

KfK 2637

Juli 1978

Geschwindigkeits- und Turbulenzverteilungen in einem Wandkanal eines Stabbündels

K. Rehme

**Institut für Neutronenphysik und Reaktortechnik
Projekt Schneller Brüter**

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 2637

Geschwindigkeits- und Turbulenzverteilungen in einem
Wandkanal eines Stabbündels

Klaus Rehme

Kernforschungszentrum Karlsruhe GmbH, Karlsruhe

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 Mittelwertes 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 Wandschubspannungen wurden gemessen. Das Stababstandverhältnis war gleich dem Wandabstandsverhältnis, es betrug 1.40. Die Reynoldszahl der Untersuchung war $Re=1.94 \cdot 10^5$. 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.

Distributions of velocity and turbulence of 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 energy 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 1.40, the Reynolds number of this investigation was $Re=1.94 \cdot 10^5$. 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

Dieser Bericht schließt an die vorangegangenen Berichte über strömungstechnische Untersuchungen in Unterkanälen von Stabbündeln an /1,2,3/. Ziel der Untersuchungen war, Informationen über die Transporteigenschaften der turbulenten Strömung in Stabbündeln zu gewinnen. Zunächst wurde ein Stabbündel mit einem Stababstandsverhältnis $P/D=1.07$ /1/, danach mit $P/D=1.15$ /3/ untersucht. Die neuen Experimente wurden an einem Stabbündel mit einem noch größeren Stababstandsverhältnis, nämlich $P/D=1.40$ durchgeführt. Der Meßaufbau und das Meß- und Auswerteverfahren wurden gegenüber den vorangegangenen Untersuchungen nicht verändert. Am Rechteckkanal, in dem die vier Stäbe enthalten waren, wurde nur der Abstand der beiden kurzen Seiten geändert. Die Stäbe aus Aluminiumrohren hatten einen Durchmesser von $D=100.0$ mm. Das Stababstandsverhältnis betrug

$$P/D = 1.402$$

und das Wandabstandsverhältnis

$$W/D = 1.401 \quad .$$

Mit der Gesamtlänge der Versuchsanlage von $L_K=7$ m ergeben sich folgende Verhältnisse von Kanallänge zu Durchmesser:

$$L_K/D_{\text{Stab}} = 70$$

$$L_K/D_{h\text{Wand}} \approx 60 \quad .$$

2. Ergebnisse

2.1 Strömungsgeschwindigkeit, Wandschubspannung und Reibungsbeiwert

2.1.1 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/ϕ), 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 /1/ bezogen: $U_{REF}=27.76 \text{ ms}^{-1}$.

An diesen Abbildungen sieht man, daß die Geschwindigkeitsverteilung ziemlich gleichmäßig ist im Gegensatz zu den engeren Stababstandsverhältnissen /1,2,3/.

Das 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

$$U_m = 26.15 \text{ ms}^{-1}$$

bestimmt. Mit dem hydraulischen Durchmesser des Wandkanals

$$D_h = 117.047 \text{ mm}$$

ergibt sich die Reynoldszahl der Untersuchung zu:

$$Re = 1.94 \cdot 10^5.$$

Die Isotachen wurden mit Hilfe eines Rechenprogramms /4/ auf einem Zeichenautomaten erzeugt. Wegen der komplizierten Geometrie (r/ϕ und x/y) wurden aus den Meßwerten bei allen Höhenlinienbildern je zwei Bilder erzeugt, die an der Linie der

Maximalgeschwindigkeit zusammengesetzt wurden. Daher und zum Teil auch wegen der unterschiedlichen Richtungen bei der Messung der Daten an der Trennlinie ergeben sich nicht durchgehend glatte Verläufe der Höhenlinien, sondern es treten Sprünge auf.

Ein interessantes Ergebnis der gemessenen Geschwindigkeitsverteilung zeigt sich, wenn die Meßwerte über dem Stabumfang (r/ϕ) mit dem Abstand von der Wand als Parameter aufgetragen werden (Abb.4). Im Gegensatz zu den Untersuchungen für die Stababstandsverhältnisse $P/D=1.07$ /1/ und $P/D=1.15$ /3/ ergibt sich für das vorliegende Stababstandsverhältnis $P/D=1.4$, daß die Geschwindigkeit in den engen Querschnitten ($\phi=5$ bzw. $\phi=85$ grad) höher ist als an der Position, an der die größte Ausdehnung des Strömungsquerschnittes vorliegt ($\phi\approx 40$ grad). Hier liegt für einen großen Bereich ein Minimum der Strömungsgeschwindigkeit für einen festen Wandabstand vor. Selbst in einem Abstand von $y=20$ mm von der Stabwand ist noch eine deutliche Einbuchtung der Strömungsgeschwindigkeit festzustellen.

Die Ursachen für diesen Verlauf sind unklar. Die gemessene Verteilung der Strömungsgeschwindigkeit kann nicht auf den relativ großen zeitlichen Abstand der einzelnen Meßreihen zurückgeführt werden, da auch der Verlauf der Wandschubspannung ähnlich gemessen wurde (Abb.5). Dabei stimmen die Meßwerte, die während der Versuche ermittelt wurden mit den Werten, die nacheinander - also ohne Zeitdifferenz - gemessen wurden, sehr gut überein. Auch Toleranzen der Stabgeometrie scheiden als Ursache aus, wie Nachmessungen der Geometrie ergaben. Eine mögliche Ursache könnte darin gesehen werden, daß die Strömung nicht voll ausgebildet ist. Das Verhältnis von Länge zu Durchmesser betrug $L/D_h \approx 60$ in der Meßebeane. Am Eintritt in die Teststrecke lag allerdings eine starke Erweiterung des Strömungsquerschnittes vor, das zeigt auch der gemessene Verlauf des statischen Druckes (Abb.6). Durch die vorhandenen Abstandshalter, die in den engsten Querschnitten angebracht sind und den Querschnitt um 1.8% versperren, sollte sich allerdings gerade ein gegenteiliger Effekt als

der gemessene ergeben. Eine weitere Möglichkeit der Erklärung der beobachteten Strömungsverteilung ist die Wirkung der Abstandshalter am Austritt. Die Messungen wurden zwar stromaufwärts von diesen Abstandshaltern durchgeführt, es könnte jedoch sein, daß eine Wirkung stromaufwärts durch die Abstandshalter vorliegt.

2.1.2 Wandschubspannungsverteilung

Die mit Prestonrohren gemessenen Wandschubspannungen an der Stabwand (r/ϕ) und an der Kanalwand (x/y) sind in Abb.5 über dem Stab- bzw. Kanalumfang dargestellt. Wie bereits erwähnt, zeigt die Wandschubspannung den gleichen Verlauf wie die Geschwindigkeiten in Wandnähe. Die Übereinstimmung der direkt nacheinander gemessenen Werte (ausgefüllte Punkte) mit den während der Versuche zur Geschwindigkeits- und Turbulenzverteilung ermittelten Werten ist sehr gut. Es fällt auf, daß die Wandschubspannungen an der Stabwand höher sind als an der Kanalwand. Für $P/D=1.07$ lag das Maximum der Wandschubspannung an der Kanalwand, bei $P/D=1.15$ lag das Maximum an der Stabwand und für dieses größere Abstandsverhältnis ist dieser Trend noch stärker ausgeprägt.

Insgesamt beträgt die Variation der Wandschubspannung an der Stabwand $\pm 3\%$ vom Mittelwert an der Stabwand, während diese Variation an der Kanalwand nur $\pm 1\%$ beträgt.

2.1.3 Reibungsbeiwert

Die gemessene Verteilung des statischen Drucks längs der Kanalwand ist in Abb.6 dargestellt. Die wahrscheinliche Druckverteilung wurde in die Abbildung eingetragen; dabei wurde berücksichtigt, daß in den Ebenen, in denen sich die Abstandshalter befinden, ein geringer Druckverlust durch die Querschnittsversperrung von 1.8% auftritt.

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

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

$$\lambda_1 = 0.01625$$

für die Reynoldszahl $Re = 1.94 \cdot 10^5$. Der Reibungsbeiwert kann
auch aus der gemessenen Wandschubspannungsverteilung berechnet
werden. Der Mittelwert der Wandschubspannung ergibt sich für
die Stabwand zu

$$\tau_m(r/\phi) = 1.680 \text{ Nm}^{-2}$$

und für die Kanalwand zu

$$\tau_m(x/y) = 1.582 \text{ Nm}^{-2} .$$

Daraus berechnet sich die mittlere Wandschubspannung im Wand-
kanal zu

$$\tau_m = 1.6338 \text{ Nm}^{-2} .$$

Aus der Definition des Reibungsbeiwertes (Gl.(1)) und einer
Kräftebildung

$$\frac{\Delta p}{\Delta L} \cdot F = \tau_m \cdot U \quad (2)$$

ergibt sich

$$\lambda = \frac{8\tau_m}{\rho U_m^2} . \quad (3)$$

Man erhält für den Reibungsbeiwert aus den Wandschubspannungsmessungen

$$\lambda_2 = 0.01648 .$$

Beide Reibungsbeiwerte stimmen gut überein. Die Abweichung beträgt nur 1.4%.

Für $Re=1.94 \cdot 10^5$ ergibt sich der Reibungsbeiwert des Kreisrohres nach der Beziehung von Maubach /5/:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2.035 \lg Re\sqrt{\lambda} - 0.989 \quad (4)$$

zu

$$\lambda_R = 0.01586 .$$

Damit liegt der Reibungsbeiwert des Wandkanals 2.5 bzw. 3.9% über dem Kreisrohrwert.

Der gemessene Reibungsbeiwert läßt sich mit dem theoretischen Wert, der sich nach der Laminarmethode /6/ ergibt, vergleichen. Dazu wird für den Wandkanal der Geometrieparameter des Reibungsbeiwertes für Laminarströmung

$$K = \lambda \cdot Re \quad (5)$$

für $P/D=W/D=1.402$ nach /7/ zu

$$K = 103.5$$

bestimmt.

Nach /6/ folgt dann für die Geometrieparameter des Reibungsgesetzes für turbulente Strömung:

$$A = 1.0$$

$$G^* = 6.16$$

und das Reibungsgesetz für turbulente Strömung lautet für den Wandkanal

$$\sqrt{\frac{8}{\lambda}} = 1.0 \left[2.5 \ln \operatorname{Re} \sqrt{\frac{\lambda}{8}} + 5.5 \right] - 6.16 \quad (6)$$

oder

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = 2.035 \lg \operatorname{Re} \sqrt{\lambda} - 1.1523 \quad (7)$$

Für $\operatorname{Re} = 1.94 \cdot 10^5$ ergibt sich der Reibungsbeiwert zu

$$\lambda = 0.01647 \quad .$$

Dieser Wert entspricht genau dem Wert, der aus der Wand-schubspannungsverteilung bestimmt wurde. Er liegt nur 1.4% über dem aus der Druckdifferenzmessung ermitteltem Wert. Damit wird die theoretische Methode ein weiteres Mal be-stätigt /1,2,3,8/.

2,1.4 Geschwindigkeitsprofile

Die gemessenen Geschwindigkeitsprofile sind in dimensions-loser Form in den Abbildungen 7(r/φ) und 8(x/y) dargestellt. Die Strömungsgeschwindigkeit \bar{u} wird mit der örtlichen Wand-schubspannungsgeschwindigkeit

$$u^* = \sqrt{\frac{\tau_W}{\rho}} \quad (8)$$

zu

$$u^+ = \frac{\bar{u}}{u^*} \quad (9)$$

und der Wandabstand zu

$$y^+ = \frac{y \cdot u^*}{\nu} \quad (10)$$

dimensionslos gemacht.

Zum Vergleich wurde in die Abbildungen das bekannte Wandgesetz von Nikuradse /9/ für Kreisrohre miteingetragen. Die Meßwerte liegen wie bei den vorangegangenen Untersuchungen /1,2,3/ niedriger als beim Kreisrohr.

Für $P/D=1.4$ ist die Steigung der Profile steiler als bei Kreisrohren. Die Profile können wie bei $P/D=1.15$ durch

$$u^+ = 2.7 \ln y^+ + 4.0 \quad (11)$$

beschrieben werden.

2.2 Turbulenzintensitäten und kinetische Energie der Turbulenz

Die Meßergebnisse der Turbulenzintensitäten in den drei Strömungsrichtungen sowie der kinetischen Energie der Turbulenz werden auf zweifache Weise dargestellt. Zunächst werden die Meßdaten für die Bereiche zwischen den Wänden und der Maximalgeschwindigkeit von beiden Wänden aus ($r/\phi \hat{=} \text{Stabwand}$, $x/y \hat{=} \text{Kanalwand}$) gezeigt. Hierzu werden die Intensitäten auf die örtliche Wandschubspannungsgeschwindigkeit bezogen. In jeweils einer weiteren Abbildung sind Linien gleicher Intensitäten (Höhenlinien) der Meßergebnisse dargestellt. Hierzu werden alle Meßergebnisse auf die gleiche Wandschubspannungsgeschwindigkeit, nämlich für $\phi=5$ grad, normiert. Die Höhenlinienbilder wurden aus zwei mit einem Plotter erzeugten Bildern zusammengesetzt.

2.2.1 Axiale Turbulenzintensität

Die gemessenen Profile der axialen Turbulenzintensität sind in Abb.9 (r/ϕ) und 10(x/y) über dem dimensionslosen Wandabstand dargestellt. Der Wandabstand wird auf die Länge des Geschwindigkeitsprofils senkrecht zur Wand zwischen Wand und Maximalgeschwindigkeit bezogen. Die axiale Turbulenzintensität fällt mit wachsendem Wandabstand. Dabei ist ein Einfluß der Position am Umfang des Stabes (Abb.9) oder der

Kanalwand (Abb.10) nicht feststellbar. Bei einem Stababstandsverhältnis von $P/D=1.07$ ergab sich eine sehr starke Abhängigkeit von der Umfangsposition /1/, diese Abhängigkeit war schwächer ausgeprägt für $P/D=1.15$ /3/ und ist nun praktisch verschwunden. Im Vergleich mit den Kreisrohrdaten von Laufer /10/ liegen die axialen Turbulenzintensitäten im untersuchten Wandkanal höher. Insbesondere ist der Abfall der Intensität mit wachsendem Wandabstand wesentlich schwächer als beim Kreisrohr. An der Position der Maximalgeschwindigkeit werden im Wandkanal Werte von $\sqrt{u'^2}/u^*=1.2$ gemessen, während dieser Wert bei Kreisrohren etwa 0.8 beträgt.

Es fällt auch auf, daß die axiale Turbulenzintensität nahe der Kanalwand höher ist als diejenige nahe der Stabwand. Dieses Ergebnis ist in Übereinstimmung mit Messungen in konzentrischen Ringspalten, für die die axiale Turbulenzintensität in der Außenzone größer als in der Innenzone ist /11/. Verglichen mit den Daten für $P/D=1.15$ sind für $P/D=1.4$ die axialen Turbulenzintensitäten höher.

Eine Höhenliniendarstellung der gemessenen axialen Turbulenzintensität zeigt Abb.11.

Auch in dieser Darstellung erkennt man, wie gleichmäßig die Meßwerte in Umfangsrichtung verteilt sind. Auswirkungen von Sekundärströmungen kann man nicht erkennen.

2.2.2 Radiale Turbulenzintensität

Die Turbulenzintensität in radialer Richtung (Abb.12) bzw. in Richtung senkrecht zur Kanalwand (Abb.13) fällt ebenfalls mit wachsendem Wandabstand ab. Verglichen mit den Kreisrohrwerten nach Laufer liegen die Meßwerte für den Wandkanal in Wandnähe eher etwas niedriger, dagegen im wandfernen Bereich eher etwas höher. Sie sind also insgesamt etwas gleichmäßiger. Im Gebiet der Maximalgeschwindigkeit werden Werte von $\sqrt{v'^2}/u^*\approx 0.8$ gemessen. Es liegt in diesem Gebiet also noch eine starke Anisotropie vor ($\sqrt{u'^2}/u^*=1.2$). Die Meßdaten für das vorliegende Abstandsverhältnis $P/D=1.4$ sind vergleichbar mit den Daten für $P/D=1.15$.

Auch für die radiale Turbulenzintensität, mit dem relativ größeren Meßfehler verglichen mit der axialen Intensität ist eine gleichmäßigere Verteilung der Meßdaten mit der Umfangsposition gegenüber $P/D=1.15$ festzustellen. Auch die Höhenliniendarstellung (Abb.14) ergibt ein etwas einheitlicheres Bild.

2.2.3 Azimuthale Turbulenzintensität

Die Meßergebnisse für die azimuthale Turbulenzintensität (Abb.15 und 16) zeigen ebenfalls mit wachsendem Wandabstand einen Abfall. Für die wandferne Zone im Bereich der Maximalgeschwindigkeit ergeben sich Werte für $\sqrt{w'^2}/u^*$ von 0.8-1.0. Damit ist auch hier deutlich, daß die Turbulenzbewegung stark anisotrop ist. Die Maximalwerte der azimuthalen Turbulenzintensität sind für die Stabwand niedriger als an der Kanalwand, wo sie die Größe der bei Kreisrohren beobachteten Intensität erreichen (1.5). Insgesamt ergibt sich für den Bereich nahe am Stab eine größere Streuung der Daten als für den Bereich nahe der Kanalwand. Die Meßwerte im Bereich der Kanalwand sind generell höher als im Gebiet der Stabwand. Die hier gezeigten Ergebnisse sind ebenfalls höher als für $P/D=1.15$.

Die Höhenliniendarstellung (Abb.17) zeigt, daß die Turbulenzintensität parallel zu den Wänden besonders an der Kanalwand einen recht gleichmäßigen Verlauf aufweist.

2.2.4 Kinetische Energie der Turbulenz

Die kinetische Energie der Turbulenzbewegung ergibt sich zu

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

Die kinetische Turbulenzenergie wird auf das Quadrat der Wandschubspannungsgeschwindigkeit bezogen (Abb.18,19). In unmittelbarer Wandnähe ergeben sich Werte, die gleich groß

sind wie von Kreisrohrmessungen bekannt ist /10/. Der Abfall der kinetischen Energie mit wachsendem Wandabstand ist allerdings bei Kreisrohren wesentlich stärker als im untersuchten Wandkanal. Dabei fällt auf, daß die Werte in der Strömungszone nahe der Kanalwand durchweg höher sind als nahe der Stabwand. Dieses Verhalten ist analog zu den Beobachtungen bei konzentrischen Ringspalten /11/. Im Gebiet der Maximalgeschwindigkeit findet man Werte von $\overline{k'}/u^*2 \approx 1.4$ verglichen mit ≈ 0.9 bei Kreisrohren.

Die Höhenliniendarstellung der Meßergebnisse zeigt wie gleichmäßig der gemessene Verlauf der kinetischen Energie der Turbulenz im Wandkanal ist (Abb.20).

2.3 Schubspannungen und Korrelationskoeffizienten

2.3.1 Schubspannung senkrecht zu den Wänden

Die gemessenen turbulenten Schubspannungen senkrecht zu den Wänden sind in Abb.21 und 22 dargestellt. Für den Strömungsbereich in Stabnähe folgen die Meßwerte sehr eng dem eingetragenen linearen Verlauf. Die Schubspannung müßte eigentlich etwas nach oben durchgewölbt verlaufen; das Stababstandsverhältnis bei dieser Untersuchung ist jedoch schon so groß, daß der Verlauf nahezu linear ist. Im Bereich nahe der Kanalwand ergibt sich ebenfalls ein fast linearer Verlauf; jedoch liegen die Meßwerte 5-10% höher verglichen mit dem Strömungsbereich nahe der Stabwand. Insgesamt liegen alle Meßwerte recht nahe beieinander. Die gleichmäßige Verteilung der gemessenen Schubspannung senkrecht zu den Wänden geht auch aus der Höhenliniendarstellung (Abb.23) hervor.

2.3.2 Schubspannung parallel zu den Wänden

Die gemessene Schubspannung parallel zu den Wänden ist sehr klein. Das ist auch verständlich, da die Strömungsverteilung in dem ausgemessenen Wandkanal sehr gleichmäßig ist. Wie bei kleineren Stababstandsverhältnissen beobachtet, steigt die

Schubspannung parallel zu den Wänden mit wachsendem Abstand von der Wand i.a. leicht an. Im Bereich nahe der Stabwand (Abb.24) ergibt sich in Umfangsrichtung die Tendenz, daß die Schubspannung ausgehend von $\phi=5$ grd zunächst abfällt bis $\phi \approx 60$ grd, und danach wieder ansteigt. Bei $\phi=85$ grd werden etwa die gleichen Werte wie bei $\phi=5$ grd gemessen. Für $\phi=35$ grd im wandfernen Bereich und $\phi=80$ grd ergibt sich jeweils ein Nulldurchgang. Die Meßwerte für $\phi=70$ grd liegen außerhalb der allgemeinen Tendenz und sind offensichtlich falsch.

Für den Bereich nahe der Kanalwand (Abb.25) steigt die Schubspannung von $x=0$ mm zunächst an und durchläuft bei $x=30+40$ mm ein Maximum und fällt dann ab. Bei $x \approx 65$ mm wird die Schubspannung Null.

Im Höhenlinienbild (Abb.26) zeigt sich ein etwas uneinheitliches Bild. Offensichtlich liegt für die engsten Querschnitte ein Einfluß der verwendeten Abstandshalter auf die Störmung in der Meßebene vor. Das zeigt sich besonders daran, daß nicht wie bei den Untersuchungen mit anderen Stabbündeln die Schubspannung auf den Symmetrielinien zu Null wird. Besonders stark ausgeprägt ist dieser Einfluß im Bereich zwischen den Stäben. Daß für $\phi=70$ grd die Meßwerte fehlerhaft sind, wird aus dem Höhenlinienbild sofort deutlich.

2.3.3 Korrelationskoeffizient R_{uv}

Die gemessenen Korrelationskoeffizienten der Schubspannung senkrecht zu den Wänden

$$R_{uv} = \frac{-\overline{u'v'}}{\sqrt{u'^2} \cdot \sqrt{v'^2}} \quad (13)$$

sind in Abb.27 und 28 dargestellt. Der Verlauf der gemessenen Korrelationskoeffizienten im Wandkanal ist ganz ähnlich wie bei Kreisrohren. Für $\phi=85$ grd sind die Werte offensichtlich zu hoch. Der Grund dafür ist die Schubspannung, die ebenfalls

zu hoch gemessen wurde (Abb.21).

2.3.4 Korrelationskoeffizient R_{uw}

Abb.29 und 30 zeigen die ermittelten Korrelationskoeffizienten der Schubspannung parallel zu den Wänden

$$R_{uw} = \frac{-\overline{u'w'}}{\sqrt{\overline{u'^2}} \sqrt{\overline{w'^2}}} \quad (14)$$

Die Meßwerte zeigen einen ähnlichen Verlauf wie die Schubspannung selbst und steigen mit wachsendem Wandabstand zu größeren Werten (absolut) an.

2.4 Wirbelviskositäten

Aus den Meßergebnissen für die turbulenten Schubspannungen und aus der gemessenen Verteilung des zeitlichen Mittelwerts der Strömungsgeschwindigkeit in axialer Richtung wurden die Wirbelviskositäten senkrecht und parallel zu den Wänden berechnet. Dazu wird ein Rechenprogramm EPSI /12/ verwendet, in das die Originalmeßwerte ohne Glättung eingehen.

2.4.1 Wirbelviskositäten senkrecht zu den Wänden

Die dimensionslose Wirbelviskosität senkrecht zur Wand ergibt sich zu

$$\epsilon_r^+ = \frac{\epsilon_r}{L \cdot u^*} - \frac{-\rho \overline{u'v'}/\tau_w}{\frac{\partial (\bar{u}/u_{REF})}{\partial (r/L)}} \cdot \frac{u^*}{u_{REF}} \quad (15)$$

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.31 und 32 dargestellt. Zum Vergleich wurde der Verlauf der Wirbelviskosität für Kreisrohre nach Reichardt /13/ miteingetragen.

Wie sich bereits für die früher untersuchten Stababstandsverhältnisse ergab /1,2,3/, sind die Wirbelviskositäten im Wandkanal nur in Wandnähe in Übereinstimmung mit den Kreisrohrdaten. Für relative Wandabstände $y/L > 0.25$ sind die gemessenen Wirbelviskositäten stets größer als die Kreisrohrdaten. Diese systematische Abweichung von den Kreisrohr- bzw. Ringspaltdaten /14/ ist in Übereinstimmung mit den Meßergebnissen für $P/D=1.07$ /1/, $P/D=1.15$ /3/ und den Meßwerten von Kjellström /8/ und Trupp /15/.

2.4.2 Wirbelviskositäten parallel zu den Wänden

Die dimensionslose Wirbelviskosität parallel zu den Wänden ergibt sich zu

$$\epsilon_{\phi}^{+} = \frac{\epsilon_{\phi}}{L \cdot u^{*}} = \frac{-\overline{\rho u'w'}/\tau_w}{\frac{L}{r} \frac{\partial(u/u_{REF})}{\partial\phi}} \frac{u^{*}}{u_{REF}} \quad (16)$$

Die Meßergebnisse für die Wirbelviskositäten parallel zu den Wänden sind mit sehr großen Fehlern behaftet: einerseits ist die gemessene turbulente Schubspannung $-\overline{\rho u'w'}$ in diesem Wandkanal ($P/D=1.4$) sehr klein und zum anderen sind die Geschwindigkeitsgradienten in Umfangsrichtung sehr klein (Abb.3).

Trotzdem wurden die ohne Glättung der Meßdaten gewonnenen Ergebnisse in den Abb.33 und 34 dargestellt. Die Streuung der Daten ist erheblich. Trotzdem können zwei wichtige Feststellungen getroffen werden:

1. Die ermittelten Wirbelviskositäten parallel zur Wand sind erheblich größer als die Wirbelviskositäten senkrecht zur Wand. Damit sind die Anisotropiefaktoren i.a. größer als 2. Ein Mittelwert der Meßwerte für den Anisotropiefaktor ergibt etwa 5-6; die Daten schwanken bis 30.
2. Verfolgt man den Verlauf einzelner Meßreihen, wie in den Abbildungen beispielhaft eingezeichnet, so kann man - bei etwas gutem Willen - ähnliche Strukturen erkennen wie bei

den früheren Untersuchungen an kleineren Stababstandsverhältnissen: Nämlich zunächst einen Anstieg mit wachsendem Wandabstand und nach Durchlaufen eines Maximums einen Abfall der Wirbelviskositäten parallel zu den Wänden.

3. Schlußfolgerungen

Die durchgeführte experimentelle Untersuchung der turbulenten Strömung in einem Wandkanal eines Stabbündels mit den Abstandsverhältnissen $P/D=W/D=1.4$ ergab im wesentlichen eine Bestätigung der Ergebnisse vorausgegangener Untersuchungen. Vor allem wird erneut bestätigt, daß die Wirbelviskosität stark anisotrop ist und im Mittel Anisotropiefaktoren von 5-6 gemittelt werden könnten. Die Meßergebnisse zeigen, daß sowohl die Verteilung des zeitlichen Mittelwertes der Strömungsgeschwindigkeit als auch die Verteilung der Turbulenzintensitäten entlang den Kanalwänden viel gleichmäßiger ist als bei den früher untersuchten engeren Stabbündeln. Die gemessene Wandschubspannungsverteilung weist einen unerwarteten Verlauf auf. Hier wird durch Nachuntersuchungen zu klären sein, ob ein Einfluß der verwendeten Abstandshalter stromaufwärts auf die Meßergebnisse vorliegt.

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

Literatur

- /1/ K. Rehme
Experimentelle Untersuchungen der turbulenten Strömung
in einem Wandkanal eines Stabbündels, KfK 2441 (1977)
- /2/ K. Rehme
Messungen der Geschwindigkeits-, Turbulenz- und Wand-
schubspannungsverteilungen in einem Eckkanal eines
Stabbündels, KfK 2512 (1977)
- /3/ K. Rehme
Turbulente Strömung in einem Wandkanal eines Stabbündels
KfK 2617 (1978)
- /4/ U. Schumann
-PLOTHL- Ein Fortran IV Unterprogramm zur Darstellung
von Funktionen von zwei unabhängigen Variablen durch
ihre Höhenlinien auf einem Plotter, KfK 1486 (1971)
- /5/ K. Maubach
Reibungsgesetze turbulenter Strömungen
Chemie-Ing.-Technik 42 (15), 995-1004 (1970)
- /6/ K. Rehme
Simple method of predicting friction factors of turbulent
flow in noncircular channels, Int.J.Heat Mass Transfer 16,
933-950 (1973)
- /7/ K. Rehme
Laminarströmung in Stabbündeln
Chemie-Ing.-Technik 43 (17), 962-966 (1971)
- /8/ B. Kjellström
Studies of turbulent flow parallel to a rod bundle of
triangular array, Report AE-487 (1974), Studsvik, Schweden.

