

Zb. 3. 04

F 21 - 1

Hamburg, den 12. Mai 1964
Dr. Beh/VMMESSUNG VON AKZEPTANZ UND AUFLÖSUNG FÜR DAS QC/2-SPEKTROMETER
DER ELEKTRONENSTREUUNG MITTELS α -STRAHLEN

Das $\frac{QC}{2}$ -Spektrometer für die e-p-Streuung wurde mittels eines Polonium-210-Präparates getestet. Die Anordnung ist aus Abb. 1 ersichtlich.

Es wurden zwei zusätzliche Vakuumkammern gebaut, die an die normalen Kammern des Spektrometers angeflanscht wurden. Das α -Präparat wurde an einem Stift befestigt, der in Strahlrichtung und senkrecht dazu um etwa 10 mm justierbar war. Die verschiedenen Szintillationszähler befanden sich in der Zählkammer. Das Szintillationslicht wurde mit Plexiglaslichtleitern, die vakuumdicht durch zwei Öffnungen der Kammer liefen, auf den Multiplier geleitet.

Die Pulsspektren wurden mit einem Vielkanal registriert. Für die Messung der Zählrate als Funktion des Magnetfeldes wurde ein DESY-10 MHz-Diskriminator verwendet. Der Druck lag während der Messung bei etwa $6 \cdot 10^{-3}$ Torr, was für die zu erwartende Impulsauflösung ausreichend gut ist.

Die Energie-Homogenität der Quelle wurde mit einem Festkörperzähler getestet. Es wurde eine Halbwertsbreite von 0,7% gemessen. Da die Auflösung des Zählers schon von dieser Größe ist, kann eine Energie-Verschmierung der Teilchen durch die endliche Schichtdicke vernachlässigt werden.

Die Energie der α -Teilchen beträgt 5,298 MeV, was einem Impuls von 197,6 MeV/c entspricht.

1. Messung der Akzeptanz des Spektrometers

Die Quelle wurde durch Blenden bis auf eine 2 mm × 5 mm große Fläche abgedeckt. Die Präparatstärke wurde mit einem Szintillationszähler definierter Größe ausgemessen und betrug 7,6 μC .

Für die Akzeptanzmessung muß der Zähler so groß gewählt werden, daß er bei richtig eingestelltem Strom alle vertikalen Winkel erfaßt. Der Zähler wurde in der Mitte geteilt und beide Hälften getrennt untersucht. In die der Magnetachse nächst gelegene Hälfte wurde ein 20 mm hoher und 12 mm breiter Zähler eingesetzt, in der anderen Hälfte war der gleiche Zähler um 90° gedreht (da die vertikalen Winkel hier kleiner sind, genügt die geringere Höhe des Zählers). Die Zählraten wurden in Abhängigkeit des Magnetstromes gemessen und sind in Abb. 2 und Abb. 3 aufgetragen. Die Akzeptanz bei voller Öffnung (vertikal 394 mm) der Blende beträgt 8,75 mster. Bei Einsetzen der für das Protonenbein erforderlichen vertikalen Begrenzung (vertikale Öffnung 235 mm) ergaben sich 6,52 mster.

2. Messung der Bildkurve des Präparates und Bestimmung der Auflösung

Als nächstes wurde ein 2 mm hoher und 20 mm breiter Zähler eingesetzt, der in einem innen verspiegelten Kupferrohr gehalten wurde, das an der Magnetseite ein Eintrittsfenster besaß. Das Fenster war zur besseren Lichtleitung mit 5 μ Aluminium-Folie abgedeckt. Zunächst wurden die Auflösungskurven für jede Zählerhälfte als ganzes aufgenommen, die Präparatstellung vertikal um einige mm nach oben und unten verändert und das Minimum der Auflösung gesucht. Abb. 4, 5 zeigen die Auflösungskurven für die beiden Zählerhälften. In Abb. 6 sind diese Kurven aufsummiert, mit den entsprechenden Raumwinkeln gewichtet. Diese Kurve würde der Auflösungskurve eines geraden Zählers entsprechen, der senkrecht zur Strahlachse aufgestellt ist.

Jetzt wurde der Zähler bis auf etwa 5 cm breite Fenster an den Positionen 1...6 (Abb. 1) nacheinander abgedeckt und für jeden Punkt die Auflösungskurve gemessen. Für die Punkte 1 und 2 wurde bei den vertikalen Öffnungen 394 mm und 235 mm gemessen (Abb. 7...14).

Es zeigt sich, daß für die der Magnetachse fernen Punkte ein kleinerer Strom erforderlich ist, als für die näheren Punkte. Dieser Effekt liegt darin begründet, daß diejenigen Teilchen, die nicht in der Nähe der Quadrupol-Symmetrie-Achse (hier Spiegelplatte an der Längsseite des Quadrupols) eintreten, eine größere magnetische Länge zu durchlaufen haben. Außerdem kommt heraus, daß der Magnet etwa in der Mitte (Punkte 2, 3) die beste Auflösung besitzt, während sie nach den Seiten zu abnimmt (auch zur seitlichen Spiegelplatte hin). Ein Öffnungsfehler ist auch hier deutlich zu merken, da z. B. in Pos. 2 bei vollem vertikalen Winkel die Auflösung 2,4% beträgt, bei Ausblendung dagegen 2,1%. Obgleich die großen vertikalen Winkel, welche ohne Öffnungsfehler bei diesem Spektrometertyp für eine gute Auflösung sorgen, ausgeblendet sind, wird die Auflösung trotzdem verbessert. Das bedeutet, daß durch den Öffnungsfehler der Bildpunkt für große vertikale Winkel nach vorn wandert (größere magnetische Länge).

Aus der gemessenen Linsenstärke bei fester Bildweite läßt sich die Bildweite für die Punkte 1...6 bei fester Linsenstärke ausrechnen. Man erhält auf diese Weise die Bildkurve des Präparates, der man die Zählerform möglichst gut anpassen muß. Abb. 15 zeigt die berechnete Bildkurve. Hier sieht man deutlich, wie bei Zulassung größerer Vertikalwinkel in der Nähe der Achse der Bildpunkt nach vorn wandert.

