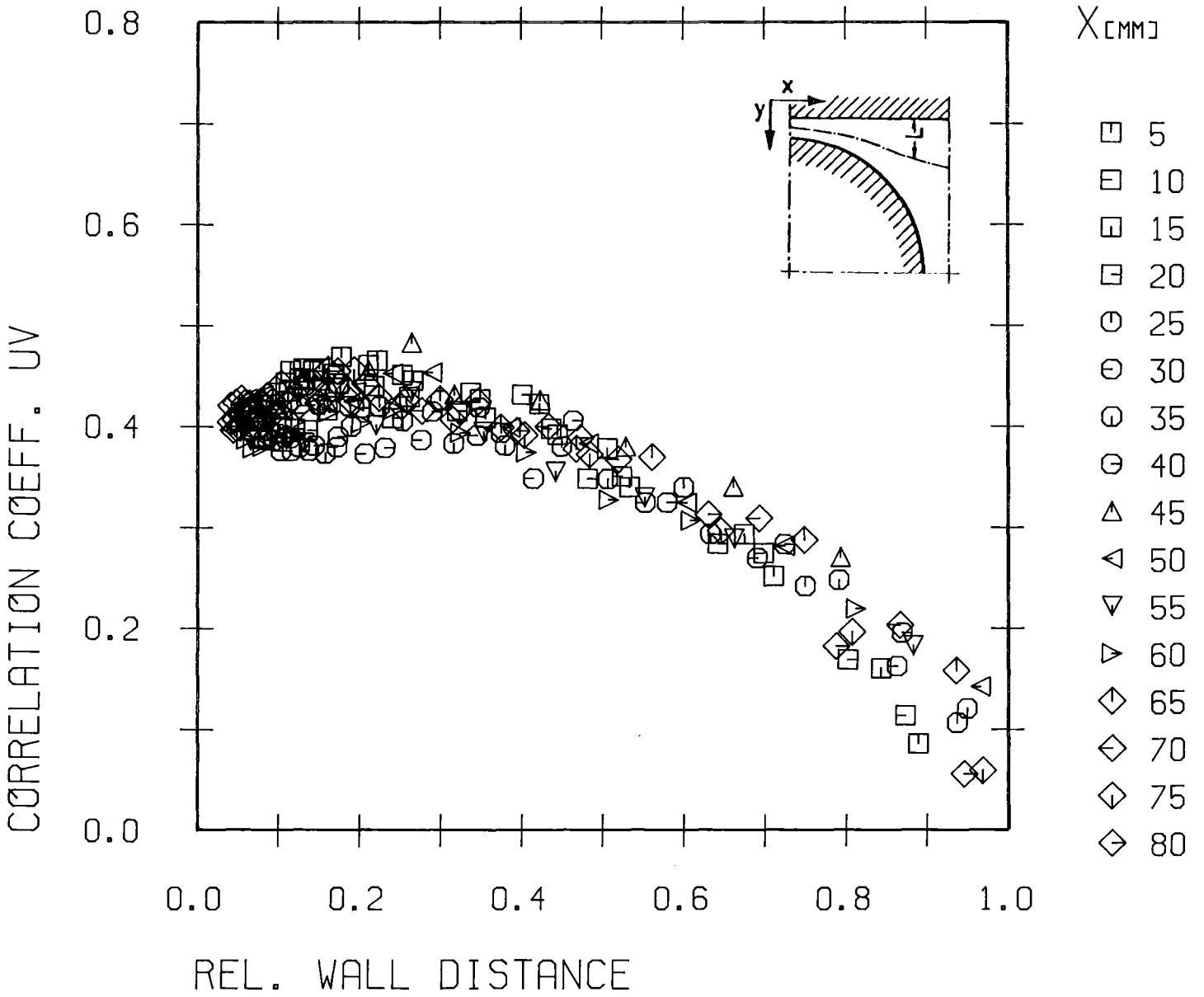


Abb.26 Korrelationskoeffizient  $R_{uv}$  ( $x/y$ )

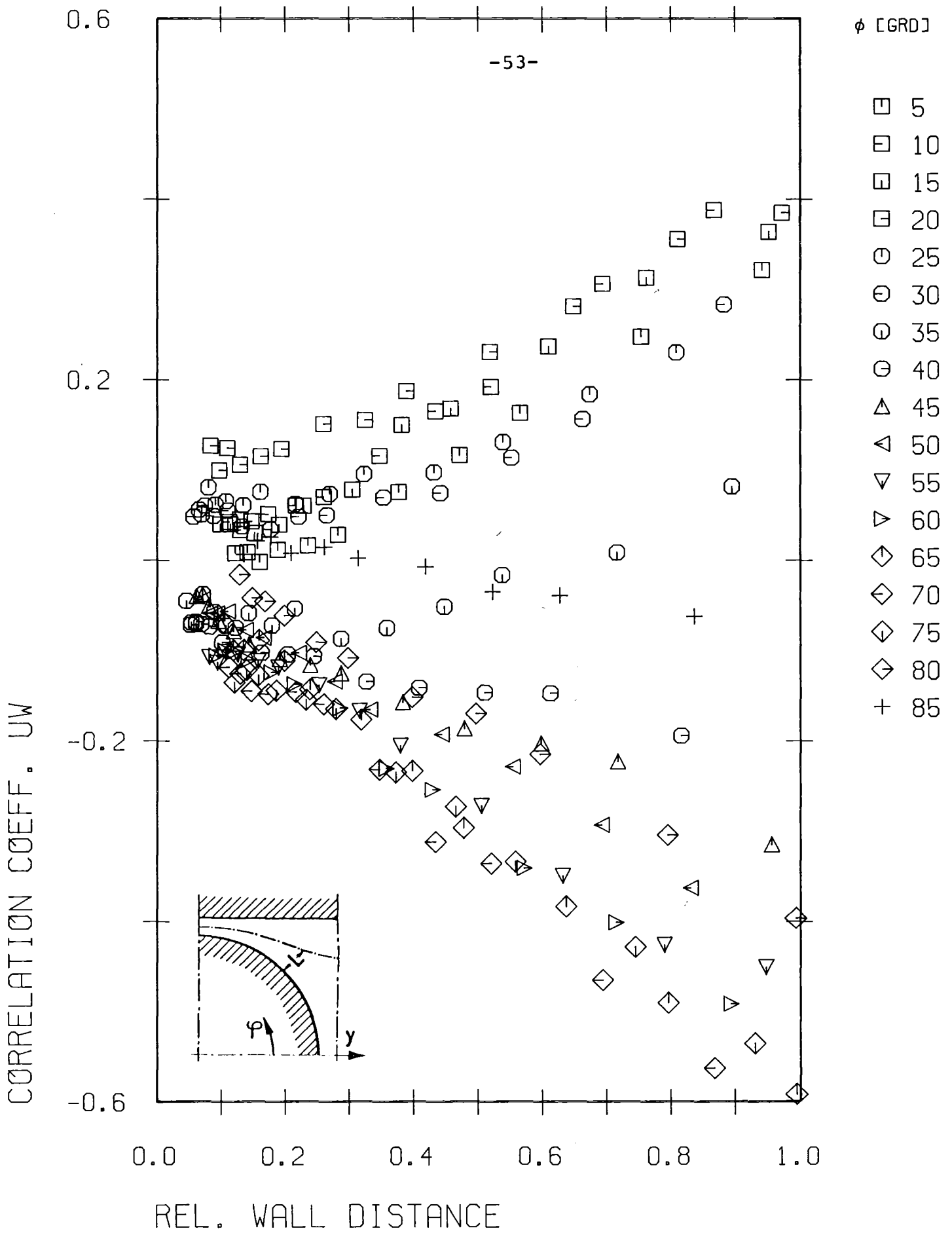


Abb.27 Korrelationskoeffizient  $R_{uw}$  ( $r/\phi$ )

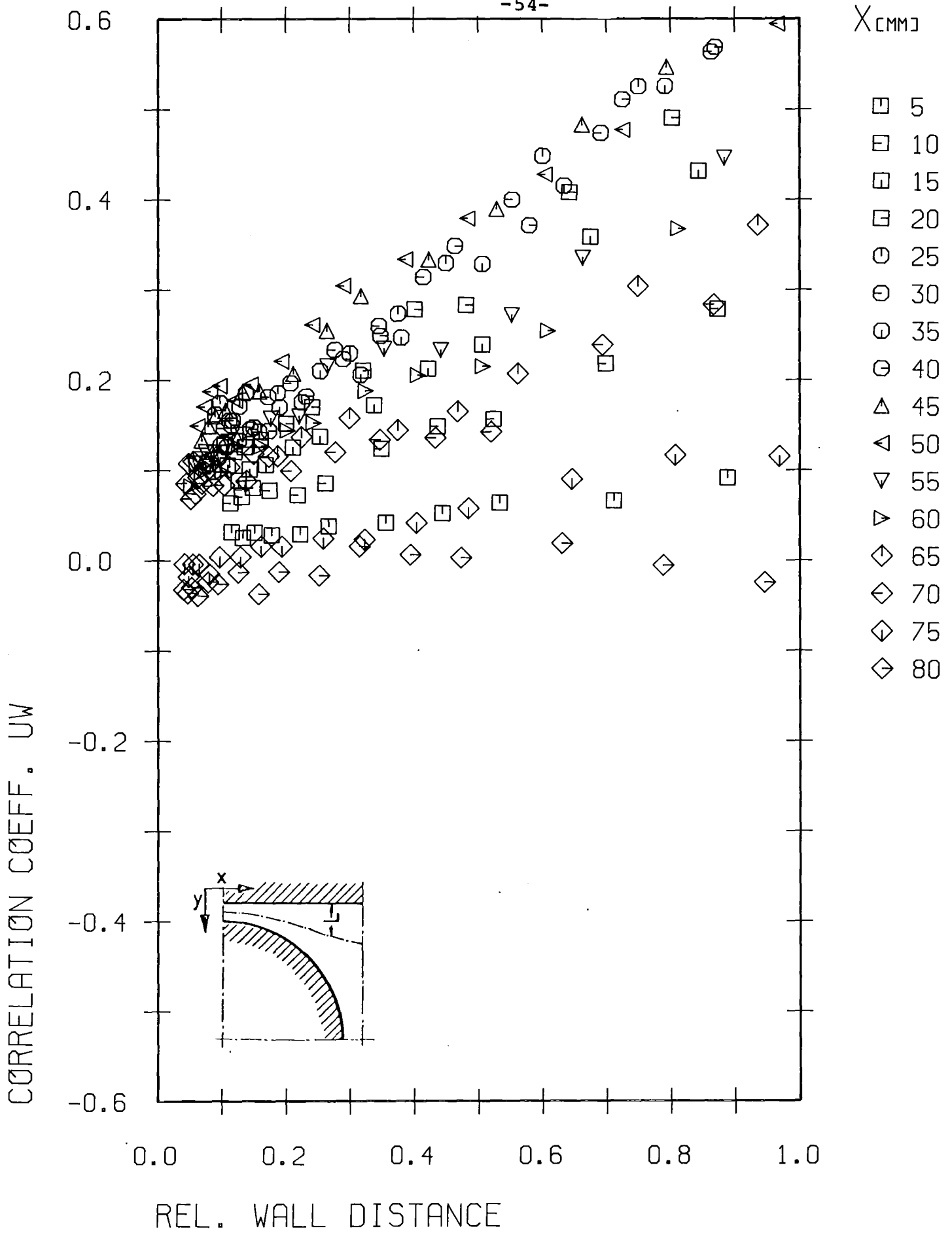


Abb.28 Korrelationskoeffizient  $R_{uw}$  ( $x/y$ )

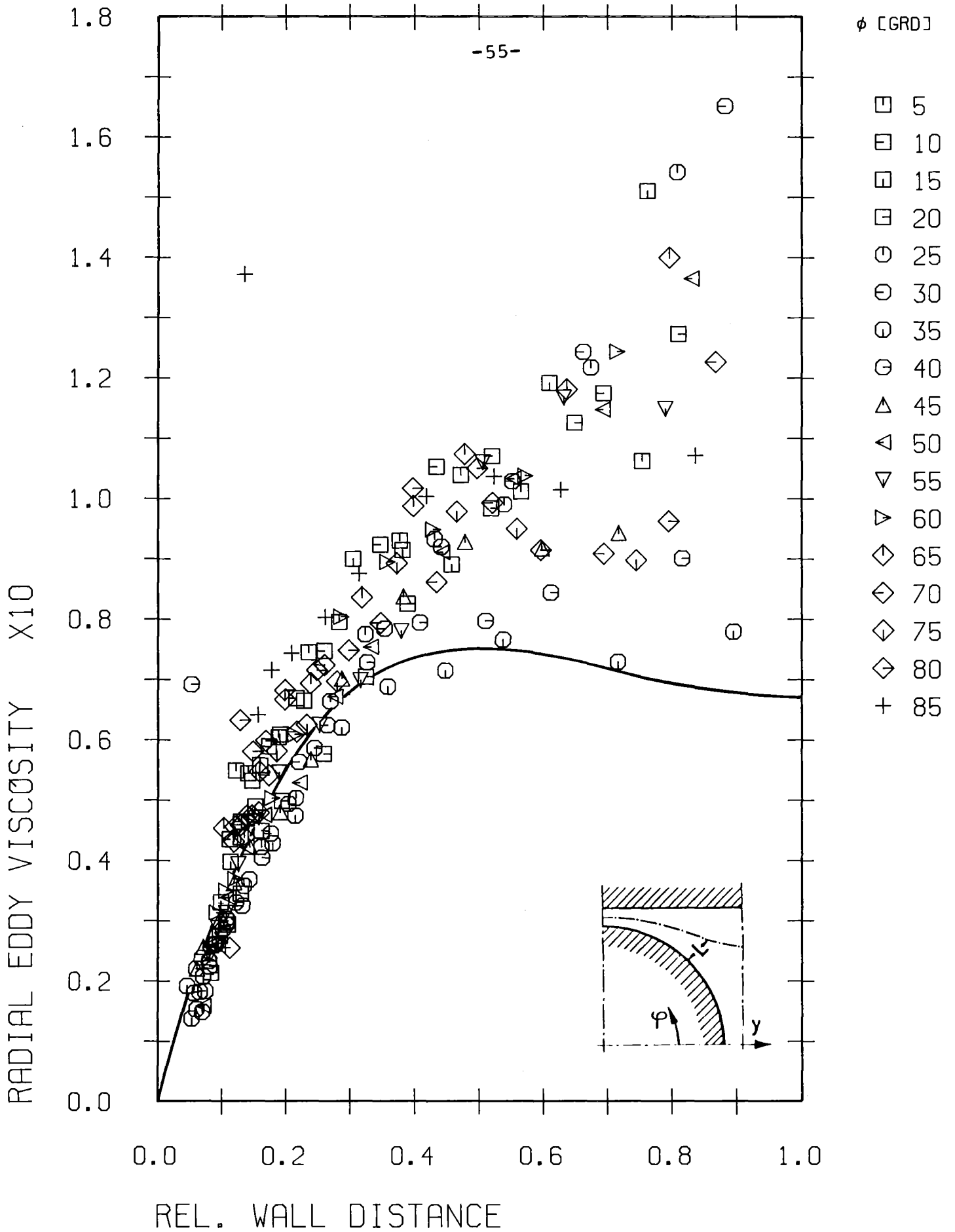


Abb.29 Wirbelviskosität senkrecht zur Wand ( $r/\phi$ )