- /9/ J. Nikuradse
Gesetzmäßigkeiten der turbulenten Strömung in glatten
Rohren. VDI-Forsch. Heft No. 356 (1932)
- /10/ J. Laufer
The structure of turbulence in fully developed pipe
flow, NACA TN 1174 (1954)
- /11/ K. Rehme
Turbulence measurements in smooth concentric annuli with
small radius ratios, J. Fluid Mechanics 72 (1), 189-206
(1975)
- /12/ Chr. Hausmann und M. Mangelmann
Eingabebeschreibung für die FØRTRAN-IV Subroutinen VØLFI
und EPSI (unveröffentlicht)
- /13/ H. Reichardt
Vollständige Darstellung der turbulenten Geschwindigkeits-
verteilung in glatten Leitungen, ZAMM 31, 208-219 (1951)
- /14/ K. Rehme
Turbulent flow in smooth concentric annuli with small
radius ratios, J. Fluid Mech. 64, 263-287 (1974)
- /15/ A.C. Trupp
The structure of turbulent flow in triangular array rod
bundles, Ph.D. Thesis, University of Manitoba, Canada
(1973)

Nomenklatur

A	-	Geometrieparameter
D	m	Stabdurchmesser
D_h	m	hydraulischer Durchmesser
F	m^2	Strömungsquerschnitt
G^*	-	Geometrieparameter
K	-	Geometrieparameter
k'	-	Kinetische Energie der Turbulenz
L	m	Länge des Profils zwischen Wand und Maximalgeschwindigkeit
L_K	m	Kanalhöhe
ΔL	m	Differenzlänge
P	m	Stababstand
ΔP	Nm^{-2}	Druckdifferenz
r	m	Radius
R_{uv}	-	Korrelationskoeffizient uv
R_{uw}	-	Korrelationskoeffizient uw
Re	-	Reynolds-Zahl
U	-	Umfang
U_m	ms^{-1}	Mittlere Strömungsgeschwindigkeit im Kanal
\bar{u}	ms^{-1}	Geschwindigkeitskomponente in axialer Richtung
u'	ms^{-1}	Schwankungsgeschwindigkeit in axialer Richtung
u_{REF}	ms^{-1}	Referenzgeschwindigkeit
u^*	ms^{-1}	Schubspannungsgeschwindigkeit
u^+	-	dimensionslose Geschwindigkeit
v'	ms^{-1}	Schwankungsgeschwindigkeit senkrecht zur Wand
w'	ms^{-1}	Schwankungsgeschwindigkeit parallel zur Wand
W	m	Wandabstand
x	m	Position entlang der Kanalwand
y	m	Abstand von der Wand
y^+	-	dimensionsloser Wandabstand
ϵ	$m^2 s^{-1}$	Wirbelviskosität
ϵ^+	-	dimensionslose Wirbelviskosität
λ	-	Druckverlustbeiwert
ϕ	grad	Umfangskoordinate
ρ	$Kg m^{-3}$	Dichte

ν	$\text{m}^2 \text{s}^{-1}$	Kinematische Viskosität
τ_w	Nm^{-2}	Wandschubspannung
τ_m	Nm^{-2}	mittlere Wandschubspannung

Indizes

r	radial
ϕ	in Umfangsrichtung

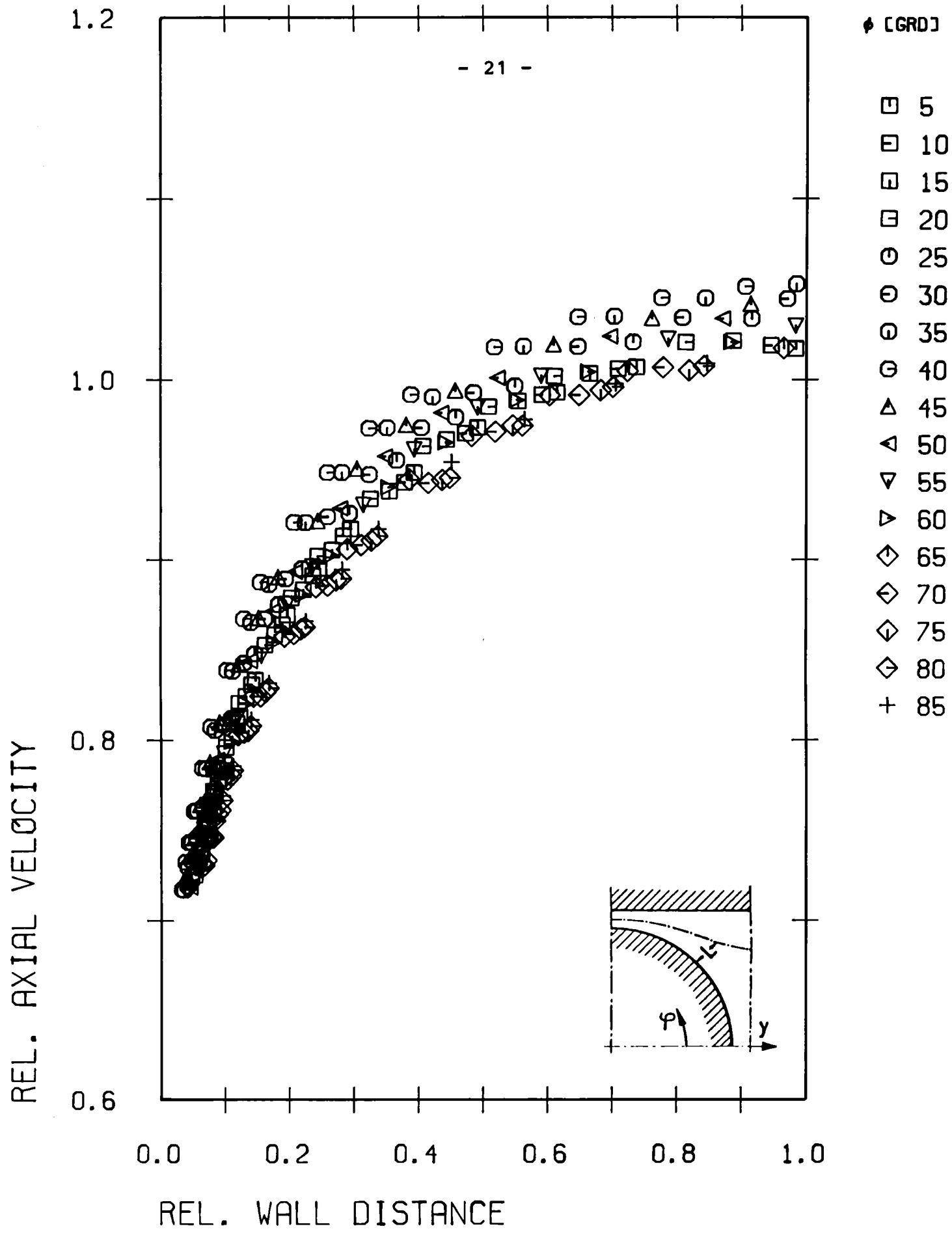


Abb.1: Zeitlicher Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit (r/ϕ)

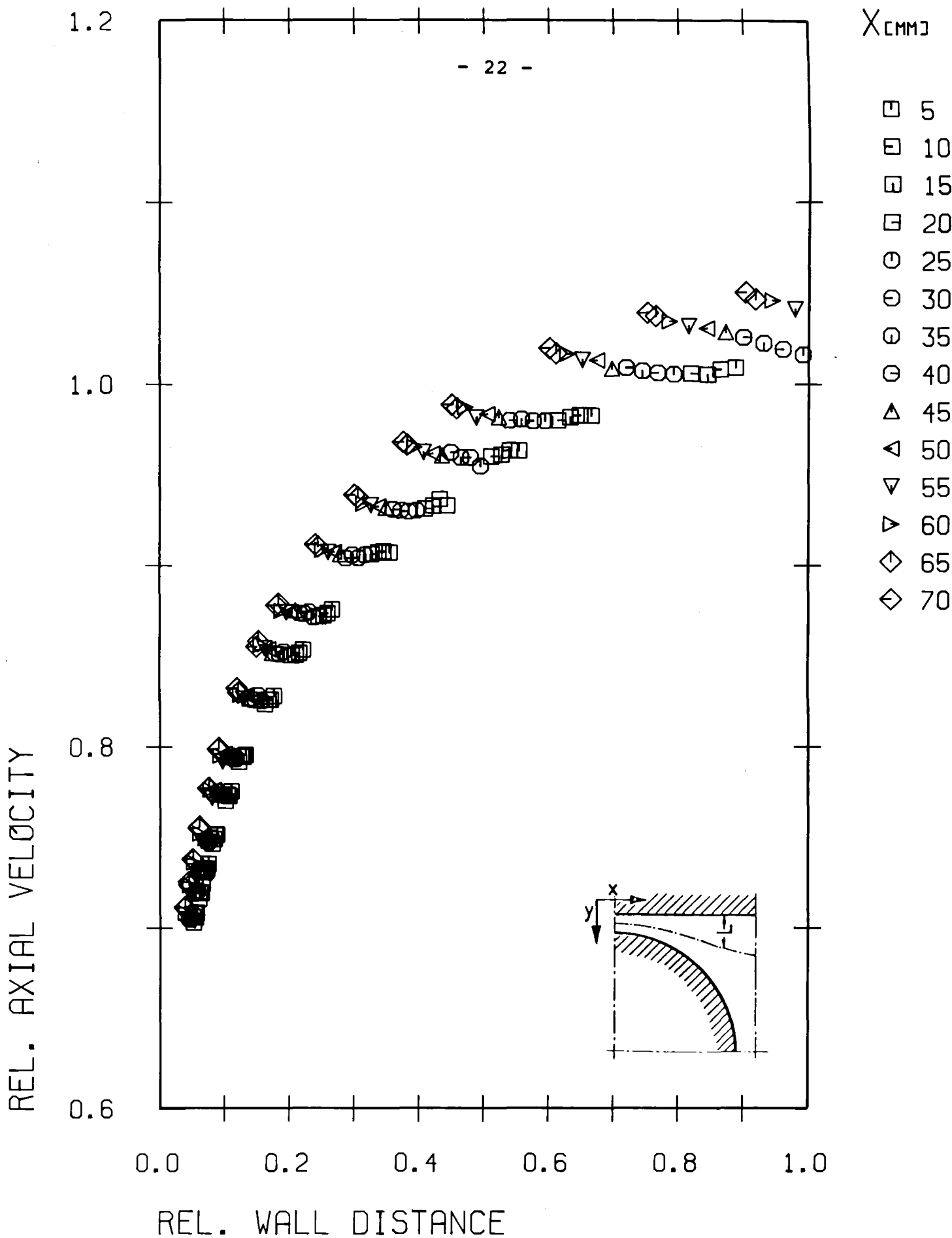


Abb.2: Zeitlicher Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit (x/y)

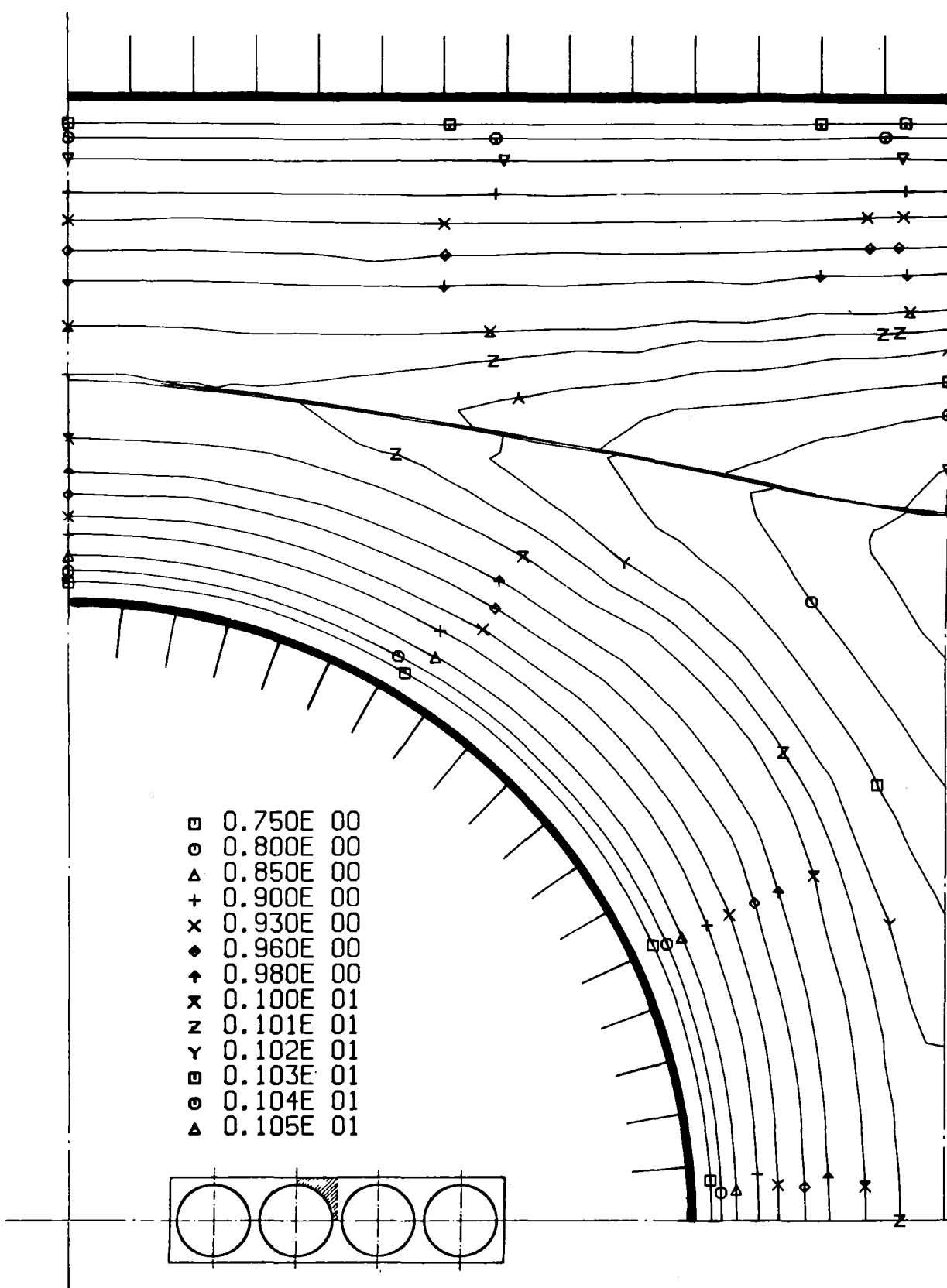


Abb.3: Zeitlicher Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit (Höhenlinien)

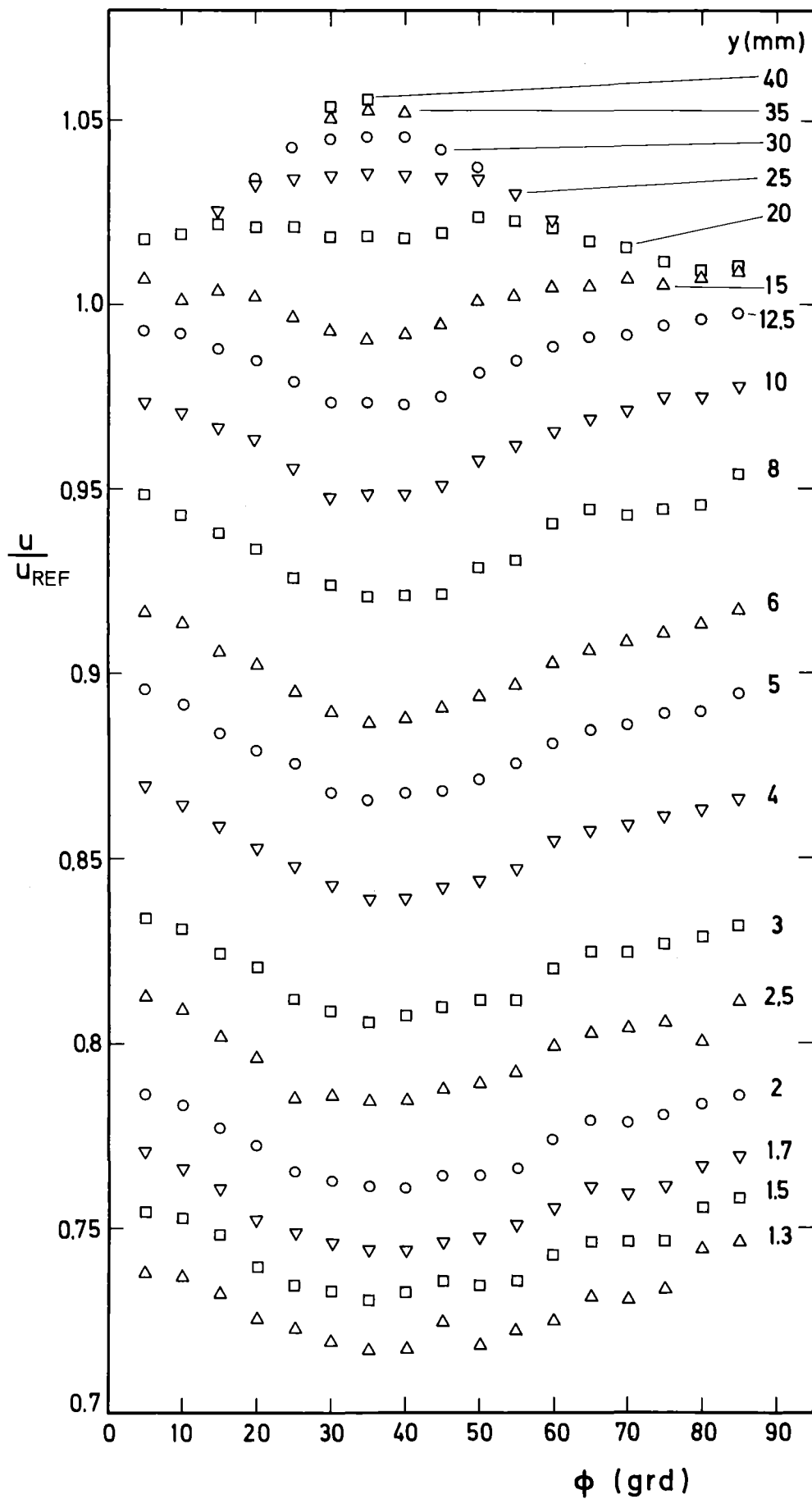


Abb.4: Zeitlicher Mittelwert der Strömungsgeschwindigkeit (Umfangsverteilung)

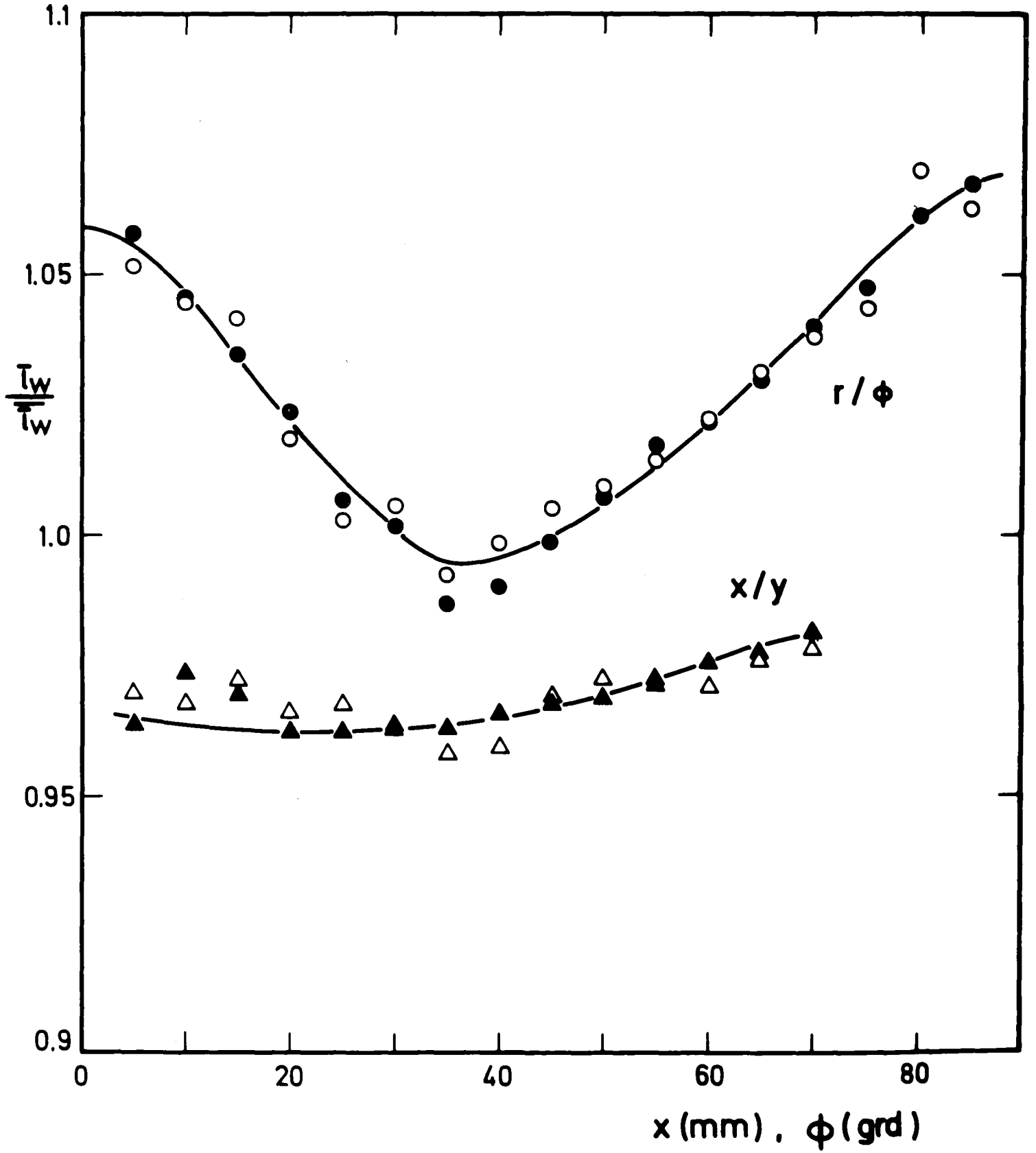


Abb.5: Wandschubspannungsverteilungen

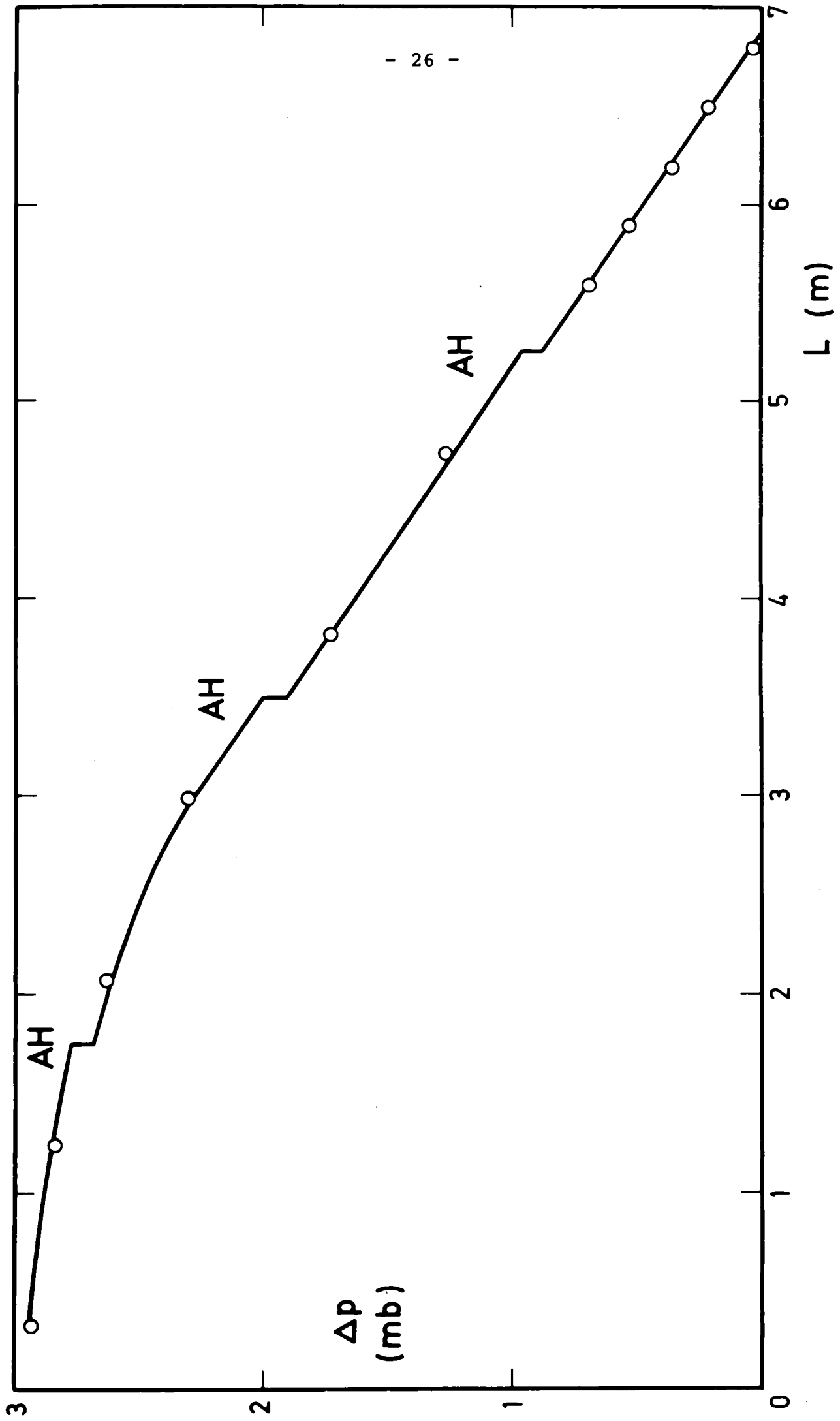


Abb.6: Axiale Druckverteilung

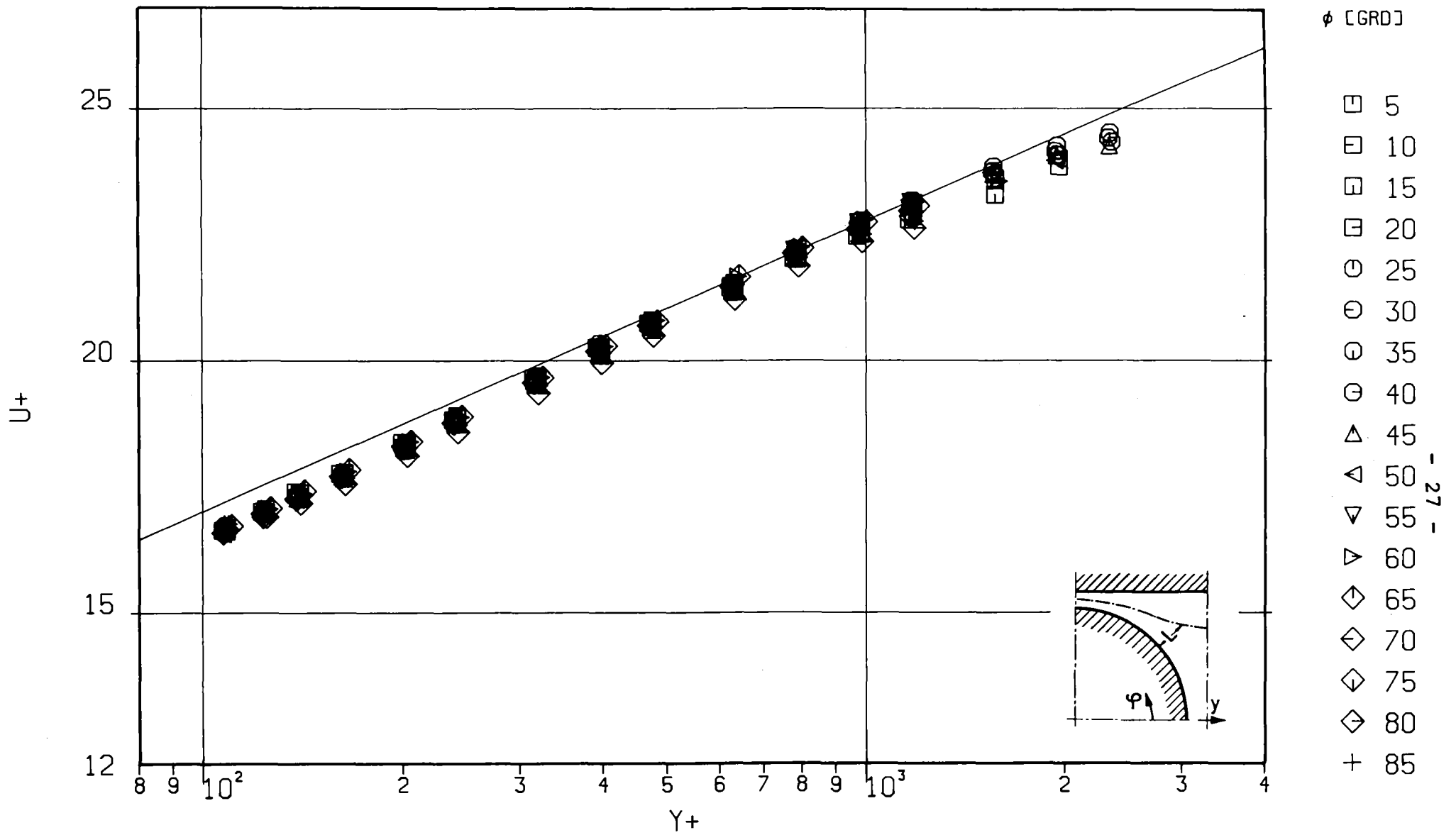


Abb.7: Dimensionsloses Geschwindigkeitsprofil (r/ϕ)