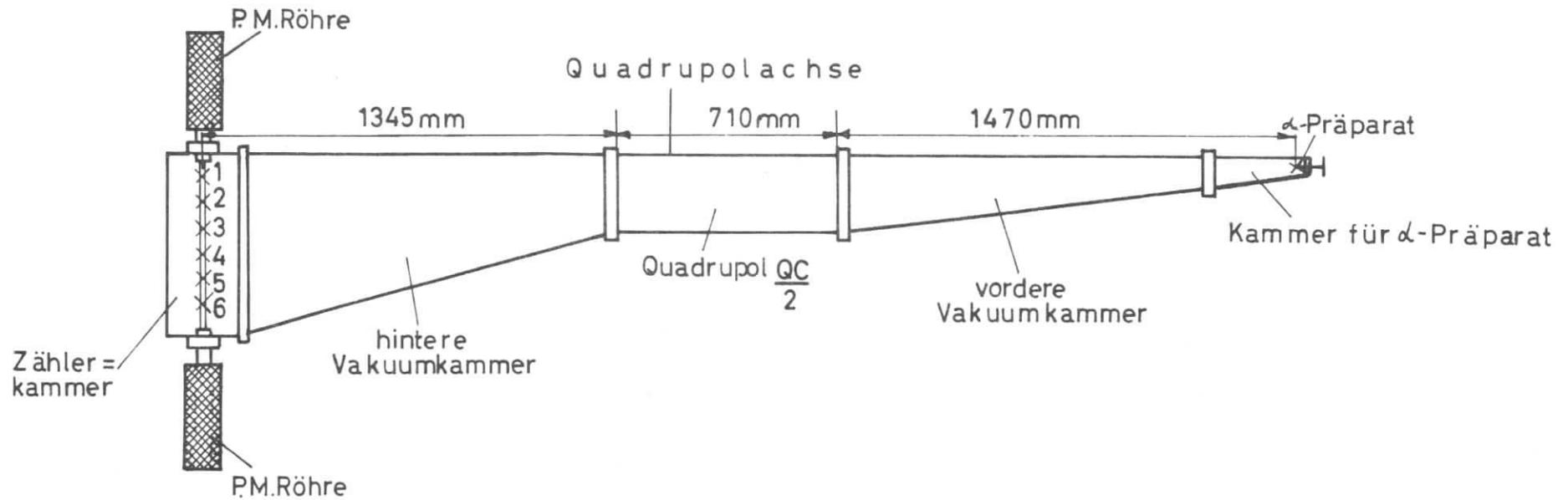
In Abb. 15 sind außerdem die Bildpunkte für eine horizontale Impulsänderung der Teilchen von $1,5\%/1^\circ$ eingezeichnet. Da dieses einer mittleren Steigung der Kurve in den p - θ -Diagrammen entspricht, wurden die Zähler für die e - p -Streuung diesen Punkten weitgehend angepaßt. Aus Gründen der einfachen Herstellung wurde der Zähler einmal abgeknickt. Hat man die Schräg-

stellung optimal zu diesen Punkten eingerichtet, so kann man aus dem Abstand des Zählers vom jeweiligen Bildpunkt und aus dem zugehörigen aufgefaßten vertikalen Winkel (als Gewicht) die Auflösung ausrechnen. Es ergibt sich in diesem Fall für 20 mm breite und 2 mm hohe Zähler eine Auflösung von 2,7%. Der optimale Zählerwinkel zur Achse für $0\%/1^\circ$ ist $93,0^\circ$, für $1,5\%/1^\circ$ beträgt er $76,5^\circ$.

3. Im Experiment wird zur Messung des Wirkungsquerschnitts ein breiterer Zähler verwendet (praktisch die Koinzidenz zwischen den beiden Paaren aus geteilten Zählern). Es wurde deshalb noch eine Zusatzmessung mit einem Zähler, 2 mm hoch und 80 mm breit in Strahlrichtung, durchgeführt (in Pos. 2). Die Auflösungskurve zeigt Abb. 16. Anschließend wurde der Zähler um 90° gedreht, so daß die gesamte Intensität an dieser Stelle erfaßt wurde. Die Gesamtintensität lag noch um 14,5% höher als im Maximum der Auflösungskurve des flachliegenden Zählers. Durch Wählen eines größeren Abstandes der Paare aus geteilten Zählern im Experiment kann man die Auflösung weiter verschlechtern, so daß man alle elastisch gestreuten Teilchen erfaßt.

H. J. Behrend

Aufsicht auf die Apparatur zum Testen des Spektrometers
mit α -Strahlen



(Entfernung von der Verlängerung der Quadrupolachse :

- Punkt 1: 45 mm
- 2: 155 mm
- 3: 255 mm
- 4: 310 mm
- 5: 415 mm
- 6: 519 mm)