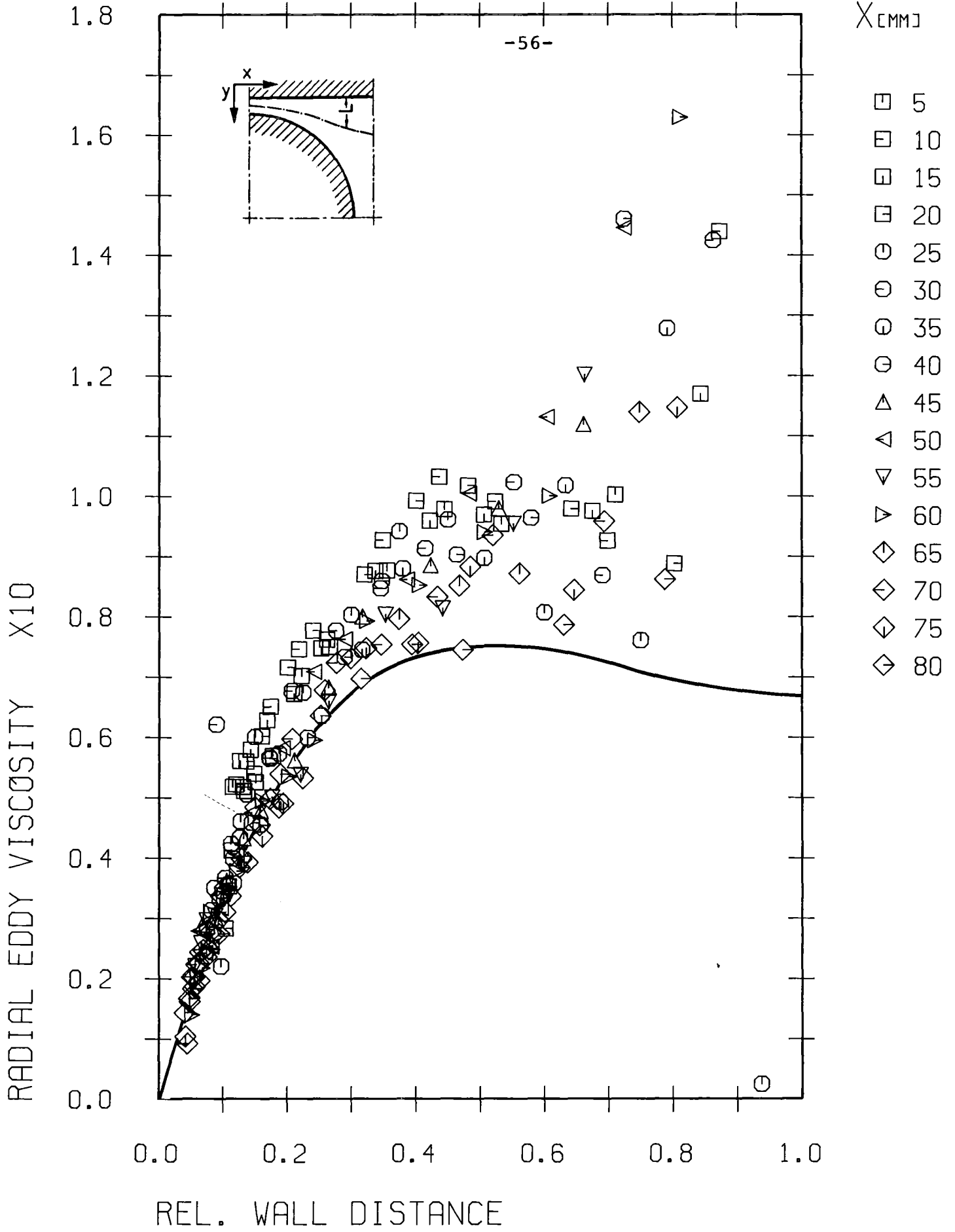


Abb.30 Wirbelviskosität senkrecht zur Wand ( $x/y$ )

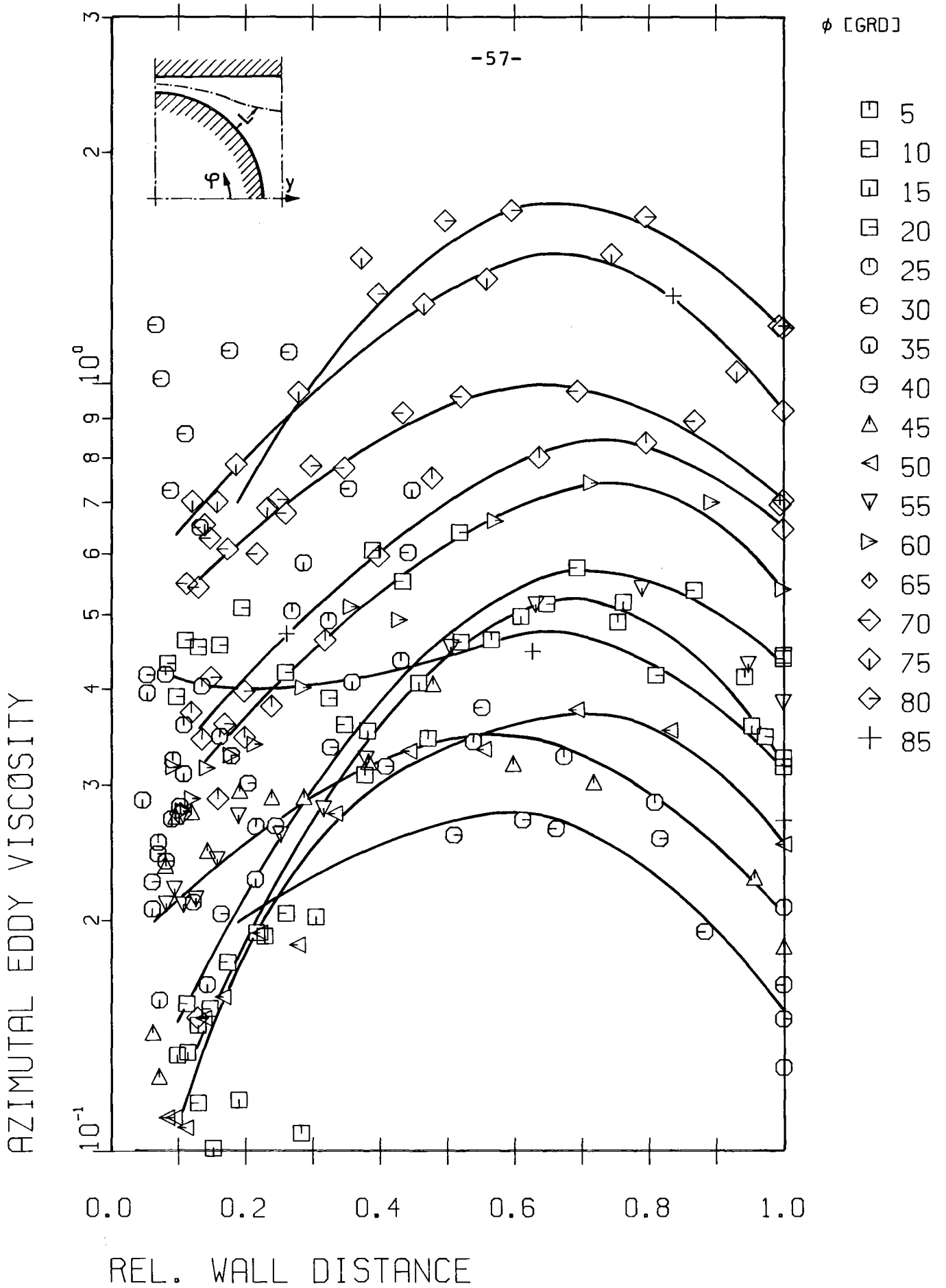


Abb.31 Wirbelviskosität parallel zur Wand ( $r/\phi$ )

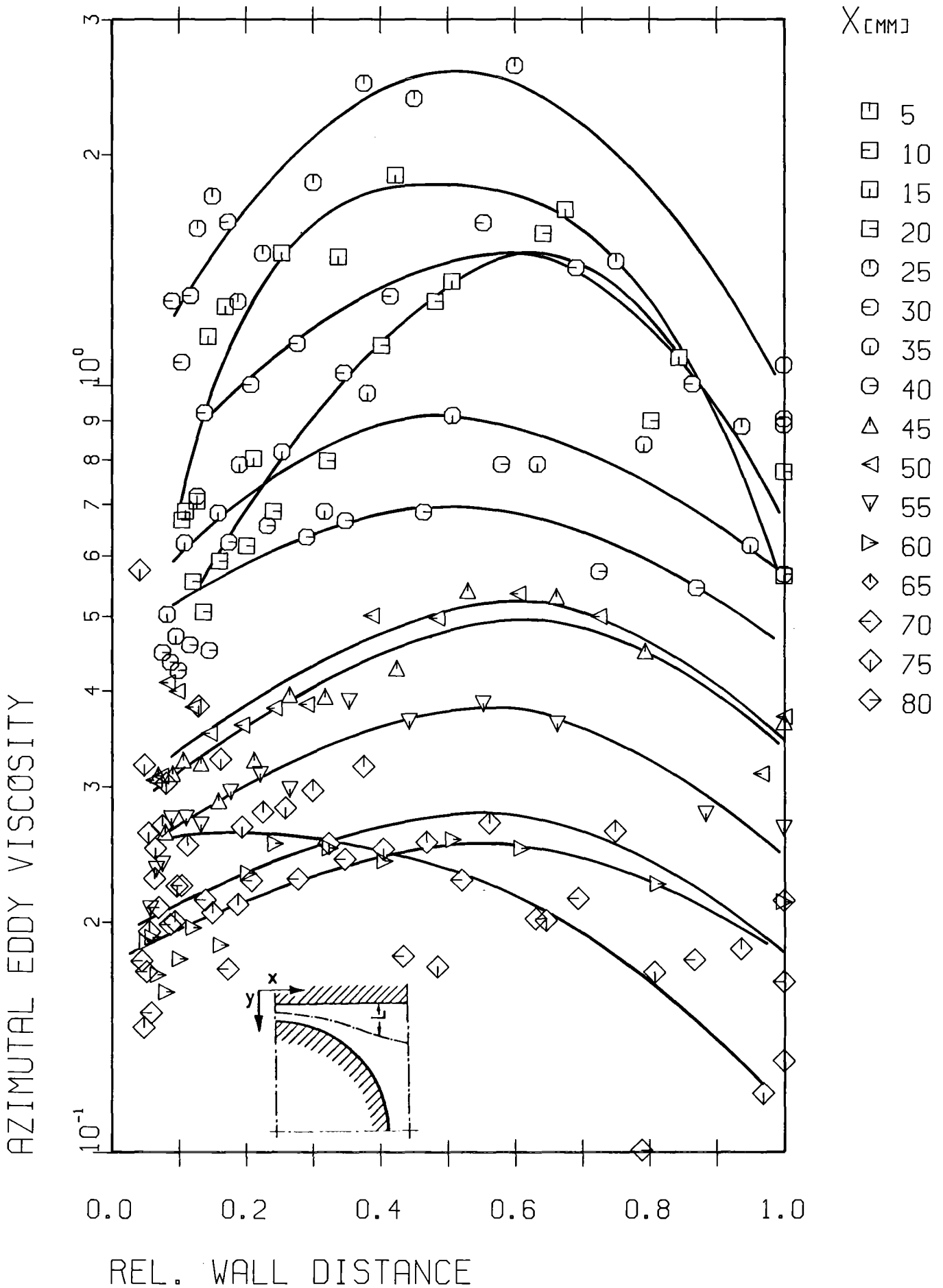


Abb.32 Wirbelviskosität parallel zur Wand (x/y)