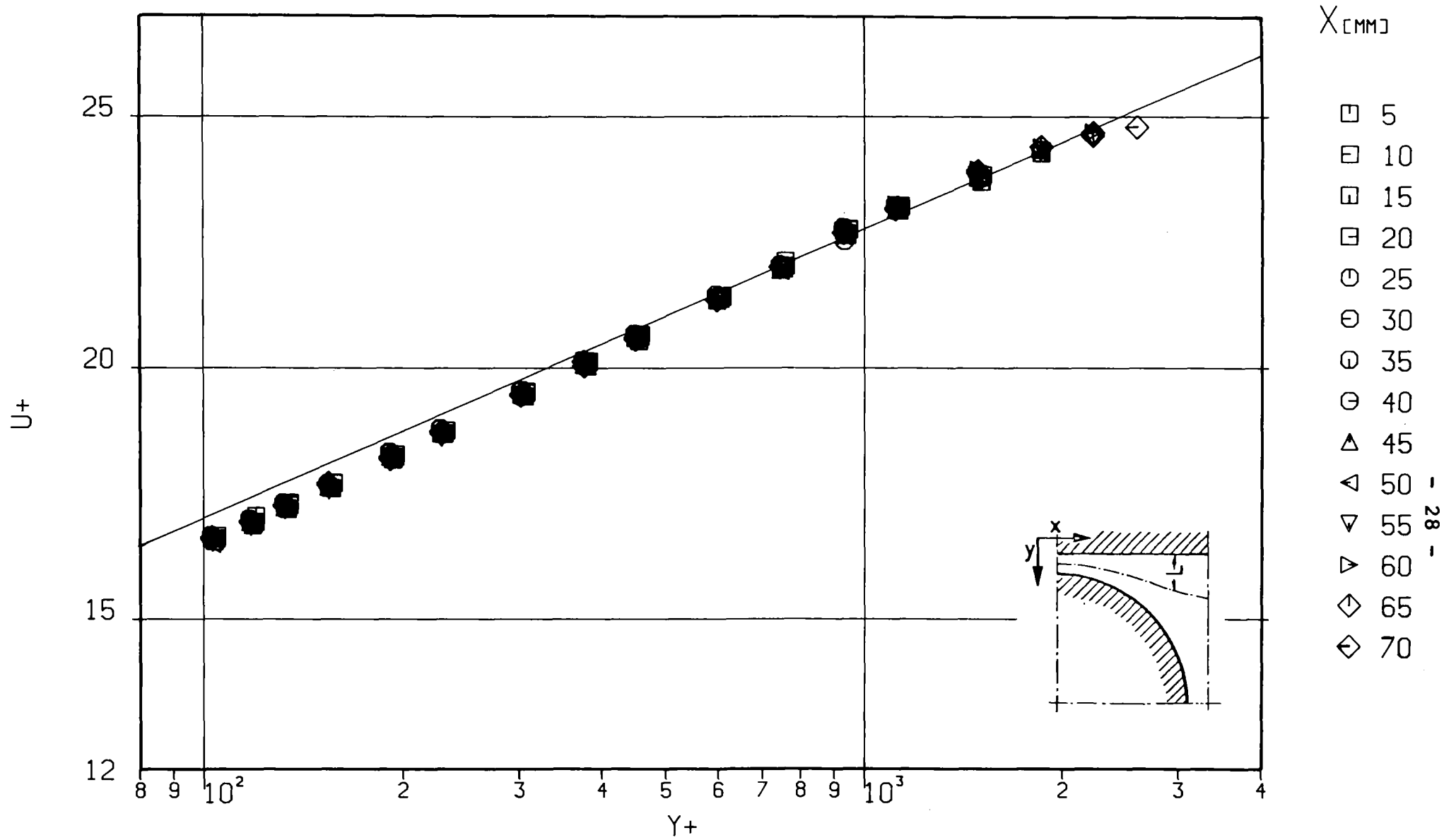
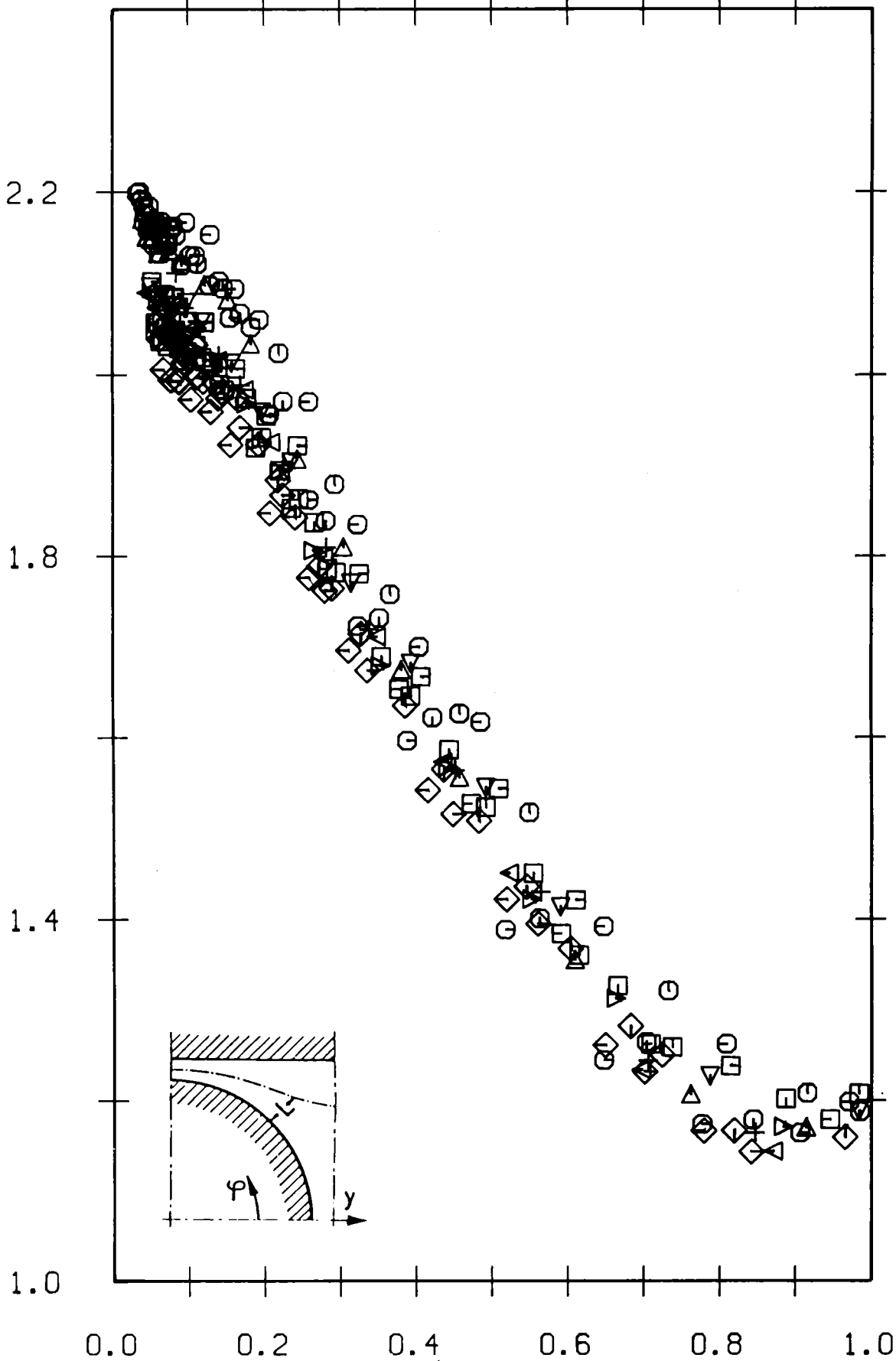


Abb.8: Dimensionsloses Geschwindigkeitsprofil (x/y)

REL. AXIAL INTENSITY

ϕ [GRD]

- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- △ 45
- △ 50
- ▽ 55
- ▽ 60
- ◇ 65
- ◇ 70
- ◇ 75
- ◇ 80
- + 85



REL. WALL DISTANCE

Abb.9: Axiale Turbulenzintensität (r/ϕ)

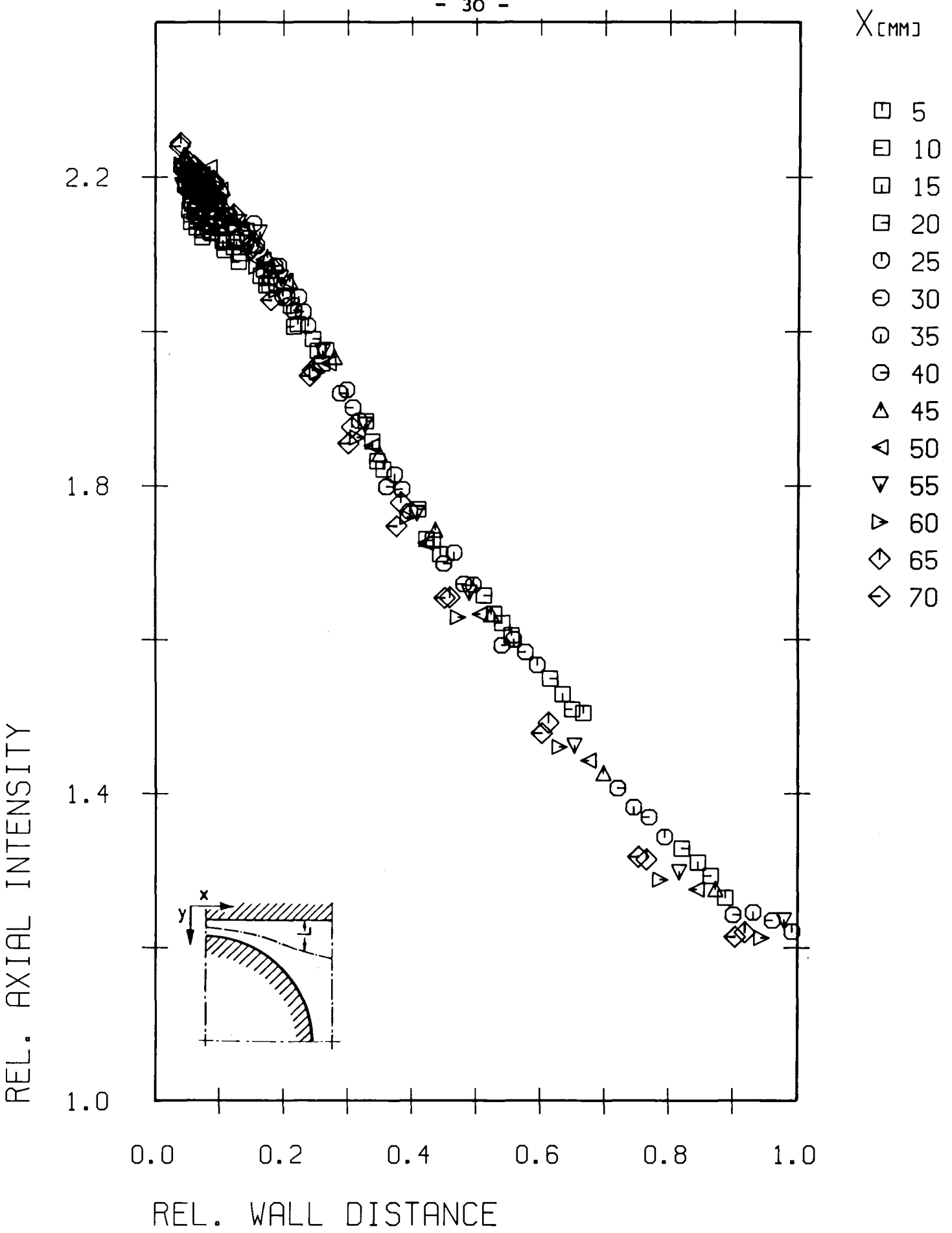


Abb.10: Axiale Turbulenzintensität (x/y)

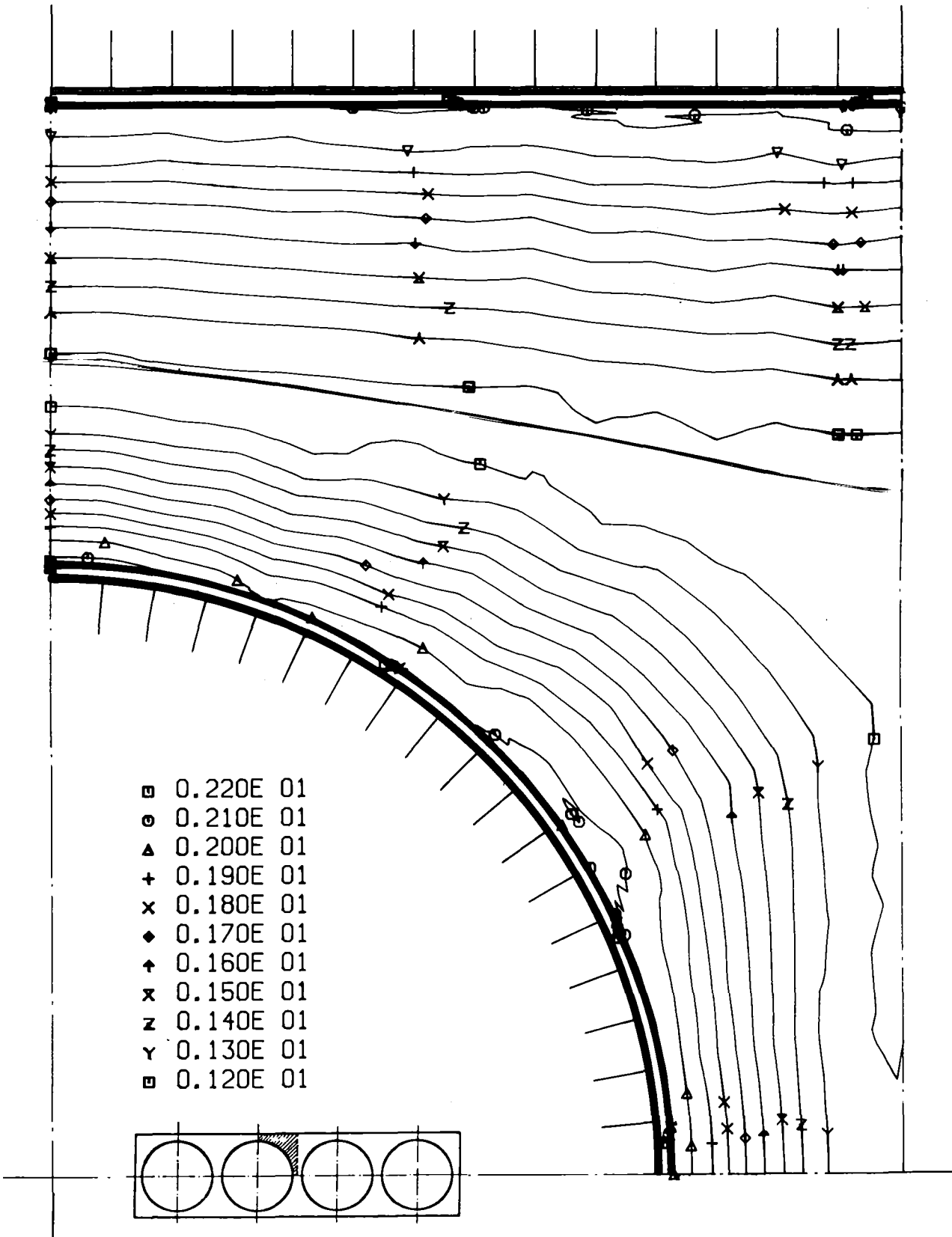


Abb.11: Axiale Turbulenzintensität (Höhenlinien)

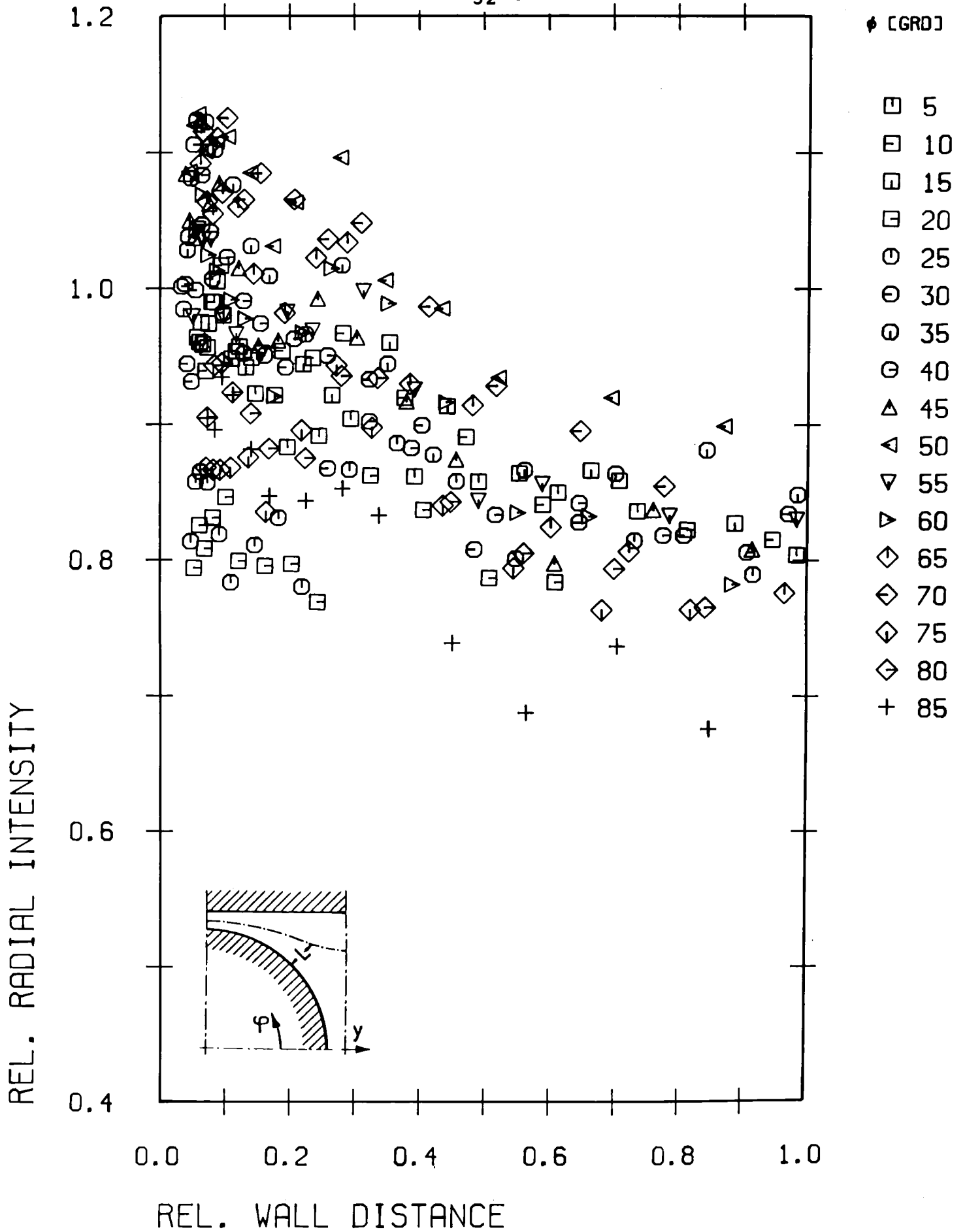


Abb.12: Turbulenzintensität senkrecht zur Wand (r/ϕ)

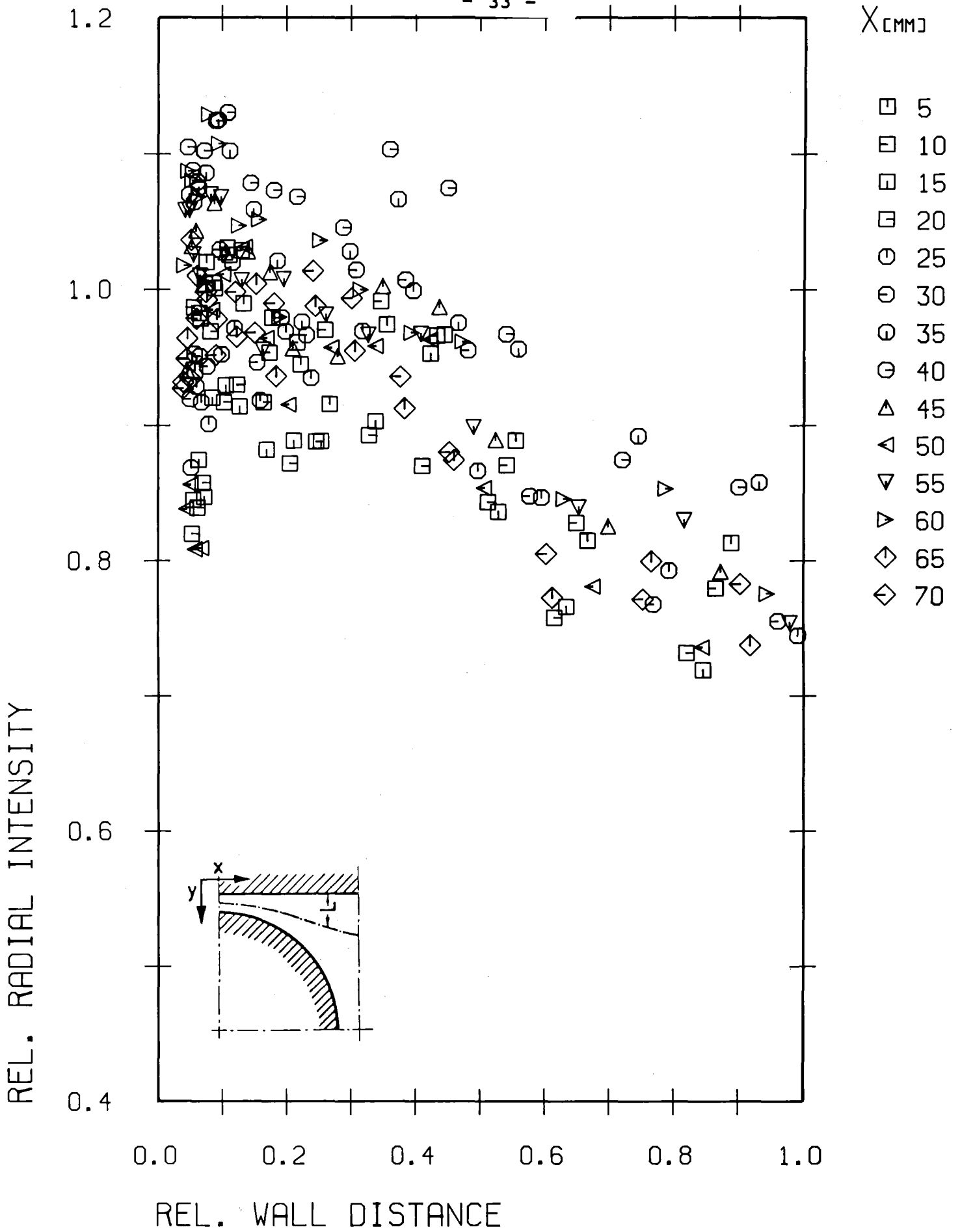


Abb.13: Turbulenzintensität senkrecht zur Wand (x/y)

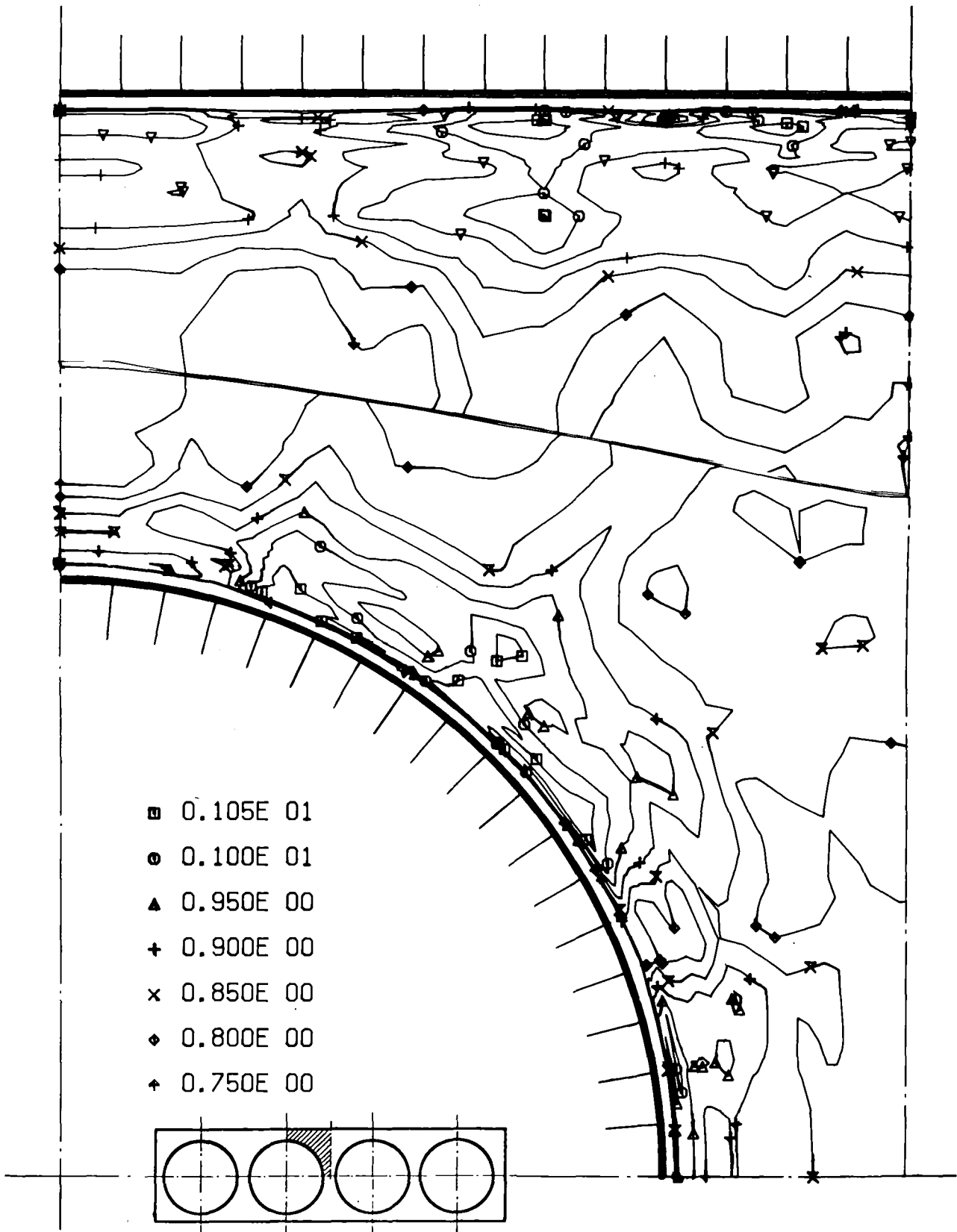
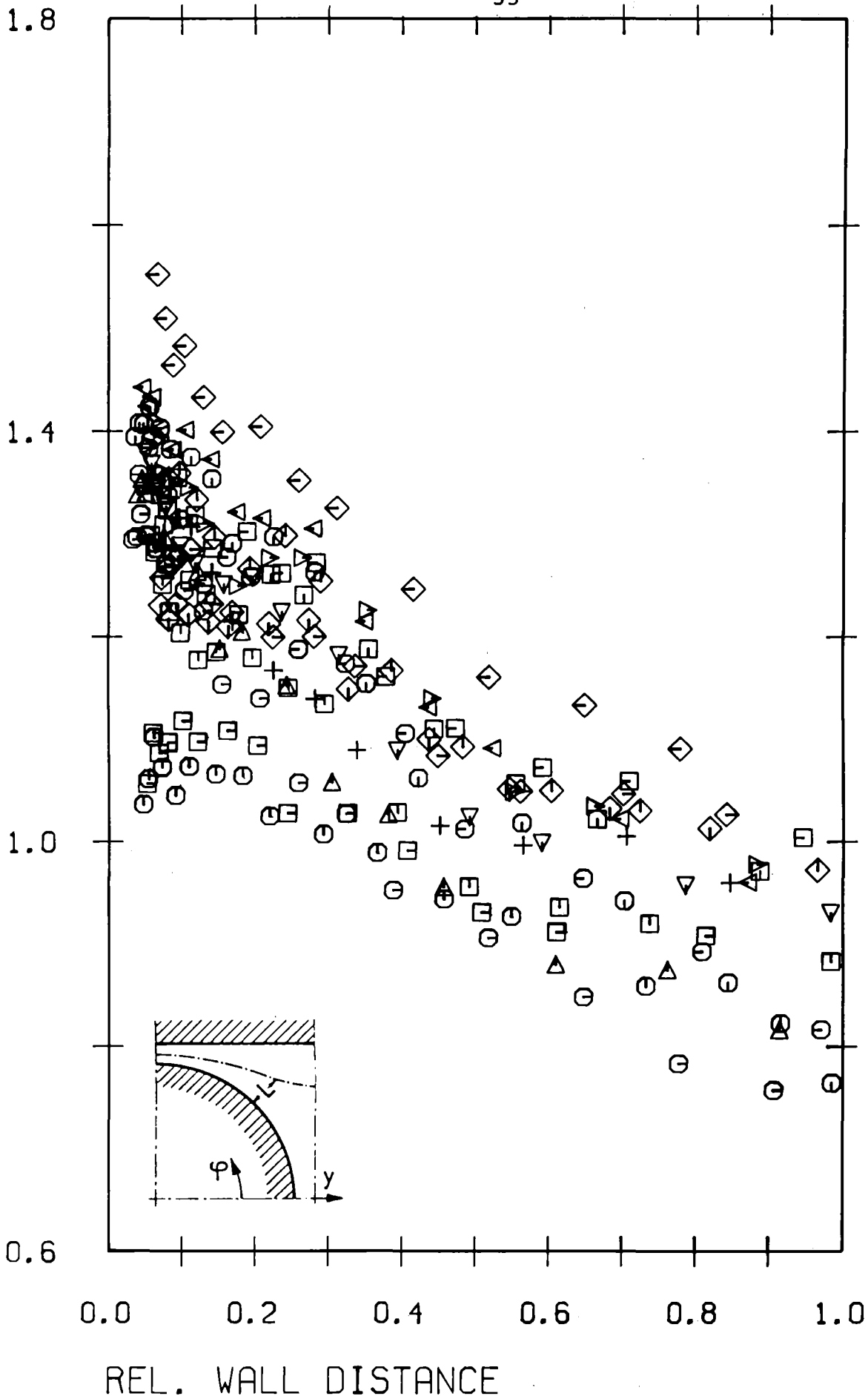


Abb.14: Turbulenzintensität senkrecht zur Wand (Höhenlinien)

REL. AZIMUTAL INTENSITY



- ϕ [GRD]
- 5
 - 10
 - 15
 - 20
 - 25
 - 30
 - 35
 - 40
 - △ 45
 - △ 50
 - ▽ 55
 - ▽ 60
 - ◇ 65
 - ◇ 70
 - ◇ 75
 - ◇ 80
 - + 85

Abb.15: Turbulenzintensität parallel zur Wand (r/ϕ)

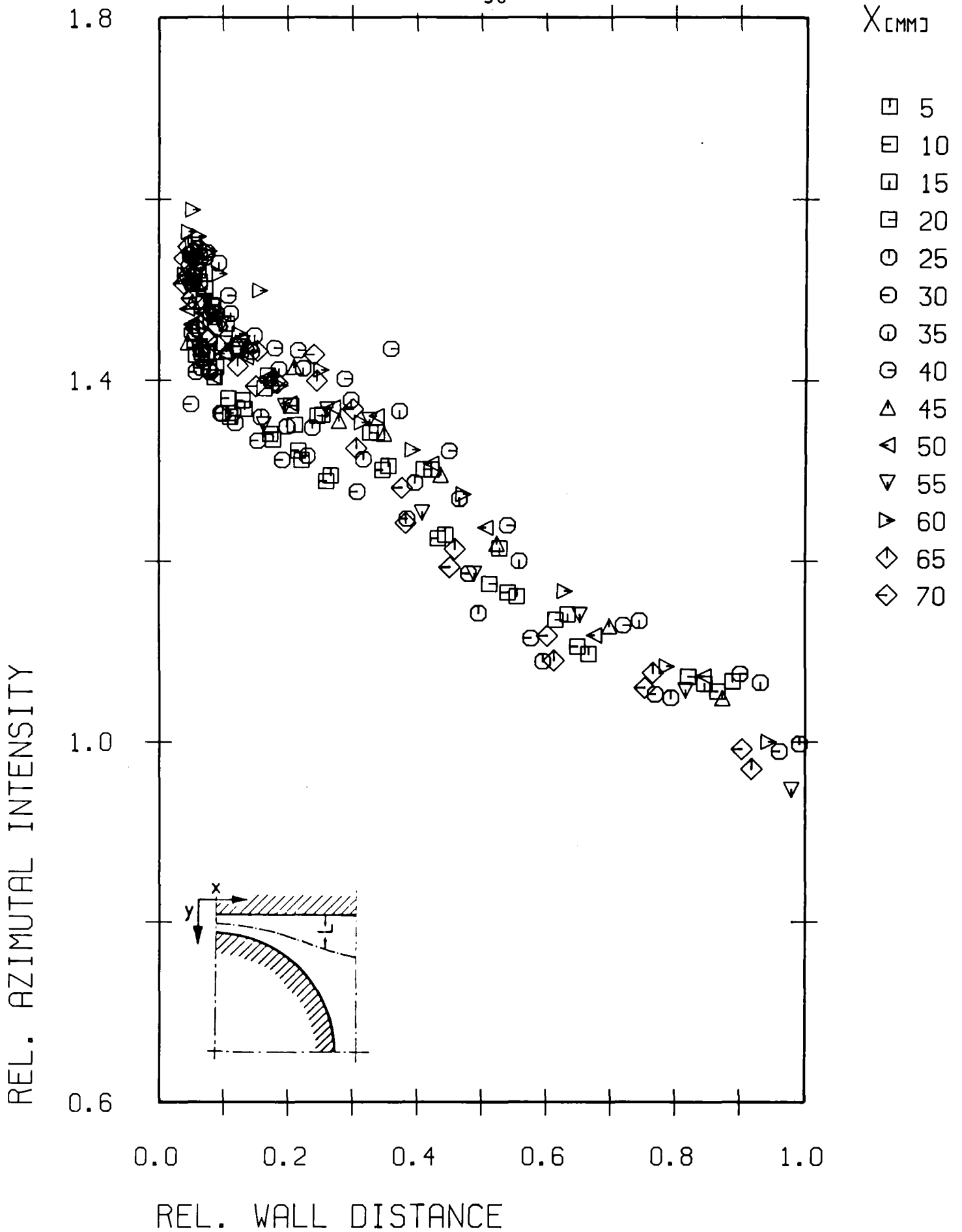


Abb.16: Turbulenzintensität parallel zur Wand (x/y)