Abb.1

Zählrate als Funktion des Magnetstromes

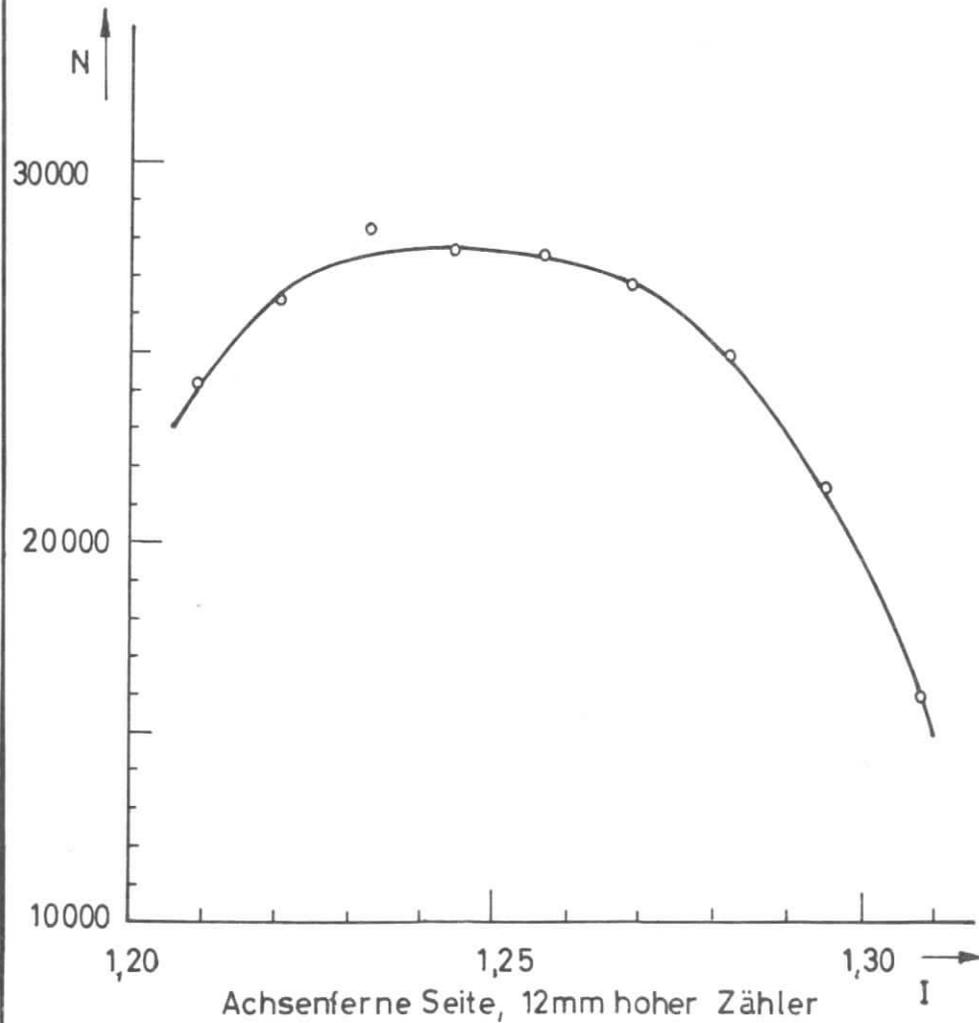


Abb. 3

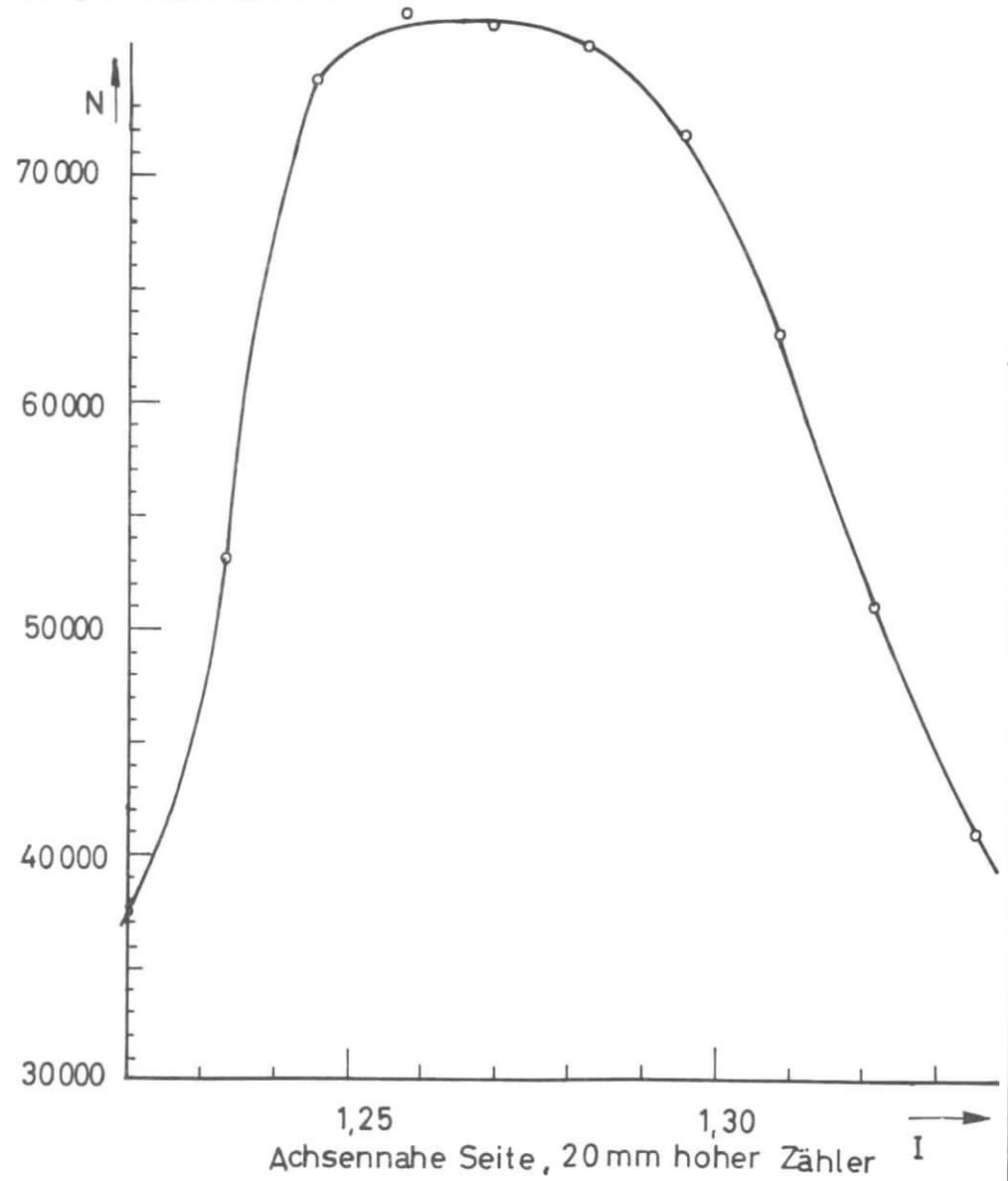