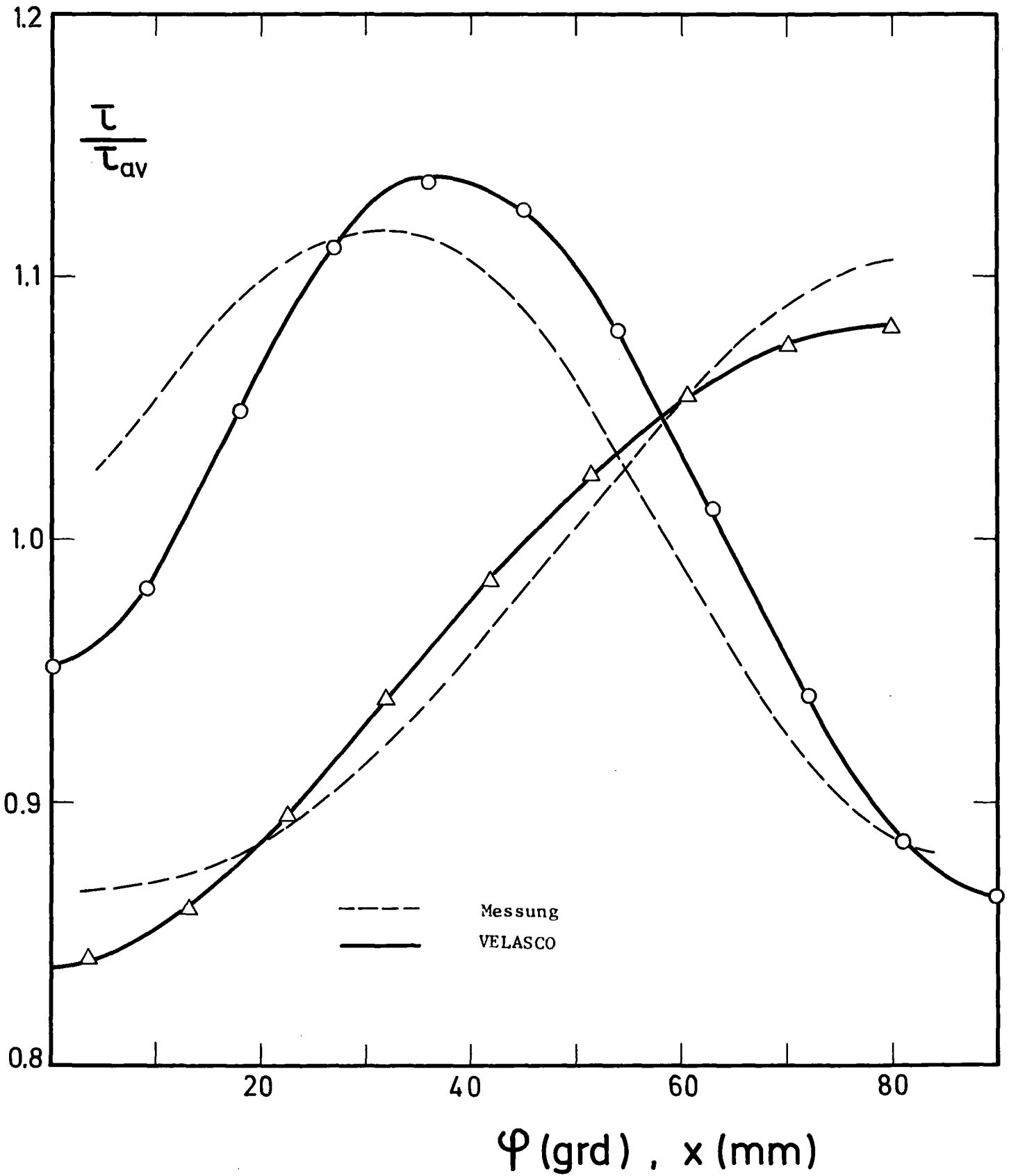


Abb.33 Vergleich der gemessenen Wandschubspannungsverteilungen mit VELASCO-Ergebnissen



VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 15.09.1976

POSITION 5. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{WU} = 1.857 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.747 \text{ (M/S)}$

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.257 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 10.610 \text{ (MM)}$

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U* U*	V* U*	W* U*	K* (U*)**2	U*V* (U*)**2	U*W* (U*)**2	U*V* U*V*	U*W* U*W*	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7686	1.5874	0.9435	1.1455	3.0762	-0.9385	0.0152	-0.5005	0.0081	0.1225	112.54	16.760
1.5	0.7837	1.9646	0.9307	1.1197	2.9897	-0.9244	0.0165	-0.5056	0.0090	0.1414	128.68	17.101
1.7	0.7977	1.5356	0.9446	1.1230	2.9500	-0.9110	-0.0029	-0.4983	-0.0016	0.1602	144.82	17.416
2.0	0.8185	1.9206	0.9171	1.0985	2.8682	-0.8847	0.0207	-0.5023	0.0117	0.1885	169.03	17.880
2.5	0.8441	1.8650	0.9115	1.1136	2.7746	-0.8322	0.0282	-0.4895	0.0166	0.2356	209.38	18.452
3.0	0.8662	1.8186	0.8961	1.0982	2.6580	-0.7788	0.0462	-0.4779	0.0283	0.2828	249.73	18.941
4.0	0.9032	1.7288	0.8767	1.0522	2.4321	-0.6973	0.1148	-0.4601	0.0757	0.3770	330.43	19.756
5.0	0.9302	1.6213	0.8953	1.0061	2.2212	-0.5959	0.1693	-0.4105	0.1166	0.4713	411.13	20.350
6.0	0.9522	1.5369	0.8286	0.9531	1.9785	-0.4792	0.2080	-0.3764	0.1633	0.5655	491.83	20.831
8.0	0.9855	1.3933	0.7484	0.8887	1.6456	-0.2944	0.2587	-0.2823	0.2481	0.7540	653.24	21.563
10.0	0.9995	1.3050	0.7269	0.8300	1.5029	-0.1176	0.3053	-0.1239	0.3218	0.9425	814.64	21.873
12.5	0.9928	1.3639	0.7413	0.8892	1.6002	0.0760	0.3013	0.0752	0.2980	1.1781	1016.39	21.731

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 15.09.1976

POSITION 10. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.889 (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.756 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U\* = 1.257 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 11.530 (MM)

Y (MM)	U UREF	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U*V' (U*)**2	U*W' (U*)**2	U*V' U*V'	U*W' U*W'	Y YMAX	Y+	U+
1.3	0.7785	2.0064	0.9325	1.1756	3.1384	-0.9298	0.0800	-0.4970	0.0428	0.1127	113.83	16.841
1.5	0.7954	1.9940	0.9486	1.1504	3.0997	-0.9320	0.0634	-0.4927	0.0335	0.1301	130.16	17.219
1.7	0.8095	1.9845	0.9667	1.1405	3.0868	-0.9531	0.0832	-0.4968	0.0434	0.1474	146.49	17.535
2.0	0.8292	1.9715	0.9309	1.1129	2.9960	-0.9353	0.0941	-0.5096	0.0513	0.1735	170.98	17.972
2.5	0.8556	1.9288	0.9111	1.1155	2.8974	-0.8718	0.1070	-0.4961	0.0609	0.2168	211.79	18.555
3.0	0.8791	1.9155	0.8753	1.0478	2.7667	-0.8437	0.1181	-0.5032	0.0705	0.2602	252.61	19.069
4.0	0.9148	1.8044	0.9142	1.0566	2.6041	-0.7690	0.1911	-0.4662	0.1158	0.3469	334.24	19.851
5.0	0.9429	1.7177	0.9223	1.0110	2.4116	-0.7052	0.2618	-0.4452	0.1653	0.4337	415.87	20.463
6.0	0.9661	1.6378	0.8804	0.9564	2.1860	-0.5945	0.2774	-0.4123	0.1924	0.5204	497.50	20.967
8.0	1.0010	1.5159	0.7531	0.8815	1.8211	-0.4132	0.3499	-0.3619	0.3065	0.6938	660.76	21.728
10.0	1.0196	1.4188	0.7081	0.8301	1.6017	-0.2415	0.3899	-0.2404	0.3881	0.8673	824.02	22.135
12.5	1.0225	1.4008	0.7376	0.8617	1.6243	-0.0741	0.4379	-0.0717	0.4239	1.0841	1028.10	22.202
15.0	1.0056	1.5202	0.7380	0.9090	1.8409	0.1076	0.4233	0.0959	0.3773	1.3010	1232.18	21.843

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 13.09.1976

POSITION 15. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_w = 1.944$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.754$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.257$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 13.120$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7929	2.0614	0.8555	1.1222	3.1553	-0.9428	0.0743	-0.5107	0.0403	0.0991	115.48	16.909
1.5	0.8097	2.0470	0.9036	1.1511	3.1658	-0.9362	0.0745	-0.5062	0.0403	0.1143	132.04	17.280
1.7	0.8235	2.0335	0.9269	1.1191	3.1234	-0.9349	0.0857	-0.4960	0.0455	0.1296	148.61	17.584
2.0	0.8440	2.0264	0.9485	1.0865	3.0932	-0.9534	0.0587	-0.4961	0.0305	0.1524	173.45	18.030
2.5	0.8708	1.9979	0.9100	1.0379	3.0016	-0.9480	0.0720	-0.5214	0.0396	0.1905	214.85	18.614
3.0	0.8942	1.9631	0.8844	1.0624	2.8823	-0.8847	0.1051	-0.5095	0.0606	0.2287	256.26	19.120
4.0	0.9293	1.8933	0.8800	1.0326	2.7127	-0.8316	0.1304	-0.4991	0.0783	0.3049	339.07	19.876
5.0	0.9538	1.8030	0.8775	1.0109	2.5215	-0.7560	0.2374	-0.4778	0.1500	0.3811	421.88	20.403
6.0	0.9826	1.7387	0.8588	0.9752	2.3910	-0.6886	0.2628	-0.4406	0.1682	0.4573	504.70	21.020
8.0	1.0174	1.6010	0.8113	0.9039	2.0192	-0.5117	0.3080	-0.3939	0.2371	0.6098	670.32	21.768
10.0	1.0384	1.4914	0.7702	0.8606	1.7790	-0.3816	0.3597	-0.3323	0.3132	0.7622	835.94	22.220
12.5	1.0509	1.4356	0.7544	0.8012	1.6360	-0.2279	0.3942	-0.2104	0.3640	0.9527	1042.97	22.493
15.0	1.0495	1.4530	0.7742	0.8426	1.7103	-0.0960	0.4383	-0.0853	0.3897	1.1433	1250.00	22.472

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 16.09.1976

POSITION 20. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{WU} = 1.975 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.764 \text{ (M/S)}$

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.256 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 15.420 \text{ (MM)}$

Y (MM)	U UREF	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U*V' (U*)**2	U*W' (U*)**2	U*V' U*V'	U*W' U*W'	Y YMAX	Y+	U+
1.3	0.8007	2.0904	0.8862	1.1973	3.2943	-0.7917	0.2361	-0.4274	0.1275	0.0843	117.36	16.958
1.5	0.8175	2.0775	0.9130	1.1992	3.2938	-0.8267	0.1896	-0.4358	0.1000	0.0973	134.19	17.325
1.7	0.8330	2.0655	0.8958	1.2017	3.2648	-0.7978	0.2311	-0.4304	0.1246	0.1102	151.02	17.663
2.0	0.8526	2.0548	0.9337	1.1995	3.2663	-0.7968	0.2036	-0.4153	0.1061	0.1297	176.27	18.089
2.5	0.8806	2.0553	0.8736	1.1183	3.1190	-0.8215	0.2072	-0.4575	0.1154	0.1621	218.35	18.694
3.0	0.9016	2.0187	0.8555	1.1041	3.0129	-0.7687	0.2138	-0.4451	0.1238	0.1946	260.43	19.145
4.0	0.9415	1.9859	0.7942	1.0642	2.8535	-0.7480	0.2387	-0.4743	0.1514	0.2594	344.58	19.998
5.0	0.9711	1.8641	0.9373	1.1439	2.8309	-0.6833	0.2715	-0.3911	0.1554	0.3243	428.74	20.630
6.0	0.9935	1.8156	0.8767	1.0734	2.6087	-0.6369	0.2987	-0.4001	0.1877	0.3891	512.90	21.107
8.0	1.0279	1.7135	0.8029	0.9267	2.2198	-0.5277	0.3179	-0.3836	0.2310	0.5188	681.21	21.841
10.0	1.0514	1.5927	0.7754	0.8957	1.9702	-0.4249	0.3476	-0.3440	0.2814	0.6485	849.53	22.343
12.5	1.0721	1.4995	0.7541	0.8437	1.7645	-0.2943	0.4025	-0.2603	0.3559	0.8106	1059.92	22.789
15.0	1.0821	1.4470	0.8079	0.8261	1.7145	-0.1555	0.4503	-0.1330	0.3852	0.9728	1270.32	23.009
20.0	1.0729	1.5451	0.8643	0.7555	1.8601	0.1471	0.4888	0.1102	0.3661	1.2970	1691.11	22.834

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 15.09.1976

POSITION 25. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_w = 2.007$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.766$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.256$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 18.550$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' L*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U*V' (U*)**2	U*W' (U*)**2	U*V' U*V'	U*W' U*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.8110	2.1083	0.9299	1.2710	3.4625	-0.8227	0.0999	-0.4197	0.0509	0.0701	118.32	17.037
1.5	0.8258	2.0916	0.9089	1.2591	3.4058	-0.7796	0.1538	-0.4101	0.0809	0.0809	135.29	17.361
1.7	0.8401	2.0934	0.9430	1.2501	3.4172	-0.8216	0.1222	-0.4162	0.0619	0.0916	152.26	17.671
2.0	0.8590	2.0916	0.9159	1.2220	3.3534	-0.8329	0.1260	-0.4348	0.0658	0.1078	177.72	18.079
2.5	0.8861	2.0766	0.8963	1.1936	3.2583	-0.8135	0.1138	-0.4371	0.0611	0.1348	220.14	18.659
3.0	0.9084	2.0602	0.8711	1.1390	3.1502	-0.8390	0.1364	-0.4675	0.0760	0.1617	262.57	19.134
4.0	0.9488	2.0182	0.8499	1.1437	3.0518	-0.8067	0.1075	-0.4703	0.0627	0.2156	347.42	19.991
5.0	0.9781	1.9283	0.9441	1.1940	3.0175	-0.7818	0.1343	-0.4294	0.0738	0.2695	432.27	20.611
6.0	1.0003	1.8779	0.9089	1.1480	2.8351	-0.7280	0.1631	-0.4265	0.0956	0.3235	517.11	21.080
8.0	1.0355	1.7457	0.9582	1.0952	2.5825	-0.6755	0.1631	-0.4038	0.0975	0.4313	686.81	21.823
10.0	1.0628	1.6368	0.8987	1.0187	2.2623	-0.5565	0.1928	-0.3783	0.1310	0.5391	856.51	22.403
12.5	1.0883	1.5492	0.8105	0.9413	1.9716	-0.4366	0.2314	-0.3477	0.1843	0.6739	1068.63	22.948
15.0	1.1024	1.4367	0.8608	0.8804	1.7900	-0.3091	0.2848	-0.2499	0.2303	0.8086	1280.76	23.253
20.0	1.1152	1.3972	0.8848	0.7903	1.6799	-0.0567	0.3863	-0.0459	0.3125	1.0782	1705.00	23.543
25.0	1.1080	1.5260	0.9298	0.7632	1.8878	0.2133	0.4495	0.1504	0.3168	1.3477	2129.25	23.412

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 16.09.1976

POSITION 30. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{WU} = 2.035 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.760 \text{ (M/S)}$