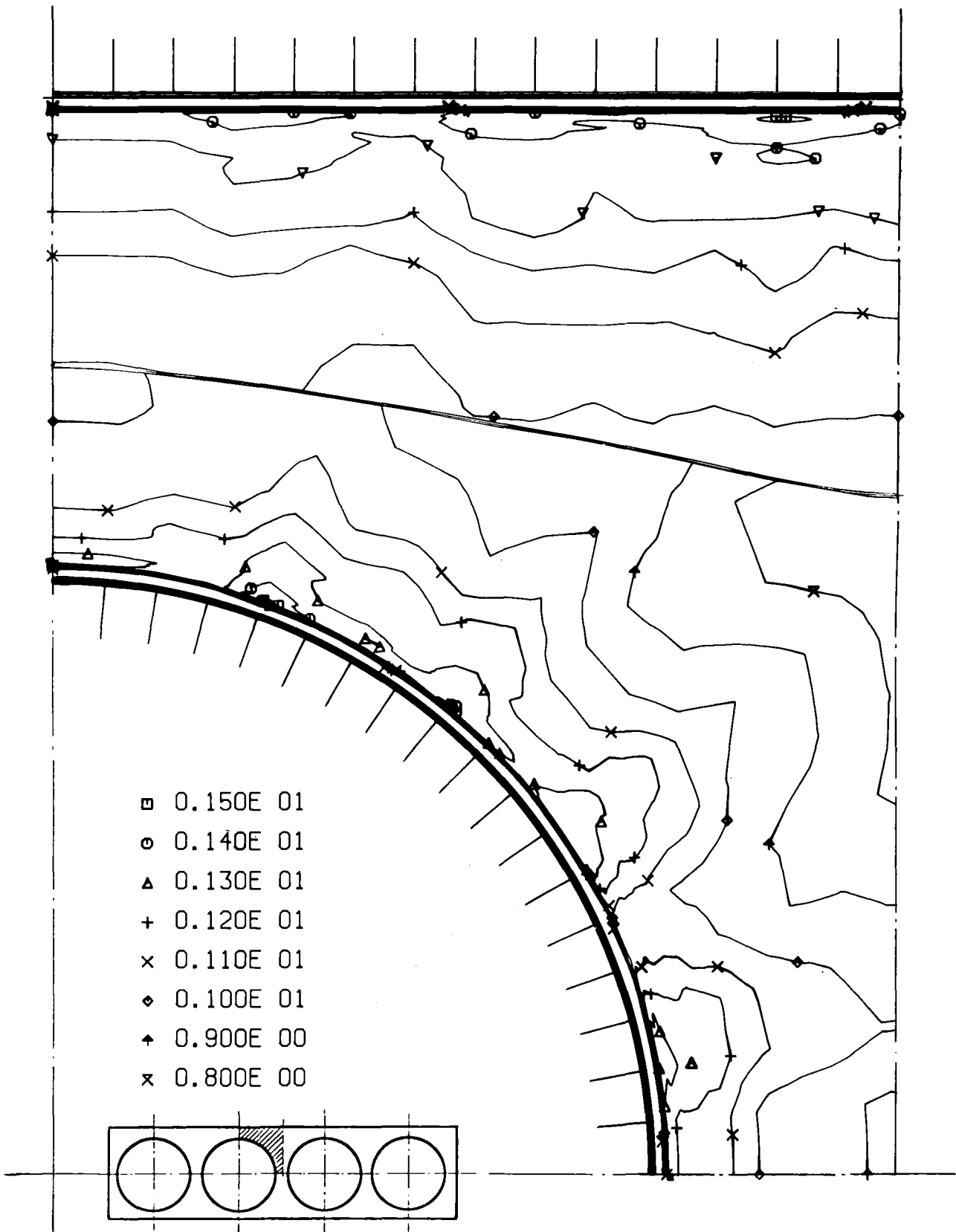


Abb.17: Turbulenzintensität parallel zur Wand (Höhenlinien)

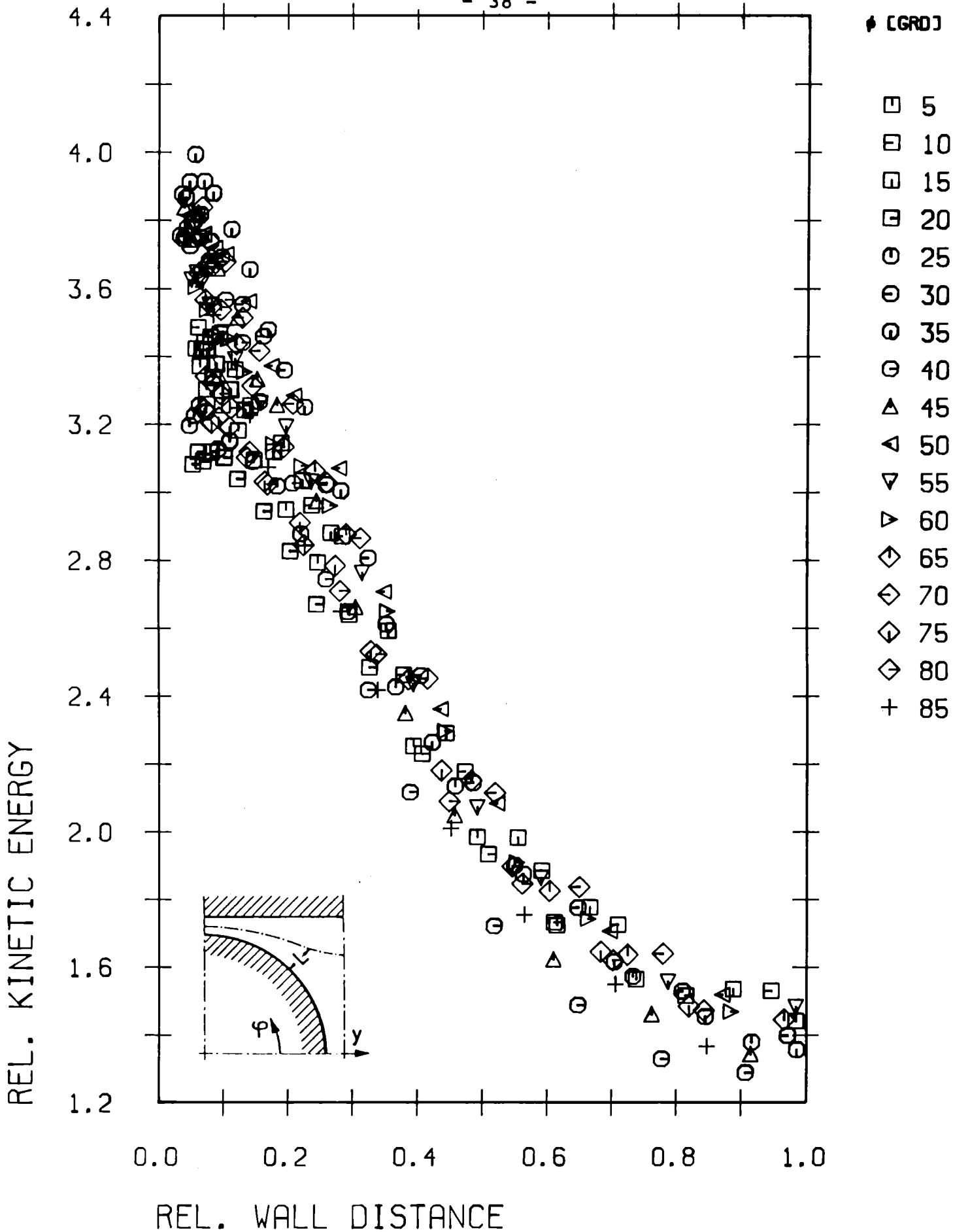


Abb.18: Kinetische Energie der Turbulenz (r/ϕ)

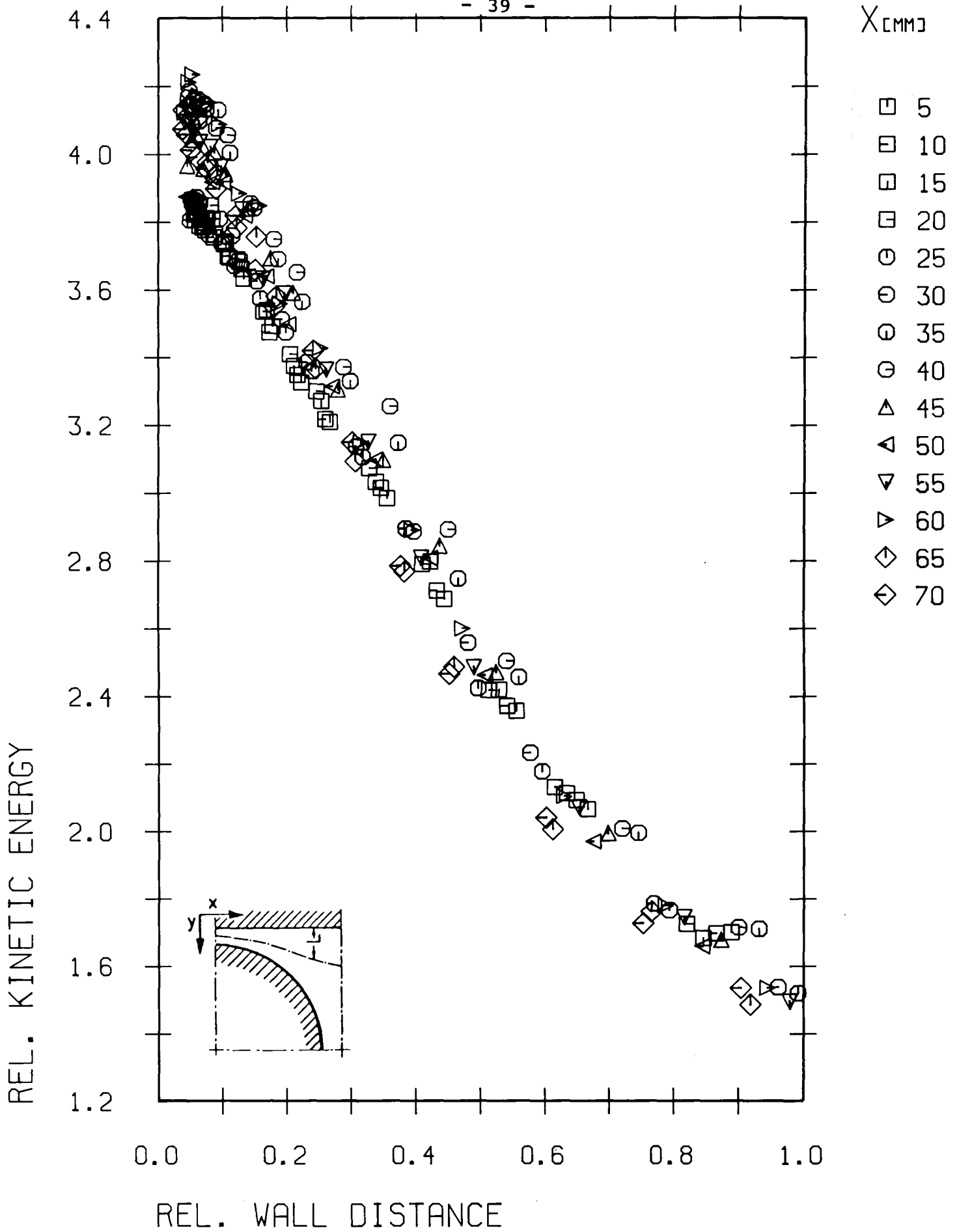


Abb.19: Kinetische Energie der Turbulenz (x/y)

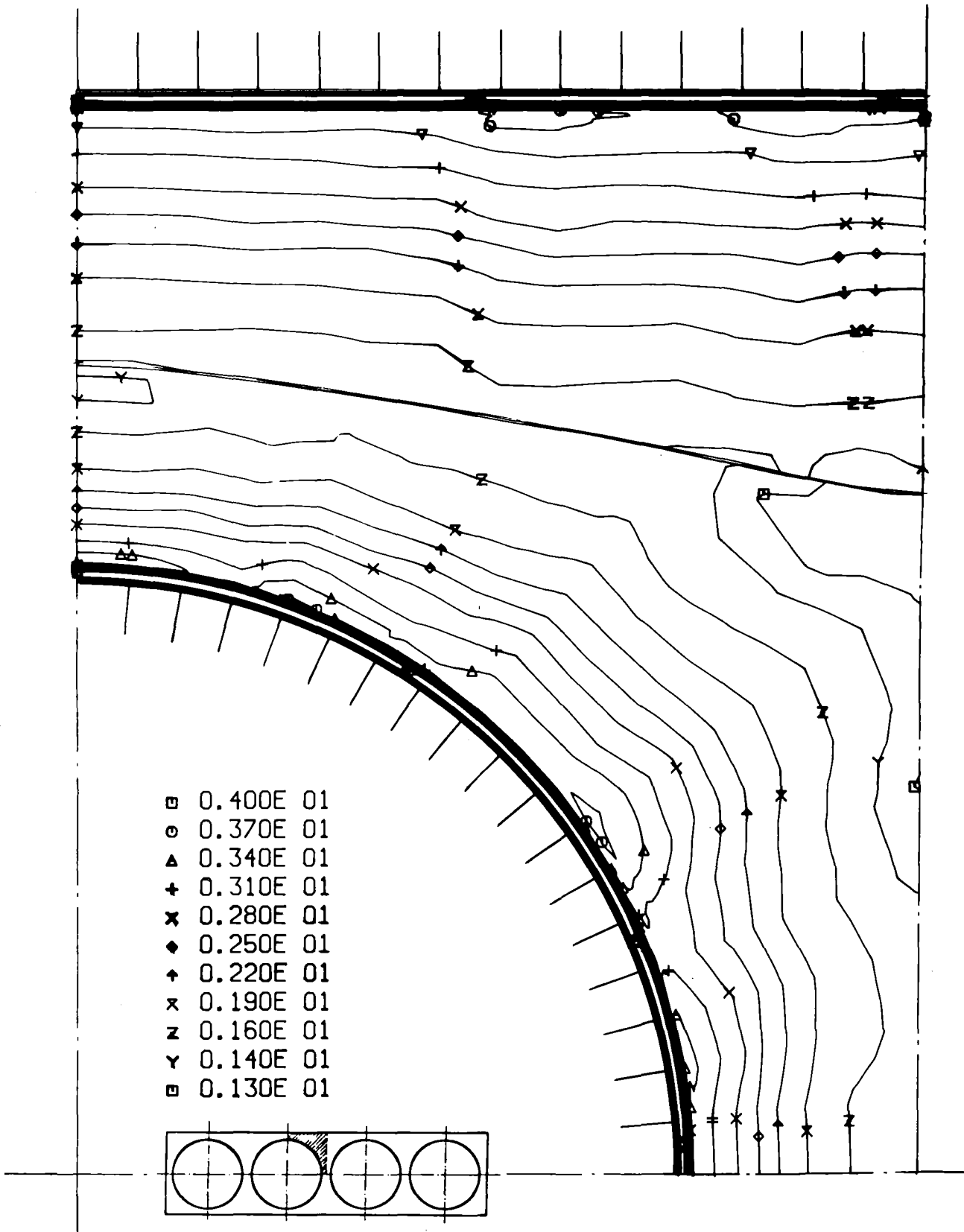


Abb.20: Kinetische Energie der Turbulenz (Höhenlinien)

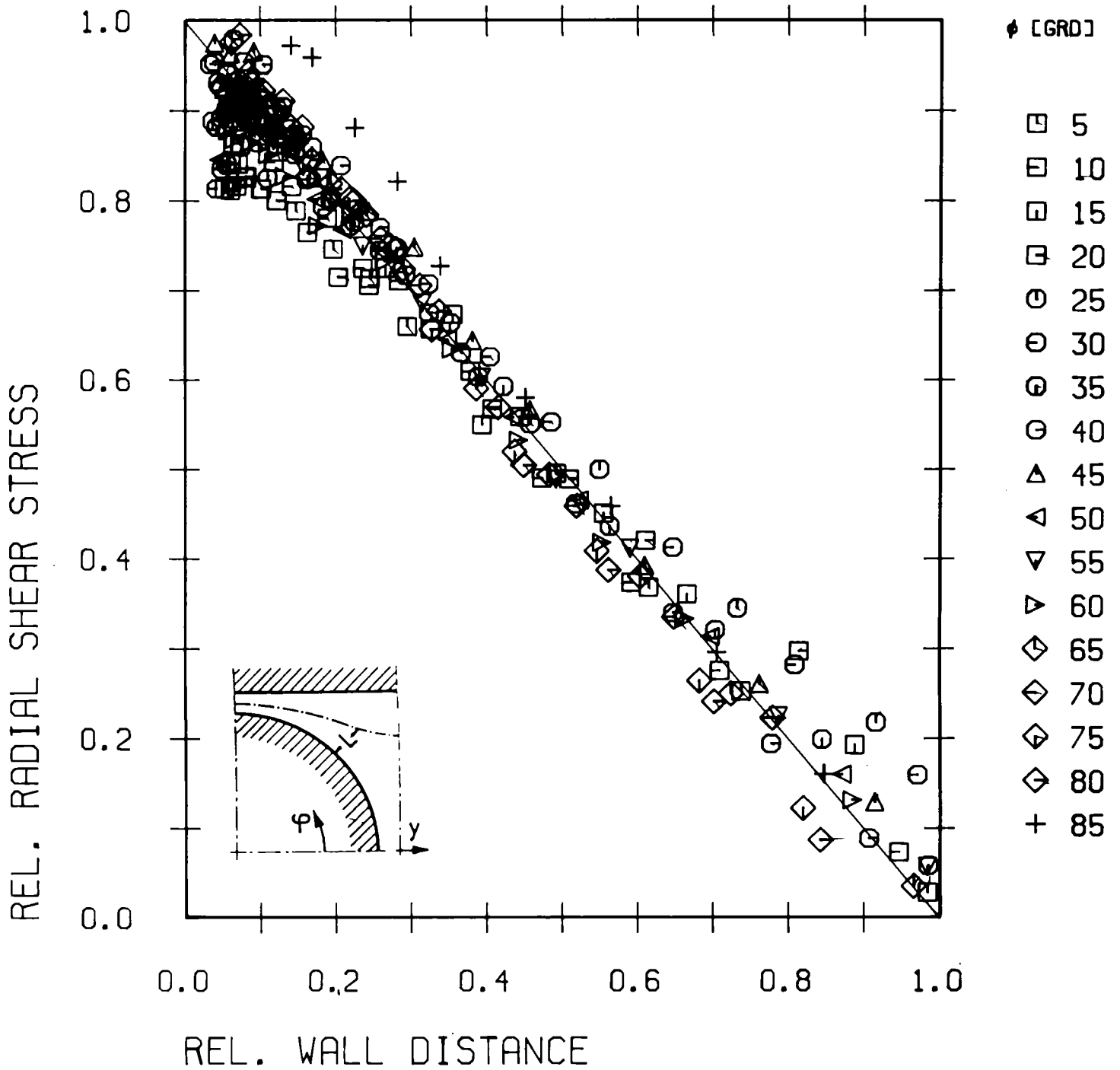


Abb.21: Schubspannung senkrecht zur Wand (r/ϕ)

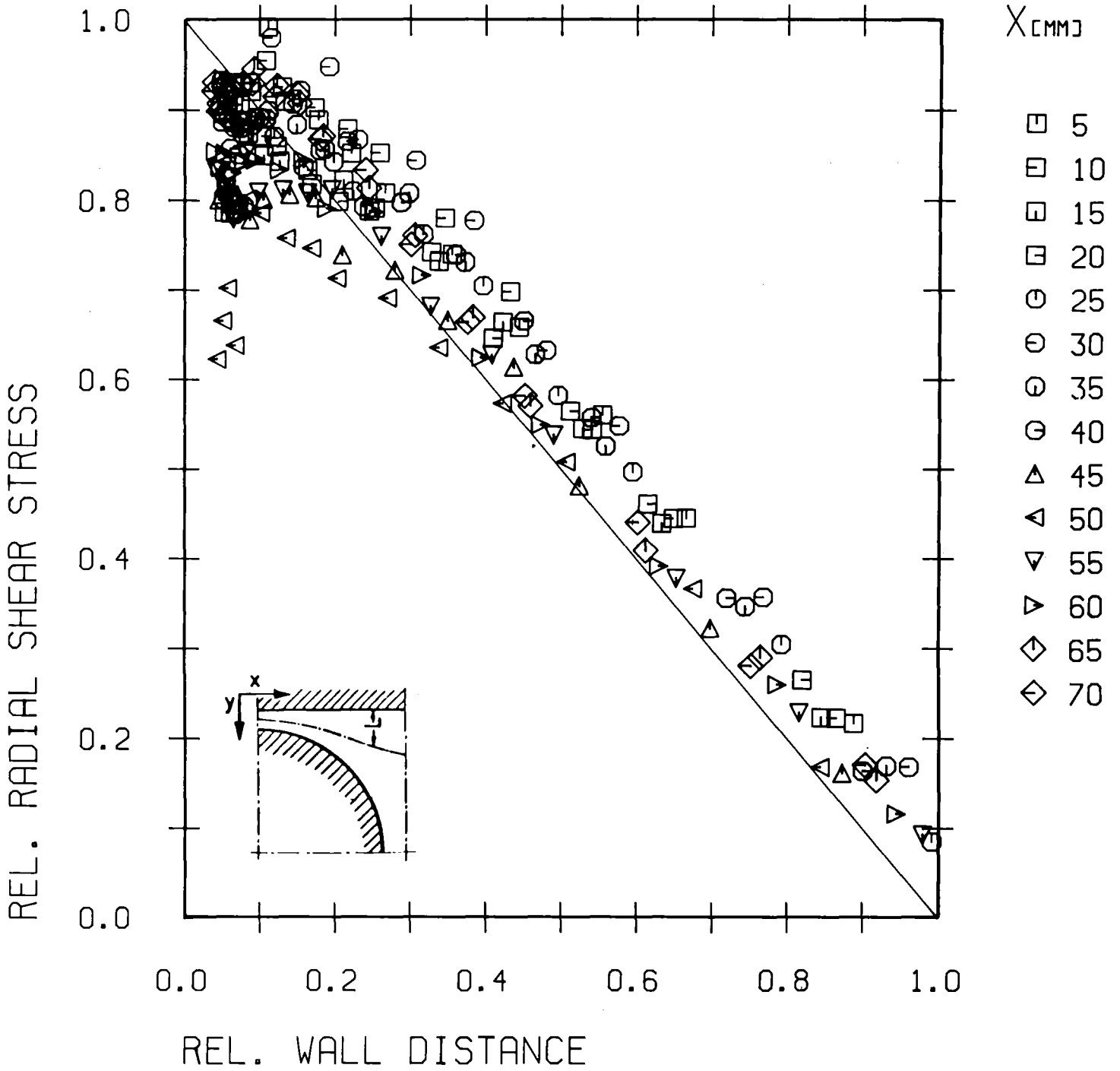


Abb.22: Schubspannung senkrecht zur Wand (x/y)

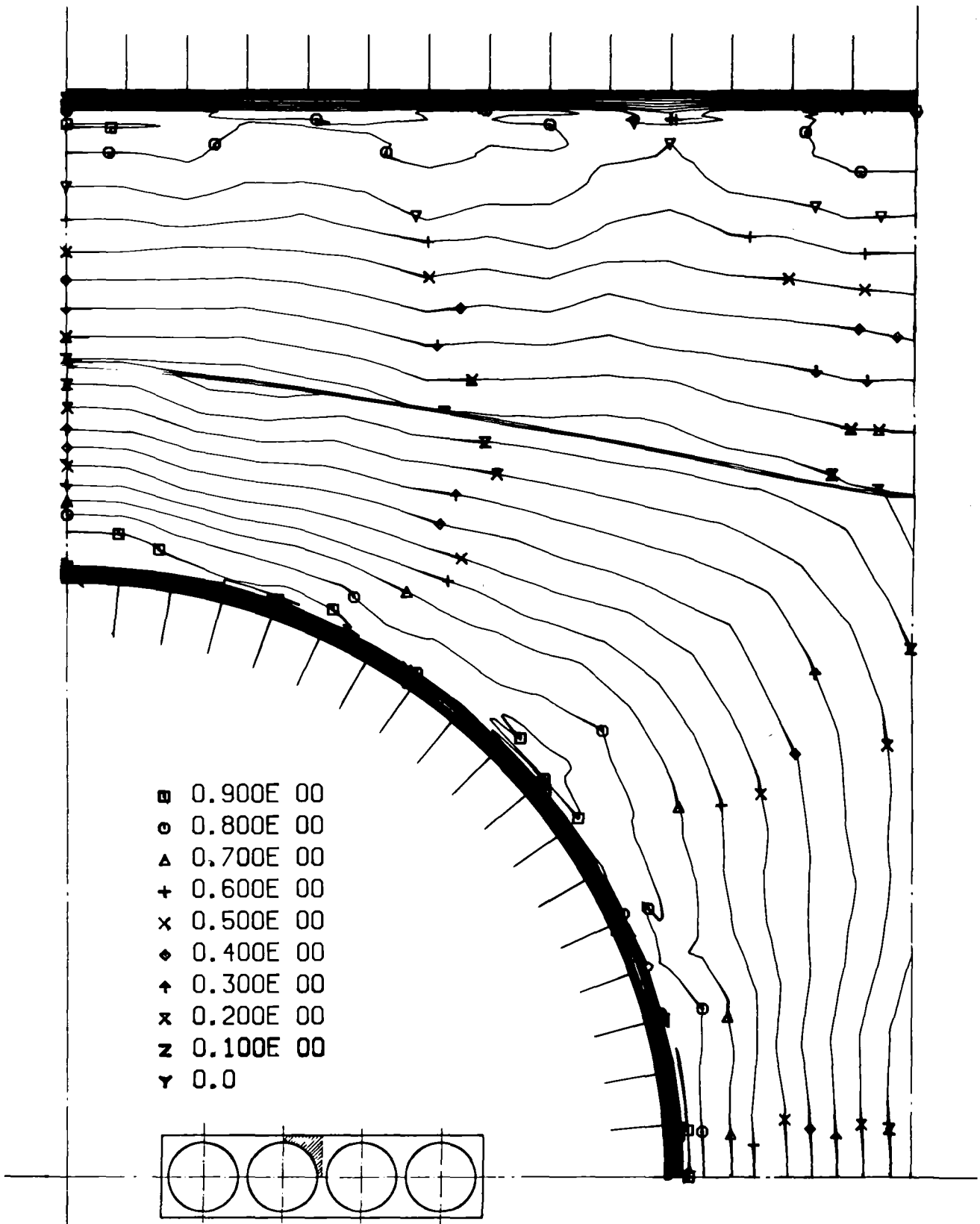


Abb.23: Schubspannung senkrecht zur Wand (Höhenlinien)

REL. AZIMUTAL SHEAR STRESS

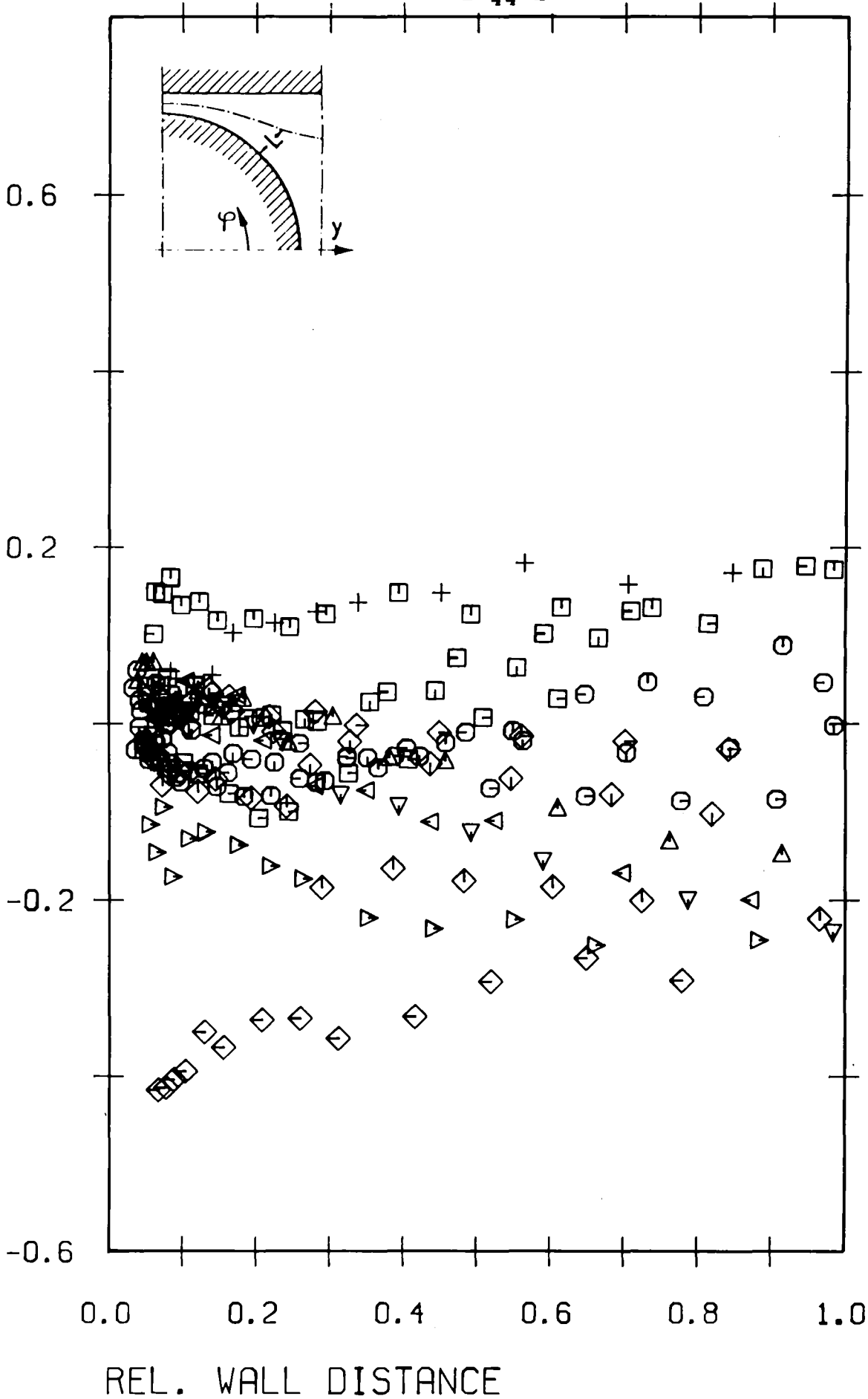


Abb.24: Schubspannung parallel zur Wand (r/ϕ)