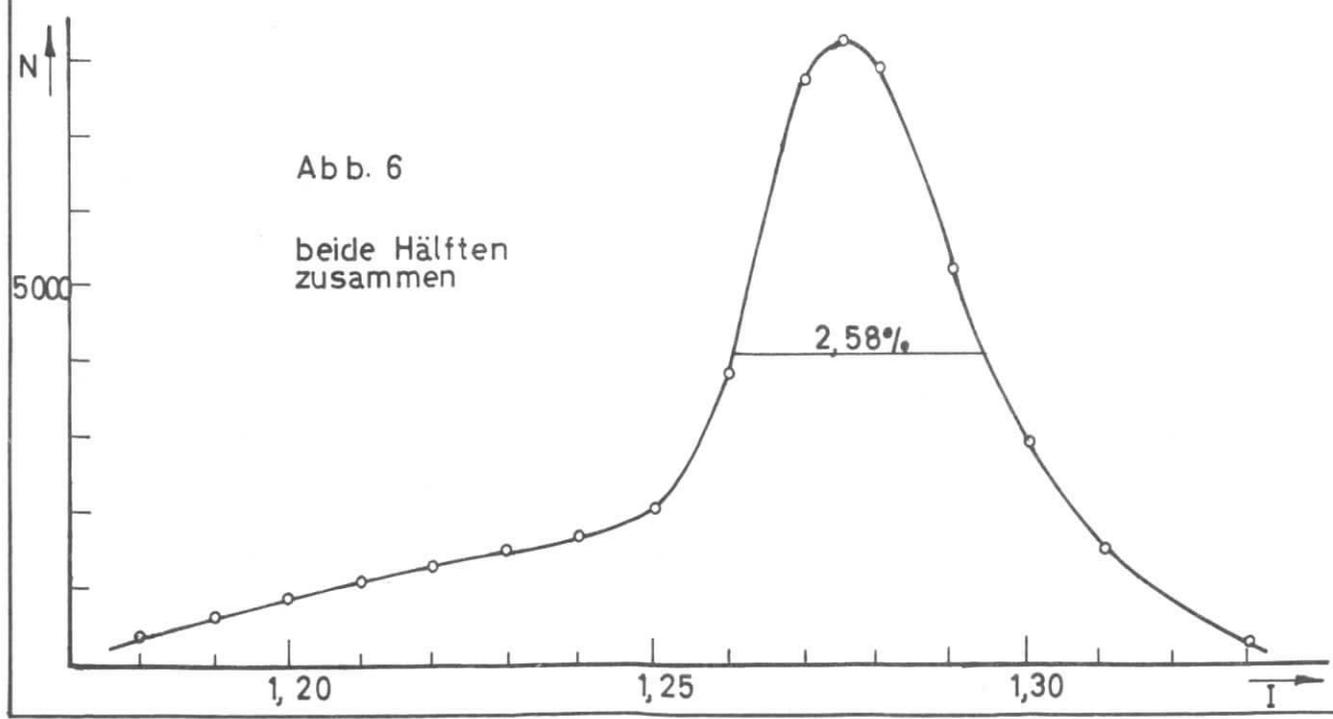
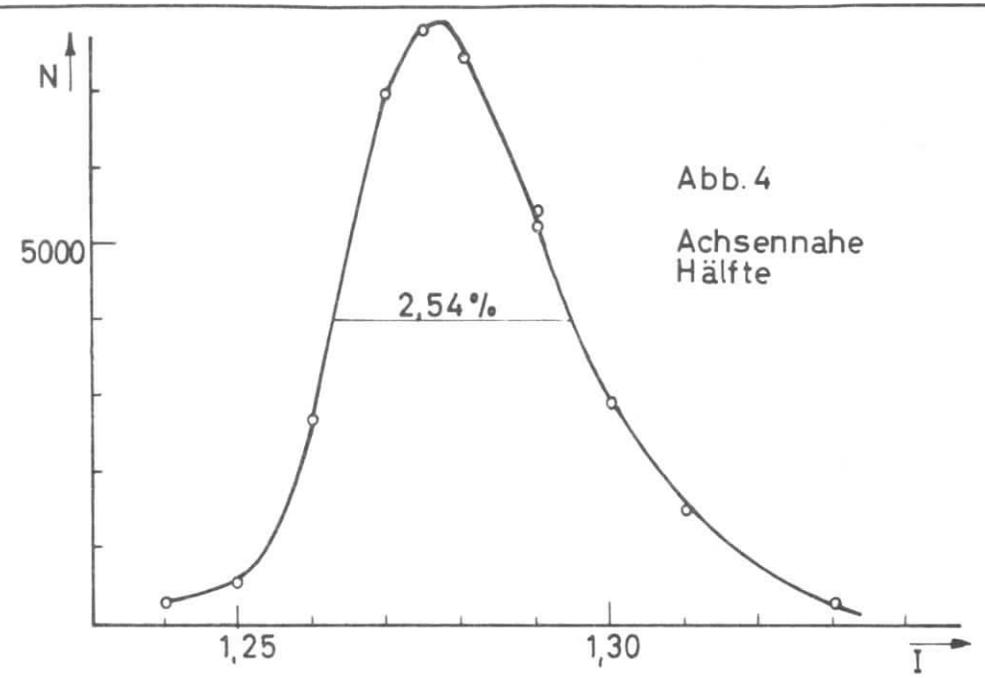
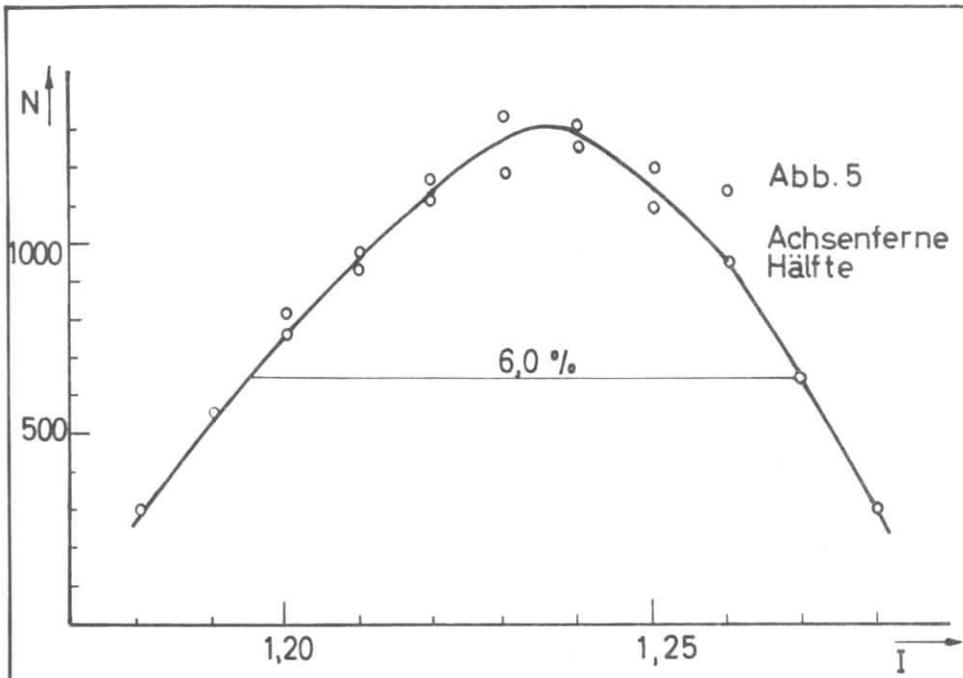
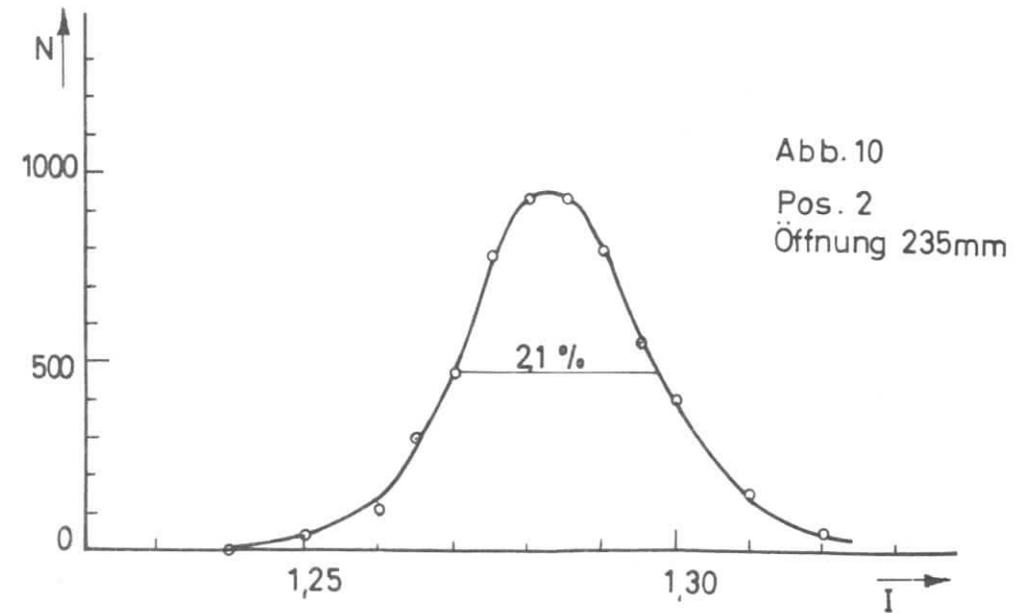