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.258 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 22.650 \text{ (MM)}$

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.8113	2.1017	0.9753	1.2909	3.5175	-0.8021	0.0995	-0.3913	0.0486	0.0574	117.29	16.895
1.5	0.8274	2.0848	1.0365	1.2932	3.5466	-0.8329	0.1215	-0.3855	0.0562	0.0662	134.11	17.241
1.7	0.8432	2.0874	0.9624	1.3102	3.4999	-0.7671	0.1219	-0.3819	0.0607	0.0751	150.93	17.581
2.0	0.8621	2.1022	0.9541	1.2162	3.4432	-0.8826	0.1036	-0.4224	0.0496	0.0883	176.16	17.985
2.5	0.8883	2.0752	0.9511	1.2354	3.4158	-0.8666	0.1141	-0.4206	0.0554	0.1104	218.21	18.541
3.0	0.9124	2.0646	0.9825	1.2027	3.3370	-0.8511	0.0767	-0.4196	0.0378	0.1325	260.27	19.050
4.0	0.9528	2.0420	0.9110	1.1727	3.1874	-0.8458	0.0642	-0.4547	0.0345	0.1766	344.37	19.898
5.0	0.9786	1.9686	0.9308	1.1561	3.0508	-0.8122	0.0889	-0.4433	0.0485	0.2208	428.48	20.439
6.0	1.0035	1.8960	1.0069	1.1340	3.0054	-0.7986	0.0958	-0.4183	0.0502	0.2649	512.58	20.961
8.0	1.0394	1.7733	1.0019	1.1540	2.7518	-0.7322	0.1239	-0.4121	0.0697	0.3532	680.80	21.715
10.0	1.0675	1.6677	1.0007	1.0184	2.4098	-0.6700	0.1246	-0.4015	0.0747	0.4415	849.01	22.305
12.5	1.0943	1.5656	0.8516	0.9402	2.0302	-0.5433	0.1519	-0.4075	0.1139	0.5519	1059.27	22.871
15.0	1.1144	1.4383	0.8203	0.9115	1.7863	-0.5046	0.1848	-0.4277	0.1566	0.6623	1269.54	23.298
20.0	1.1403	1.2879	0.7951	0.8339	1.4931	-0.2825	0.2903	-0.2758	0.2835	0.8830	1690.07	23.861
25.0	1.1489	1.2587	0.8430	0.7797	1.4515	-0.0808	0.3421	-0.0762	0.3224	1.1038	2110.60	24.063
30.0	1.1454	1.3405	0.8582	0.7351	1.5368	0.1101	0.3725	0.0957	0.3239	1.3245	2531.13	24.014

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 15.09.1976

POSITION 35. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_w = 2.048 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.762 \text{ (M/S)}$

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.259 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 27.920 \text{ (MM)}$

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.8107	2.1334	0.9251	1.4580	3.7667	-0.7677	-0.0881	-0.3890	-0.0446	0.0466	117.65	16.832
1.5	0.8280	2.1209	0.9439	1.4545	3.7523	-0.7829	-0.1372	-0.3911	-0.0685	0.0537	134.53	17.202
1.7	0.8427	2.1112	0.9548	1.4428	3.7252	-0.7674	-0.1408	-0.3807	-0.0698	0.0609	151.40	17.518
2.0	0.8621	2.1151	1.0821	1.4016	3.8045	-0.8986	-0.0858	-0.3926	-0.0375	0.0716	176.71	17.929
2.5	0.8890	2.0914	1.0923	1.4405	3.8210	-0.9085	-0.1297	-0.3977	-0.0568	0.0895	218.89	18.499
3.0	0.9110	2.0878	1.0030	1.3828	3.6387	-0.8896	-0.1510	-0.4248	-0.0721	0.1074	261.08	18.963
4.0	0.9501	2.0417	0.9993	1.3655	3.5157	-0.8661	-0.1188	-0.4245	-0.0582	0.1433	345.45	19.782
5.0	0.9768	1.9863	0.9500	1.3611	3.3502	-0.7953	-0.1353	-0.4215	-0.0717	0.1791	429.81	20.340
6.0	1.0017	1.9326	0.9665	1.3524	3.2491	-0.7787	-0.0996	-0.4169	-0.0533	0.2149	514.18	20.861
8.0	1.0394	1.8131	0.9842	1.2903	2.9605	-0.7312	-0.1545	-0.4098	-0.0866	0.2865	682.92	21.649
10.0	1.0681	1.6987	0.9976	1.2042	2.6653	-0.6586	-0.1265	-0.3886	-0.0747	0.3582	851.66	22.249
12.5	1.0978	1.5941	0.8975	1.1151	2.2951	-0.5312	-0.0730	-0.3713	-0.0510	0.4477	1062.58	22.876
15.0	1.1195	1.4775	0.8643	0.9934	1.9585	-0.4380	-0.0204	-0.3430	-0.0160	0.5372	1273.50	23.336
20.0	1.1519	1.2847	0.8068	0.8691	1.5284	-0.2607	0.0092	-0.2515	0.0089	0.7163	1695.34	24.032
25.0	1.1699	1.1626	0.8008	0.7460	1.2747	-0.1091	0.0763	-0.1171	0.0820	0.8954	2117.18	24.429
30.0	1.1753	1.1346	0.7993	0.6818	1.1956	0.0314	0.0992	0.0346	0.1094	1.0745	2539.02	24.567
35.0	1.1715	1.1749	0.8385	0.6786	1.2721	0.1555	0.1130	0.1578	0.1147	1.2536	2960.87	24.513

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 16.09.1976

POSITION 40. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_w = 2.047 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.776 \text{ (M/S)}$

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.263 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 24.500 \text{ (MM)}$

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.8060	2.1397	1.0322	1.4216	3.8323	-0.8917	-0.1575	-0.4038	-0.0713	0.0531	114.44	16.681
1.5	0.8214	2.1399	1.0166	1.4041	3.7920	-0.8635	-0.1472	-0.3969	-0.0677	0.0612	130.86	17.012
1.7	0.8314	2.1106	1.0483	1.4170	3.7808	-0.8709	-0.1560	-0.3936	-0.0705	0.0694	147.27	17.229
2.0	0.8526	2.1190	1.0504	1.3925	3.7663	-0.9097	-0.1627	-0.4087	-0.0731	0.0816	171.89	17.679
2.5	0.8799	2.0972	1.0699	1.3935	3.7424	-0.9194	-0.2031	-0.4097	-0.0905	0.1020	212.93	18.255
3.0	0.9038	2.0948	1.0183	1.3420	3.6130	-0.9130	-0.1588	-0.4280	-0.0744	0.1224	253.96	18.756
4.0	0.9399	2.0518	0.9837	1.3459	3.4946	-0.8565	-0.2063	-0.4244	-0.1022	0.1633	336.03	19.513
5.0	0.9711	2.0124	0.9641	1.3358	3.3819	-0.8542	-0.2015	-0.4403	-0.1039	0.2041	418.10	20.163
6.0	0.9949	1.9420	1.0117	1.3316	3.2840	-0.8255	-0.2081	-0.4201	-0.1059	0.2449	500.16	20.657
8.0	1.0336	1.8155	1.0280	1.2971	3.0175	-0.7686	-0.2503	-0.4118	-0.1341	0.3265	664.30	21.463
10.0	1.0624	1.7278	0.9460	1.1585	2.6111	-0.6550	-0.2305	-0.4008	-0.1410	0.4082	828.44	22.066
12.5	1.0924	1.6182	0.9131	1.0916	2.3220	-0.5417	-0.2159	-0.3666	-0.1461	0.5102	1033.61	22.695
15.0	1.1158	1.5114	0.8834	1.0488	2.0823	-0.4530	-0.1961	-0.3393	-0.1469	0.6122	1238.78	23.188
20.0	1.1483	1.3497	0.8265	0.9058	1.6626	-0.2910	-0.2163	-0.2609	-0.1939	0.8163	1649.12	23.882
25.0	1.1675	1.2420	0.7813	0.8232	1.4153	-0.1395	-0.2159	-0.1438	-0.2225	1.0204	2059.46	24.305
30.0	1.1707	1.2058	0.7735	0.7845	1.3339	0.0044	-0.2059	0.0047	-0.2207	1.2245	2469.80	24.393
35.0	1.1630	1.2465	0.8219	0.8439	1.4707	0.1467	-0.2305	0.1431	-0.2254	1.4286	2880.14	24.259



VER SUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 15.09.1976

PCS IT ION 45. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.999 (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.776 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U\* = 1.261 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 20.900 (MM)

Y (MM)	U UREF	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y YMAX	Y+	U+
1.3	0.8033	2.1683	1.0435	1.3694	3.8329	-0.9064	-0.0892	-0.4006	-0.0394	0.0622	114.48	16.849
1.5	0.8151	2.1491	1.0461	1.3665	3.7901	-0.8995	-0.0846	-0.4001	-0.0376	0.0718	130.90	17.109
1.7	0.8301	2.1544	1.0547	1.3588	3.8000	-0.8870	-0.1148	-0.3904	-0.0505	0.0813	147.32	17.434
2.0	0.8486	2.1360	1.0606	1.3573	3.7648	-0.8972	-0.1517	-0.3961	-0.0669	0.0957	171.94	17.832
2.5	0.8746	2.1203	1.0987	1.3771	3.7996	-0.8894	-0.1821	-0.3818	-0.0782	0.1196	212.99	18.388
3.0	0.8959	2.1069	1.0390	1.3228	3.6341	-0.8655	-0.2036	-0.3954	-0.0930	0.1435	254.04	18.843
4.0	0.9295	2.0520	1.0117	1.3212	3.4899	-0.8332	-0.2263	-0.4013	-0.1090	0.1914	336.13	19.554
5.0	0.9630	2.0028	1.0177	1.3210	3.3959	-0.8228	-0.2359	-0.4037	-0.1157	0.2392	418.22	20.261
6.0	0.9856	1.9502	0.9802	1.3080	3.2375	-0.7725	-0.2386	-0.4041	-0.1248	0.2871	500.32	20.739
8.0	1.0231	1.8326	1.0273	1.2385	2.9737	-0.7186	-0.2951	-0.3817	-0.1568	0.3828	664.51	21.530
10.0	1.0516	1.7447	0.9804	1.1743	2.6921	-0.6166	-0.3180	-0.3605	-0.1859	0.4765	828.69	22.134
12.5	1.0791	1.6567	0.8967	1.0558	2.3424	-0.4838	-0.3009	-0.3257	-0.2025	0.5981	1033.93	22.718
15.0	1.1028	1.5786	0.8769	1.0202	2.1509	-0.4029	-0.3080	-0.2910	-0.2225	0.7177	1239.16	23.225
20.0	1.1312	1.4585	0.8314	0.9151	1.8280	-0.2510	-0.3813	-0.2070	-0.3144	0.9569	1649.62	23.842
25.0	1.1391	1.4199	0.8133	0.8408	1.6924	-0.1198	-0.4094	-0.1038	-0.3545	1.1962	2060.09	24.031
30.0	1.1347	1.4453	0.8832	0.8658	1.8092	0.0574	-0.4371	0.0450	-0.3424	1.4354	2470.56	23.962
35.0	1.1173	1.5415	0.9609	0.9050	2.0593	0.2544	-0.4432	0.1717	-0.2992	1.6746	2881.03	23.617

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 16.09.1976

POSITION 50. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.926 (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.753 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U\* = 1.255 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 18.050 (MM)

Y (MM)	U UREF	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y YMAX	Y+	U+
1.3	0.7911	2.1416	0.8438	1.1945	3.3628	-0.7959	-0.0778	-0.4404	-0.0430	0.0720	116.72	16.979
1.5	0.8052	2.1257	0.8656	1.1727	3.3215	-0.7808	-0.1078	-0.4243	-0.0586	0.0831	133.46	17.294
1.7	0.8197	2.1245	0.8556	1.2162	3.3624	-0.7579	-0.1063	-0.4169	-0.0585	0.0942	150.20	17.614
2.0	0.8392	2.1261	0.8927	1.1618	3.3335	-0.8407	-0.1068	-0.4430	-0.0563	0.1108	175.31	18.042
2.5	0.8639	2.0941	0.9065	1.2136	3.3399	-0.7878	-0.1458	-0.4150	-0.0768	0.1385	217.16	18.584
3.0	0.8836	2.0919	0.8730	1.1303	3.2079	-0.7738	-0.1560	-0.4237	-0.0854	0.1662	259.00	19.014
4.0	0.9209	2.0498	0.8389	1.1181	3.0778	-0.7447	-0.1757	-0.4331	-0.1022	0.2216	342.70	19.821
5.0	0.9506	2.0441	0.7033	1.0030	2.8396	-0.7480	-0.1926	-0.5203	-0.1340	0.2770	426.40	20.463
6.0	0.9739	1.9909	0.7668	1.0034	2.7792	-0.6823	-0.2524	-0.4470	-0.1653	0.3324	510.10	20.968
8.0	1.0101	1.8715	0.8572	0.9999	2.6185	-0.6419	-0.3088	-0.4001	-0.1925	0.4432	677.50	21.749
10.0	1.0405	1.8062	0.8101	0.9267	2.3887	-0.5665	-0.3340	-0.3872	-0.2283	0.5540	844.89	22.408
12.5	1.0661	1.7310	0.7632	0.8506	2.1597	-0.4435	-0.3867	-0.3357	-0.2927	0.6925	1054.14	22.965
15.0	1.0866	1.6894	0.6908	0.7715	1.9632	-0.3522	-0.4233	-0.3018	-0.3627	0.8310	1263.38	23.414
20.0	1.1043	1.6387	0.7063	0.6299	1.7906	-0.1660	-0.4893	-0.1434	-0.4227	1.1080	1681.88	23.816
25.0	1.0993	1.6451	0.8007	0.6652	1.8950	0.0447	-0.4763	0.0339	-0.3616	1.3850	2100.37	23.729

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 16.09.1976

POSITION 55. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_w = 1.866 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.760 \text{ (M/S)}$

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.255 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 15.820 \text{ (MM)}$