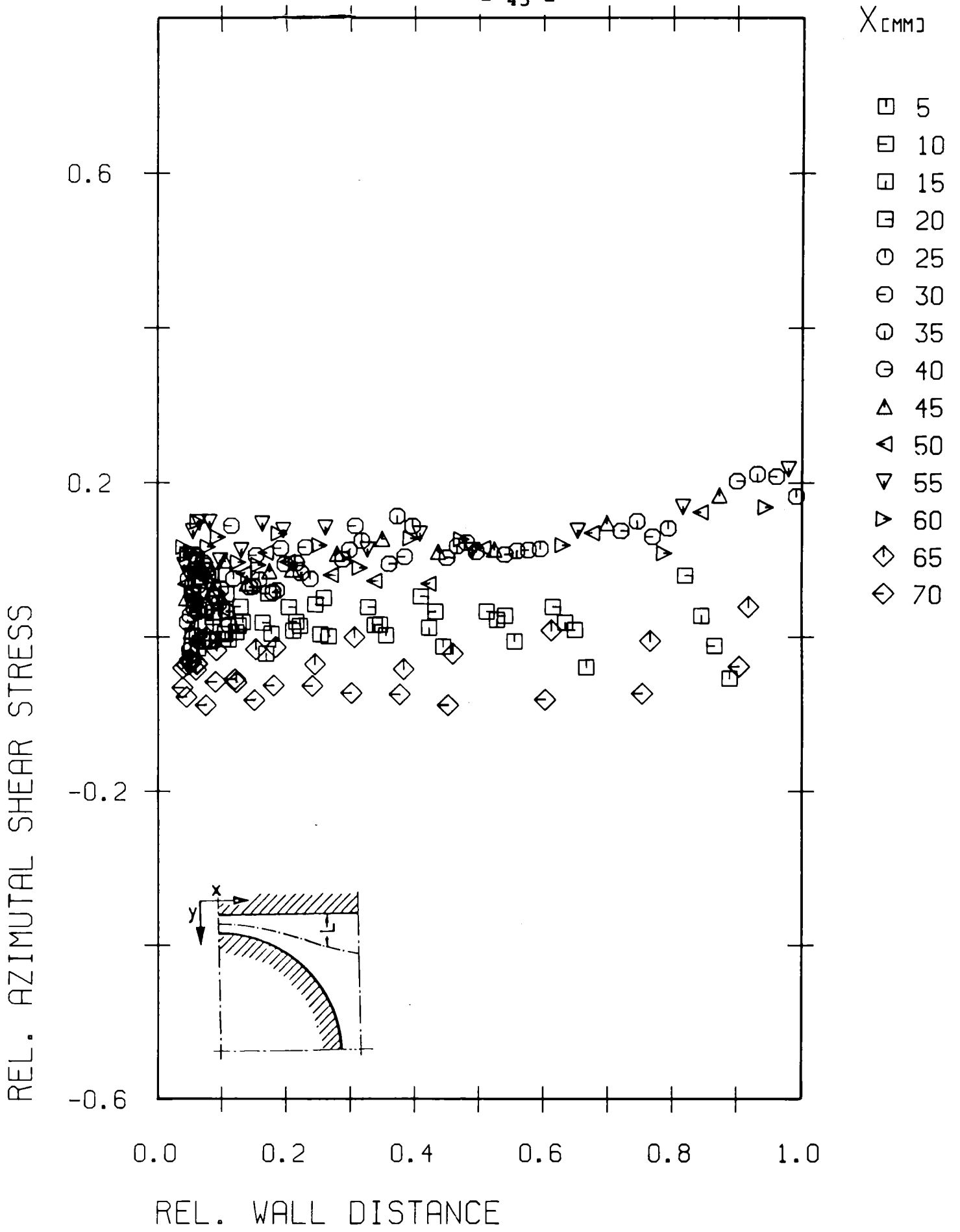


Abb.25: Schubspannung parallel zur Wand (x/y)

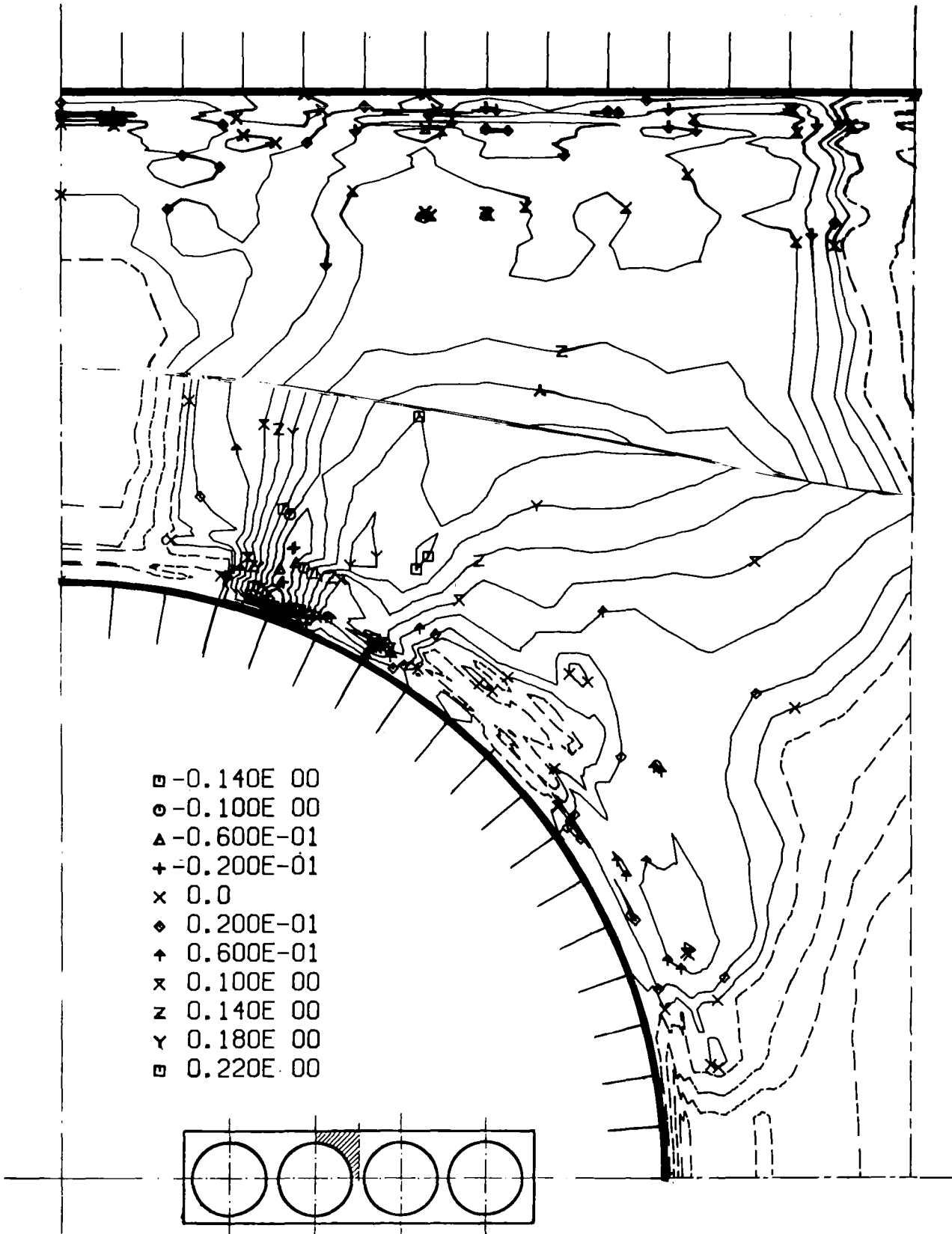


Abb.26: Schubspannung parallel zur Wand (Höhenlinien)

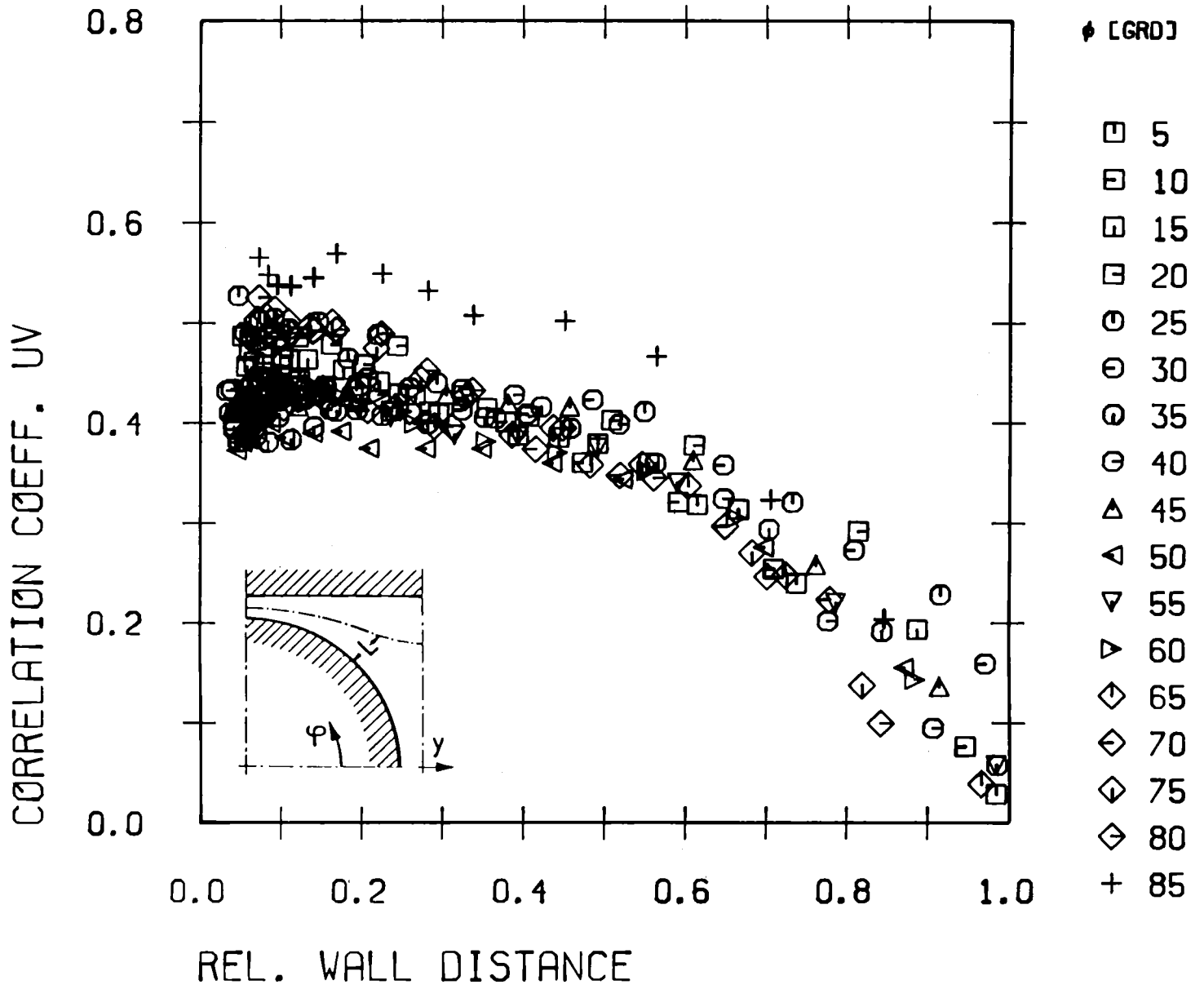


Abb.27: Korrelationskoeffizient R_{uv} (r/ϕ)

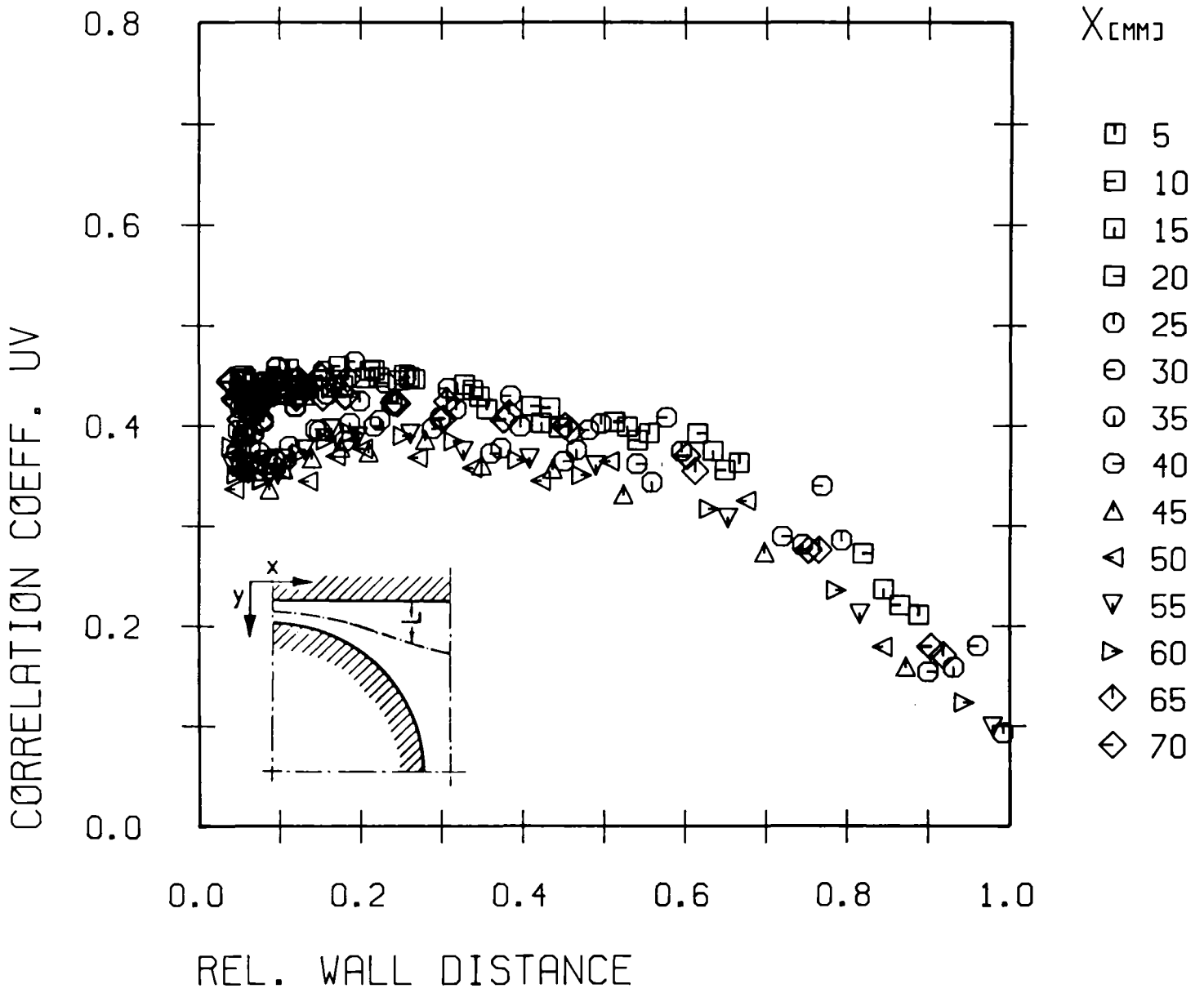


Abb.28: Korrelationskoeffizient R_{uv} (x/y)

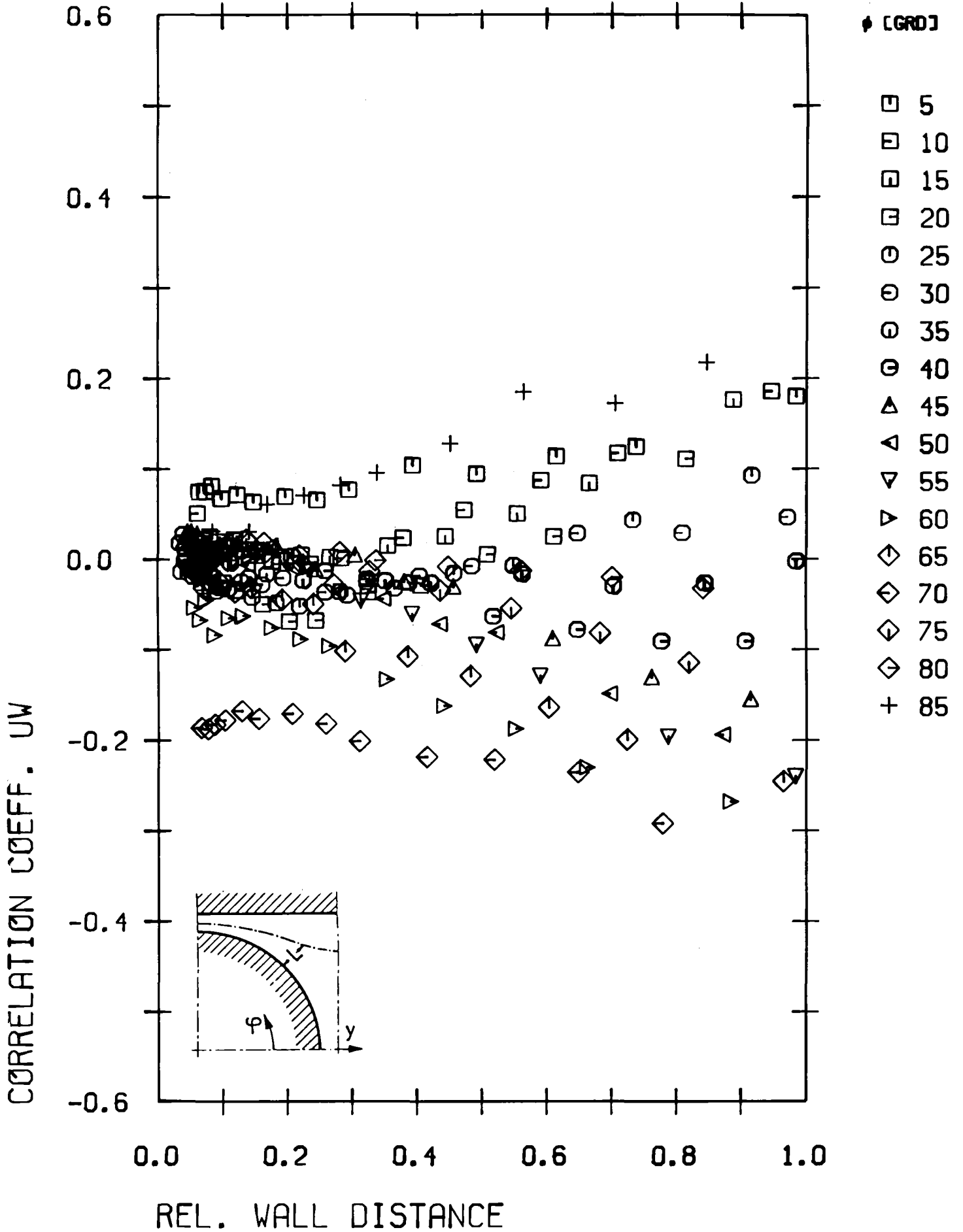


Abb. 29: Korrelationskoeffizient R_{UW} (r/ϕ)

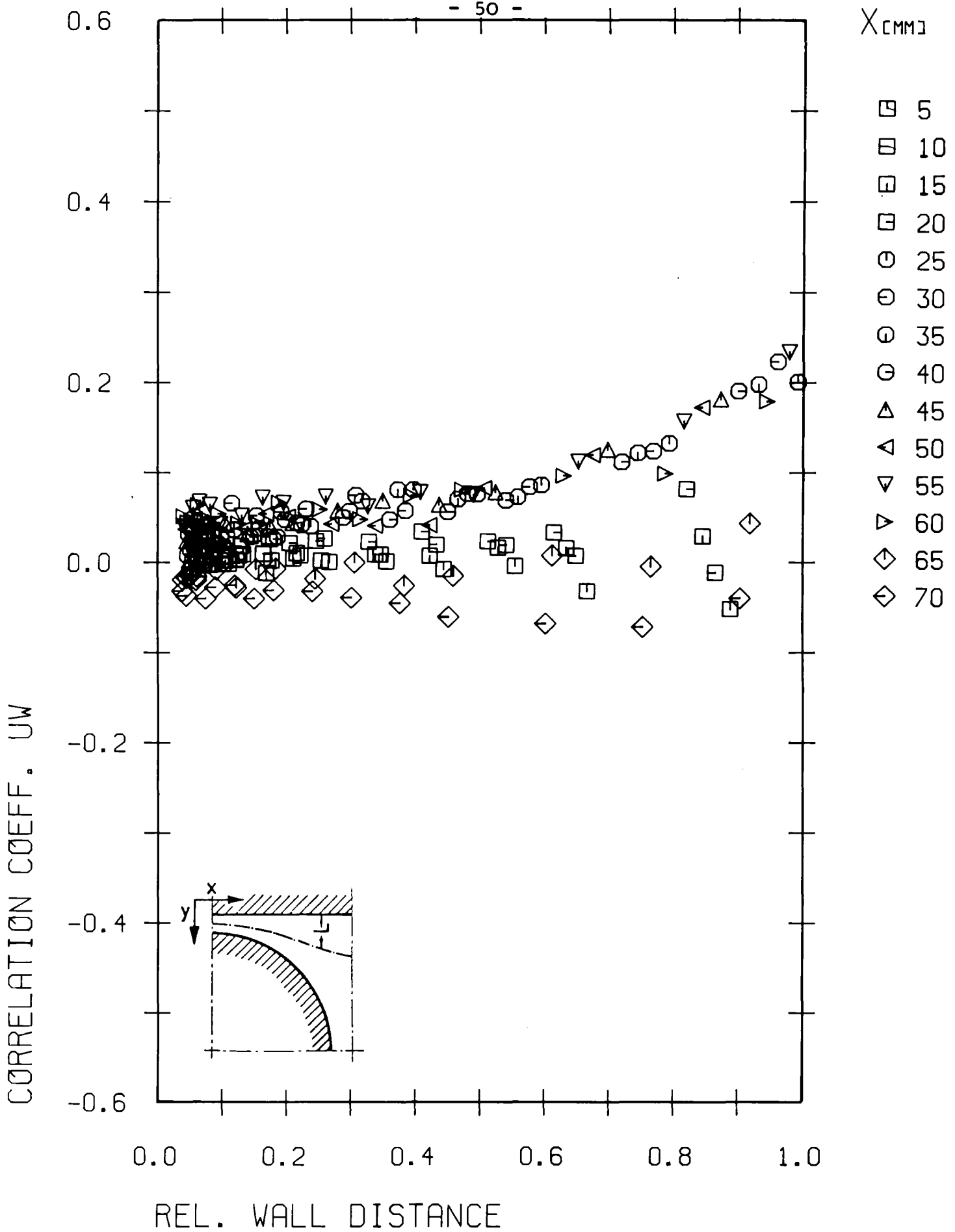


Abb.30: Korrelationskoeffizient $R_{uw}(x/y)$

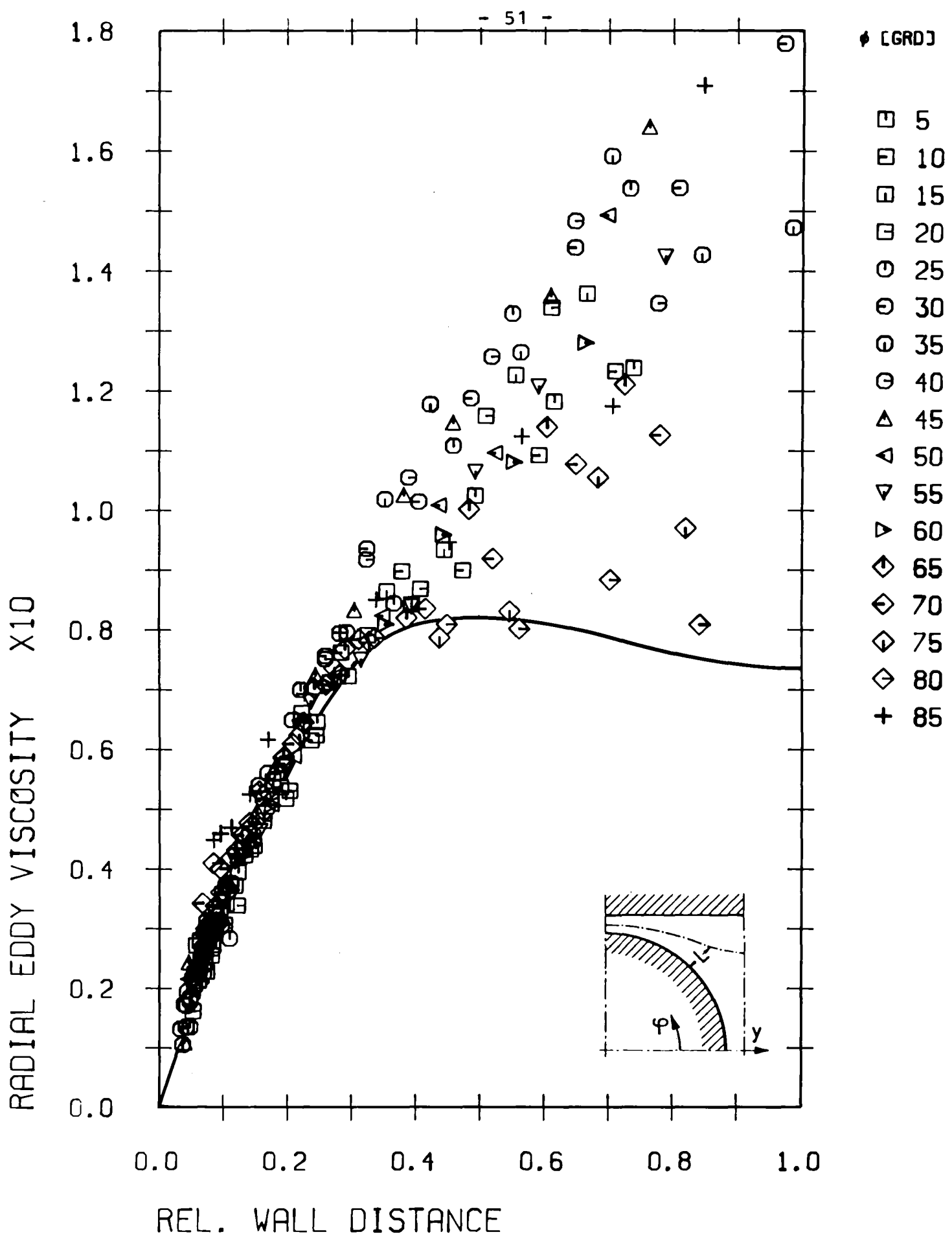


Abb.31: Wirbelviskosität senkrecht zur Wand (r/ϕ)