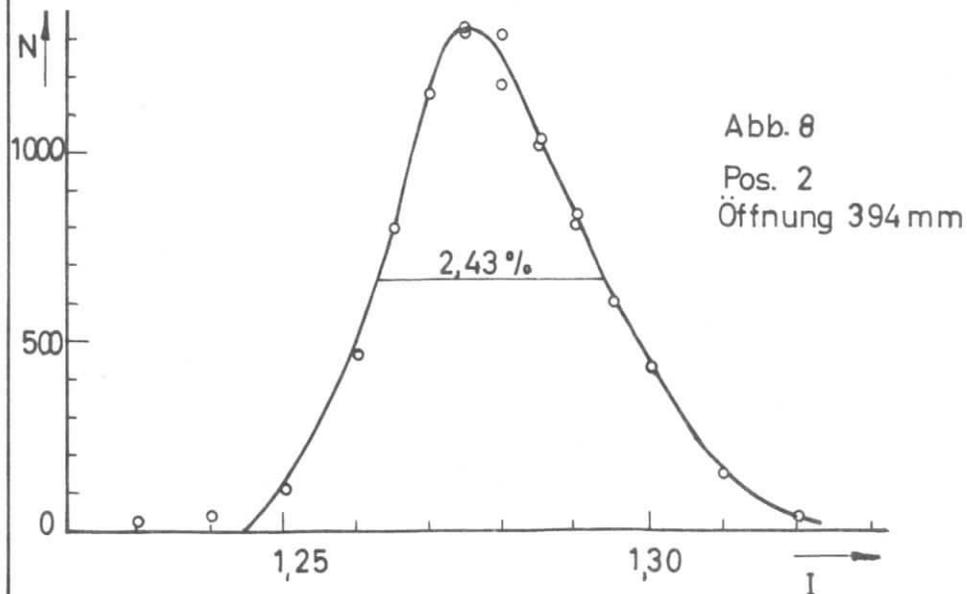
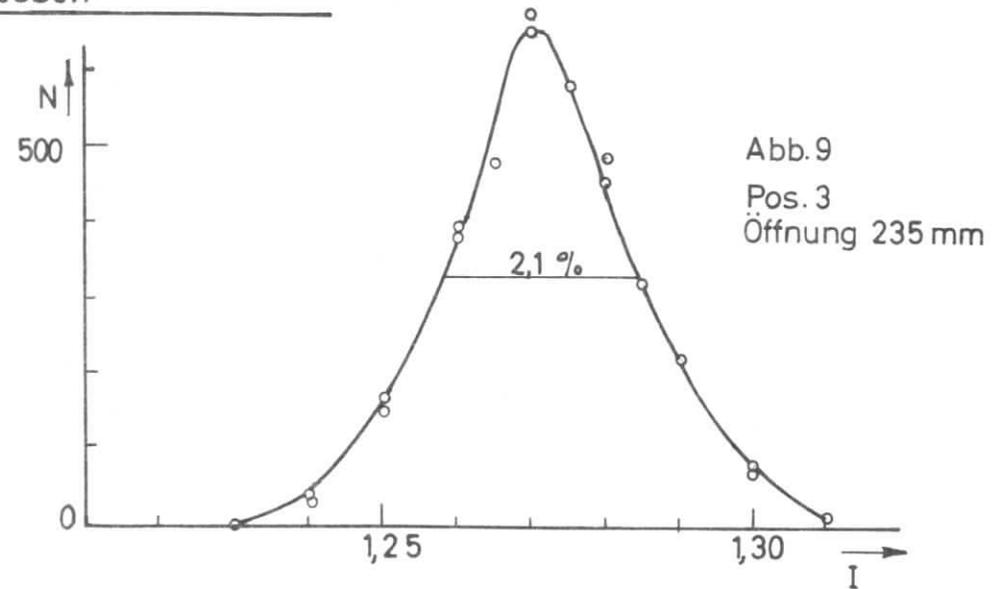
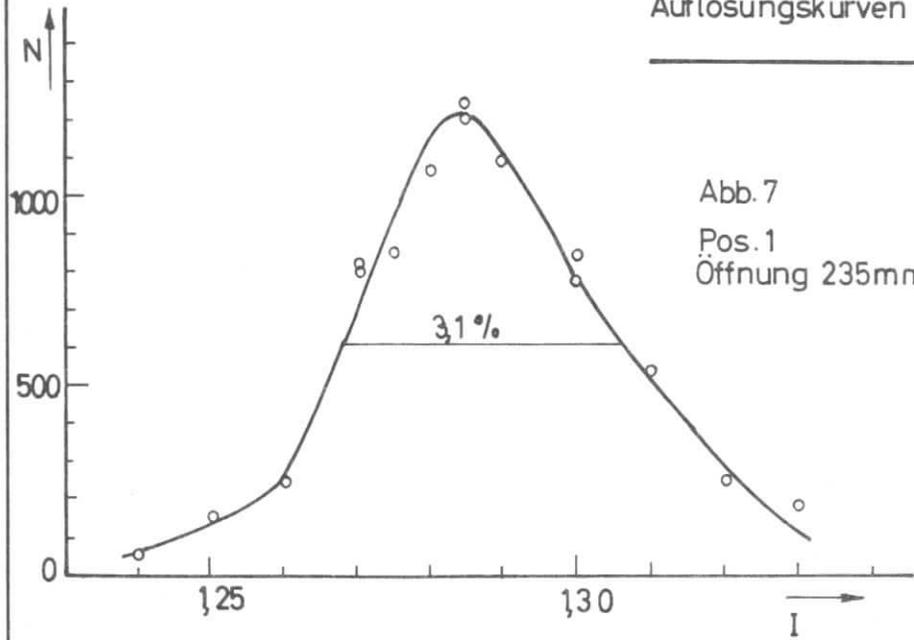