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'V'	U'W' U'W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7722	2.1061	0.8625	1.1824	3.2888	-0.7833	-0.1944	-0.4312	-0.1070	0.0822	114.90	16.839
1.5	0.7864	2.0969	0.8660	1.1388	3.2800	-0.7502	-0.2050	-0.4131	-0.1129	0.0948	131.38	17.159
1.7	0.8017	2.0961	0.8968	1.1759	3.2902	-0.7621	-0.1893	-0.4054	-0.1007	0.1075	147.86	17.504
2.0	0.8191	2.0897	0.9247	1.1319	3.3095	-0.7745	-0.2009	-0.4008	-0.1039	0.1264	172.58	17.893
2.5	0.8454	2.0765	0.9206	1.1385	3.2277	-0.7824	-0.2129	-0.4093	-0.1114	0.1580	213.78	18.478
3.0	0.8664	2.0580	0.8973	1.1478	3.1789	-0.7623	-0.2185	-0.4128	-0.1183	0.1896	254.98	18.944
4.0	0.9017	2.0220	0.8627	1.1354	3.0611	-0.7087	-0.2406	-0.4063	-0.1379	0.2528	337.37	19.721
5.0	0.9310	1.9909	0.8428	1.0604	2.8993	-0.6770	-0.2793	-0.4035	-0.1664	0.3161	419.77	20.363
6.0	0.9569	1.9508	0.8167	1.0553	2.7932	-0.6383	-0.3267	-0.4007	-0.2050	0.3793	502.17	20.931
8.0	0.9931	1.8677	0.8021	0.9925	2.5583	-0.5777	-0.4067	-0.3856	-0.2715	0.5057	666.96	21.726
10.0	1.0191	1.7825	0.8189	0.9818	2.4059	-0.4771	-0.5096	-0.3269	-0.3491	0.6321	831.75	22.298
12.5	1.0438	1.7168	0.7834	0.9435	2.2256	-0.3387	-0.5721	-0.2519	-0.4254	0.7901	1037.74	22.845
15.0	1.0612	1.6839	0.7958	0.8987	2.1382	-0.2617	-0.6033	-0.1953	-0.4502	0.9482	1243.73	23.234
20.0	1.0665	1.6861	0.8129	0.8310	2.0971	-0.0571	-0.6087	-0.0417	-0.4441	1.2642	1655.72	23.367
25.0	1.0447	1.7705	0.9142	0.8858	2.3775	0.1844	-0.6070	0.1139	-0.3750	1.5803	2067.70	22.911

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 16.09.1976

POSITION 60. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{W} = 1.797 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.305 \text{ (M/S)}$

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.262 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 13.980 \text{ (MM)}$

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7586	2.0585	0.9992	1.2396	3.3863	-0.7568	-0.2169	-0.3679	-0.1054	0.0930	109.06	16.787
1.5	0.7723	2.0706	0.9299	1.1550	3.2431	-0.7580	-0.1921	-0.3937	-0.0998	0.1073	124.70	17.103
1.7	0.7878	2.0594	0.9959	1.1853	3.3189	-0.7706	-0.2063	-0.3757	-0.1006	0.1216	140.35	17.458
2.0	0.8058	2.0686	0.9701	1.1751	3.3005	-0.7826	-0.2210	-0.3900	-0.1101	0.1431	163.81	17.866
2.5	0.8322	2.0582	0.9536	1.1405	3.2231	-0.7293	-0.2428	-0.3716	-0.1237	0.1788	202.91	18.463
3.0	0.8549	2.0515	0.9181	1.1139	3.1463	-0.7356	-0.2578	-0.3905	-0.1369	0.2146	242.02	18.975
4.0	0.8870	1.9984	0.8971	1.0869	2.9900	-0.6969	-0.2929	-0.3887	-0.1634	0.2861	320.23	19.692
5.0	0.9137	1.9482	0.8700	1.0785	2.8577	-0.6491	-0.3902	-0.3830	-0.2302	0.3577	398.44	20.289
6.0	0.9362	1.9055	0.8484	1.0257	2.7014	-0.6026	-0.4100	-0.3727	-0.2536	0.4292	476.65	20.789
8.0	0.9755	1.8235	0.8240	0.9899	2.4920	-0.5033	-0.5116	-0.3350	-0.3405	0.5722	633.07	21.664
10.0	1.0022	1.7342	0.8664	1.0201	2.3994	-0.4066	-0.6017	-0.2706	-0.4005	0.7153	789.48	22.261
12.5	1.0230	1.6779	0.8233	0.9762	2.2231	-0.2986	-0.6780	-0.2162	-0.4908	0.8941	985.01	22.729
15.0	1.0319	1.6475	0.8235	0.9787	2.1834	-0.1641	-0.6983	-0.1195	-0.5085	1.0730	1180.53	22.934
20.0	1.0182	1.7283	0.8552	0.9736	2.3332	0.0574	-0.7163	0.0389	-0.4846	1.4306	1571.58	22.646

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 16.09.1976

POSITION 65. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{WU} = 1.745$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.803$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.262$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 12.560$  (MM)

Y (MM)	U $U_{REF}$	$U^*$ $U^*$	$V^*$ $U^*$	$W^*$ $U^*$	$K^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*V^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*W^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*V^*$ $U^*V^*$	$U^*W^*$ $U^*W^*$	Y $Y_{MAX}$	Y+	U+
1.3	0.7436	2.0336	0.9637	1.1251	3.1649	-0.7829	-0.1339	-0.3995	-0.0683	0.1035	107.46	16.698
1.5	0.7574	2.0273	0.9503	1.1231	3.1371	-0.7665	-0.1917	-0.3979	-0.0995	0.1194	122.88	17.022
1.7	0.7716	2.0330	0.9577	1.1077	3.1386	-0.7421	-0.1924	-0.3811	-0.0988	0.1354	138.29	17.350
2.0	0.7896	2.0256	0.9620	1.0850	3.1029	-0.7732	-0.1718	-0.3968	-0.0882	0.1592	161.41	17.766
2.5	0.8140	2.0118	0.9310	1.0530	3.0114	-0.7488	-0.2076	-0.3998	-0.1109	0.1990	199.94	18.325
3.0	0.8339	1.9774	0.9094	1.0934	2.9664	-0.6786	-0.2567	-0.3774	-0.1427	0.2389	238.47	18.780
4.0	0.8701	1.9538	0.8566	1.0103	2.7860	-0.6736	-0.2946	-0.4025	-0.1760	0.3185	315.53	19.604
5.0	0.8975	1.9023	0.8338	0.9799	2.6372	-0.6217	-0.3697	-0.3919	-0.2331	0.3981	392.60	20.224
6.0	0.9198	1.8501	0.8120	0.9500	2.4924	-0.5770	-0.4445	-0.3841	-0.2959	0.4777	469.66	20.727
8.0	0.9578	1.7344	0.8786	1.0106	2.4008	-0.4577	-0.5837	-0.3003	-0.3831	0.6369	623.79	21.586
10.0	0.9810	1.6752	0.7638	0.9468	2.1431	-0.3307	-0.6265	-0.2584	-0.4896	0.7962	777.91	22.113
12.5	0.9972	1.6194	0.7366	0.9454	2.0295	-0.2023	-0.7049	-0.1696	-0.5909	0.9952	970.57	22.482
15.0	0.9985	1.6248	0.7539	0.9472	2.0528	-0.0333	-0.7250	-0.0272	-0.5919	1.1943	1163.23	22.518
20.0	0.9653	1.8019	0.8610	0.9811	2.4754	0.2478	-0.7162	0.1597	-0.4616	1.5924	1548.54	21.786

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 16.09.1976

POSITION 70. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_w = 1.688$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.753$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.256$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 11.520$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U*V' (U*)**2	U*W' (U*)**2	U*V' U*V'	U*W' U*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7349	1.9478	0.8880	1.2275	3.0447	-0.6618	-0.2044	-0.3826	-0.1182	0.1128	108.33	16.825
1.5	0.7472	1.9518	0.8351	1.1539	2.9193	-0.6465	-0.2042	-0.3966	-0.1253	0.1302	123.87	17.119
1.7	0.7604	1.9432	0.8195	1.1618	2.8987	-0.6380	-0.2300	-0.4006	-0.1445	0.1476	139.40	17.432
2.0	0.7764	1.9130	0.8361	1.1908	2.8884	-0.6310	-0.2363	-0.3945	-0.1477	0.1736	162.71	17.809
2.5	0.8025	1.9001	0.8395	1.1597	2.8301	-0.6053	-0.2319	-0.3794	-0.1454	0.2170	201.55	18.419
3.0	0.8212	1.8807	0.7813	1.1190	2.7000	-0.5761	-0.2335	-0.3921	-0.1589	0.2604	240.39	18.856
4.0	0.8548	1.8283	0.7488	1.0507	2.5143	-0.5295	-0.3169	-0.3868	-0.2314	0.3472	318.08	19.634
5.0	0.8818	1.7666	0.7177	1.0488	2.3678	-0.4809	-0.3950	-0.3793	-0.3115	0.4340	395.76	20.258
6.0	0.9055	1.7040	0.7744	1.0247	2.2767	-0.4584	-0.4425	-0.3473	-0.3353	0.5208	473.45	20.803
8.0	0.9365	1.5893	0.7054	0.9554	1.9681	-0.2777	-0.5207	-0.2477	-0.4644	0.6944	628.81	21.518
10.0	0.9610	1.5169	0.6832	0.9224	1.8092	-0.1893	-0.5824	-0.1827	-0.5620	0.8681	784.18	22.084
12.5	0.9686	1.4804	0.6744	0.8965	1.7251	-0.0239	-0.6431	-0.0239	-0.6441	1.0851	978.39	22.264
15.0	0.9601	1.5570	0.7022	0.8677	1.8351	0.1021	-0.6343	0.0934	-0.5802	1.3021	1172.60	22.074

VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 15.09.1976

POSITION 75. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.668 (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.756 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U\* = 1.256 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 10.740 (MM)

Y (MM)	U UREF	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y YMAX	Y+	U+
1.3	0.7227	1.9024	0.8202	1.1599	2.8303	-0.6891	-0.2107	-0.4416	-0.1350	0.1210	107.70	16.642
1.5	0.7362	1.8780	0.8428	1.1580	2.7890	-0.6774	-0.1915	-0.4280	-0.1210	0.1397	123.15	16.966
1.7	0.7509	1.8642	0.8501	1.1893	2.8060	-0.6429	-0.2010	-0.4057	-0.1268	0.1583	138.60	17.316
2.0	0.7675	1.8605	0.7764	1.1514	2.6950	-0.6202	-0.2076	-0.4293	-0.1437	0.1862	161.77	17.709
2.5	0.7919	1.8285	0.7559	1.1325	2.5986	-0.5863	-0.2130	-0.4242	-0.1541	0.2328	200.39	18.285
3.0	0.8140	1.7988	0.7500	1.1194	2.5255	-0.5654	-0.2214	-0.4191	-0.1641	0.2793	239.00	18.802
4.0	0.8462	1.7260	0.7665	1.0839	2.3707	-0.5212	-0.3102	-0.3939	-0.2345	0.3724	316.24	19.552
5.0	0.8719	1.6444	0.7588	1.0377	2.1783	-0.4538	-0.3400	-0.3637	-0.2725	0.4655	393.47	20.147
6.0	0.8922	1.5661	0.7324	1.0098	2.0044	-0.3637	-0.3822	-0.3170	-0.3333	0.5587	470.71	20.619
8.0	0.9249	1.4466	0.6693	0.9174	1.6912	-0.2159	-0.4143	-0.2230	-0.4279	0.7449	625.18	21.377
10.0	0.9399	1.3650	0.6366	0.8764	1.5183	-0.0939	-0.4645	-0.1081	-0.5345	0.9311	779.65	21.727
12.5	0.9406	1.3681	0.7019	0.8611	1.5529	0.0839	-0.4960	0.0874	-0.5165	1.1639	972.74	21.748
15.0	0.9200	1.4657	0.7658	0.9531	1.8215	0.2420	-0.5055	0.2156	-0.4504	1.3966	1165.82	21.278

VEP SUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 16.09.1976

POSITION 80. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.651 (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.772 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U\* = 1.257 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 10.060 (MM)

Y (MM)	U UREF	U* U*	V* U*	W* U*	K* (U*)**2	U*V* (U*)**2	U*W* (U*)**2	U*V* U*V*	U*W* U*W*	Y YMAX	Y+	U+
1.3	0.7166	1.8825	0.7820	0.9639	2.5423	-0.7370	-0.0232	-0.5006	-0.0158	0.1292	106.80	16.578
1.5	0.7293	1.8653	0.7517	0.9474	2.4709	-0.7107	-0.0581	-0.5069	-0.0415	0.1491	122.12	16.885
1.7	0.7428	1.8425	0.7697	0.9673	2.4616	-0.7102	-0.0644	-0.5008	-0.0454	0.1690	137.43	17.207
2.0	0.7601	1.8304	0.7020	0.9441	2.3673	-0.6792	-0.0783	-0.5286	-0.0610	0.1988	160.41	17.620
2.5	0.7833	1.7914	0.6903	0.9378	2.2825	-0.6252	-0.1117	-0.5056	-0.0903	0.2485	198.70	18.168
3.0	0.8070	1.7459	0.7266	0.9305	2.2210	-0.6000	-0.1368	-0.4730	-0.1078	0.2982	237.00	18.726
4.0	0.8413	1.6615	0.7474	0.8995	2.0642	-0.5456	-0.1878	-0.4393	-0.1512	0.3976	313.58	19.528
5.0	0.8646	1.5619	0.7185	0.8593	1.8470	-0.4497	-0.1903	-0.4007	-0.1696	0.4970	390.17	20.071
6.0	0.8873	1.4906	0.6393	0.8147	1.6472	-0.3442	-0.2042	-0.3612	-0.2142	0.5964	466.76	20.599
8.0	0.9177	1.3502	0.5881	0.7758	1.3853	-0.1927	-0.2412	-0.2427	-0.3038	0.7952	619.93	21.308
10.0	0.9303	1.2622	0.5908	0.7968	1.2885	-0.0457	-0.2952	-0.0613	-0.3959	0.9940	773.10	21.602
12.5	0.9225	1.3187	0.5989	0.7694	1.3449	0.1450	-0.2974	0.1836	-0.3766	1.2425	964.57	21.428



VERSUCH NR. 17 (WANDKANAL)

DATUM 15.09.1976

POSITION 85. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{W} = 1.654$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.773$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.257$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 9.560$  (MM)