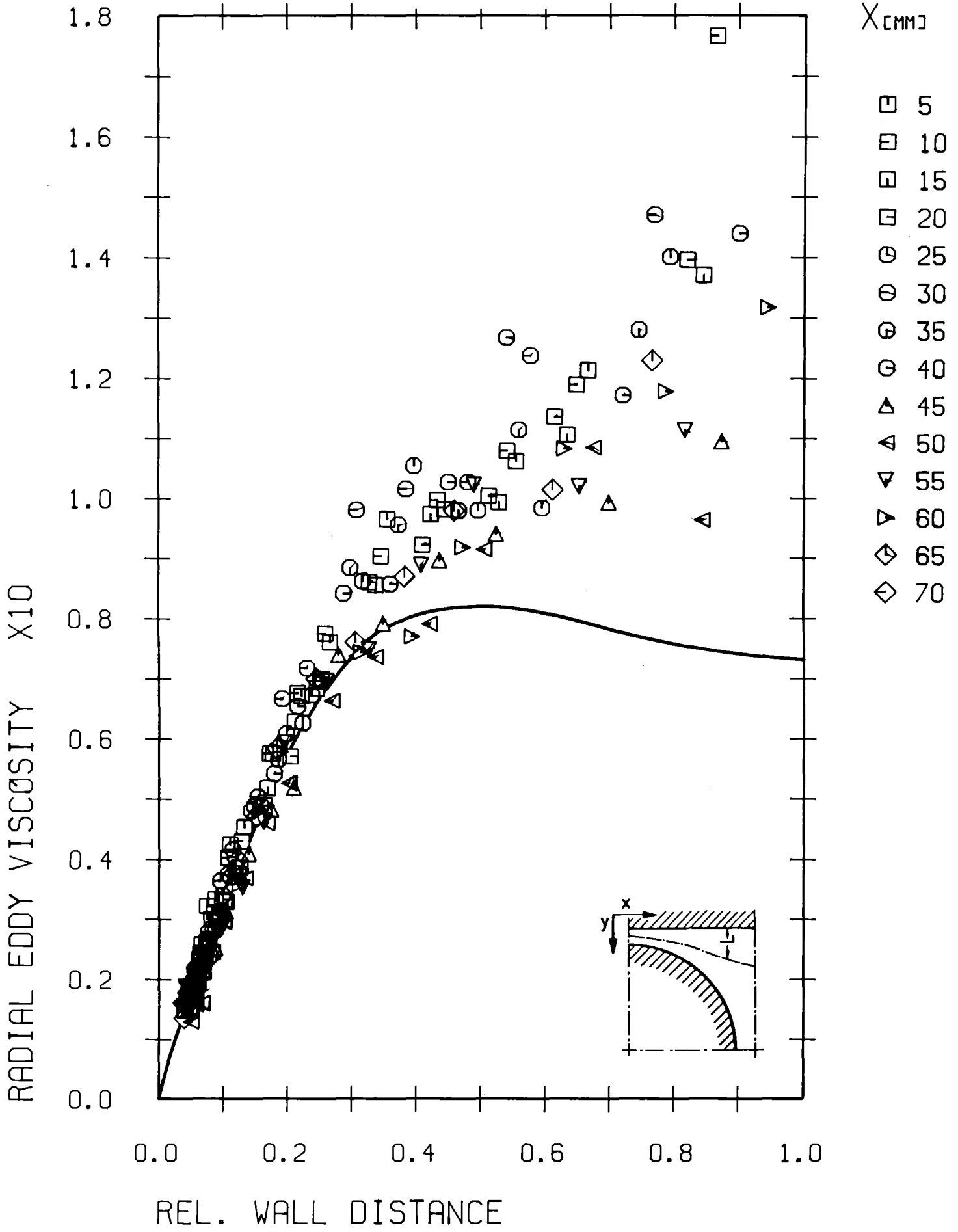
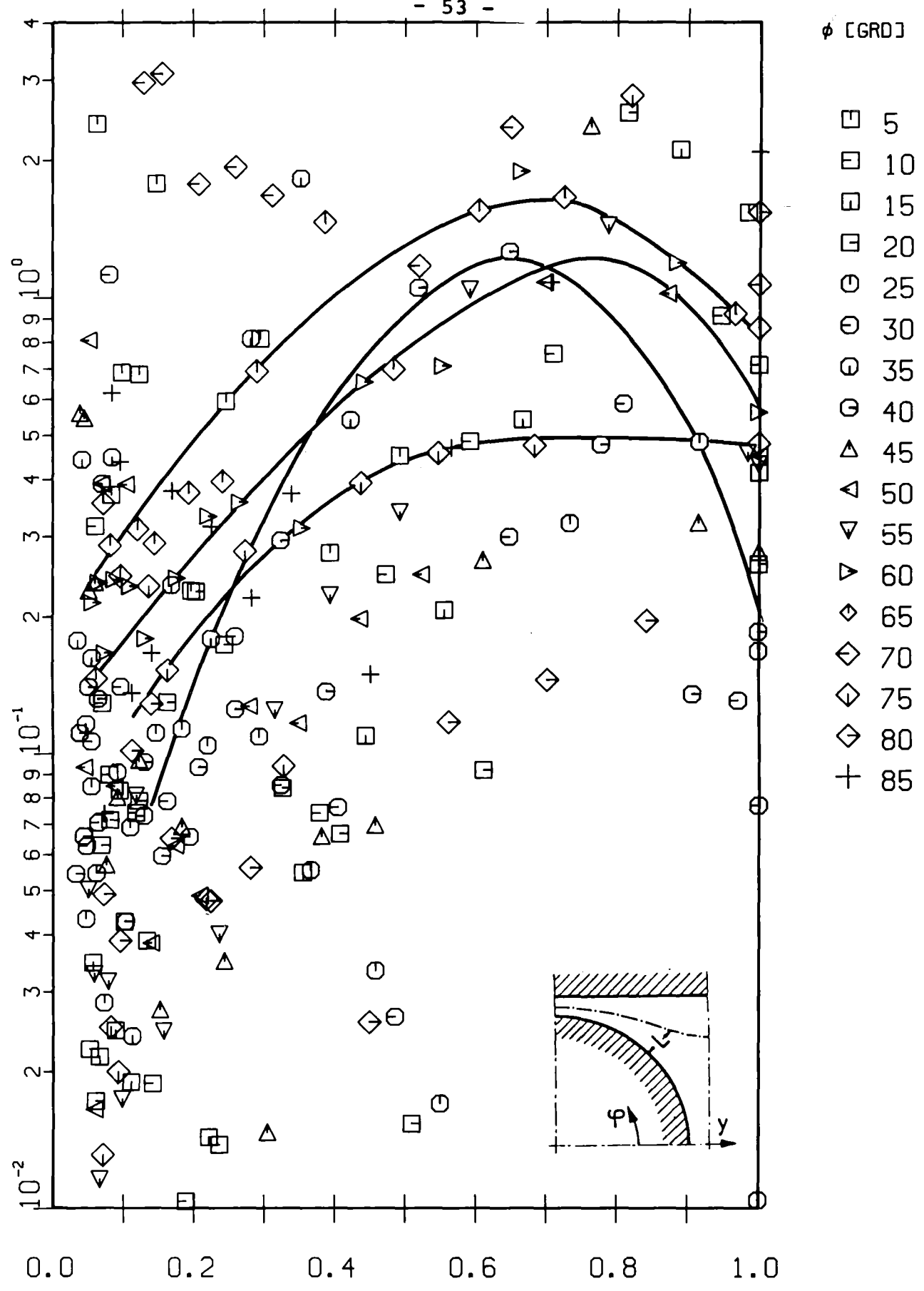


Abb.32: Wirbelviskosität senkrecht zur Wand (x/y)

AZIMUTHAL EDDY VISCOSITY



REL. WALL DISTANCE

Abb.33: Wirbelviskosität parallel zur Wand (r/ϕ)

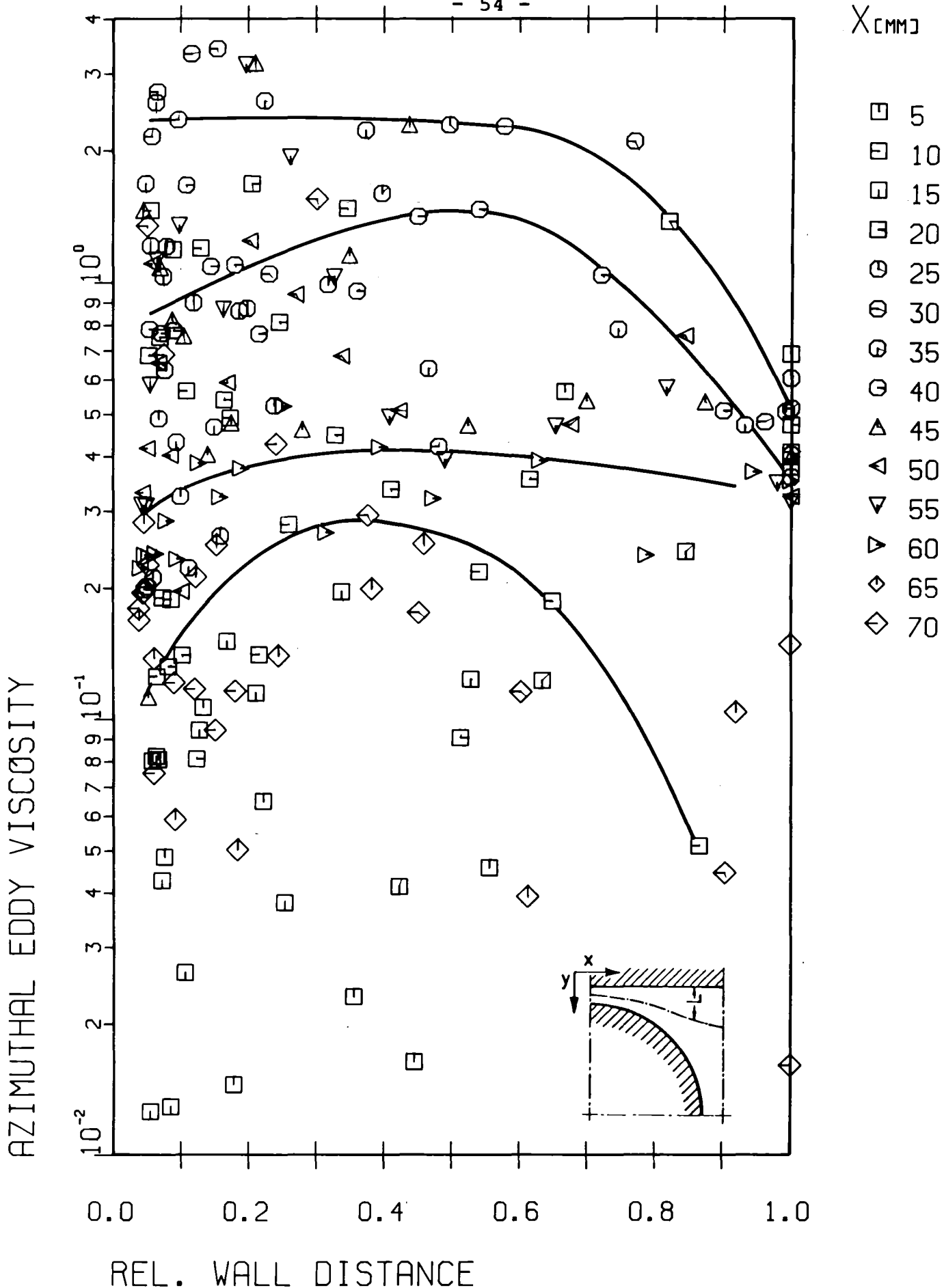


Abb.34: Wirbelviskosität parallel zur Wand (x/y)

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 5. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{uw} = 1.718$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.763$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.217$ (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) $Y_{MAX} = 20.320$ (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	0.7385	2.0373	0.9750	1.2820	3.3725	-0.8638	0.1489	-0.4348	0.0749	0.0640	107.41	16.642
1.5	0.7542	2.0318	0.9566	1.2510	3.3041	-0.8625	0.1465	-0.4437	0.0754	0.0738	122.82	17.010
1.7	0.7711	2.0492	0.9899	1.2246	3.3393	-0.9043	0.1654	-0.4458	0.0815	0.0837	138.23	17.401
2.0	0.7867	2.0254	0.9803	1.2039	3.2562	-0.8721	0.1338	-0.4393	0.0674	0.0984	161.33	17.765
2.5	0.8133	2.0152	0.9572	1.1775	3.1819	-0.8545	0.1381	-0.4430	0.0716	0.1230	199.85	18.376
3.0	0.8333	1.9836	0.9228	1.1852	3.0955	-0.7890	0.1166	-0.4310	0.0637	0.1476	238.36	18.834
4.0	0.8695	1.9312	0.8832	1.1794	2.9504	-0.7462	0.1189	-0.4374	0.0697	0.1969	315.39	19.661
5.0	0.8954	1.8634	0.8915	1.1499	2.7947	-0.7134	0.1094	-0.4295	0.0659	0.2461	392.42	20.248
6.0	0.9171	1.7822	0.9041	1.1343	2.6401	-0.6599	0.1241	-0.4096	0.0770	0.2953	469.44	20.741
8.0	0.9484	1.6456	0.8616	1.0286	2.2542	-0.5499	0.1480	-0.3879	0.1044	0.3937	623.50	21.451
10.0	0.9734	1.5231	0.8578	0.9564	1.9851	-0.4956	0.1239	-0.3794	0.0948	0.4921	777.55	22.020
12.5	0.9930	1.3604	0.8497	0.9361	1.7246	-0.3685	0.1317	-0.3188	0.1139	0.6152	970.12	22.468
15.0	1.0070	1.2590	0.8359	0.9205	1.5655	-0.2527	0.1314	-0.2401	0.1249	0.7382	1162.69	22.791
20.0	1.0173	1.2077	0.8040	0.8832	1.4425	-0.0284	0.1751	-0.0293	0.1803	0.9843	1547.82	23.040
25.0	1.0102	1.3011	0.8383	0.9605	1.6590	0.2032	0.1982	0.1863	0.1818	1.2303	1932.96	22.900

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 10. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{W} = 1.707 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

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

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.214 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 21.130 \text{ (MM)}$

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	0.7373	2.0552	0.9597	1.3470	3.4796	-0.8415	0.1010	-0.4266	0.0512	0.0615	109.01	16.700
1.5	0.7527	2.0494	0.9384	1.3368	3.4339	-0.8395	0.0425	-0.4365	0.0221	0.0710	124.64	17.062
1.7	0.7662	2.0439	0.9891	1.3220	3.4518	-0.9116	0.0518	-0.4510	0.0256	0.0805	140.28	17.377
2.0	0.7834	2.0140	1.0160	1.3534	3.4600	-0.8840	0.0410	-0.4321	0.0200	0.0947	163.73	17.778
2.5	0.8095	2.0174	0.9528	1.3166	3.3557	-0.8414	0.0432	-0.4377	0.0225	0.1183	202.82	18.382
3.0	0.8307	1.9875	0.9483	1.2846	3.2498	-0.8143	0.0088	-0.4320	0.0047	0.1420	241.90	18.870
4.0	0.8641	1.9179	0.9531	1.3007	3.1392	-0.7792	0.0058	-0.4263	0.0032	0.1893	320.07	19.636
5.0	0.8915	1.8511	0.9480	1.2605	2.9570	-0.7235	-0.0081	-0.4123	-0.0046	0.2366	398.25	20.260
6.0	0.9134	1.7843	0.9661	1.2706	2.8657	-0.7096	0.0024	-0.4116	0.0014	0.2840	476.42	20.760
8.0	0.9429	1.6514	0.9187	1.1597	2.4580	-0.6085	0.0360	-0.4011	0.0237	0.3786	632.76	21.434
10.0	0.9702	1.5252	0.8897	1.1095	2.1745	-0.4892	0.0744	-0.3605	0.0548	0.4733	789.11	22.057
12.5	0.9917	1.3827	0.8400	1.0712	1.8824	-0.3731	0.1018	-0.3212	0.0876	0.5916	984.53	22.550
15.0	1.0061	1.2611	0.8575	1.0581	1.7227	-0.2750	0.1271	-0.2543	0.1175	0.7099	1179.96	22.885
20.0	1.0190	1.1781	0.8143	1.0031	1.5286	-0.0734	0.1783	-0.0765	0.1859	0.9465	1570.82	23.197
25.0	1.0173	1.2461	0.8206	1.0019	1.6150	0.1404	0.2341	0.1373	0.2289	1.1832	1961.68	23.177
30.0	1.0016	1.4489	0.8440	1.0231	1.9292	0.3322	0.2764	0.2717	0.2260	1.4198	2352.54	22.840

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 15. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{W} = 1.702 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

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

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.214 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 22.520 \text{ (MM)}$

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	0.7325	2.0525	0.9617	1.2958	3.4085	-0.9018	0.0230	-0.4569	0.0116	0.0577	108.81	16.616
1.5	0.7480	2.0571	0.9569	1.2886	3.4040	-0.9076	0.0164	-0.4610	0.0083	0.0666	124.41	16.980
1.7	0.7602	2.0399	0.9720	1.3061	3.4060	-0.8842	0.0075	-0.4459	0.0038	0.0755	140.02	17.269
2.0	0.7773	2.0252	1.0029	1.2730	3.3638	-0.8998	0.0157	-0.4430	0.0077	0.0888	163.42	17.667
2.5	0.8021	2.0280	0.9462	1.2524	3.2883	-0.8904	0.0139	-0.4640	0.0072	0.1110	202.44	18.242
3.0	0.8242	2.0093	0.9400	1.2387	3.2276	-0.8762	0.0215	-0.4639	0.0114	0.1332	241.45	18.751
4.0	0.8585	1.9700	0.9196	1.2187	3.1058	-0.8217	-0.0040	-0.4536	-0.0022	0.1776	319.48	19.538
5.0	0.8836	1.8905	0.9421	1.2576	3.0215	-0.7863	0.0095	-0.4415	0.0053	0.2220	397.50	20.111
6.0	0.9055	1.8331	0.9196	1.2376	2.8687	-0.7217	0.0046	-0.4281	0.0028	0.2664	475.53	20.612
8.0	0.9381	1.6855	0.9581	1.1852	2.5817	-0.6703	0.0244	-0.4151	0.0151	0.3552	631.58	21.357
10.0	0.9668	1.5828	0.9114	1.1075	2.2813	-0.5562	0.0370	-0.3856	0.0257	0.4440	787.63	22.013
12.5	0.9882	1.4474	0.8618	1.0543	1.9746	-0.4490	0.0633	-0.3599	0.0507	0.5551	982.69	22.506
15.0	1.0035	1.3239	0.8641	1.0196	1.7696	-0.3592	0.0966	-0.3140	0.0844	0.6661	1177.76	22.860
20.0	1.0216	1.1996	0.8252	0.9692	1.5296	-0.1920	0.1749	-0.1940	0.1767	0.8881	1567.88	23.292
25.0	1.0253	1.1900	0.8475	0.9709	1.5384	-0.0185	0.2366	-0.0183	0.2346	1.1101	1958.01	23.395
30.0	1.0215	1.3210	0.8682	0.9678	1.7177	0.1865	0.2875	0.1626	0.2507	1.3321	2348.14	23.330

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 20. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.664 (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.739 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U* = 1.212 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 24.550 (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	0.7256	2.0775	0.7849	1.0447	3.0117	-0.7945	-0.0132	-0.4872	-0.0081	0.0530	109.04	16.673
1.5	0.7392	2.0574	0.8162	1.0936	3.0475	-0.7932	-0.0137	-0.4723	-0.0081	0.0611	124.68	16.999
1.7	0.7522	2.0611	0.7990	1.0743	3.0203	-0.7975	-0.0423	-0.4843	-0.0257	0.0692	140.32	17.307
2.0	0.7720	2.0604	0.8217	1.0843	3.0481	-0.8075	-0.0495	-0.4769	-0.0292	0.0815	163.77	17.774
2.5	0.7962	2.0352	0.8366	1.1051	3.0317	-0.7947	-0.0433	-0.4667	-0.0254	0.1018	202.87	18.343
3.0	0.8206	2.0344	0.7900	1.0848	2.9698	-0.7818	-0.0553	-0.4865	-0.0344	0.1222	241.97	18.912
4.0	0.8528	1.9839	0.7863	1.0955	2.8770	-0.7471	-0.0770	-0.4789	-0.0494	0.1629	320.16	19.660
5.0	0.8790	1.9326	0.7878	1.0811	2.7622	-0.6987	-0.1044	-0.4589	-0.0686	0.2037	398.35	20.267
6.0	0.9022	1.8998	0.7601	1.0158	2.6095	-0.6896	-0.0975	-0.4775	-0.0675	0.2444	476.54	20.803
8.0	0.9340	1.7600	0.8522	1.0158	2.4278	-0.6417	-0.0543	-0.4278	-0.0362	0.3259	632.93	21.539
10.0	0.9632	1.6477	0.8272	0.9799	2.1797	-0.5546	-0.0393	-0.4069	-0.0288	0.4073	789.31	22.215
12.5	0.9851	1.5258	0.7775	0.9204	1.8899	-0.4781	0.0068	-0.4030	0.0057	0.5092	984.79	22.726
15.0	1.0022	1.4048	0.7745	0.9016	1.6930	-0.4112	0.0276	-0.3779	0.0254	0.6110	1180.27	23.126
20.0	1.0208	1.2240	0.8127	0.8978	1.4825	-0.2907	0.1108	-0.2923	0.1114	0.8147	1571.23	23.575
25.0	1.0319	1.1643	0.7686	0.8367	1.3232	-0.1179	0.1450	-0.1318	0.1621	1.0183	1962.19	23.852
30.0	1.0336	1.1719	0.8283	0.8458	1.3874	0.0171	0.1985	0.0176	0.2045	1.2220	2353.15	23.913
35.0	1.0288	1.2768	0.8808	0.8605	1.5732	0.1709	0.2526	0.1520	0.2246	1.4257	2744.11	23.823

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 25. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{uw} = 1.638$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{PEF} = 27.740$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.212$ (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) $Y_{MAX} = 27.290$ (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	0.7226	2.1167	0.7982	1.0166	3.0755	-0.8914	-0.0171	-0.5276	-0.0101	0.0476	108.21	16.731
1.5	0.7346	2.1013	0.8413	1.0414	3.1039	-0.8679	-0.0322	-0.4909	-0.0182	0.0550	123.73	17.024
1.7	0.7488	2.0919	0.8485	1.0810	3.1324	-0.8648	-0.0217	-0.4872	-0.0122	0.0623	139.25	17.362
2.0	0.7655	2.1008	0.8408	1.0523	3.1139	-0.8882	-0.0161	-0.5029	-0.0091	0.0733	162.53	17.759
2.5	0.7847	2.0790	0.8032	1.0253	3.0093	-0.8428	-0.0587	-0.5047	-0.0351	0.0916	201.32	18.215
3.0	0.8120	2.0892	0.7685	1.0530	3.0321	-0.7937	-0.0517	-0.4944	-0.0322	0.1099	240.12	18.856
4.0	0.8480	2.0544	0.7955	1.0455	2.9732	-0.8191	-0.0688	-0.5012	-0.0421	0.1466	317.72	19.698
5.0	0.8753	2.0135	0.8153	1.0441	2.9044	-0.7633	-0.0792	-0.4650	-0.0482	0.1832	395.32	20.337
6.0	0.8952	1.9856	0.7653	1.0053	2.7694	-0.7429	-0.0784	-0.4889	-0.0516	0.2199	472.91	20.800
8.0	0.9258	1.8435	0.8501	0.9881	2.5487	-0.6900	-0.0623	-0.4403	-0.0397	0.2931	628.10	21.514
10.0	0.9552	1.7245	0.8692	0.9704	2.3355	-0.6066	-0.0484	-0.4047	-0.0323	0.3664	783.30	22.201
12.5	0.9792	1.5952	0.8415	0.9262	2.0554	-0.5301	-0.0207	-0.3949	-0.0154	0.4580	977.29	22.764
15.0	0.9966	1.4884	0.7855	0.9095	1.8298	-0.4812	-0.0080	-0.4116	-0.0068	0.5497	1171.28	23.175
20.0	1.0209	1.2961	0.7986	0.8429	1.5141	-0.3322	0.0454	-0.3210	0.0439	0.7329	1559.26	23.758
25.0	1.0339	1.1854	0.7743	0.8069	1.3278	-0.2098	0.0853	-0.2286	0.0930	0.9161	1947.24	24.080
30.0	1.0425	1.1483	0.7918	0.7476	1.2522	-0.0952	0.1112	-0.1047	0.1223	1.0993	2335.23	24.302
35.0	1.0427	1.1708	0.8401	0.7452	1.3159	0.0458	0.1351	0.0466	0.1373	1.2825	2723.21	24.330

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 30. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{W} = 1.643$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

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

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.211$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 30.890$ (MM)

Y (MM)	U U _{REF}	U' U*	V' V*	W' W*	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	0.7195	2.1475	0.9281	1.3343	3.6267	-0.7855	-0.0033	-0.3941	-0.0017	0.0421	109.04	16.649
1.5	0.7333	2.1465	0.9155	1.3233	3.5983	-0.8065	-0.0206	-0.4106	-0.0105	0.0486	124.68	16.981
1.7	0.7460	2.1271	0.9815	1.3599	3.6687	-0.8120	-0.0395	-0.3889	-0.0189	0.0550	140.32	17.286
2.0	0.7631	2.1298	1.0287	1.3340	3.6870	-0.8739	-0.0214	-0.3989	-0.0098	0.0647	163.78	17.693
2.5	0.7860	2.1247	0.9896	1.3144	3.6108	-0.8603	-0.0322	-0.4092	-0.0153	0.0809	202.87	18.234
3.0	0.8086	2.1292	0.9649	1.2916	3.5663	-0.8350	-0.0638	-0.4064	-0.0311	0.0971	241.97	18.765
4.0	0.8427	2.1159	0.9357	1.2296	3.4324	-0.8393	-0.0488	-0.4239	-0.0246	0.1295	320.16	19.565
5.0	0.8674	2.0577	0.9344	1.2551	3.3413	-0.7955	-0.0533	-0.4138	-0.0277	0.1619	398.36	20.139
6.0	0.8895	2.0252	0.9258	1.2368	3.2441	-0.7749	-0.0384	-0.4133	-0.0205	0.1942	476.55	20.654
8.0	0.9240	1.9366	0.8524	1.1671	2.9196	-0.7191	-0.0599	-0.4356	-0.0363	0.2590	632.94	21.457
10.0	0.9474	1.8033	0.9170	1.1532	2.7113	-0.6832	-0.0358	-0.4132	-0.0217	0.3237	789.32	22.004
12.5	0.9734	1.6707	0.8837	1.0866	2.3765	-0.6045	-0.0270	-0.4094	-0.0183	0.4047	984.81	22.613
15.0	0.9928	1.5890	0.7937	0.9949	2.0723	-0.5340	-0.0093	-0.4234	-0.0074	0.4856	1180.29	23.072
20.0	1.0184	1.3681	0.8133	0.9477	1.7157	-0.3986	0.0321	-0.3583	0.0289	0.6475	1571.26	23.684
25.0	1.0346	1.2407	0.8039	0.8776	1.4779	-0.2726	0.0294	-0.2733	0.0295	0.8093	1962.23	24.080
30.0	1.0449	1.1779	0.8197	0.8025	1.3516	-0.1541	0.0452	-0.1596	0.0468	0.9712	2353.19	24.343
35.0	1.0509	1.1631	0.8470	0.7618	1.3253	-0.0307	0.0638	-0.0312	0.0647	1.1331	2744.16	24.507
40.0	1.0530	1.1782	0.8873	0.7303	1.3544	0.1133	0.0755	0.1083	0.0722	1.2949	3135.13	24.578

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 35. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_w = 1.621 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

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

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.211 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 35.520 \text{ (MM)}$

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	0.7172	2.1476	0.9613	1.3614	3.6949	-0.8467	-0.0278	-0.4102	-0.0135	0.0366	108.28	16.709
1.5	0.7301	2.1148	1.0039	1.3743	3.6843	-0.8409	0.0252	-0.3961	0.0119	0.0422	123.81	17.023
1.7	0.7437	2.1114	1.0553	1.3734	3.7289	-0.8506	-0.0229	-0.3817	-0.0103	0.0479	139.34	17.349
2.0	0.7613	2.1154	1.0971	1.3900	3.8055	-0.8965	-0.0278	-0.3863	-0.0120	0.0563	162.64	17.770
2.5	0.7843	2.0939	1.0956	1.3695	3.7303	-0.8899	-0.0378	-0.3879	-0.0165	0.0704	201.46	18.319
3.0	0.8056	2.1015	1.0757	1.3496	3.6974	-0.8617	-0.0428	-0.3812	-0.0189	0.0845	240.29	18.824
4.0	0.8384	2.0709	1.0507	1.3419	3.5967	-0.8341	-0.0071	-0.3834	-0.0033	0.1126	317.94	19.596
5.0	0.8654	2.0521	1.0066	1.3213	3.4850	-0.8184	-0.0415	-0.3962	-0.0201	0.1408	395.59	20.230
6.0	0.8865	2.0182	0.9851	1.2598	3.3155	-0.8191	-0.0319	-0.4120	-0.0160	0.1689	473.24	20.724
8.0	0.9207	1.9241	0.9432	1.2661	3.0973	-0.7398	-0.0418	-0.4077	-0.0230	0.2252	628.54	21.527
10.0	0.9485	1.7951	0.9928	1.2325	2.8635	-0.7123	-0.0633	-0.3997	-0.0355	0.2815	783.84	22.179
12.5	0.9733	1.6907	0.9220	1.1265	2.4888	-0.6326	-0.0371	-0.4058	-0.0238	0.3519	977.97	22.766
15.0	0.9905	1.5832	0.8567	1.0368	2.1578	-0.5648	-0.0351	-0.4164	-0.0259	0.4223	1172.09	23.174
20.0	1.0186	1.3678	0.8456	0.9941	1.7871	-0.4161	-0.0185	-0.3598	-0.0160	0.5631	1560.34	23.849
25.0	1.0352	1.2347	0.8430	0.9200	1.5408	-0.3060	-0.0309	-0.2940	-0.0297	0.7038	1948.59	24.258
30.0	1.0453	1.1511	0.8601	0.8420	1.3869	-0.1900	-0.0260	-0.1920	-0.0263	0.8446	2336.84	24.518
35.0	1.0531	1.1596	0.8281	0.7461	1.2936	-0.0557	-0.0019	-0.0580	-0.0020	0.9854	2725.10	24.723
40.0	1.0554	1.1554	0.8735	0.7160	1.3053	0.0861	-0.0045	0.0853	-0.0044	1.1261	3113.35	24.802

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 40. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{WU} = 1.631$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

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

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.213$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 38.600$ (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	0.7176	2.1494	0.9791	1.2656	3.5901	-0.9098	0.0385	-0.4323	0.0183	0.0337	107.77	16.651
1.5	0.7326	2.1429	0.9808	1.2681	3.5812	-0.9124	0.0583	-0.4341	0.0277	0.0389	123.23	17.014
1.7	0.7436	2.1283	1.0151	1.2896	3.6115	-0.8902	0.0142	-0.4121	0.0066	0.0440	138.69	17.278
2.0	0.7610	2.1167	1.0812	1.2690	3.6298	-0.9605	0.0401	-0.4197	0.0175	0.0518	161.87	17.694
2.5	0.7848	2.1136	1.0592	1.2573	3.5850	-0.9362	0.0433	-0.4182	0.0193	0.0648	200.51	18.258
3.0	0.8074	2.1114	1.0183	1.2420	3.5187	-0.9126	-0.0013	-0.4245	-0.0006	0.0777	239.16	18.791
4.0	0.8389	2.0828	1.0002	1.2172	3.4100	-0.9096	0.0133	-0.4366	0.0064	0.1036	316.44	19.530
5.0	0.8674	2.0508	0.9687	1.1977	3.2894	-0.8646	0.0203	-0.4352	0.0102	0.1295	393.72	20.198
6.0	0.8877	2.0167	0.9524	1.1276	3.1229	-0.8352	0.0203	-0.4348	0.0106	0.1554	471.01	20.672
8.0	0.9208	1.9129	0.9414	1.1143	2.8935	-0.8020	0.0067	-0.4454	0.0037	0.2073	625.58	21.446
10.0	0.9485	1.8207	0.9295	1.0336	2.6236	-0.7364	-0.0214	-0.4352	-0.0126	0.2591	780.14	22.094
12.5	0.9731	1.6845	0.8820	1.0040	2.3118	-0.6452	-0.0371	-0.4342	-0.0250	0.3238	973.35	22.671
15.0	0.9918	1.5608	0.8629	0.9316	2.0243	-0.5769	-0.0353	-0.4284	-0.0262	0.3886	1166.56	23.114
20.0	1.0181	1.3577	0.8147	0.8861	1.6461	-0.4411	-0.0697	-0.3988	-0.0630	0.5181	1552.98	23.744
25.0	1.0348	1.2171	0.8230	0.8296	1.4234	-0.3251	-0.0782	-0.3246	-0.0780	0.6477	1939.40	24.154
30.0	1.0454	1.1480	0.7998	0.7659	1.2721	-0.1859	-0.0832	-0.2024	-0.0906	0.7772	2325.82	24.424
35.0	1.0517	1.1387	0.7877	0.7405	1.2327	-0.0853	-0.0814	-0.0951	-0.0907	0.9067	2712.24	24.593
40.0	1.0506	1.1609	0.8172	0.7279	1.2727	0.0359	-0.0897	0.0378	-0.0946	1.0363	3098.67	24.592

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 45. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{uw} = 1.642$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

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

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.213$ (M/S)