Abb. 2

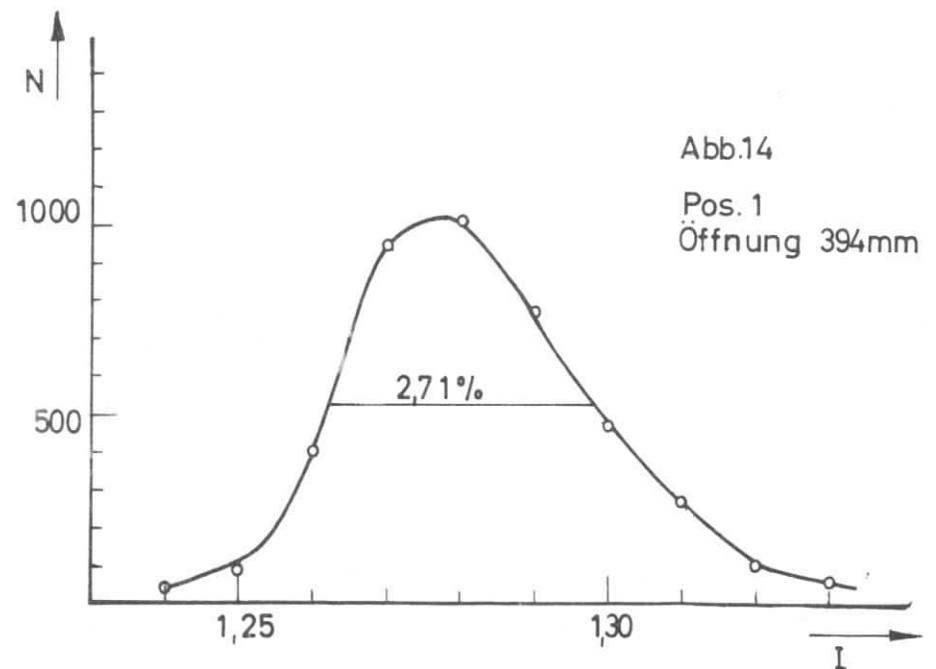
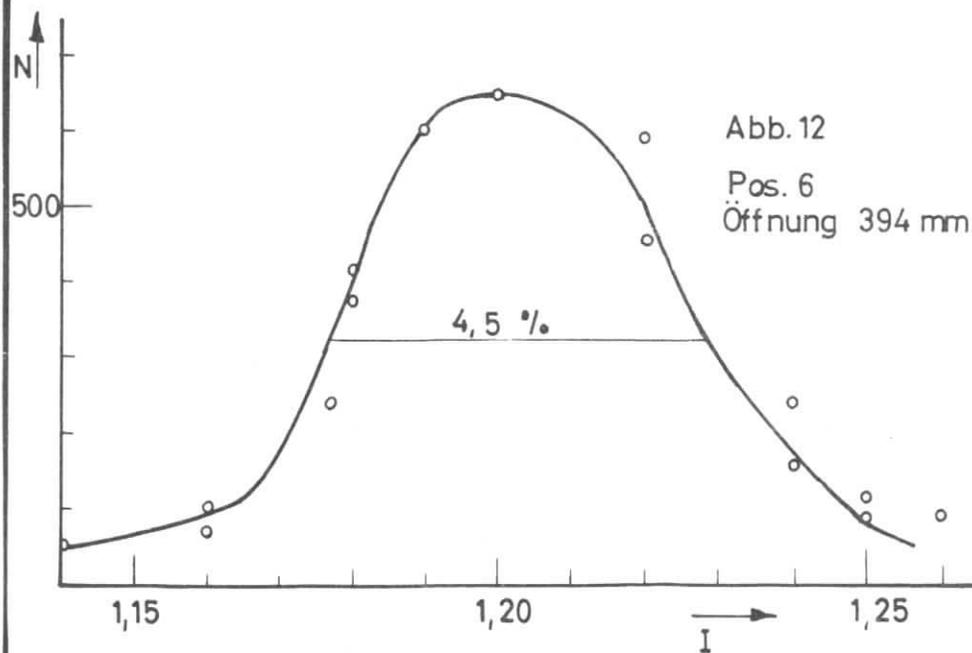
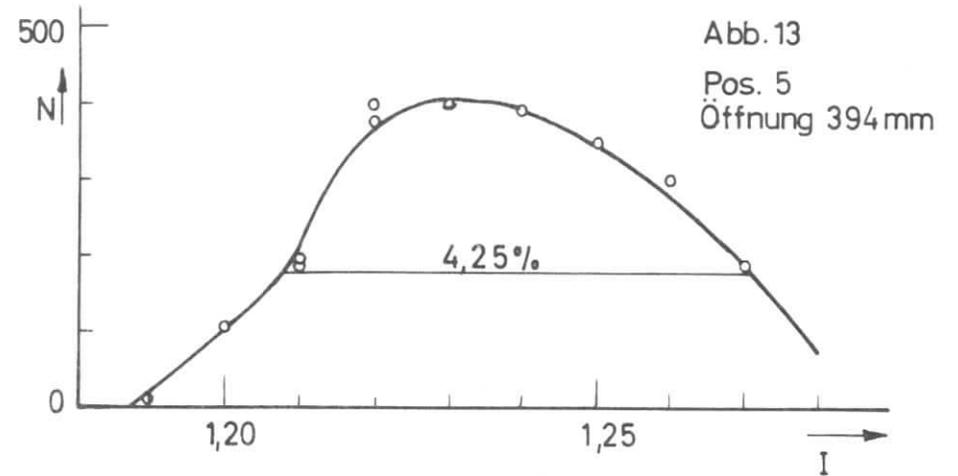
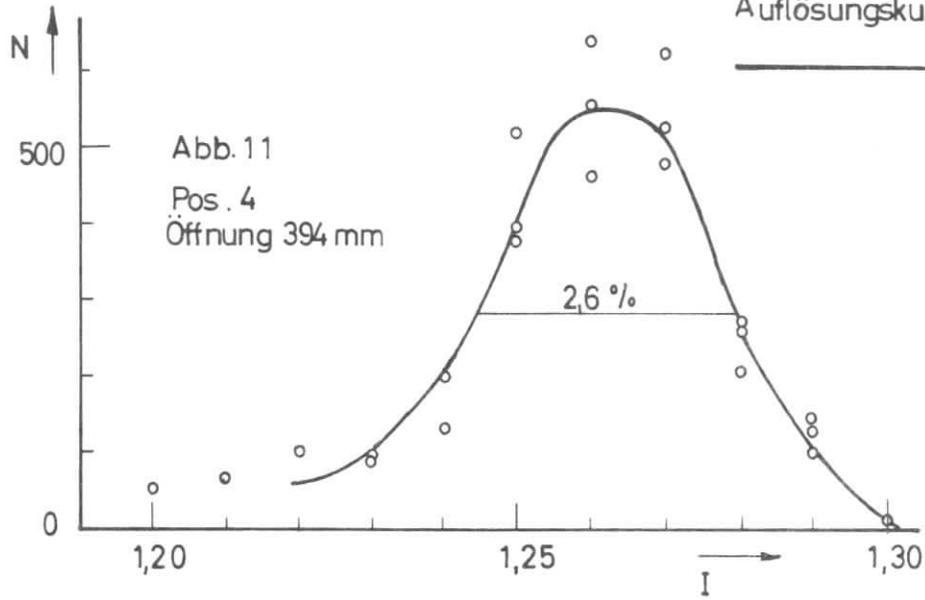