Y (MM)	U $U_{REF}$	$U^*$ (*)	$V^*$ $U^*$	$W^*$ $U^*$	$K^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*V^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*W^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*V^*$ $U^*V^*$	$U^*W^*$ $U^*W^*$	Y YMAX	Y+	$U^+$
1.3	0.7124	1.8817	0.8764	1.0321	2.6871	-0.7679	0.0112	-0.4656	0.0068	0.1360	106.90	16.467
1.5	0.7269	1.8728	0.8046	0.9777	2.5554	-0.7509	0.0325	-0.4983	0.0216	0.1569	122.23	16.813
1.7	0.7390	1.8583	0.7458	0.9594	2.4649	-0.7218	0.0360	-0.5208	0.0260	0.1778	137.56	17.106
2.0	0.7543	1.8153	0.7718	0.9920	2.4376	-0.6879	0.0113	-0.4910	0.0081	0.2092	160.56	17.469
2.5	0.7813	1.7790	0.7112	0.9603	2.2965	-0.6814	0.0181	-0.5386	0.0143	0.2615	198.88	18.106
3.0	0.8021	1.7114	0.7745	1.0051	2.2695	-0.6081	0.0034	-0.4588	0.0026	0.3138	237.21	18.594
4.0	0.8363	1.6152	0.7722	0.9510	2.0643	-0.5495	-0.0090	-0.4405	-0.0072	0.4184	313.87	19.394
5.0	0.8638	1.5241	0.7255	0.9093	1.8381	-0.4354	-0.0383	-0.3937	-0.0346	0.5230	390.53	20.035
6.0	0.8836	1.4372	0.6600	0.8290	1.5942	-0.3298	-0.0367	-0.3477	-0.0387	0.6276	467.18	20.497
8.0	0.9143	1.2729	0.6252	0.8433	1.3611	-0.1764	-0.0490	-0.2217	-0.0616	0.8368	620.49	21.211
10.0	0.9234	1.1999	0.5961	0.8361	1.2471	0.0065	-0.0605	0.0090	-0.0846	1.0460	773.81	21.425
12.5	0.9095	1.2808	0.6504	0.8526	1.3952	0.2177	-0.0735	0.2613	-0.0882	1.3075	965.45	21.106

VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 5. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{uw} = 1.597$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.737$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.253$  (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX)  $Y_{MAX} = 11.250$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7055	1.7920	0.9035	1.1292	2.6513	-0.7372	0.0513	-0.4554	0.0317	0.1156	107.57	16.642
1.5	0.7189	1.7711	0.9183	1.1324	2.6312	-0.7257	0.0414	-0.4462	0.0255	0.1333	122.99	16.971
1.7	0.7334	1.7616	0.9052	1.1355	2.6060	-0.7294	0.0496	-0.4574	0.0311	0.1511	138.42	17.322
2.0	0.7512	1.7532	0.8456	1.0947	2.4936	-0.6957	0.0422	-0.4693	0.0284	0.1778	161.56	17.754
2.5	0.7727	1.7146	0.8193	1.0862	2.3955	-0.6538	0.0412	-0.4654	0.0294	0.2222	200.13	18.275
3.0	0.7948	1.6780	0.8269	1.0905	2.3444	-0.6185	0.0528	-0.4457	0.0381	0.2667	238.70	18.804
4.0	0.8276	1.5782	0.8599	1.0993	2.2194	-0.5550	0.0569	-0.4090	0.0419	0.3556	315.83	19.588
5.0	0.8544	1.5055	0.8276	1.0256	2.0017	-0.4886	0.0652	-0.3922	0.0523	0.4444	392.97	20.224
6.0	0.8747	1.4259	0.7807	1.0037	1.8250	-0.3789	0.0712	-0.3403	0.0639	0.5333	470.11	20.706
8.0	0.9077	1.2876	0.6826	0.9232	1.4881	-0.2214	0.0581	-0.2519	0.0661	0.7111	624.38	21.490
10.0	0.9223	1.1826	0.6471	0.8974	1.3113	-0.0659	0.0701	-0.0861	0.0916	0.8889	778.65	21.837
12.5	0.9189	1.2247	0.6631	0.9324	1.4045	0.1640	0.0869	0.2020	0.1070	1.1111	971.49	21.761

VER SUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 10. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{W} = 1.597$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.741$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.253$  (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX)  $Y_{MAX} = 11.450$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7070	1.8112	0.9249	1.1301	2.7065	-0.7287	0.1069	-0.4350	0.0638	0.1135	107.57	16.679
1.5	0.7196	1.7969	0.8792	1.1079	2.6146	-0.7227	0.1116	-0.4575	0.0707	0.1310	122.99	16.989
1.7	0.7318	1.7806	0.8694	1.1102	2.5795	-0.6900	0.1253	-0.4458	0.0810	0.1485	138.42	17.288
2.0	0.7473	1.7631	0.8439	1.0984	2.5137	-0.6590	0.1159	-0.4429	0.0779	0.1747	161.56	17.665
2.5	0.7715	1.7387	0.8307	1.0702	2.4293	-0.6359	0.1053	-0.4403	0.0729	0.2183	200.13	18.249
3.0	0.7928	1.6980	0.8282	1.0916	2.3804	-0.6043	0.1207	-0.4297	0.0858	0.2620	238.70	18.759
4.0	0.8243	1.6251	0.7897	1.0407	2.1738	-0.5479	0.1592	-0.4270	0.1240	0.3493	315.83	19.510
5.0	0.8530	1.5419	0.8185	1.0148	2.0387	-0.5025	0.1877	-0.3981	0.1487	0.4367	392.97	20.194
6.0	0.8747	1.4563	0.7964	1.0049	1.8825	-0.4070	0.1818	-0.3509	0.1567	0.5240	470.11	20.708
8.0	0.9091	1.3324	0.7159	0.9169	1.5643	-0.2620	0.2080	-0.2747	0.2181	0.6987	624.38	21.526
10.0	0.9264	1.2228	0.6635	0.9155	1.3868	-0.0924	0.2261	-0.1139	0.2787	0.8734	778.65	21.937
12.5	0.9247	1.2332	0.6704	0.9365	1.4236	0.1011	0.2464	0.1223	0.2981	1.0917	971.49	21.903

VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 15. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{uw} = 1.604$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.742$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.252$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 11.850$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7130	1.8753	0.9017	1.1253	2.7982	-0.7506	0.1792	-0.4439	0.1060	0.1097	108.05	16.790
1.5	0.7265	1.8607	0.8821	1.1145	2.7411	-0.7349	0.1465	-0.4478	0.0893	0.1266	123.54	17.121
1.7	0.7386	1.8507	0.8622	1.1132	2.7040	-0.7265	0.1617	-0.4553	0.1014	0.1435	139.04	17.415
2.0	0.7556	1.8413	0.8422	1.0797	2.6328	-0.7015	0.1651	-0.4524	0.1065	0.1688	162.28	17.827
2.5	0.7790	1.8233	0.8076	1.0344	2.5234	-0.6788	0.1849	-0.4610	0.1256	0.2110	201.02	18.392
3.0	0.7987	1.7858	0.7978	1.0541	2.4684	-0.6432	0.1961	-0.4515	0.1376	0.2532	239.77	18.863
4.0	0.8328	1.7132	0.7792	1.0214	2.2927	-0.5788	0.2300	-0.4336	0.1723	0.3376	317.25	19.675
5.0	0.8592	1.6476	0.7571	0.9774	2.1216	-0.5270	0.2656	-0.4225	0.2129	0.4219	394.73	20.301
6.0	0.8811	1.5659	0.7559	0.9700	1.9822	-0.4480	0.2834	-0.3785	0.2394	0.5063	472.21	20.820
8.0	0.9136	1.4282	0.6574	0.9344	1.6724	-0.2756	0.3366	-0.2935	0.3586	0.6751	627.17	21.592
10.0	0.9323	1.3251	0.6161	0.8767	1.4521	-0.1312	0.3525	-0.1607	0.4318	0.8439	782.13	22.036
12.5	0.9410	1.3135	0.6429	0.9064	1.4801	0.0736	0.3999	0.0872	0.4736	1.0549	975.84	22.248
15.0	0.9179	1.4412	0.7282	0.9721	1.7762	0.2720	0.4197	0.2592	0.3999	1.2658	1169.54	21.706

VER SUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 20. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_w = 1.620$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.747$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.253$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 12.460$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7192	1.9323	0.9215	1.1803	2.9881	-0.7100	0.2298	-0.3987	0.1290	0.1043	108.62	16.850
1.5	0.7316	1.9240	0.8965	1.1419	2.9046	-0.6860	0.2090	-0.3977	0.1212	0.1204	124.19	17.153
1.7	0.7463	1.9192	0.9028	1.1561	2.9175	-0.6872	0.2184	-0.3966	0.1260	0.1364	139.77	17.508
2.0	0.7600	1.8990	0.8602	1.1122	2.7915	-0.6802	0.2194	-0.4165	0.1343	0.1605	163.14	17.841
2.5	0.7851	1.8872	0.7934	1.0815	2.6803	-0.6273	0.2277	-0.4190	0.1521	0.2006	202.08	18.441
3.0	0.8058	1.8587	0.8092	1.0710	2.6282	-0.6148	0.2561	-0.4088	0.1703	0.2408	241.03	18.935
4.0	0.8374	1.8015	0.7419	1.0415	2.4403	-0.5556	0.2818	-0.4157	0.2108	0.3210	318.92	19.684
5.0	0.8637	1.7411	0.7084	0.9876	2.2542	-0.5325	0.3436	-0.4318	0.2786	0.4013	396.81	20.303
6.0	0.8847	1.6355	0.7539	1.0577	2.2118	-0.4523	0.3678	-0.3484	0.2832	0.4815	474.70	20.800
8.0	0.9188	1.5292	0.6604	0.9471	1.8358	-0.2870	0.4122	-0.2841	0.4081	0.6421	630.47	21.603
10.0	0.9442	1.4292	0.6337	0.9346	1.6588	-0.1533	0.4445	-0.1692	0.4909	0.8026	786.25	22.204
12.5	0.9519	1.3801	0.6495	0.9105	1.5777	0.0012	0.5082	0.0014	0.5669	1.0032	980.98	22.391
15.0	0.9427	1.4798	0.6851	0.9524	1.7832	0.1902	0.5350	0.1876	0.5277	1.2039	1175.70	22.181

VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 25. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{uw} = 1.649$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.745$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.262$  (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX)  $Y_{MAX} = 13.330$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U* U*	V* U*	W* U*	K* (U*)**2	U*V* (U*)**2	U*W* (U*)**2	U*V* U*V*	U*W* U*W*	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7150	1.9703	0.8632	1.1612	2.9878	-0.7182	0.2976	-0.4223	0.1750	0.0975	102.73	16.480
1.5	0.7279	1.9539	0.8705	1.1514	2.9505	-0.7217	0.2647	-0.4243	0.1556	0.1125	117.47	16.792
1.7	0.7443	1.9675	0.8243	1.1271	2.9105	-0.6850	0.2775	-0.4224	0.1711	0.1275	132.20	17.181
2.0	0.7608	1.9486	0.8832	1.1198	2.9156	-0.7267	0.2547	-0.4223	0.1480	0.1500	154.30	17.574
2.5	0.7864	1.9449	0.8376	1.0815	2.8270	-0.6852	0.3024	-0.4206	0.1856	0.1875	191.13	18.177
3.0	0.8059	1.9084	0.8414	1.0785	2.7565	-0.6739	0.2826	-0.4197	0.1760	0.2251	227.97	18.636
4.0	0.8392	1.8626	0.7759	1.0300	2.5661	-0.6158	0.3319	-0.4261	0.2296	0.3001	301.64	19.413
5.0	0.8650	1.7958	0.7777	1.0288	2.4439	-0.5500	0.3820	-0.3938	0.2736	0.3751	375.31	20.013
6.0	0.8876	1.7326	0.7621	1.0059	2.2972	-0.5023	0.4352	-0.3804	0.3296	0.4501	448.98	20.537
8.0	0.9202	1.6156	0.7185	0.9595	2.0235	-0.3945	0.5207	-0.3399	0.4486	0.6001	556.31	21.294
10.0	0.9451	1.5284	0.6571	0.9138	1.8014	-0.2432	0.5280	-0.2422	0.5257	0.7502	743.65	21.873
12.5	0.9649	1.4816	0.6199	0.8943	1.6896	-0.0982	0.5980	-0.1070	0.6511	0.9377	927.82	22.335
15.0	0.9608	1.5198	0.6918	0.9185	1.8160	0.0705	0.6312	0.0671	0.6003	1.1253	1112.00	22.247

VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 30. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.678 (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.742 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U\* = 1.261 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 14.470 (MM)

Y (MM)	U UREF	U' U*	V' U*	W' U*	K' (J*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y YMAX	Y+	U+
1.3	0.7278	2.0516	0.8583	1.1816	3.1709	-0.6968	0.2859	-0.3957	0.1624	0.0898	103.62	16.631
1.5	0.7408	2.0332	0.8621	1.1641	3.1161	-0.6596	0.2575	-0.3763	0.1469	0.1037	118.48	16.942
1.7	0.7542	2.0362	0.8630	1.1399	3.0951	-0.6611	0.2736	-0.3762	0.1557	0.1175	133.35	17.259
2.0	0.7703	2.0271	0.8515	1.1251	3.0499	-0.6495	0.3212	-0.3763	0.1861	0.1382	155.64	17.640
2.5	0.7920	2.0025	0.8281	1.1291	2.9855	-0.6301	0.3016	-0.3799	0.1819	0.1728	192.79	18.148
3.0	0.8163	1.9918	0.8587	1.1085	2.9667	-0.6382	0.3368	-0.3732	0.1969	0.2073	229.95	18.713
4.0	0.8483	1.9456	0.7753	1.0549	2.7496	-0.5841	0.3526	-0.3872	0.2338	0.2764	304.26	19.453
5.0	0.8774	1.9110	0.7301	1.0027	2.5951	-0.5463	0.3627	-0.3916	0.2600	0.3455	378.56	20.123
6.0	0.8971	1.8356	0.7735	1.0234	2.5075	-0.4952	0.4464	-0.3488	0.3144	0.4147	452.87	20.577
8.0	0.9307	1.7282	0.7315	0.9760	2.2373	-0.4106	0.5056	-0.3248	0.4000	0.5529	601.49	21.350
10.0	0.9580	1.6377	0.7223	0.9444	2.0478	-0.3195	0.5606	-0.2701	0.4739	0.6911	750.11	21.979
12.5	0.9741	1.5468	0.7188	0.9400	1.8965	-0.1812	0.6269	-0.1630	0.5638	0.8639	935.88	22.353
15.0	0.9816	1.5721	0.6891	0.9219	1.8981	-0.0283	0.6795	-0.0261	0.6272	1.0366	1121.65	22.532
20.0	0.9419	1.7942	0.8463	0.9439	2.4133	0.3030	0.6521	0.1995	0.4295	1.3822	1493.19	21.634