PROFILLÄNGE (UMAX) $Y_{MAX} = 32.800$ (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	0.7250	2.1293	1.0639	1.3132	3.6952	-0.9388	0.0479	-0.4144	0.0212	0.0396	108.11	16.767
1.5	0.7359	2.1105	1.0303	1.3281	3.6398	-0.8976	0.0678	-0.4128	0.0312	0.0457	123.62	17.033
1.7	0.7461	2.1086	1.0176	1.3145	3.6047	-0.8899	0.0670	-0.4147	0.0312	0.0518	139.13	17.278
2.0	0.7645	2.0931	1.1024	1.3287	3.6809	-0.9275	0.0676	-0.4020	0.0293	0.0610	162.38	17.715
2.5	0.7880	2.0959	1.0423	1.2730	3.5498	-0.8925	0.0195	-0.4086	0.0089	0.0762	201.15	18.271
3.0	0.8099	2.0844	1.0572	1.2590	3.5236	-0.9303	0.0254	-0.4222	0.0115	0.0915	239.91	18.785
4.0	0.8420	2.0588	0.9959	1.2395	3.3835	-0.8554	0.0366	-0.4172	0.0178	0.1220	317.44	19.538
5.0	0.8679	2.0433	0.9400	1.1659	3.2089	-0.8422	0.0084	-0.4385	0.0043	0.1524	394.97	20.140
6.0	0.8906	1.9960	0.9435	1.1824	3.1361	-0.8133	0.0286	-0.4318	0.0152	0.1829	472.50	20.670
8.0	0.9216	1.8712	0.9737	1.1308	2.8640	-0.7589	-0.0191	-0.4166	-0.0105	0.2439	627.56	21.392
10.0	0.9507	1.7763	0.9456	1.0380	2.5635	-0.7206	0.0088	-0.4290	0.0052	0.3049	782.62	22.070
12.5	0.9750	1.6434	0.8996	1.0077	2.2628	-0.6202	-0.0362	-0.4195	-0.0245	0.3811	976.44	22.639
15.0	0.9941	1.5268	0.8576	0.9383	1.9735	-0.5456	-0.0394	-0.4167	-0.0301	0.4573	1170.26	23.089
20.0	1.0196	1.3299	0.7823	0.8637	1.5634	-0.3779	-0.0909	-0.3632	-0.0874	0.6098	1557.91	23.699
25.0	1.0342	1.1847	0.8212	0.8587	1.4077	-0.2515	-0.1267	-0.2585	-0.1303	0.7622	1945.55	24.059
30.0	1.0421	1.1487	0.7927	0.8009	1.2947	-0.1246	-0.1407	-0.1368	-0.1545	0.9146	2333.20	24.264
35.0	1.0423	1.1616	0.8236	0.8134	1.3446	-0.0270	-0.1769	-0.0282	-0.1849	1.0671	2720.84	24.292
40.0	1.0376	1.2416	0.8629	0.8102	1.4714	0.0929	-0.2006	0.0867	-0.1873	1.2195	3108.49	24.205

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 50. GRAD

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

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.752 \text{ (M/S)}$

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.214 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 28.700 \text{ (MM)}$

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	0.7187	2.0534	1.0672	1.4176	3.6826	-0.8164	-0.0172	-0.3726	-0.0079	0.0453	107.46	16.566
1.5	0.7342	2.0498	1.1004	1.3995	3.6858	-0.8590	0.0220	-0.3808	0.0097	0.0523	122.87	16.936
1.7	0.7474	2.0379	1.1087	1.4088	3.6834	-0.8674	0.0054	-0.3839	0.0024	0.0592	138.28	17.252
2.0	0.7647	2.0509	1.0820	1.3733	3.6313	-0.8720	0.0424	-0.3930	0.0191	0.0697	161.40	17.662
2.5	0.7893	2.0384	1.0889	1.3579	3.5924	-0.8885	0.0268	-0.4003	0.0121	0.0871	199.93	18.241
3.0	0.8116	2.0151	1.0923	1.3771	3.5751	-0.8488	0.0466	-0.3856	0.0212	0.1045	238.46	18.764
4.0	0.8440	1.9813	1.0663	1.3488	3.4409	-0.8242	-0.0125	-0.3901	-0.0059	0.1394	315.52	19.520
5.0	0.8716	1.9495	1.0132	1.2982	3.2563	-0.7741	0.0314	-0.3919	0.0159	0.1742	392.57	20.161
6.0	0.8935	1.8925	1.0450	1.2923	3.1718	-0.7414	-0.0181	-0.3749	-0.0091	0.2091	469.63	20.669
8.0	0.9287	1.7678	1.0773	1.2824	2.9652	-0.7136	-0.0679	-0.3747	-0.0356	0.2787	623.75	21.485
10.0	0.9575	1.6816	0.9885	1.1935	2.6147	-0.6229	-0.0726	-0.3747	-0.0436	0.3484	777.87	22.155
12.5	0.9817	1.5458	0.9681	1.1115	2.2811	-0.5390	-0.1070	-0.3602	-0.0715	0.4355	970.51	22.719
15.0	1.0010	1.4257	0.9182	1.0723	2.0127	-0.4501	-0.1059	-0.3439	-0.0809	0.5226	1163.16	23.174
20.0	1.0241	1.2128	0.9038	1.0044	1.6484	-0.3028	-0.1628	-0.2763	-0.1485	0.6969	1548.45	23.725
25.0	1.0340	1.1244	0.8831	0.9440	1.4676	-0.1546	-0.1921	-0.1557	-0.1935	0.8711	1933.74	23.974
30.0	1.0371	1.1274	0.8965	0.9475	1.4863	-0.0288	-0.2303	-0.0285	-0.2279	1.0453	2319.03	24.068
35.0	1.0315	1.1937	0.9549	0.9728	1.6415	0.1008	-0.2624	0.0884	-0.2302	1.2195	2704.32	23.961

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 55. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_w = 1.657$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

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

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.214$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 25.400$ (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	0.7223	2.0640	0.9644	1.3580	3.5172	-0.8633	0.0212	-0.4337	0.0107	0.0512	107.70	16.613
1.5	0.7355	2.0497	1.0279	1.3475	3.5367	-0.8736	0.0174	-0.4147	0.0083	0.0591	123.14	16.929
1.7	0.7509	2.0560	1.0201	1.3238	3.5101	-0.8776	0.0057	-0.4184	0.0027	0.0669	138.59	17.294
2.0	0.7661	2.0358	1.0203	1.3060	3.4454	-0.8877	0.0182	-0.4274	0.0087	0.0787	161.76	17.656
2.5	0.7927	2.0474	0.9646	1.2687	3.3660	-0.8705	0.0105	-0.4408	0.0053	0.0984	200.37	18.280
3.0	0.8117	2.0265	0.9515	1.2515	3.2892	-0.8410	0.0408	-0.4362	0.0212	0.1181	238.99	18.726
4.0	0.8470	1.9826	0.9380	1.2316	3.1638	-0.8132	0.0149	-0.4373	0.0080	0.1575	316.22	19.546
5.0	0.8757	1.9292	0.9677	1.2384	3.0960	-0.7743	-0.0011	-0.4147	-0.0006	0.1969	393.45	20.212
6.0	0.8965	1.8751	0.9542	1.2050	2.9393	-0.7270	-0.0205	-0.4063	-0.0115	0.2362	470.68	20.693
8.0	0.9304	1.7434	0.9826	1.1637	2.6796	-0.6654	-0.0785	-0.3884	-0.0458	0.3150	625.14	21.478
10.0	0.9613	1.6561	0.9115	1.0721	2.3616	-0.5848	-0.0910	-0.3873	-0.0603	0.3937	779.60	22.195
12.5	0.9846	1.5211	0.8306	1.0083	2.0102	-0.4745	-0.1194	-0.3755	-0.0945	0.4921	972.68	22.738
15.0	1.0022	1.3921	0.8429	0.9834	1.8077	-0.3994	-0.1511	-0.3404	-0.1288	0.5906	1165.75	23.151
20.0	1.0226	1.2085	0.8199	0.9428	1.5108	-0.2184	-0.1939	-0.2204	-0.1957	0.7874	1551.90	23.638
25.0	1.0300	1.1701	0.8172	0.9163	1.4383	-0.0556	-0.2292	-0.0581	-0.2397	0.9843	1938.05	23.830
30.0	1.0259	1.2178	0.8942	0.9440	1.5869	0.1038	-0.2698	0.0953	-0.2477	1.1811	2324.20	23.756

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 60. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{WU} = 1.670 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.734 \text{ (M/S)}$

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.210 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 22.600 \text{ (MM)}$

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	0.7256	2.0323	1.0351	1.3752	3.5464	-0.8630	-0.1124	-0.4102	-0.0534	0.0575	110.41	16.661
1.5	0.7429	2.0230	1.0601	1.3989	3.5867	-0.8540	-0.1434	-0.3982	-0.0669	0.0664	126.25	17.071
1.7	0.7555	2.0268	1.0161	1.3496	3.4308	-0.8747	-0.0928	-0.4247	-0.0451	0.0752	142.08	17.371
2.0	0.7742	2.0264	1.0048	1.2974	3.3996	-0.8509	-0.1704	-0.4179	-0.0837	0.0885	165.84	17.812
2.5	0.7994	2.0114	0.9833	1.3344	3.3966	-0.8374	-0.1280	-0.4234	-0.0647	0.1106	205.42	18.402
3.0	0.8201	1.9925	0.9697	1.2994	3.2995	-0.8137	-0.1203	-0.4211	-0.0623	0.1327	245.01	18.886
4.0	0.8544	1.9523	0.9131	1.2392	3.0903	-0.7596	-0.1348	-0.4262	-0.0756	0.1770	324.19	19.683
5.0	0.8809	1.8788	0.9595	1.2663	3.0271	-0.7730	-0.1587	-0.4288	-0.0880	0.2212	403.37	20.294
6.0	0.9026	1.7914	1.0065	1.2663	2.9128	-0.7207	-0.1726	-0.3997	-0.0957	0.2655	482.54	20.796
8.0	0.9403	1.6654	0.9807	1.2156	2.6065	-0.6240	-0.2162	-0.3821	-0.1324	0.3540	640.90	21.667
10.0	0.9653	1.5545	0.9087	1.1304	2.2601	-0.5240	-0.2283	-0.3709	-0.1616	0.4425	799.25	22.246
12.5	0.9887	1.4106	0.8279	1.0405	1.8789	-0.4116	-0.2183	-0.3525	-0.1870	0.5531	997.20	22.792
15.0	1.0044	1.3020	0.8253	1.0261	1.7146	-0.3283	-0.2466	-0.3055	-0.2295	0.6637	1195.14	23.160
20.0	1.0209	1.1618	0.7757	0.9701	1.4463	-0.1298	-0.2409	-0.1440	-0.2674	0.8850	1591.02	23.558
25.0	1.0227	1.1921	0.7455	0.9645	1.4536	0.0406	-0.2631	0.0457	-0.2960	1.1062	1986.91	23.622
30.0	1.0113	1.3248	0.8077	0.9756	1.6797	0.2032	-0.2845	0.1899	-0.2659	1.3274	2382.79	23.380

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 65. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{uw} = 1.695 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.733 \text{ (M/S)}$

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.210 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 20.700 \text{ (MM)}$

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	0.7318	2.0314	1.0878	1.3891	3.6198	-0.9687	-0.0401	-0.4384	-0.0181	0.0628	110.90	16.730
1.5	0.7465	2.0376	1.0600	1.3444	3.5414	-0.9202	-0.0690	-0.4261	-0.0320	0.0725	126.81	17.079
1.7	0.7611	2.0303	1.0508	1.3486	3.5225	-0.9198	-0.0562	-0.4312	-0.0264	0.0821	142.71	17.422
2.0	0.7791	2.0131	1.0663	1.3538	3.5112	-0.9131	-0.0538	-0.4254	-0.0250	0.0966	166.57	17.845
2.5	0.8029	1.9853	1.0559	1.3282	3.4102	-0.8910	-0.0762	-0.4250	-0.0363	0.1208	206.33	18.401
3.0	0.8243	1.9735	1.0070	1.2917	3.2887	-0.8568	-0.0620	-0.4311	-0.0312	0.1449	246.10	18.899
4.0	0.8576	1.9162	0.9781	1.2613	3.1098	-0.8130	-0.0835	-0.4337	-0.0445	0.1932	325.62	19.668
5.0	0.8850	1.8358	1.0187	1.2933	3.0403	-0.7784	-0.0928	-0.4162	-0.0496	0.2415	405.15	20.300
6.0	0.9061	1.7579	1.0299	1.2492	2.8558	-0.7189	-0.1840	-0.3971	-0.1016	0.2899	484.68	20.783
8.0	0.9446	1.6289	0.9264	1.1623	2.4313	-0.5860	-0.1627	-0.3883	-0.1078	0.3865	643.73	21.669
10.0	0.9687	1.5027	0.9106	1.0885	2.1360	-0.4904	-0.1765	-0.3584	-0.1290	0.4831	802.79	22.227
12.5	0.9914	1.3627	0.8210	1.0459	1.8124	-0.3777	-0.1832	-0.3376	-0.1638	0.6039	1001.61	22.752
15.0	1.0048	1.2460	0.8032	1.0261	1.6252	-0.2483	-0.1990	-0.2482	-0.1988	0.7246	1200.42	23.068
20.0	1.0175	1.1555	0.7730	0.9688	1.4355	-0.0353	-0.2190	-0.0396	-0.2452	0.9662	1598.06	23.377
25.0	1.0124	1.2451	0.7662	1.0024	1.5712	0.1505	-0.2573	0.1578	-0.2697	1.2077	1995.70	23.280

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 70. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{uw} = 1.696$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.744$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.215$ (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) $Y_{MAX} = 19.240$ (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	0.7309	1.9967	1.1103	1.5452	3.8035	-0.9012	-0.4117	-0.4065	-0.1857	0.0676	107.72	16.594
1.5	0.7467	1.9854	1.1007	1.5029	3.7060	-0.8866	-0.4090	-0.4057	-0.1871	0.0780	123.17	16.965
1.7	0.7593	1.9840	1.1057	1.4578	3.6420	-0.9234	-0.3999	-0.4209	-0.1823	0.0884	138.62	17.263
2.0	0.7785	1.9640	1.1203	1.4766	3.6464	-0.9143	-0.3906	-0.4155	-0.1775	0.1040	161.79	17.710
2.5	0.8043	1.9506	1.0605	1.4266	3.4823	-0.9028	-0.3461	-0.4364	-0.1673	0.1299	200.41	18.308
3.0	0.8244	1.9142	1.0799	1.3929	3.3853	-0.8740	-0.3635	-0.4228	-0.1759	0.1559	239.04	18.771
4.0	0.8590	1.8390	1.0607	1.3979	3.2306	-0.8055	-0.3323	-0.4130	-0.1704	0.2079	316.28	19.567
5.0	0.8858	1.7682	1.0315	1.3457	3.0007	-0.7511	-0.3308	-0.4118	-0.1814	0.2599	393.53	20.181
6.0	0.9083	1.6884	1.0434	1.3189	2.8394	-0.6994	-0.3533	-0.3970	-0.2005	0.3119	470.78	20.695
8.0	0.9427	1.5349	0.9821	1.2405	2.4298	-0.5642	-0.3288	-0.3742	-0.2181	0.4158	625.27	21.481
10.0	0.9711	1.4156	0.9241	1.1551	2.0961	-0.4552	-0.2892	-0.3479	-0.2211	0.5198	779.76	22.131
12.5	0.9915	1.2554	0.8911	1.1279	1.8211	-0.3326	-0.2630	-0.2973	-0.2350	0.6497	972.87	22.600
15.0	1.0069	1.1617	0.8504	1.0856	1.6257	-0.2213	-0.2881	-0.2240	-0.2916	0.7796	1165.99	22.959
20.0	1.0156	1.1198	0.8053	1.0464	1.4986	0.0082	-0.2831	0.0091	-0.3140	1.0395	1552.22	23.173
25.0	1.0041	1.2426	0.8583	1.0900	1.7345	0.2105	-0.3249	0.1974	-0.3046	1.2994	1938.45	22.929

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 75. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{WU} = 1.705 \text{ (N/M**2)}$

BEZUGSWERTE

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

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.215 \text{ (M/S)}$

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 18.300 \text{ (MM)}$

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	0.7338	2.0513	0.8665	1.2283	3.2336	-0.8959	0.0083	-0.5041	0.0046	0.0710	108.01	16.614
1.5	0.7464	2.0399	0.8651	1.2152	3.1930	-0.8962	0.0103	-0.5079	0.0058	0.0820	123.50	16.913
1.7	0.7615	2.0386	0.8649	1.2296	3.2081	-0.9067	0.0071	-0.5142	0.0040	0.0929	139.00	17.266
2.0	0.7807	2.0301	0.8665	1.2195	3.1797	-0.8830	-0.0017	-0.5020	-0.0009	0.1093	162.23	17.710
2.5	0.8054	1.9868	0.8742	1.2124	3.0907	-0.8640	0.0390	-0.4975	0.0224	0.1366	200.96	18.284
3.0	0.8268	1.9716	0.8338	1.2078	3.0207	-0.8243	0.0308	-0.5014	0.0187	0.1639	239.69	18.775
4.0	0.8617	1.8804	0.8941	1.2104	2.9002	-0.7991	0.0080	-0.4753	0.0048	0.2186	317.15	19.575
5.0	0.8888	1.7854	0.9416	1.2137	2.7737	-0.7474	-0.0467	-0.4446	-0.0278	0.2732	394.60	20.194
6.0	0.9109	1.7114	0.8959	1.1465	2.5230	-0.6539	-0.0199	-0.4265	-0.0130	0.3279	472.06	20.697
8.0	0.9444	1.5618	0.8385	1.0979	2.1738	-0.5180	-0.0450	-0.3956	-0.0343	0.4372	626.97	21.460
10.0	0.9747	1.4333	0.7923	1.0494	1.8917	-0.4075	-0.0615	-0.3588	-0.0541	0.5464	781.89	22.151
12.5	0.9942	1.2801	0.7616	1.0306	1.6404	-0.2637	-0.0793	-0.2705	-0.0814	0.6831	975.53	22.600
15.0	1.0053	1.1651	0.7619	1.0111	1.4801	-0.1225	-0.1012	-0.1380	-0.1140	0.8197	1169.17	22.859
20.0	1.0116	1.1567	0.7843	1.0283	1.5052	0.1193	-0.1011	0.1315	-0.1114	1.0929	1556.45	23.021
25.0	0.9965	1.3177	0.8472	1.0789	1.8091	0.3111	-0.1492	0.2787	-0.1337	1.3661	1943.74	22.695

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 80. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{uw} = 1.748$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.749$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.215$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 17.800$ (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	0.7445	2.0913	0.9147	1.2706	3.4124	-1.0053	0.0292	-0.5255	0.0153	0.0730	109.43	16.649
1.5	0.7556	2.0570	0.9535	1.2828	3.3929	-0.9622	0.0002	-0.4906	0.0001	0.0843	125.13	16.911
1.7	0.7670	2.0346	0.9549	1.2915	3.3597	-0.9409	0.0142	-0.4843	0.0073	0.0955	140.82	17.175
2.0	0.7836	2.0190	0.9334	1.2986	3.3170	-0.9235	0.0242	-0.4900	0.0129	0.1124	164.37	17.558
2.5	0.8080	1.9950	0.9176	1.2447	3.1855	-0.9017	0.0350	-0.4926	0.0191	0.1404	203.60	18.116
3.0	0.8289	1.9626	0.8915	1.2367	3.0880	-0.8637	0.0143	-0.4936	0.0082	0.1685	242.84	18.591
4.0	0.8628	1.8869	0.8843	1.2122	2.9058	-0.8174	-0.0089	-0.4899	-0.0054	0.2247	321.32	19.358
5.0	0.8897	1.7807	0.9456	1.2128	2.7679	-0.7623	0.0140	-0.4527	0.0083	0.2809	399.79	19.964
6.0	0.9133	1.6915	0.9441	1.1835	2.5766	-0.6914	-0.0017	-0.4329	-0.0011	0.3371	478.27	20.496
8.0	0.9455	1.5318	0.8516	1.0954	2.1357	-0.5158	-0.0103	-0.3954	-0.0079	0.4494	635.22	21.220
10.0	0.9745	1.4097	0.8133	1.0603	1.8866	-0.3960	-0.0143	-0.3454	-0.0124	0.5618	792.17	21.875
12.5	0.9959	1.2451	0.8018	1.0576	1.6559	-0.2466	-0.0199	-0.2470	-0.0200	0.7022	988.36	22.361
15.0	1.0076	1.1559	0.7732	1.0375	1.5052	-0.0893	-0.0289	-0.1000	-0.0323	0.8427	1184.54	22.629
20.0	1.0092	1.1816	0.7863	1.0400	1.5481	0.1452	-0.0387	0.1562	-0.0417	1.1236	1576.92	22.683
25.0	0.9899	1.3758	0.8092	1.0861	1.8636	0.3495	-0.0774	0.3140	-0.0696	1.4045	1969.30	22.268

VERSUCH NR. 19 (WANDKANAL)

DATUM 14.02.1977

POSITION 85. GRAD

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{WU} = 1.736$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

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

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.215$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 17.700$ (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	0.7465	2.1695	0.9112	1.2962	3.6084	-1.1182	0.0163	-0.5657	0.0083	0.0734	109.69	16.766
1.5	0.7580	2.1262	0.9024	1.3453	3.5725	-1.0521	0.0600	-0.5484	0.0313	0.0847	125.42	17.036
1.7	0.7694	2.0882	0.9413	1.3249	3.5009	-1.0580	0.0319	-0.5382	0.0162	0.0960	141.16	17.303
2.0	0.7859	2.0666	0.9282	1.3163	3.4323	-1.0301	0.0241	-0.5371	0.0126	0.1130	164.76	17.684
2.5	0.8114	2.0352	0.8879	1.2710	3.2728	-0.9861	0.0559	-0.5457	0.0309	0.1412	204.09	18.268
3.0	0.8317	2.0029	0.8530	1.2233	3.1179	-0.9731	0.1042	-0.5696	0.0610	0.1695	243.42	18.731
4.0	0.8660	1.9142	0.8495	1.1753	2.8837	-0.8936	0.1154	-0.5495	0.0710	0.2260	322.08	19.512
5.0	0.8946	1.8224	0.8585	1.1472	2.6871	-0.8331	0.1284	-0.5325	0.0820	0.2825	400.74	20.159
6.0	0.9171	1.7315	0.8387	1.0967	2.4521	-0.7378	0.1390	-0.5080	0.0957	0.3390	479.40	20.667
8.0	0.9542	1.5746	0.7440	1.0226	2.0394	-0.5885	0.1500	-0.5023	0.1280	0.4520	636.72	21.505
10.0	0.9778	1.4402	0.6922	1.0036	1.7802	-0.4655	0.1844	-0.4670	0.1850	0.5650	794.04	22.041
12.5	0.9978	1.2530	0.7415	1.0123	1.5723	-0.3003	0.1601	-0.3233	0.1723	0.7062	990.70	22.496
15.0	1.0091	1.1729	0.6803	0.9669	1.3867	-0.1628	0.1736	-0.2040	0.2176	0.8475	1187.35	22.758
20.0	1.0094	1.2021	0.6326	0.9999	1.4225	0.0825	0.1711	0.1085	0.2249	1.1299	1580.65	22.783
25.0	0.9863	1.4007	0.6372	1.0725	1.7592	0.2540	0.1691	0.2846	0.1895	1.4124	1973.96	22.280

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 5. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{WU} = 1.584$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.744$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.214$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 22.500$ (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	0.7085	2.0849	0.9057	1.3749	3.5288	-0.8442	0.0385	-0.4471	0.0204	0.0578	104.99	16.660
1.5	0.7248	2.0688	0.9422	1.3776	3.5326	-0.8624	0.0677	-0.4424	0.0347	0.0667	120.05	17.056
1.7	0.7355	2.0517	0.9820	1.3760	3.5336	-0.8593	0.0151	-0.4265	0.0075	0.0756	135.11	17.318
2.0	0.7518	2.0478	0.9638	1.3621	3.4890	-0.8535	0.0295	-0.4324	0.0149	0.0889	157.70	17.713
2.5	0.7755	2.0402	0.9871	1.3090	3.4251	-0.9199	-0.0027	-0.4568	-0.0014	0.1111	195.35	18.285
3.0	0.7956	2.0233	0.9528	1.3173	3.3684	-0.8431	0.0179	-0.4373	0.0093	0.1333	232.99	18.764
4.0	0.8280	1.9840	0.9430	1.2848	3.2381	-0.8244	0.0042	-0.4407	0.0023	0.1778	308.28	19.536
5.0	0.8536	1.9347	0.9099	1.2627	3.0827	-0.7901	0.0135	-0.4488	0.0077	0.2222	383.58	20.144
6.0	0.8756	1.9025	0.8816	1.2463	2.9750	-0.7493	0.0010	-0.4468	0.0006	0.2667	458.87	20.665
8.0	0.9072	1.7534	0.9381	1.2565	2.7667	-0.6859	0.0021	-0.4170	0.0013	0.3556	609.45	21.413
10.0	0.9331	1.6475	0.9309	1.1833	2.4905	-0.6103	-0.0114	-0.3980	-0.0075	0.4444	760.04	22.026
12.5	0.9634	1.5457	0.8557	1.1175	2.1851	-0.5194	-0.0052	-0.3927	-0.0039	0.5556	948.27	22.746
15.0	0.9826	1.4490	0.7844	1.0562	1.9152	-0.4128	-0.0363	-0.3631	-0.0320	0.6667	1136.50	23.206
20.0	1.0091	1.2182	0.7830	1.0274	1.5763	-0.2018	-0.0496	-0.2115	-0.0520	0.8889	1512.96	23.849
25.0	1.0108	1.1629	0.7499	1.0143	1.4718	0.0625	-0.0457	0.0716	-0.0524	1.1111	1889.42	23.910
30.0	0.9817	1.3729	0.7932	1.0638	1.8228	0.3372	0.0155	0.3097	0.0142	1.3333	2265.88	23.240

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 10. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_w = 1.581$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.749$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.214$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 23.100$ (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	0.7059	2.0603	0.9490	1.3886	3.5368	-0.8375	0.0518	-0.4283	0.0265	0.0563	104.92	16.612
1.5	0.7193	2.0529	0.9451	1.3799	3.5059	-0.8375	0.0324	-0.4317	0.0167	0.0649	119.97	16.942
1.7	0.7330	2.0408	0.9657	1.3750	3.4940	-0.8382	0.0357	-0.4253	0.0181	0.0736	135.02	17.274
2.0	0.7513	2.0474	0.9665	1.3496	3.4738	-0.8609	0.0239	-0.4350	0.0121	0.0866	157.59	17.718
2.5	0.7730	2.0252	0.9912	1.3272	3.4226	-0.8838	0.0516	-0.4403	0.0257	0.1082	195.21	18.241
3.0	0.7946	2.0105	0.9892	1.3251	3.3882	-0.8564	0.0364	-0.4306	0.0183	0.1299	232.83	18.758
4.0	0.8260	1.9813	0.9170	1.2894	3.2145	-0.8353	0.0522	-0.4598	0.0287	0.1732	308.07	19.505
5.0	0.8519	1.9297	0.9244	1.2715	3.0976	-0.8135	0.0185	-0.4560	0.0104	0.2165	383.32	20.121
6.0	0.8735	1.8838	0.9332	1.2390	2.9773	-0.7888	0.0467	-0.4487	0.0266	0.2597	458.56	20.632
8.0	0.9077	1.7620	0.9535	1.2511	2.7894	-0.7217	0.0150	-0.4296	0.0089	0.3463	609.04	21.442
10.0	0.9366	1.6629	0.9291	1.1785	2.5086	-0.6457	0.0304	-0.4179	0.0197	0.4329	759.52	22.127
12.5	0.9634	1.5597	0.8371	1.1204	2.1943	-0.5034	0.0254	-0.3855	0.0195	0.5411	947.62	22.767
15.0	0.9827	1.4521	0.7962	1.0631	1.9364	-0.4114	0.0085	-0.3558	0.0074	0.6494	1135.73	23.230
20.0	1.0082	1.2440	0.7499	1.0156	1.5707	-0.2064	-0.0104	-0.2212	-0.0112	0.8658	1511.93	23.847
25.0	1.0114	1.1557	0.7583	1.0039	1.4592	0.0281	0.0344	0.0321	0.0393	1.0823	1888.14	23.944
30.0	0.9868	1.3318	0.7968	1.0464	1.7517	0.3072	0.0793	0.2895	0.0747	1.2987	2264.34	23.380

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 15. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.588 (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.759 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U* = 1.215 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 23.650 (MM)

Y (MM)	U LREF	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	0.7078	2.0887	0.8137	1.4591	3.5768	-0.7644	0.0018	-0.4498	0.0011	0.0550	104.36	16.604
1.5	0.7197	2.0762	0.8420	1.4529	3.5652	-0.7382	-0.0134	-0.4223	-0.0076	0.0634	119.33	16.898
1.7	0.7318	2.0667	0.8156	1.4455	3.5130	-0.7317	-0.0051	-0.4341	-0.0031	0.0719	134.30	17.191
2.0	0.7493	2.0557	0.8864	1.4269	3.5321	-0.8108	-0.0031	-0.4441	-0.0017	0.0846	156.75	17.613
2.5	0.7737	2.0382	0.8951	1.4083	3.4694	-0.7878	0.0038	-0.4318	0.0021	0.1057	194.17	18.200
3.0	0.7950	2.0371	0.8801	1.3807	3.4155	-0.7820	0.0138	-0.4361	0.0077	0.1268	231.59	18.708
4.0	0.8259	2.0033	0.8494	1.3531	3.2826	-0.7585	-0.0197	-0.4458	-0.0116	0.1691	306.42	19.442
5.0	0.8510	1.9582	0.8557	1.3002	3.1287	-0.7623	0.0078	-0.4550	0.0047	0.2114	381.26	20.036
6.0	0.8723	1.9015	0.8554	1.3111	3.0331	-0.7336	0.0034	-0.4510	0.0021	0.2537	456.10	20.540
8.0	0.9074	1.7885	0.8695	1.2923	2.8123	-0.6784	0.0144	-0.4362	0.0092	0.3383	605.77	21.368
10.0	0.9330	1.6665	0.9176	1.2525	2.5940	-0.6156	0.0113	-0.4026	0.0074	0.4228	755.45	21.975
12.5	0.9611	1.5728	0.8049	1.1689	2.2440	-0.5054	0.0207	-0.3992	0.0163	0.5285	942.54	22.640
15.0	0.9817	1.4726	0.7375	1.0986	1.9597	-0.4072	0.0173	-0.3750	0.0159	0.6342	1129.64	23.133
20.0	1.0053	1.2620	0.6525	1.0246	1.5611	-0.2072	0.0254	-0.2370	0.0291	0.8457	1503.82	23.706
25.0	1.0128	1.1601	0.6582	1.0308	1.4479	0.0084	0.0759	0.0103	0.0937	1.0571	1878.01	23.901
30.0	0.9923	1.3078	0.7606	1.0381	1.6833	0.2713	0.1648	0.2727	0.1657	1.2685	2252.20	23.436