Auflösungskurven gemessen mit einem 2mm hohen und 20mm breiten Scintilator der senkrecht zur Magnetachse liegt

Auflösungskurven in verschiedenen Positionen gemessen



Auflösungskurven in verschiedenen Positionen
gemessen



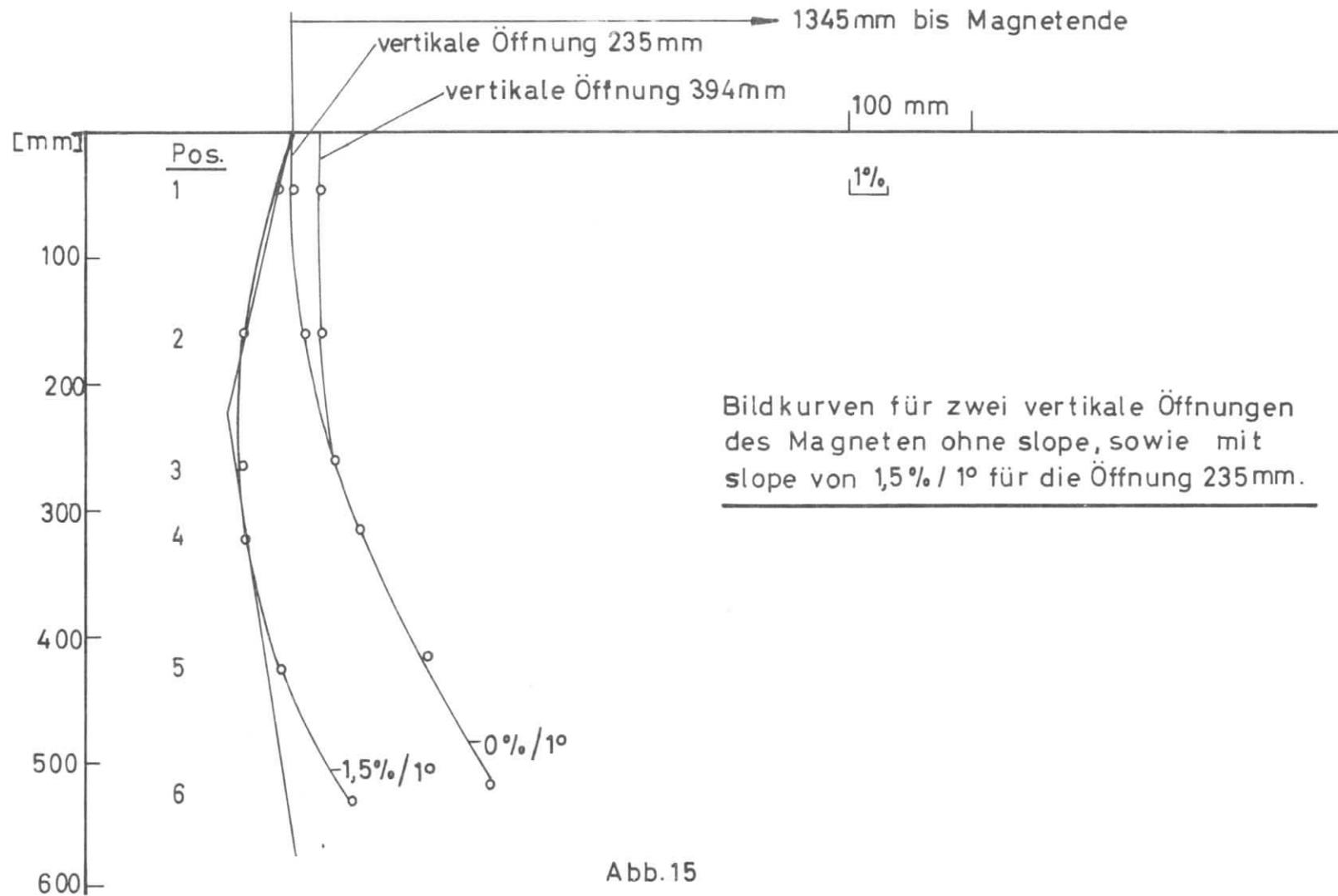
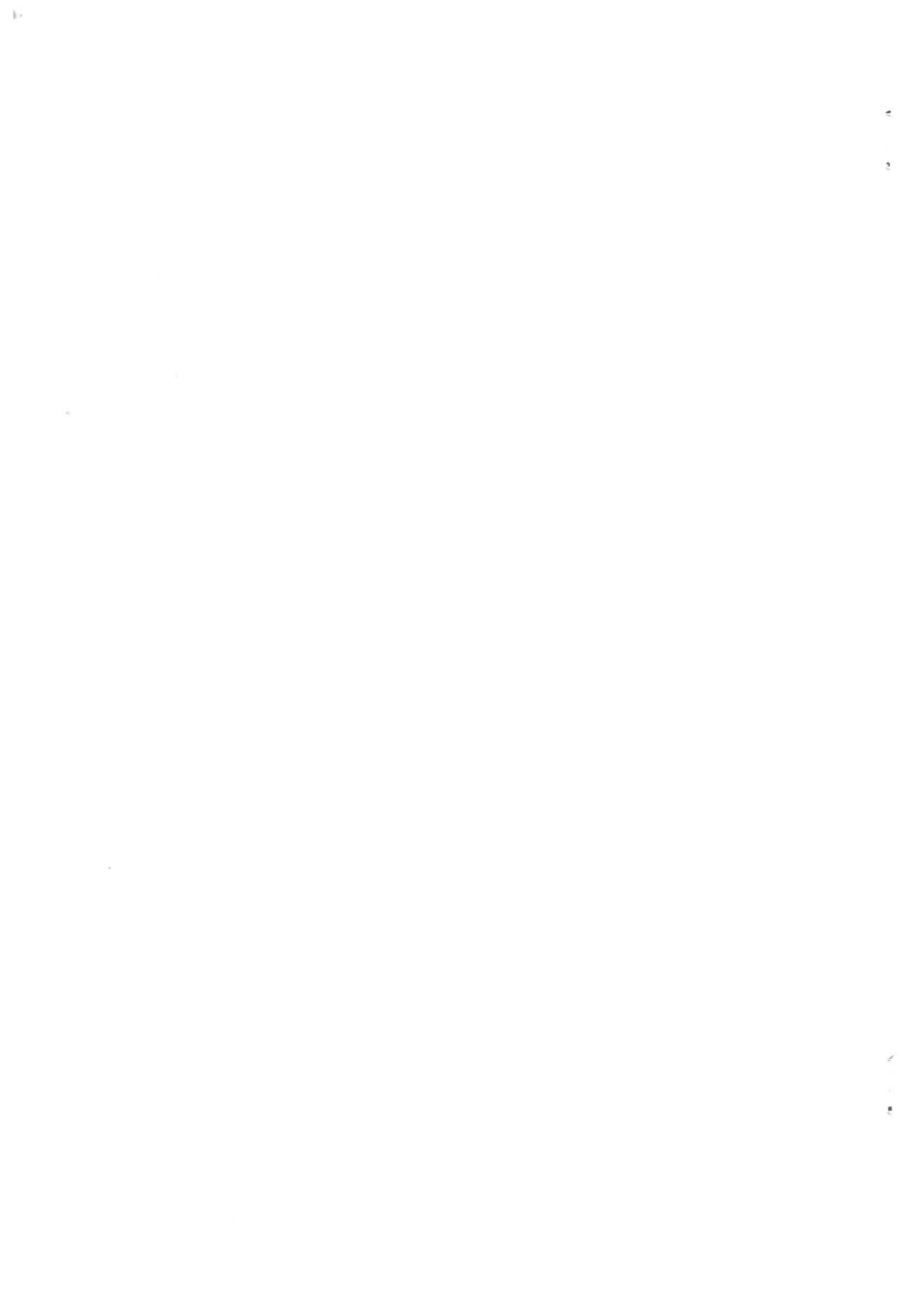