VER SUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 35. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{WU} = 1.711$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.757$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.258$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 15.790$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7339	2.0826	0.9286	1.1790	3.2949	-0.7487	0.2089	-0.3871	0.1080	0.0823	108.10	16.671
1.5	0.7461	2.0716	0.9241	1.1961	3.2881	-0.7396	0.2191	-0.3864	0.1145	0.0950	123.61	16.961
1.7	0.7589	2.0770	0.8761	1.1500	3.2019	-0.7096	0.2295	-0.3900	0.1261	0.1077	139.11	17.263
2.0	0.7757	2.0606	0.9307	1.1426	3.2089	-0.7283	0.2555	-0.3798	0.1332	0.1267	162.37	17.655
2.5	0.8011	2.0620	0.8911	1.0906	3.1178	-0.6865	0.2637	-0.3736	0.1435	0.1583	201.13	18.244
3.0	0.8201	2.0424	0.8484	1.0788	3.0275	-0.6940	0.2950	-0.4005	0.1703	0.1900	239.89	18.684
4.0	0.8535	2.0148	0.7726	1.0166	2.8449	-0.6319	0.3275	-0.4060	0.2104	0.2533	317.41	19.450
5.0	0.8826	1.9570	0.8123	1.0347	2.7802	-0.6094	0.3277	-0.3833	0.2061	0.3167	394.93	20.118
6.0	0.9028	1.8985	0.7772	0.9931	2.5972	-0.5628	0.3645	-0.3815	0.2470	0.3800	472.46	20.579
8.0	0.9386	1.8017	0.7991	0.9529	2.3964	-0.5013	0.4732	-0.3482	0.3287	0.5066	627.50	21.398
10.0	0.9687	1.7107	0.7831	0.9557	2.2266	-0.3935	0.5566	-0.2938	0.4155	0.6333	782.54	22.086
12.5	0.9898	1.6373	0.7148	0.8993	2.0002	-0.2904	0.6156	-0.2481	0.5260	0.7916	976.35	22.572
15.0	0.9982	1.6182	0.7013	0.9025	1.9625	-0.1375	0.7055	-0.1212	0.6217	0.9500	1170.15	22.772
20.0	0.9753	1.7698	0.7233	0.8653	2.2020	0.1453	0.7395	0.1135	0.5777	1.2666	1557.76	22.265



VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 40. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{WU} = 1.749$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.756$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.258$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 17.250$  (MM)

Y (MM)	U $U_{REF}$	$U^*$ $U^*$	$V^*$ $U^*$	$W^*$ $U^*$	$K^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*V^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*W^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*V^*$ $U^*V^*$	$U^*W^*$ $U^*W^*$	Y YMAX	Y+	U+
1.3	0.7416	2.1263	0.8623	1.1845	3.3340	-0.7316	0.1923	-0.3990	0.1049	0.0754	109.29	16.663
1.5	0.7557	2.1201	0.8718	1.1545	3.2939	-0.7180	0.1821	-0.3885	0.0985	0.0870	124.97	16.993
1.7	0.7702	2.1066	0.9017	1.1601	3.2982	-0.7472	0.2433	-0.3934	0.1281	0.0986	140.65	17.327
2.0	0.7868	2.1142	0.8654	1.1521	3.2729	-0.7113	0.2754	-0.3888	0.1506	0.1159	164.16	17.713
2.5	0.8093	2.0914	0.9026	1.1055	3.2054	-0.7197	0.2755	-0.3813	0.1459	0.1449	203.35	18.229
3.0	0.8303	2.0820	0.8748	1.1073	3.1631	-0.7110	0.2626	-0.3904	0.1442	0.1739	242.53	18.708
4.0	0.8631	2.0400	0.8656	1.0578	3.0148	-0.6692	0.3217	-0.3790	0.1822	0.2319	320.91	19.454
5.0	0.8927	2.0008	0.7874	1.0385	2.8509	-0.6539	0.3521	-0.4150	0.2234	0.2899	399.28	20.124
6.0	0.9133	1.9552	0.7469	0.9881	2.6785	-0.6122	0.3635	-0.4192	0.2489	0.3478	477.66	20.592
8.0	0.9512	1.8778	0.7271	0.9377	2.4670	-0.5543	0.4763	-0.4059	0.3488	0.4638	634.41	21.448
10.0	0.9789	1.7775	0.8096	0.9310	2.3409	-0.4677	0.5346	-0.3250	0.3715	0.5797	791.16	22.077
12.5	1.0064	1.7083	0.7247	0.9356	2.1595	-0.3510	0.6328	-0.2835	0.5111	0.7246	987.10	22.700
15.0	1.0196	1.6627	0.7236	0.9095	2.0577	-0.2356	0.6847	-0.1958	0.5690	0.8696	1183.04	23.007
20.0	1.0113	1.7292	0.7127	0.8409	2.1027	-0.0145	0.7455	-0.0118	0.6049	1.1594	1574.92	22.836

VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 45. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{WU} = 1.796$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.742$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.253$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 18.900$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.7501	2.1677	0.5409	1.2533	3.5776	-0.8098	0.2722	-0.3971	0.1335	0.0688	113.69	16.681
1.5	0.7643	2.1841	0.8493	1.2114	3.4796	-0.7689	0.2770	-0.4145	0.1493	0.0794	130.00	17.012
1.7	0.7793	2.1702	0.8735	1.2327	3.4962	-0.7683	0.3043	-0.4053	0.1605	0.0899	146.31	17.355
2.0	0.7979	2.1756	0.8758	1.1935	3.4625	-0.7968	0.3173	-0.4181	0.1665	0.1058	170.77	17.778
2.5	0.8235	2.1707	0.8380	1.1600	3.3799	-0.8141	0.3405	-0.4475	0.1872	0.1323	211.53	18.359
3.0	0.8440	2.1399	0.8849	1.1566	3.3499	-0.8067	0.3561	-0.4260	0.1880	0.1587	252.30	18.823
4.0	0.8794	2.1120	0.8121	1.0949	3.1595	-0.7815	0.3556	-0.4557	0.2073	0.2116	333.83	19.618
5.0	0.9059	2.0845	0.7264	1.0235	2.9603	-0.7319	0.3858	-0.4834	0.2548	0.2646	415.36	20.211
6.0	0.9270	2.0113	0.7940	1.0653	2.9054	-0.6898	0.4684	-0.4319	0.2933	0.3175	496.89	20.684
8.0	0.9677	1.5479	0.7600	0.9487	2.6359	-0.6313	0.4935	-0.4264	0.3334	0.4233	659.95	21.594
10.0	0.9946	1.8500	0.7523	0.9437	2.4396	-0.5295	0.5421	-0.3805	0.3895	0.5291	823.01	22.198
12.5	1.0206	1.7716	0.7059	0.9290	2.2499	-0.4258	0.6039	-0.3405	0.4829	0.6614	1026.84	22.784
15.0	1.0375	1.7171	0.6920	0.8924	2.1118	-0.3217	0.6503	-0.2707	0.5473	0.7937	1230.66	23.169
20.0	1.0471	1.7329	0.6878	0.8377	2.0888	-0.1204	0.7584	-0.1010	0.6364	1.0582	1638.31	23.401
25.0	1.0233	1.8538	0.7701	0.8689	2.3923	0.1088	0.7502	0.0762	0.5255	1.3228	2045.97	22.892

VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 50. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.838 (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.746 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U\* = 1.253 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 20.700 (MM)

Y (MM)	U UREF	U' L*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y YMAX	Y+	U+
1.3	0.7621	2.1955	0.9045	1.2686	3.6325	-0.8509	0.2975	-0.4278	0.1495	0.0628	115.02	16.758
1.5	0.7763	2.1884	0.8954	1.2384	3.5622	-0.8018	0.3348	-0.4092	0.1709	0.0725	131.51	17.083
1.7	0.7873	2.1871	0.8761	1.2516	3.5587	-0.8268	0.3601	-0.4315	0.1879	0.0821	148.01	17.332
2.0	0.8051	2.1758	0.9176	1.2212	3.5336	-0.8328	0.3870	-0.4171	0.1938	0.0966	172.75	17.734
2.5	0.8299	2.1426	0.9563	1.2346	3.5148	-0.8102	0.3646	-0.3954	0.1780	0.1208	213.99	18.293
3.0	0.8536	2.1462	0.8986	1.2111	3.4401	-0.8133	0.3771	-0.4217	0.1956	0.1449	255.23	18.820
4.0	0.8858	2.1129	0.8546	1.1365	3.2432	-0.7676	0.3990	-0.4251	0.2210	0.1932	337.71	19.536
5.0	0.9161	2.0901	0.7754	1.0779	3.0658	-0.7341	0.4236	-0.4529	0.2614	0.2415	420.19	20.206
6.0	0.9414	2.0450	0.7773	1.0765	2.9725	-0.7211	0.4841	-0.4537	0.3046	0.2899	502.67	20.765
8.0	0.9739	1.9359	0.7588	1.0582	2.7528	-0.6171	0.5160	-0.3990	0.3337	0.3865	667.63	21.485
10.0	1.0037	1.8529	0.7504	1.0344	2.5332	-0.5329	0.5271	-0.3833	0.3791	0.4831	832.59	22.146
12.5	1.0324	1.7685	0.7496	1.0036	2.3483	-0.4306	0.5674	-0.3248	0.4280	0.6039	1038.79	22.785
15.0	1.0496	1.6967	0.7470	0.9515	2.1711	-0.3574	0.6049	-0.2820	0.4773	0.7246	1244.99	23.173
20.0	1.0688	1.6877	0.6898	0.8304	2.0069	-0.1657	0.6923	-0.1424	0.5947	0.9662	1657.39	23.617
25.0	1.0585	1.7454	0.7696	0.8548	2.1916	0.0253	0.7431	0.0188	0.5519	1.2077	2069.79	23.409

VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 55. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{uw} = 1.885$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.731$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.253$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 22.630$  (MM)

Y (MM)	U $U_{REF}$	$U^*$ $U^*$	$V^*$ $U^*$	$W^*$ $U^*$	$K^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*V^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*W^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*V^*$ $U^*V^*$	$U^*W^*$ $U^*W^*$	Y $Y_{MAX}$	Y+	U+
1.3	0.7792	2.2116	1.0150	1.4023	3.9439	-0.8919	0.2425	-0.3973	0.1081	0.0574	116.37	16.919
1.5	0.7934	2.1984	1.0250	1.3935	3.9128	-0.8715	0.2543	-0.3867	0.1129	0.0663	133.06	17.240
1.7	0.8101	2.2092	0.9807	1.3930	3.8915	-0.8755	0.2622	-0.4041	0.1210	0.0751	149.75	17.611
2.0	0.8268	2.2052	1.0212	1.3180	3.8215	-0.9086	0.2705	-0.4035	0.1201	0.0884	174.78	17.984
2.5	0.8507	2.1802	1.0073	1.3534	3.7999	-0.8515	0.2902	-0.3877	0.1322	0.1105	216.50	18.515
3.0	0.8727	2.1486	1.0361	1.3293	3.7284	-0.8548	0.3120	-0.3840	0.1402	0.1326	258.23	18.998
4.0	0.9069	2.1413	0.8891	1.2628	3.4851	-0.8353	0.3004	-0.4388	0.1578	0.1768	341.68	19.750
5.0	0.9336	2.0745	0.9472	1.2654	3.4011	-0.7890	0.3148	-0.4015	0.1602	0.2209	425.12	20.333
6.0	0.9601	2.0611	0.8626	1.1861	3.1995	-0.7738	0.3833	-0.4352	0.2156	0.2651	508.57	20.911
8.0	0.9948	1.9422	0.9144	1.1514	2.9786	-0.7020	0.4169	-0.3953	0.2347	0.3535	675.46	21.670
10.0	1.0237	1.8454	0.9291	1.0978	2.7370	-0.6097	0.3998	-0.3556	0.2332	0.4419	842.36	22.302
12.5	1.0510	1.7622	0.8602	1.0378	2.4612	-0.5001	0.4121	-0.3299	0.2719	0.5524	1050.98	22.903
15.0	1.0724	1.6946	0.8295	0.9828	2.2627	-0.4064	0.4707	-0.2891	0.3349	0.6628	1259.60	23.379
20.0	1.0980	1.6372	0.7832	0.8817	2.0357	-0.2347	0.5720	-0.1831	0.4461	0.8838	1676.83	23.957
25.0	1.0989	1.6338	0.8722	0.8898	2.1110	-0.0548	0.6320	-0.0385	0.4434	1.1047	2054.07	23.999
30.0	1.0787	1.7086	0.9342	0.9241	2.3231	0.1478	0.6375	0.0926	0.3994	1.3257	2511.31	23.581

VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 60. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_w = 1.930$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.726$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.253$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 24.620$  (MM)