VERSUCH NR. 2) (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 20. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.573 (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.759 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U* = 1.215 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 24.380 (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	0.7031	2.0705	0.7871	1.4373	3.5593	-0.7245	-0.0109	-0.4446	-0.0067	0.0532	104.01	16.548
1.5	0.7162	2.0681	0.8054	1.4605	3.5294	-0.7237	-0.0002	-0.4345	-0.0001	0.0615	118.93	16.870
1.7	0.7307	2.0630	0.8229	1.4278	3.4860	-0.7332	-0.0040	-0.4319	-0.0024	0.0697	133.85	17.223
2.0	0.7467	2.0493	0.9302	1.4231	3.5451	-0.8185	-0.0049	-0.4294	-0.0026	0.0820	156.23	17.613
2.5	0.7702	2.0477	0.8802	1.3827	3.4400	-0.8024	-0.0022	-0.4451	-0.0012	0.1025	193.52	18.179
3.0	0.7918	2.0242	0.8926	1.3797	3.3988	-0.7919	0.0061	-0.4383	0.0034	0.1231	230.81	18.695
4.0	0.8235	1.9889	0.8801	1.3351	3.2563	-0.7675	0.0173	-0.4384	0.0099	0.1641	305.40	19.450
5.0	0.8506	1.9616	0.8367	1.3167	3.1407	-0.7356	0.0359	-0.4482	0.0219	0.2051	379.99	20.093
6.0	0.8718	1.9100	0.8522	1.3057	3.0395	-0.7257	0.0391	-0.4459	0.0240	0.2461	454.58	20.596
8.0	0.9063	1.8078	0.8568	1.2878	2.8304	-0.6837	0.0359	-0.4414	0.0231	0.3281	603.76	21.414
10.0	0.9314	1.6980	0.8348	1.2489	2.5699	-0.5949	0.0485	-0.4197	0.0342	0.4102	752.93	22.009
12.5	0.9602	1.5906	0.8093	1.1272	2.2277	-0.5200	0.0305	-0.4040	0.0237	0.5127	939.41	22.694
15.0	0.9800	1.4871	0.7275	1.0891	1.9633	-0.4248	0.0360	-0.3927	0.0333	0.6153	1125.88	23.170
20.0	1.0059	1.2751	0.7026	1.0288	1.5889	-0.2443	0.0735	-0.2727	0.0820	0.8203	1498.82	23.798
25.0	1.0138	1.1633	0.6596	1.0038	1.4252	-0.0403	0.1273	-0.0495	0.1564	1.0254	1871.76	24.004
30.0	0.9992	1.2567	0.7578	1.0400	1.6177	0.1992	0.2065	0.2092	0.2168	1.2305	2244.70	23.678

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 25. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{uw} = 1.580$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

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

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.216$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 25.200$ (MM)

Y (MM)	U U _{REF}	U ² U* ²	V ² U* ²	W ² U* ²	K ² (U*)**2	U ² V ² (U*)**2	U ² W ² (U*)**2	U ² V ² U ² *V ²	U ² W ² U ² *W ²	Y Y _{MAX}	Y+	U+
1.3	0.7075	2.1176	0.8336	1.3945	3.5619	-0.7376	0.0257	-0.4179	0.0145	0.0516	103.36	16.627
1.5	0.7205	2.0940	0.8914	1.3981	3.5670	-0.7419	0.0421	-0.3974	0.0226	0.0595	118.19	16.945
1.7	0.7319	2.0857	0.8803	1.3759	3.5091	-0.7221	0.0541	-0.3933	0.0295	0.0675	133.01	17.223
2.0	0.7500	2.0864	0.8648	1.3522	3.4647	-0.7303	0.0736	-0.4048	0.0408	0.0794	155.25	17.660
2.5	0.7734	2.0823	0.9140	1.3078	3.4408	-0.8210	0.0574	-0.4314	0.0302	0.0992	192.31	18.224
3.0	0.7936	2.0516	0.9322	1.2980	3.3815	-0.8019	0.0698	-0.4193	0.0365	0.1190	229.37	18.708
4.0	0.8253	2.0260	0.8813	1.3046	3.2917	-0.7706	0.0684	-0.4316	0.0383	0.1587	303.50	19.463
5.0	0.8506	1.9643	0.9301	1.2946	3.1997	-0.7760	0.0871	-0.4248	0.0477	0.1984	377.62	20.063
6.0	0.8714	1.9264	0.8973	1.2929	3.0940	-0.7303	0.0695	-0.4225	0.0402	0.2381	451.74	20.554
8.0	0.9059	1.8082	0.9304	1.2597	2.8610	-0.7018	0.1150	-0.4172	0.0684	0.3175	599.99	21.371
10.0	0.9303	1.6954	0.9588	1.2344	2.6588	-0.6488	0.1326	-0.3991	0.0815	0.3968	748.23	21.950
12.5	0.9548	1.6039	0.8214	1.0961	2.2325	-0.5362	0.1016	-0.4021	0.0762	0.4960	933.54	22.533
15.0	0.9798	1.5038	0.8121	1.0449	2.0064	-0.4576	0.1052	-0.3747	0.0862	0.5952	1118.85	23.127
20.0	1.0055	1.2892	0.7608	1.0062	1.6267	-0.2803	0.1300	-0.2858	0.1326	0.7937	1489.46	23.751
25.0	1.0163	1.1717	0.7146	0.9575	1.4002	-0.0783	0.1681	-0.0935	0.2008	0.9921	1860.08	24.025
30.0	1.0077	1.2336	0.7443	0.9434	1.4828	0.1252	0.2561	0.1363	0.2789	1.1905	2230.69	23.842

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 30. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_w = 1.574$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.759$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.216$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 26.000$ (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	0.7054	2.1161	0.8808	1.3158	3.4926	-0.8138	-0.0160	-0.4366	-0.0086	0.0500	103.18	16.605
1.5	0.7198	2.1060	0.9127	1.3501	3.5455	-0.8170	0.0980	-0.4250	0.0510	0.0577	117.97	16.958
1.7	0.7327	2.1018	0.9111	1.3543	3.5409	-0.8087	0.0621	-0.4223	0.0324	0.0654	132.77	17.273
2.0	0.7478	2.0846	0.9040	1.3524	3.4960	-0.8019	0.0790	-0.4255	0.0419	0.0769	154.97	17.640
2.5	0.7734	2.0772	0.8858	1.3062	3.4963	-0.9392	0.0402	-0.4587	0.0196	0.0962	191.96	18.258
3.0	0.7932	2.0597	0.8767	1.3064	3.4514	-0.8996	0.1326	-0.4472	0.0659	0.1154	228.95	18.732
4.0	0.8282	2.0498	0.9068	1.2772	3.3276	-0.8459	0.0972	-0.4551	0.0523	0.1528	302.94	19.566
5.0	0.8524	1.9975	0.9382	1.2564	3.2244	-0.8702	0.1058	-0.4643	0.0565	0.1923	376.93	20.140
6.0	0.8742	1.9407	0.9258	1.2611	3.1068	-0.7959	0.1069	-0.4430	0.0595	0.2308	450.92	20.658
8.0	0.9042	1.8214	0.8716	1.2231	2.8787	-0.7748	0.1324	-0.4378	0.0748	0.3077	598.89	21.369
10.0	0.9299	1.7199	0.9648	1.1943	2.6577	-0.7134	0.0956	-0.4299	0.0576	0.3846	746.87	21.978
12.5	0.9594	1.6021	0.9152	1.1366	2.3480	-0.5803	0.1125	-0.3958	0.0767	0.4808	931.84	22.681
15.0	0.9797	1.5174	0.8119	1.0576	2.0508	-0.5031	0.1035	-0.4084	0.0840	0.5769	1116.81	23.166
20.0	1.0062	1.3117	0.7255	1.0081	1.6389	-0.3280	0.1195	-0.3400	0.1239	0.7692	1486.74	23.810
25.0	1.0192	1.1835	0.7237	0.9479	1.4114	-0.1547	0.1912	-0.1806	0.2232	0.9615	1856.68	24.137
30.0	1.0145	1.1937	0.8101	0.9543	1.4959	0.0732	0.2544	0.0757	0.2631	1.1538	2226.62	24.045

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 35. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{W} = 1.565$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.788$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.218$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 26.830$ (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	0.7061	2.1025	1.0206	1.4674	3.8076	-0.8485	0.0685	-0.3954	0.0319	0.0485	102.57	16.667
1.5	0.7197	2.0961	1.0151	1.4645	3.7843	-0.8295	0.0494	-0.3899	0.0232	0.0559	117.28	17.002
1.7	0.7323	2.0818	1.0254	1.4394	3.7285	-0.8066	0.0300	-0.3779	0.0141	0.0634	131.99	17.310
2.0	0.7478	2.0702	1.0357	1.4700	3.7597	-0.8010	0.0842	-0.3736	0.0393	0.0745	154.06	17.688
2.5	0.7737	2.0579	1.0731	1.4589	3.7573	-0.8111	0.0478	-0.3673	0.0216	0.0932	190.84	18.313
3.0	0.7943	2.0505	1.0512	1.4058	3.6430	-0.8183	0.0143	-0.3796	0.0066	0.1118	227.62	18.808
4.0	0.8258	2.0144	1.0098	1.3826	3.4946	-0.8042	0.0598	-0.3954	0.0294	0.1491	301.17	19.561
5.0	0.8510	1.9884	0.9735	1.3471	3.3581	-0.7797	0.0552	-0.4028	0.0285	0.1864	374.73	20.162
6.0	0.8732	1.9501	0.9312	1.3478	3.2433	-0.7371	0.0757	-0.4059	0.0417	0.2236	448.28	20.690
8.0	0.9059	1.8356	0.9805	1.3144	3.0292	-0.7349	0.1029	-0.4083	0.0572	0.2982	595.39	21.466
10.0	0.9304	1.7306	1.0170	1.3030	2.8636	-0.6652	0.1428	-0.3779	0.0811	0.3727	742.50	22.049
12.5	0.9595	1.6339	0.9304	1.2103	2.5001	-0.5713	0.1074	-0.3758	0.0707	0.4659	926.39	22.744
15.0	0.9806	1.5261	0.9121	1.1448	2.2358	-0.4783	0.1017	-0.3436	0.0731	0.5591	1110.27	23.250
20.0	1.0073	1.3183	0.8509	1.0813	1.3156	-0.3156	0.1369	-0.2813	0.1220	0.7454	1478.05	23.898
25.0	1.0225	1.1883	0.8180	1.0160	1.5568	-0.1545	0.1923	-0.1590	0.1978	0.9318	1845.82	24.279
30.0	1.0216	1.1796	0.8103	0.9669	1.4914	0.0220	0.2377	0.0230	0.2487	1.1182	2213.60	24.277
35.0	1.0062	1.3354	0.8590	0.9795	1.7404	0.2108	0.3278	0.1838	0.2857	1.3045	2581.37	23.932

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 40. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.567 (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.787 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U* = 1.218 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 27.760 (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	0.7047	2.0873	1.0547	1.4563	3.7948	-0.8241	0.0180	-0.3743	0.0082	0.0468	102.62	16.626
1.5	0.7191	2.0847	1.0382	1.4452	3.7561	-0.8466	0.0519	-0.3912	0.0240	0.0540	117.34	16.980
1.7	0.7329	2.0841	1.0300	1.4752	3.7903	-0.7808	0.0954	-0.3637	0.0444	0.0612	132.05	17.316
2.0	0.7492	2.0739	1.0519	1.4657	3.7779	-0.7748	0.0879	-0.3551	0.0403	0.0720	154.13	17.711
2.5	0.7753	2.0729	1.0731	1.4062	3.7128	-0.8049	0.0469	-0.3619	0.0211	0.0901	190.92	18.342
3.0	0.7943	2.0476	1.0788	1.4256	3.6945	-0.8117	0.0301	-0.3675	0.0136	0.1081	227.72	18.799
4.0	0.8260	2.0239	1.0291	1.3661	3.5107	-0.8261	0.0591	-0.3967	0.0284	0.1441	301.30	19.555
5.0	0.8513	1.9756	1.0241	1.3701	3.4145	-0.7792	0.0529	-0.3851	0.0261	0.1801	374.89	20.159
6.0	0.8737	1.9346	1.0195	1.3675	3.3261	-0.7883	0.0876	-0.3997	0.0444	0.2161	448.48	20.689
8.0	0.9041	1.8322	0.9976	1.3376	3.0706	-0.7263	0.0917	-0.3973	0.0502	0.2882	595.66	21.413
10.0	0.9310	1.7165	1.0528	1.3695	2.9651	-0.6733	0.0865	-0.3726	0.0479	0.3602	742.83	22.053
12.5	0.9623	1.6213	1.0255	1.2613	2.6355	-0.6060	0.0938	-0.3645	0.0564	0.4503	926.80	22.799
15.0	0.9800	1.5200	0.9231	1.1830	2.2811	-0.5078	0.0974	-0.3619	0.0694	0.5403	1110.77	23.224
20.0	1.0091	1.3425	0.8346	1.0771	1.8295	-0.3244	0.1255	-0.2896	0.1120	0.7205	1478.71	23.930
25.0	1.0258	1.1861	0.8152	1.0264	1.5624	-0.1494	0.1844	-0.1546	0.1907	0.9006	1846.65	24.346
30.0	1.0297	1.1598	0.8202	0.9594	1.4692	-0.0166	0.2586	-0.0174	0.2719	1.0807	2214.58	24.459
35.0	1.0190	1.2461	0.8996	0.9599	1.6416	0.1528	0.3108	0.1363	0.2773	1.2608	2582.52	24.225

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 45. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{uw} = 1.583$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.804$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.219$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 28.630$ (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	0.7076	2.1359	0.9020	1.3822	3.6431	-0.7355	0.0461	-0.3818	0.0239	0.0454	102.95	16.603
1.5	0.7208	2.1024	0.9887	1.4252	3.7144	-0.7513	0.0071	-0.3614	0.0034	0.0524	117.72	16.928
1.7	0.7326	2.0907	0.9999	1.4446	3.7287	-0.7438	0.0345	-0.3558	0.0165	0.0594	132.48	17.215
2.0	0.7497	2.1171	0.9616	1.3654	3.6355	-0.7400	0.0822	-0.3635	0.0404	0.0699	154.63	17.629
2.5	0.7747	2.0819	1.0194	1.4090	3.6795	-0.7147	0.0573	-0.3368	0.0270	0.0873	191.54	18.229
3.0	0.7946	2.0947	0.9845	1.3730	3.6209	-0.7359	0.0910	-0.3569	0.0442	0.1048	228.45	18.703
4.0	0.8267	2.0456	0.9650	1.3788	3.5279	-0.7408	0.0639	-0.3676	0.0317	0.1397	302.28	19.467
5.0	0.8518	2.0094	0.9703	1.3440	3.3928	-0.7375	0.0784	-0.3783	0.0402	0.1746	376.11	20.061
6.0	0.8751	1.9797	0.9172	1.3559	3.2994	-0.6787	0.0802	-0.3738	0.0442	0.2096	449.93	20.612
8.0	0.9062	1.8853	0.9116	1.2986	3.0358	-0.6635	0.0991	-0.3861	0.0577	0.2794	597.59	21.347
10.0	0.9319	1.7650	0.9610	1.2851	2.8451	-0.6117	0.1168	-0.3607	0.0688	0.3493	745.24	21.955
12.5	0.9606	1.6704	0.9462	1.2414	2.6133	-0.5640	0.1015	-0.3568	0.0642	0.4366	929.80	22.636
15.0	0.9817	1.5651	0.8522	1.1688	2.2709	-0.4421	0.1043	-0.3315	0.0782	0.5239	1114.37	23.139
20.0	1.0085	1.3676	0.7910	1.0805	1.8318	-0.2964	0.1358	-0.2740	0.1255	0.6986	1483.50	23.787
25.0	1.0286	1.2236	0.7592	1.0050	1.5417	-0.1483	0.1689	-0.1596	0.1819	0.8732	1852.63	24.281
30.0	1.0334	1.1775	0.7249	0.9584	1.4152	0.0028	0.2583	0.0033	0.3026	1.0479	2221.76	24.414
35.0	1.0277	1.2340	0.7850	0.9512	1.5219	0.1486	0.3263	0.1534	0.3368	1.2225	2550.89	24.300

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 50. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{WJ} = 1.589$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.794$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.218$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 29.620$ (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	0.7042	2.1173	0.8056	1.4212	3.5760	-0.5744	0.0630	-0.3367	0.0370	0.0439	103.13	16.489
1.5	0.7201	2.1162	0.8228	1.4049	3.5644	-0.6141	0.0824	-0.3527	0.0473	0.0506	117.92	16.877
1.7	0.7330	2.1176	0.7769	1.4071	3.5340	-0.6480	0.0799	-0.3939	0.0486	0.0574	132.71	17.189
2.0	0.7504	2.1019	0.7777	1.4168	3.5150	-0.5890	0.0733	-0.3603	0.0448	0.0675	154.90	17.609
2.5	0.7764	2.1257	0.9466	1.3485	3.6166	-0.7400	0.0741	-0.3678	0.0368	0.0844	191.88	18.231
3.0	0.7962	2.0975	0.9714	1.3734	3.6147	-0.7257	0.0337	-0.3561	0.0165	0.1013	228.86	18.704
4.0	0.8285	2.0478	0.9907	1.3696	3.5254	-0.6996	0.0762	-0.3448	0.0375	0.1350	302.81	19.468
5.0	0.8539	2.0112	0.9264	1.3484	3.3606	-0.6891	0.1011	-0.3699	0.0543	0.1688	376.77	20.069
6.0	0.8741	1.9852	0.8795	1.3206	3.2293	-0.6584	0.0901	-0.3771	0.0516	0.2026	450.72	20.546
8.0	0.9075	1.8816	0.9200	1.3162	3.0596	-0.6377	0.0742	-0.3684	0.0429	0.2701	598.64	21.333
10.0	0.9326	1.7791	0.9208	1.3069	2.8605	-0.5867	0.0671	-0.3581	0.0410	0.3376	746.55	21.925
12.5	0.9616	1.6578	0.9253	1.2564	2.5916	-0.5292	0.0639	-0.3450	0.0416	0.4220	931.44	22.612
15.0	0.9835	1.5689	0.8200	1.1884	2.2730	-0.4690	0.1065	-0.3646	0.0828	0.5064	1116.32	23.133
20.0	1.0132	1.3864	0.7503	1.0734	1.8187	-0.3384	0.1245	-0.3253	0.1197	0.6752	1486.10	23.847
25.0	1.0307	1.2257	0.7072	1.0306	1.5324	-0.1555	0.1496	-0.1794	0.1725	0.8440	1855.88	24.279
30.0	1.0385	1.1494	0.7089	0.9634	1.3760	-0.0401	0.1991	-0.0492	0.2444	1.0128	2225.66	24.483
35.0	1.0371	1.1739	0.7518	0.9338	1.4077	0.0963	0.2641	0.1092	0.2992	1.1816	2595.44	24.472

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 55. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{W} = 1.588$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.780$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.218$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 30.620$ (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	0.7047	2.1038	1.0174	1.4499	3.7816	-0.7696	0.0862	-0.3596	0.0403	0.0425	103.25	16.511
1.5	0.7178	2.1038	1.0173	1.4463	3.7764	-0.7692	0.0753	-0.3594	0.0352	0.0490	118.06	16.832
1.7	0.7315	2.1075	0.9857	1.4487	3.7559	-0.7503	0.1268	-0.3612	0.0611	0.0555	132.87	17.163
2.0	0.7480	2.0895	0.9708	1.4655	3.7280	-0.7194	0.1375	-0.3547	0.0678	0.0653	155.08	17.563
2.5	0.7719	2.0916	1.0284	1.4129	3.7144	-0.7868	0.1379	-0.3658	0.0641	0.0816	192.10	18.135
3.0	0.7920	2.0723	1.0263	1.4051	3.6609	-0.7473	0.0915	-0.3514	0.0430	0.0980	229.12	18.614
4.0	0.8265	2.0580	0.9674	1.3853	3.5450	-0.7492	0.1039	-0.3763	0.0522	0.1306	303.16	19.432
5.0	0.8544	2.0451	0.9184	1.2985	3.3562	-0.7463	0.1358	-0.3973	0.0723	0.1633	377.20	20.092
6.0	0.8740	1.9892	0.9683	1.3182	3.3160	-0.7499	0.1282	-0.3893	0.0665	0.1960	451.24	20.554
8.0	0.9074	1.8969	0.9431	1.3142	3.1073	-0.7016	0.1312	-0.3922	0.0733	0.2613	599.32	21.343
10.0	0.9334	1.8056	0.9291	1.3032	2.9108	-0.6294	0.1048	-0.3752	0.0625	0.3266	747.41	21.957
12.5	0.9625	1.6953	0.9297	1.2047	2.5949	-0.5797	0.1239	-0.3678	0.0786	0.4082	932.51	22.647
15.0	0.9815	1.5962	0.8637	1.1397	2.2964	-0.4967	0.1040	-0.3603	0.0754	0.4899	1117.61	23.100
20.0	1.0134	1.4055	0.8067	1.0959	1.9136	-0.3493	0.1275	-0.3081	0.1124	0.6532	1487.81	23.867
25.0	1.0321	1.2475	0.7976	1.0157	1.6120	-0.2114	0.1563	-0.2125	0.1571	0.8165	1858.02	24.326
30.0	1.0415	1.1874	0.7246	0.9102	1.3817	-0.0857	0.2014	-0.0996	0.2340	0.9798	2228.22	24.568
35.0	1.0429	1.1759	0.7706	0.8694	1.3662	0.0428	0.2451	0.0472	0.2705	1.1430	2598.43	24.622
40.0	1.0368	1.2414	0.8108	0.8570	1.4664	0.1463	0.2979	0.1454	0.2960	1.3063	2968.63	24.501

VER SUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 60. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG TAUW = 1.586 (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT UREF = 27.781 (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT U* = 1.218 (M/S)

PROFILLAENGE (UMAX) YMAX = 31.750 (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	0.7083	2.1276	0.9770	1.4567	3.8017	-0.7877	0.1078	-0.3790	0.0519	0.0409	103.17	16.608
1.5	0.7237	2.1030	1.0443	1.5020	3.8846	-0.7716	0.0987	-0.3513	0.0449	0.0472	117.97	16.983
1.7	0.7362	2.0996	1.0374	1.5250	3.9053	-0.7857	0.1009	-0.3607	0.0463	0.0535	132.76	17.287
2.0	0.7522	2.0984	1.0259	1.4970	3.8484	-0.7661	0.1381	-0.3558	0.0641	0.0630	154.96	17.674
2.5	0.7763	2.0706	1.0842	1.4314	3.8287	-0.7767	0.1081	-0.3460	0.0481	0.0787	191.95	18.254
3.0	0.7952	2.0698	1.0634	1.4575	3.7696	-0.7797	0.1197	-0.3543	0.0544	0.0945	228.94	18.704
4.0	0.8286	2.0516	1.0052	1.3940	3.5814	-0.7689	0.0896	-0.3729	0.0434	0.1260	302.93	19.498
5.0	0.8562	2.0011	1.0094	1.4400	3.5485	-0.7789	0.0862	-0.3856	0.0427	0.1575	376.91	20.150
6.0	0.8747	1.9718	0.9409	1.3367	3.2827	-0.7292	0.1239	-0.3931	0.0668	0.1890	450.90	20.588
8.0	0.9085	1.8696	0.9947	1.3553	3.1609	-0.7258	0.1100	-0.3903	0.0591	0.2520	598.86	21.386
10.0	0.9341	1.7884	0.9601	1.2995	2.9045	-0.6606	0.0828	-0.3847	0.0482	0.3150	746.83	21.991
12.5	0.9653	1.6892	0.9298	1.2702	2.6657	-0.5758	0.1181	-0.3666	0.0752	0.3937	931.79	22.729
15.0	0.9874	1.5641	0.9235	1.2234	2.3980	-0.5066	0.1171	-0.3508	0.0811	0.4724	1116.75	23.256
20.0	1.0167	1.4027	0.8118	1.1203	1.9409	-0.3614	0.1100	-0.3173	0.0966	0.6299	1486.67	23.962
25.0	1.0347	1.2372	0.8192	1.0403	1.6421	-0.2396	0.1004	-0.2364	0.0990	0.7874	1856.59	24.406
30.0	1.0461	1.1647	0.7450	0.9504	1.4169	-0.1075	0.1556	-0.1238	0.1793	0.9449	2226.51	24.697
35.0	1.0503	1.1322	0.7785	0.9508	1.3960	0.0013	0.2292	0.0014	0.2600	1.1024	2596.43	24.817
40.0	1.0460	1.1501	0.8135	0.9981	1.4903	0.0871	0.3047	0.0931	0.3257	1.2598	2966.35	24.739

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 65. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{WU} = 1.594$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.800$ (M/S)

SCHUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.219$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 32.650$ (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	0.7116	2.1581	0.8963	1.4763	3.8202	-0.8614	-0.0368	-0.4453	-0.0190	0.0398	102.98	16.633
1.5	0.7237	2.1290	0.9273	1.4885	3.8040	-0.8396	-0.0330	-0.4253	-0.0167	0.0459	117.75	16.929
1.7	0.7376	2.1161	0.9966	1.4819	3.8337	-0.8569	-0.0297	-0.4063	-0.0141	0.0521	132.52	17.263
2.0	0.7562	2.1171	0.9713	1.4735	3.7983	-0.8551	-0.0315	-0.4159	-0.0153	0.0613	154.68	17.710
2.5	0.7773	2.1049	0.9545	1.4191	3.6778	-0.8592	0.0001	-0.4277	0.0001	0.0766	191.60	18.219
3.0	0.7993	2.1055	0.9407	1.4038	3.6444	-0.8747	-0.0155	-0.4416	-0.0078	0.0919	228.52	18.741
4.0	0.8298	2.0690	0.9283	1.3518	3.4987	-0.8575	-0.0540	-0.4465	-0.0281	0.1225	302.37	19.462
5.0	0.8582	2.0294	0.9656	1.3776	3.4745	-0.8395	-0.0144	-0.4284	-0.0074	0.1531	376.22	20.133
6.0	0.8787	2.0022	0.9005	1.3433	3.3122	-0.8060	-0.0118	-0.4470	-0.0066	0.1838	450.07	20.615
8.0	0.9104	1.8750	0.9501	1.3457	3.1145	-0.7525	-0.0322	-0.4224	-0.0181	0.2450	597.77	21.361
10.0	0.9378	1.8042	0.9184	1.2741	2.8610	-0.7037	-0.0000	-0.4247	-0.0000	0.3063	745.47	22.007
12.5	0.9665	1.7102	0.8775	1.1945	2.5608	-0.6190	-0.0383	-0.4125	-0.0255	0.3828	930.09	22.685
15.0	0.9867	1.5915	0.8409	1.1568	2.3007	-0.5279	-0.0198	-0.3944	-0.0148	0.4594	1114.71	23.165
20.0	1.0170	1.4354	0.7433	1.0481	1.8555	-0.3786	0.0081	-0.3549	0.0076	0.6126	1483.95	23.892
25.0	1.0376	1.2640	0.7690	1.0349	1.6300	-0.2685	-0.0044	-0.2763	-0.0046	0.7657	1853.20	24.396
30.0	1.0467	1.1736	0.7094	0.9328	1.3753	-0.1425	0.0362	-0.1712	0.0435	0.9188	2222.44	24.631
35.0	1.0499	1.1369	0.7285	0.8847	1.3029	-0.0511	0.0758	-0.0617	0.0916	1.0720	2591.68	24.727
40.0	1.0480	1.1487	0.7297	0.8359	1.2754	0.0229	0.1377	0.0273	0.1642	1.2251	2960.93	24.705

VERSUCH NR. 20 (WANDKANAL)

DATUM 9.05.1977

POSITION 70. (MM)

WANDSCHUBSPANNUNG $\tau_{W} = 1.598$ (N/M**2)

BEZUGSWERTE

REFERENZGESCHWINDIGKEIT $U_{REF} = 27.812$ (M/S)

SCHLUBSPANNUNGSGESCHWINDIGKEIT $U^* = 1.220$ (M/S)

PROFILLAENGE (U_{MAX}) $Y_{MAX} = 33.200$ (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	0.7112	2.1561	0.8925	1.4507	3.7749	-0.8536	-0.0605	-0.4436	-0.0315	0.0352	103.16	16.601
1.5	0.7254	2.1346	0.9136	1.4592	3.7602	-0.8329	-0.0717	-0.4271	-0.0368	0.0452	117.95	16.947
1.7	0.7380	2.1367	0.8997	1.4352	3.7173	-0.8309	-0.0267	-0.4322	-0.0139	0.0512	132.75	17.252
2.0	0.7552	2.1315	0.9420	1.4020	3.6980	-0.8518	-0.0391	-0.4242	-0.0195	0.0602	154.94	17.667
2.5	0.7771	2.1153	0.9610	1.3911	3.6666	-0.8211	-0.0817	-0.4039	-0.0402	0.0753	191.93	18.191
3.0	0.7987	2.1128	0.9163	1.3859	3.6119	-0.8615	-0.0535	-0.4450	-0.0276	0.0904	228.92	18.703
4.0	0.8322	2.0588	0.9609	1.3840	3.5387	-0.8480	-0.0502	-0.4286	-0.0254	0.1205	302.89	19.495
5.0	0.8552	2.0285	0.9320	1.3413	3.3913	-0.8498	-0.0755	-0.4495	-0.0400	0.1506	376.87	20.038
6.0	0.8778	1.9644	0.9529	1.3469	3.2905	-0.8041	-0.0578	-0.4296	-0.0309	0.1807	450.84	20.568
8.0	0.9117	1.8697	0.9756	1.3748	3.1689	-0.7724	-0.0584	-0.4235	-0.0320	0.2410	598.79	21.364
10.0	0.9389	1.7855	0.9564	1.3167	2.9182	-0.6956	-0.0668	-0.4073	-0.0391	0.3012	746.74	22.005
12.5	0.9680	1.6824	0.9010	1.2329	2.5811	-0.6152	-0.0684	-0.4059	-0.0451	0.3765	931.68	22.692
15.0	0.9886	1.5922	0.8473	1.1485	2.2861	-0.5392	-0.0815	-0.3997	-0.0604	0.4518	1116.62	23.180
20.0	1.0198	1.4235	0.7749	1.0754	1.8915	-0.4081	-0.0749	-0.3700	-0.0679	0.6024	1486.50	23.928
25.0	1.0393	1.2686	0.7428	1.0201	1.6009	-0.2601	-0.0675	-0.2761	-0.0716	0.7530	1856.37	24.405
30.0	1.0506	1.1688	0.7536	0.9548	1.4228	-0.1583	-0.0351	-0.1798	-0.0399	0.9036	2226.25	24.691
35.0	1.0544	1.1251	0.7488	0.8990	1.3173	-0.0767	-0.0015	-0.0911	-0.0018	1.0542	2596.13	24.802
40.0	1.0540	1.1260	0.7424	0.8338	1.2571	-0.0131	0.0364	-0.0156	0.0436	1.2048	2966.01	24.817