Abb. 15



Auflösung eines 80mm breiten, 2mm hohen Zählers

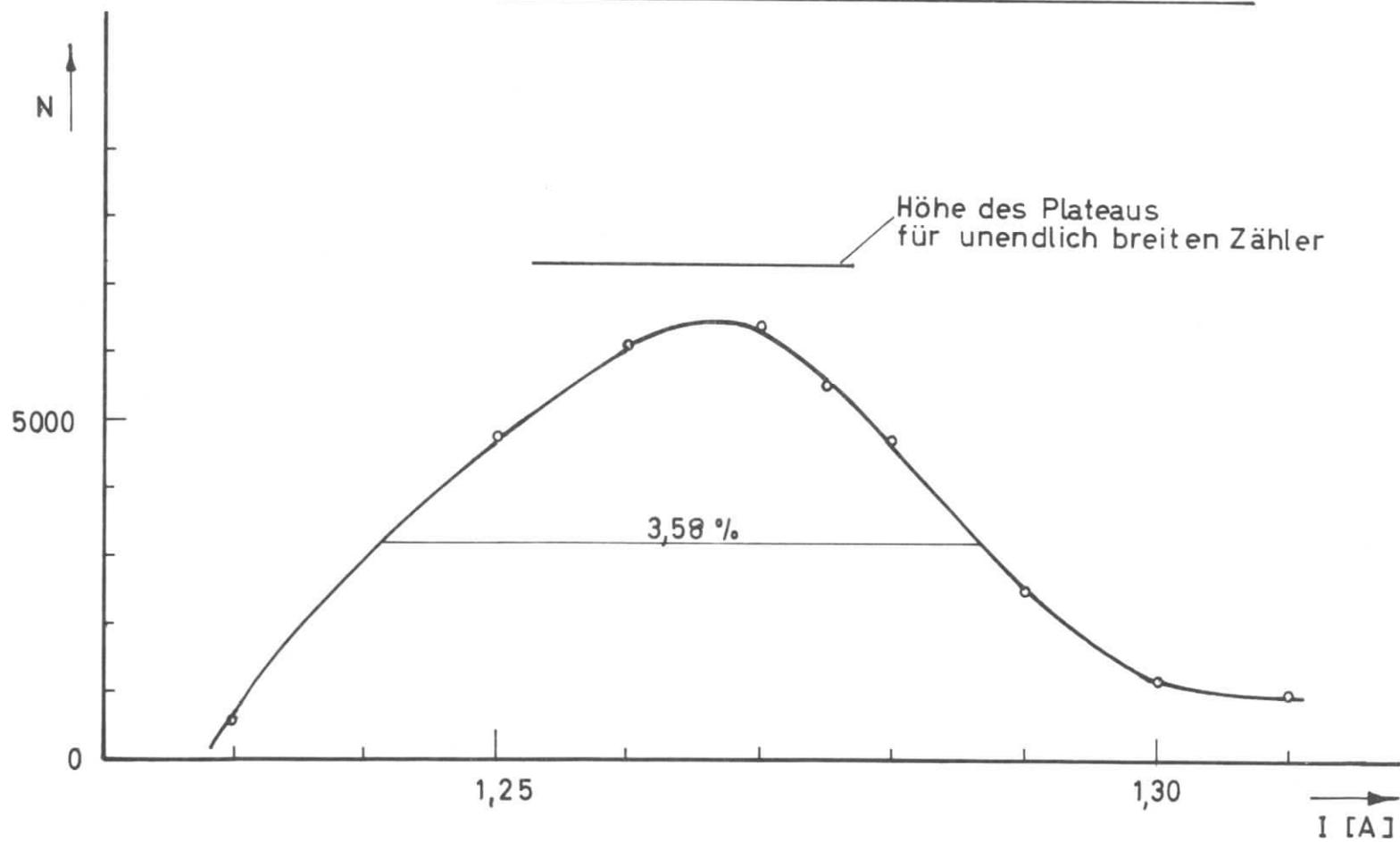
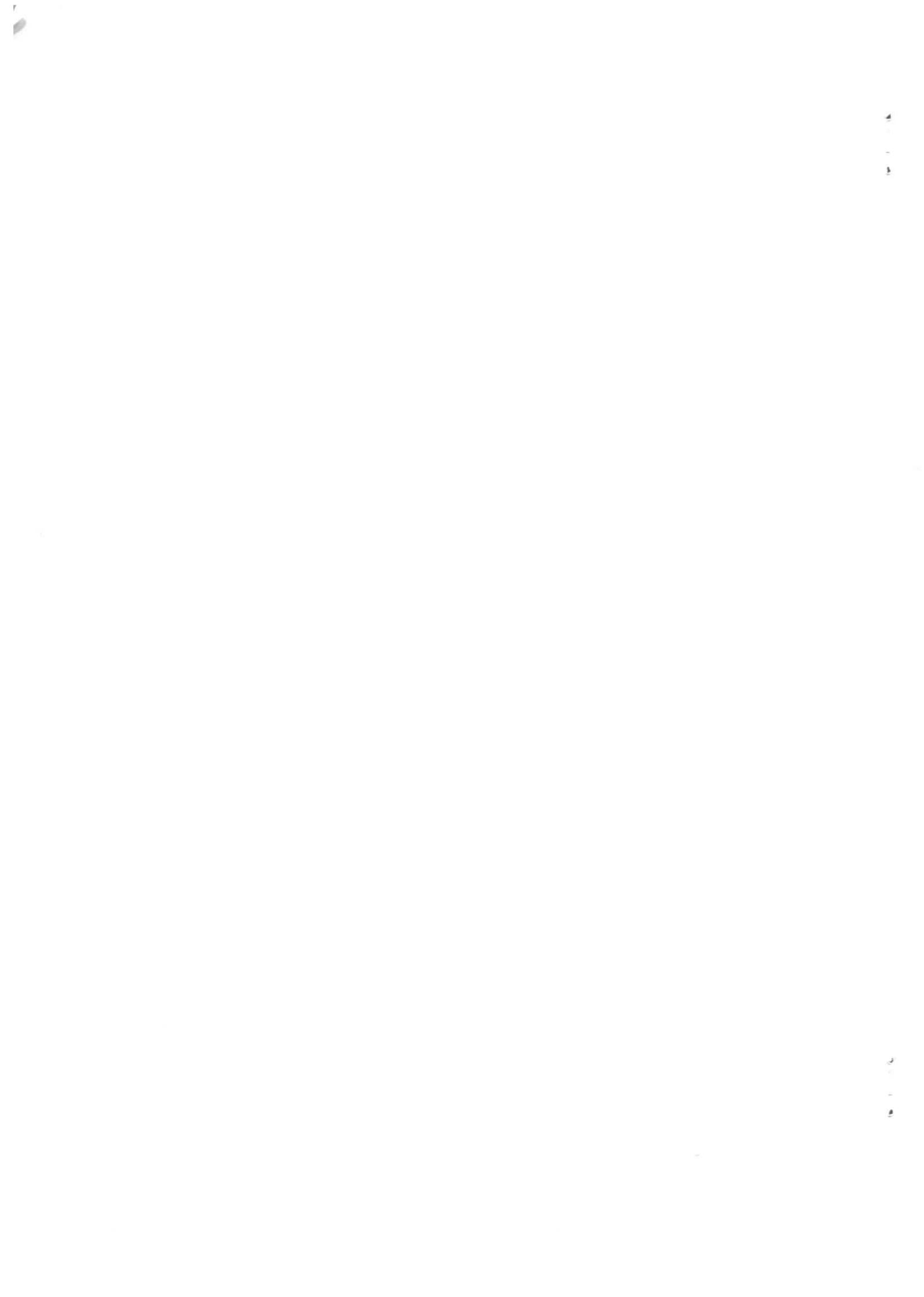
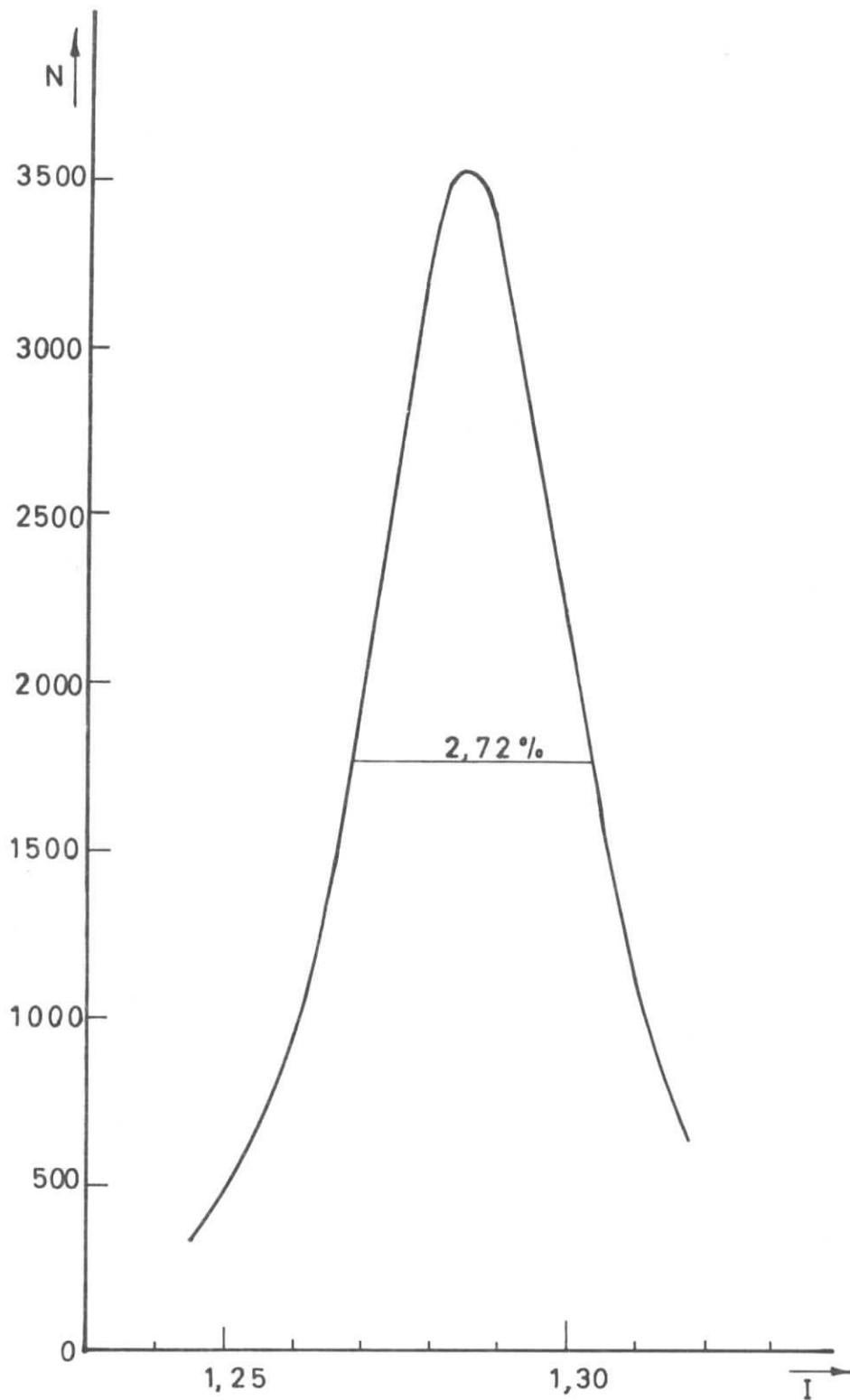


Abb.16





Berechnete Auflösungskurve für den im Experiment zu verwendenden abgeknickten Zähler 20 x 2 mm bei einem slope von 1,5% / 1°

Abb.17

4
-
6

2
-
2