Y (MM)	U $U_{REF}$	$U^*$ $U^*$	$V^*$ $U^*$	$W^*$ $U^*$	$K^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*V^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*W^*$ ( $U^*$ )**2	$U^*V^*$ $U^*V^*$	$U^*W^*$ $U^*W^*$	Y $Y_{MAX}$	Y+	U+
1.3	0.7853	2.2151	1.0311	1.3799	3.9370	-0.9169	0.1887	-0.4014	0.0826	0.0528	117.72	16.853
1.5	0.8003	2.1985	1.0180	1.4109	3.9303	-0.8668	0.2397	-0.3873	0.1071	0.0609	134.61	17.186
1.7	0.8150	2.1851	1.0525	1.4062	3.9299	-0.8709	0.2257	-0.3787	0.0982	0.0690	151.49	17.512
2.0	0.8352	2.1819	1.0663	1.4222	3.9603	-0.8845	0.2579	-0.3801	0.1108	0.0812	176.82	17.954
2.5	0.8591	2.1692	1.0290	1.3884	3.8460	-0.8700	0.2209	-0.3898	0.0990	0.1015	219.03	18.480
3.0	0.8822	2.1547	1.0356	1.3626	3.7858	-0.8746	0.2853	-0.3920	0.1279	0.1219	261.24	18.982
4.0	0.9148	2.1048	1.0094	1.2982	3.5671	-0.8807	0.2704	-0.4145	0.1273	0.1625	345.66	19.689
5.0	0.9406	2.0576	0.9751	1.2398	3.4241	-0.8112	0.2904	-0.4043	0.1447	0.2031	430.08	20.246
6.0	0.9687	2.0137	0.9696	1.2830	3.3206	-0.8159	0.2982	-0.4179	0.1527	0.2437	514.50	20.852
8.0	1.0043	1.9189	0.9830	1.1999	3.0441	-0.7433	0.3552	-0.3941	0.1883	0.3249	683.33	21.622
10.0	1.0338	1.8405	0.9444	1.1301	2.7782	-0.6513	0.3575	-0.3747	0.2057	0.4062	852.17	22.259
12.5	1.0606	1.7128	0.9439	1.1037	2.5214	-0.5299	0.3481	-0.3278	0.2153	0.5077	1063.22	22.844
15.0	1.0835	1.6473	0.8790	1.0153	2.2587	-0.4448	0.3690	-0.3071	0.2548	0.6093	1274.27	23.345
20.0	1.1151	1.5736	0.8208	0.8978	1.9780	-0.2836	0.4746	-0.2196	0.3674	0.8123	1696.37	24.046
25.0	1.1243	1.5327	0.8618	0.8685	1.9231	-0.1206	0.5297	-0.0913	0.4010	1.0154	2118.47	24.268
30.0	1.1142	1.5768	0.9103	0.8442	2.0138	0.0402	0.5487	0.0280	0.3823	1.2185	2540.57	24.074

VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 65. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.957 (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.737 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U\* = 1.252 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 26.700 (MM)

Y (MM)	U UREF	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U*V' (U*)**2	U*W' (U*)**2	U*V' U*V'	U*W' U*W'	Y YMAX	Y+	U+
1.3	0.8000	2.2213	1.0267	1.3829	3.9504	-0.9087	0.2458	-0.3984	0.1078	0.0487	119.21	17.060
1.5	0.8132	2.2159	0.9948	1.3340	3.8399	-0.9072	0.2426	-0.4115	0.1101	0.0562	136.31	17.352
1.7	0.8260	2.2097	1.0035	1.3179	3.8134	-0.9234	0.2050	-0.4164	0.0924	0.0637	153.41	17.634
2.0	0.8423	2.1951	1.0166	1.2856	3.7524	-0.9114	0.2197	-0.4084	0.0984	0.0749	179.05	17.992
2.5	0.8684	2.1872	0.9851	1.2649	3.6772	-0.9168	0.2510	-0.4255	0.1165	0.0936	221.80	18.559
3.0	0.8909	2.1634	0.9879	1.2535	3.6137	-0.9035	0.2224	-0.4227	0.1041	0.1124	264.54	19.045
4.0	0.9280	2.1244	0.9724	1.2588	3.5216	-0.8746	0.2453	-0.4234	0.1187	0.1498	350.03	19.844
5.0	0.9557	2.0965	0.9226	1.2078	3.3527	-0.8430	0.2240	-0.4358	0.1158	0.1873	435.51	20.439
6.0	0.9773	2.0296	0.9665	1.1919	3.2369	-0.8412	0.2691	-0.4288	0.1372	0.2247	521.00	20.902
8.0	1.0141	1.9225	0.9779	1.1424	2.9787	-0.8032	0.2972	-0.4272	0.1581	0.2996	691.98	21.693
10.0	1.0421	1.8270	0.9429	1.0760	2.6924	-0.6874	0.2489	-0.3991	0.1445	0.3745	862.95	22.295
12.5	1.0725	1.7310	0.9090	1.0080	2.4193	-0.5947	0.2606	-0.3780	0.1656	0.4682	1076.67	22.952
15.0	1.0939	1.6611	0.8146	0.8958	2.1126	-0.5003	0.2805	-0.3698	0.2073	0.5618	1290.39	23.418
20.0	1.1273	1.5294	0.7614	0.7804	1.7639	-0.3353	0.3541	-0.2879	0.3041	0.7491	1717.82	24.154
25.0	1.1452	1.4606	0.7680	0.7499	1.6428	-0.1777	0.4169	-0.1584	0.3717	0.9363	2145.26	24.561
30.0	1.1424	1.4612	0.8220	0.7429	1.6814	-0.0252	0.4390	-0.0210	0.3655	1.1236	2572.69	24.526
35.0	1.1299	1.5313	0.8938	0.7276	1.8366	0.1024	0.4533	0.0748	0.3312	1.3109	3000.13	24.283

VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 70. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_{W} = 1.993$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.742$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.253$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 28.830$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U'V' (U*)**2	U'W' (U*)**2	U'V' U'*V'	U'W' U'*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.8054	2.2211	1.0627	1.3029	3.8801	-0.9366	0.2026	-0.3968	0.0858	0.0451	119.67	17.009
1.5	0.8208	2.2054	1.0585	1.3496	3.9027	-0.9340	0.1601	-0.4001	0.0686	0.0520	136.84	17.348
1.7	0.8346	2.2180	1.0216	1.2865	3.8090	-0.9595	0.1690	-0.4235	0.0746	0.0590	154.00	17.648
2.0	0.8505	2.1723	1.0938	1.3434	3.8599	-0.9875	0.2041	-0.4156	0.0859	0.0694	179.75	17.992
2.5	0.8775	2.1769	1.0369	1.2638	3.7057	-0.9725	0.1880	-0.4308	0.0833	0.0867	222.66	18.573
3.0	0.8967	2.1580	0.9966	1.2388	3.5924	-0.9527	0.1806	-0.4430	0.0840	0.1041	265.57	18.986
4.0	0.9315	2.1073	1.0118	1.2479	3.5108	-0.9478	0.1887	-0.4445	0.0885	0.1387	351.39	19.728
5.0	0.9594	2.0696	0.9556	1.2004	3.3186	-0.9002	0.2290	-0.4552	0.1158	0.1734	437.21	20.321
6.0	0.9860	2.0195	0.9931	1.1948	3.2460	-0.8881	0.1998	-0.4428	0.0996	0.2081	523.03	20.887
8.0	1.0227	1.8989	1.0245	1.1619	3.0028	-0.8094	0.2337	-0.4161	0.1201	0.2775	694.66	21.666
10.0	1.0487	1.8165	0.9602	1.0631	2.6812	-0.7416	0.2337	-0.4252	0.1340	0.3469	866.30	22.220
12.5	1.0818	1.6973	0.8944	1.0328	2.3737	-0.6076	0.2067	-0.4003	0.1361	0.4336	1080.85	22.929
15.0	1.1016	1.5957	0.8894	0.9835	2.1522	-0.5219	0.2026	-0.3678	0.1428	0.5203	1295.40	23.356
20.0	1.1389	1.4513	0.7974	0.8393	1.7232	-0.3580	0.2766	-0.3094	0.2390	0.6937	1724.49	24.168
25.0	1.1580	1.3467	0.7618	0.7516	1.4794	-0.2085	0.2908	-0.2032	0.2835	0.8672	2153.59	24.597
30.0	1.1632	1.2967	0.7921	0.7540	1.4387	-0.0688	0.2958	-0.0670	0.2880	1.0406	2582.69	24.734
35.0	1.1558	1.3370	0.8244	0.7351	1.5037	0.0803	0.3095	0.0729	0.2808	1.2140	3011.78	24.603

VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 75. (MM)

WANDSCHUB SPANNUNG  $\tau_{uw} = 2.013$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.738$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.254$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 30.950$  (MM)

Y (MM)	U U <sub>REF</sub>	U' U*	V' U*	W' U*	K' (U*)**2	U*V' (U*)**2	U*W' (U*)**2	U*V' U*V'	U*W' U*W'	Y Y <sub>MAX</sub>	Y+	U+
1.3	0.8048	2.1962	1.1082	1.5554	4.2354	-1.0243	-0.0082	-0.4209	-0.0034	0.0420	119.94	16.905
1.5	0.8200	2.2080	1.0556	1.4989	4.1181	-0.9880	-0.0405	-0.4239	-0.0174	0.0485	137.14	17.236
1.7	0.8347	2.2023	1.0546	1.4957	4.0997	-0.9941	-0.0087	-0.4280	-0.0037	0.0549	154.35	17.554
2.0	0.8531	2.1917	1.0747	1.4875	4.0855	-0.9967	-0.0088	-0.4232	-0.0037	0.0646	180.15	17.950
2.5	0.8768	2.1790	1.0317	1.4749	3.9939	-0.9485	-0.0330	-0.4219	-0.0147	0.0808	223.16	18.459
3.0	0.9014	2.1706	0.9585	1.4259	3.8707	-0.9484	0.0094	-0.4376	0.0043	0.0969	266.16	18.981
4.0	0.9344	2.1124	1.0307	1.4353	3.7923	-0.9600	0.0093	-0.4409	0.0043	0.1292	352.17	19.681
5.0	0.9647	2.0754	1.0008	1.4070	3.6444	-0.9482	0.0333	-0.4565	0.0160	0.1616	438.18	20.321
6.0	0.9873	2.0348	0.9769	1.3729	3.4898	-0.9072	0.0314	-0.4564	0.0158	0.1939	524.19	20.800
8.0	1.0246	1.9042	1.0275	1.3547	3.2586	-0.8359	0.0485	-0.4272	0.0248	0.2585	696.22	21.587
10.0	1.0537	1.8141	0.9749	1.2912	2.9543	-0.7359	0.0419	-0.4161	0.0237	0.3231	868.24	22.205
12.5	1.0836	1.6758	0.9556	1.2168	2.6400	-0.6537	0.0699	-0.3918	0.0419	0.4039	1083.27	22.841
15.0	1.1085	1.5881	0.9002	1.1329	2.3081	-0.5326	0.0829	-0.3725	0.0580	0.4847	1298.29	23.375
20.0	1.1446	1.3857	0.8746	1.0200	1.8628	-0.3597	0.1095	-0.2968	0.0903	0.6462	1728.35	24.156
25.0	1.1672	1.2552	0.8252	0.8667	1.5038	-0.2038	0.1208	-0.1967	0.1166	0.8078	2158.40	24.658
30.0	1.1753	1.1983	0.8034	0.8082	1.3673	-0.0573	0.1112	-0.0596	0.1155	0.9693	2588.46	24.856
35.0	1.1722	1.2132	0.8198	0.7977	1.3902	0.0673	0.1182	0.0676	0.1189	1.1309	3018.52	24.816



VERSUCH NR. 18 (WANDKANAL)

DATUM 22.11.1976

POSITION 80. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG  $\tau_w = 2.026$  (N/M\*\*2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT  $U_{REF} = 27.732$  (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT  $U^* = 1.253$  (M/S)

PROFILLAENGE ( $U_{MAX}$ )  $Y_{MAX} = 31.700$  (MM)

Y (MM)	U $U_{REF}$	$U^*$ $U^*$	$V^*$ $U^*$	$W^*$ $U^*$	$K^*$ $(U^*)^{**2}$	$U^*V^*$ $(U^*)^{**2}$	$U^*W^*$ $(U^*)^{**2}$	$U^*V^*$ $U^*V^*$	$U^*W^*$ $U^*W^*$	Y $Y_{MAX}$	Y+	U+
1.3	0.8044	2.1650	1.1224	1.5610	4.1918	-0.9841	-0.0775	-0.4050	-0.0319	0.0410	120.29	16.845
1.5	0.8205	2.1549	1.1383	1.5808	4.2190	-0.9992	-0.0875	-0.4074	-0.0357	0.0473	137.54	17.193
1.7	0.8353	2.1613	1.1372	1.5555	4.1920	-0.9806	-0.0728	-0.3990	-0.0296	0.0536	154.79	17.512
2.0	0.8534	2.1483	1.1135	1.5136	4.0731	-0.9957	-0.0922	-0.4163	-0.0386	0.0631	180.67	17.901
2.5	0.8794	2.1365	1.0833	1.5016	3.9566	-0.9848	-0.0541	-0.4255	-0.0234	0.0789	223.80	18.455
3.0	0.9001	2.1151	1.0814	1.4936	3.9453	-0.9465	-0.0590	-0.4130	-0.0258	0.0946	266.93	18.896
4.0	0.9335	2.0666	1.0747	1.4772	3.8040	-0.9345	-0.0281	-0.4207	-0.0127	0.1262	353.18	19.610
5.0	0.9650	2.0360	1.0615	1.4641	3.7078	-0.9287	-0.0794	-0.4297	-0.0367	0.1577	439.44	20.265
6.0	0.9898	1.9748	1.0848	1.4621	3.6073	-0.9125	-0.0262	-0.4259	-0.0123	0.1893	525.70	20.789
8.0	1.0271	1.8684	1.0884	1.3768	3.2857	-0.8545	-0.0330	-0.4202	-0.0162	0.2524	698.22	21.574
10.0	1.0543	1.7620	1.0502	1.3027	2.9524	-0.7536	0.0295	-0.4072	0.0159	0.3155	870.73	22.150
12.5	1.0859	1.6471	1.0299	1.2262	2.6386	-0.6717	0.0114	-0.3960	0.0067	0.3943	1086.38	22.820
15.0	1.1101	1.5451	0.9572	1.1459	2.3084	-0.5753	0.0048	-0.3890	0.0033	0.4732	1302.02	23.337
20.0	1.1471	1.3465	0.9049	1.0077	1.8236	-0.3815	0.0233	-0.3131	0.0192	0.6309	1733.31	24.137
25.0	1.1679	1.2055	0.8120	0.8784	1.4422	-0.1785	-0.0049	-0.1823	-0.0050	0.7886	2164.61	24.597
30.0	1.1782	1.1424	0.7819	0.8204	1.2947	-0.0498	-0.0218	-0.0558	-0.0244	0.9464	2595.90	24.840
35.0	1.1767	1.1542	0.8183	0.8171	1.3348	0.0794	-0.0399	0.0840	-0.0422	1.1041	3027.19	24.835