

A 1.7

DESY-Bibliothek

**Deutsches Elektronen-Synchrotron  
Gesamtanlage  
des Vermessungssystems**

DEUTSCHES ELEKTROGEN-SYNCHROTRON

Hamburg-Bahrenfeld, Luruper Chaussee 149

DESY-Bibliothek

DESY-Bericht A 1.7  
29.9.1959

Gesamtanlage des Vermessungssystems

von

Prof. Dr.-Dr. M. Kneißl, München

## 1. Allgemeines

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron in Hamburg wird 48 Magnete umfassen, die den Beschleunigerring mit einem Sollkreis-Radius von 50,42 m bilden werden. Jeder Magnet deckt einen Kreissektor von ca. 4,15 m Länge und wiegt etwa 20 Tonnen. Zur Justierung der auf einem Stahlbetonring befestigten Magnete werden an den Magnetenden Zielmarken aufgebracht, die nach der Justierung genau auf dem Kreis mit 50,420 m Radius liegen müssen. Die mittleren Abweichungen von diesem Sollkreis dürfen zwischen benachbarten Magneten in horizontaler und vertikaler Richtung nicht größer sein als  $\pm 0,1$  mm. Die geforderten Genauigkeiten in Lage und Höhe liegen an den Grenzen der Meßtechnik und bedingen einen großen Aufwand bei den Vermessungsarbeiten, darüber hinaus aus vermessungstechnischen Rücksichten einen außergewöhnlichen Bauaufwand. Die vermessungstechnische Aufgabe besteht darin, schon während des Baues genaue Absteckungsmaße für die Gesamtanlage zu liefern und im Anschluß daran zunächst einen Grundkreis mit einer Genauigkeit von  $\pm 1$  mm anzugeben und schließlich die Magnete auf  $\pm 0,1$  mm in Lage und Höhe einzuweisen. Nach Inbetriebnahme der Anlage muß die Justierung der Magnete laufend überwacht und mehr oder weniger automatisch mit der angegebenen Genauigkeit eingehalten werden. Die Schwierigkeiten bestehen dabei darin, daß der Beschleunigerring allen Temperaturänderungen gleichmäßig folgen muß, damit etwaige thermische Verbiegungen des die Magnete tragenden Betonringes ausgeglichen und Hebungen oder Senkungen durch Grundwasser-Anstau- oder Absenkung vermieden werden.

Bei diesen laufenden Untersuchungen kommt es also im wesentlichen darauf an, Formänderungen des Beschleunigerringes zu kompensieren, dagegen ist eine gleichmäßige geringe Änderung des Radius des Kreises unschädlich. All diese Forderungen zusammen stellen erhebliche Anforderungen an das Gesamtbauwerk und seine Fundierung. Ebenso hohe Anforderungen werden an das Vermessungssystem hinsichtlich Stabilität und Fundierung gestellt.

Die Auswahl des Bauplatzes erfolgte sehr sorgfältig, wobei besonders die Grundwasserverhältnisse und die Temperaturverhältnisse bis zu etwa 25 m Tiefe untersucht wurden. Hierüber wurde bereits an anderer Stelle berichtet. Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß Grundwassereinflüsse nicht zu befürchten sind und daß ab etwa 15 m Tiefe konstante Temperaturverhältnisse herrschen. Das Fundament des tragenden Stahlbetonringes ist ebenfalls ein geschlossener Betonring. Die Hauptvermessungspfeiler werden davon unabhängig als Einzelpfeiler aus Stahlbeton errichtet und 6 m tief fundiert.

## 2. Das Vermessungssystem und seine Begründung.

Bei allen Vermessungen ist grundsätzlich zwischen Winkel- oder Richtungsmessungen einerseits und Streckenmessungen andererseits zu unterscheiden. Dabei ist die Genauigkeit der Winkelmessung bedingt durch die Leistungsfähigkeit der Instrumente und begrenzt durch atmosphärische Einflüsse, durch die Standsicherheit und Zentriergenauigkeit der Instrumenten- und Zielpunkte. Die Genauigkeit der Streckenmessung ist von der Leistungsfähigkeit der Streckenmeßgeräte, insbesondere von der Konstanz der Eichung der Streckenmeßgeräte und von deren Temperaturabhängigkeit beeinflusst. Überdies ist es außerordentlich schwierig, bei der gleichzeitigen Verwendung von Winkel- und Streckenmessungen diese gegenseitig aufeinander abzustimmen und ihnen für die Verteilung der unvermeidlichen Beobachtungs- und Meßfehler zutreffende Gewichte zuzuschreiben. Alle diese Fragen gewinnen, wenn man sich an die Grenze der Meßgenauigkeit begibt, wie dies die Vermessung und Überwachung des Elektronen-Synchrotron erfordert, besondere Aufmerksamkeit. Mit Rücksicht hierauf wurde für die Vermessung des Deutschen Elektronen-Synchrotron in Hamburg folgende Meßanordnung und Einrichtung vorgeschlagen:

- a) Die Grundfigur. Als Grundfigur für alle Vermessungsarbeiten wird ein regelmäßiges Achteck gewählt, dessen Mittelpunkt mit dem Mittelpunkt des Beschleunigerringes zusammenfällt. Die Speichen des Achtecks sollen genau 48,000 m lang sein und die Zentriwinkel jeweils  $50^{\circ}$  betragen. Dabei soll der Mittelpunkt des Kreises durch einen tief fundierten Stahlbetonpfeiler verkörpert werden, auf den genau zentriert ein Theodolit aufgestellt und dieser durch Zielmarken bzw. Ablesemarken für Invarbandmessungen ersetzt werden kann. Bei Auswechslung von Theodoliten, Zielmarken und Ablesemarken für die Streckenmessung wird eine Zentrierengenauigkeit von  $\pm 15 \mu$  verlangt. Über die Einrichtung dieser Geräte wird gesondert berichtet. In gleicher Weise werden die acht Außenpunkte des Polygons durch tief fundierte Stahlbetonsäulen mit Aufstellungs- und Zentrierereinrichtungen ausgestattet.

Die Wahl des Achtecks bringt folgende Vorteile:

1. Es ist möglich, die Gesamtfigur in acht völlig symmetrische Sektoren oder Dreiecke einzuteilen.
2. Sämtliche Dreiecke durch reine Streckenmessung auszumessen und festzulegen.
3. Die Vermessung der Grundfigur durch reine Winkelmessung zu wiederholen und mit einem einheitlichen Maßstab für eine einzige Seite durchzurechnen.

Damit kann

4. das Ergebnis der Strecken- und Winkelmessung unmittelbar verglichen werden, nämlich dadurch, daß man einmal die Grundfigur nach Strecken, ein zweites Mal nach Winkeln ausgleicht und dann die Winkel vergleicht, die sich aus beiden Bestimmungen ergeben.
5. Für praktische Zwecke und für die laufende Überwachung wird man schon mit Rücksicht auf die zur Verfügung

stehende Zeit Strecken- und Winkelmessung kombinieren und aus den vorhergehenden Einzeluntersuchungen ein zutreffendes Urteil für die Gewichtsbemessung bekommen.

Die Vermessung der Grundfigur wird man - möglichst schon vor dem Ausbau und während des Ausbaus des Beschleuniger-ringes - laufend durchführen, um Einblick in die Bewegung der Vermessungspfeiler zu erhalten. Besonders wichtig wurden diese laufenden Untersuchungen nach der Fertigstellung des tragenden Betonringes, um die Veränderungen des geschlossenen Ringes gegenüber den Bewegungen der freistehenden Vermessungspfeiler über längere Perioden feststellen zu können.

Wenn wir uns zunächst mit der Vermessung des grundlegenden Achtecks befassen, so ist dabei auf folgendes hinzuweisen:

Durch die Festlegung der Einzelpunkte durch freistehende Stahlbetonsäulen sind kaum störende gemeinsame Bewegungen zu befürchten; immerhin wird jeder einzelne Vermessungspfeiler, auch der Zentralpfeiler, selbständige Bewegungen ausführen können (Hebungen, Senkungen und Kippungen). Diese gegenseitigen Bewegungen müssen untersucht und gegebenenfalls festgestellt werden. Dabei sind größere Temperatureinflüsse kaum zu befürchten. Man weiß aus Erfahrung, daß die Erdkruste Wärmeschwankungen nur in geringfügigem Maße folgt. Tief fundierte und nicht freistehende, sogenannte unterirdische Punktvermarkungen (Betonpfeiler), deren Köpfe etwa 1,2 m unter der Erdoberfläche liegen, erfahren aber bei größeren Temperaturschwankungen nachweisbare Längenänderungen, die unabhängig von der Länge der Strecken Beträge von ca. 0,1 mm erreichen. Freistehende Stahlbetonpfeiler von etwa 1,2 m Höhe, wie sie bei Staudammvermessungen verwendet werden, führen bei Sonneneinstrahlungen Lage-

Änderungen bis zu  $\pm 1$  mm aus. Bei den von uns vorgeschlagenen tief fundierten Vermessungspfeilern bis zu 10 m Länge, wovon immerhin rund 4 m über dem unteren Fußboden unserer Anlage stehen werden, sind durchaus Bewegungen in der Größenordnung von 0,1 mm zu erwarten. Um diese Bewegungen auf ein Mindestmaß zu beschränken, ist eine ausreichende Wärmeisolierung der Pfeiler und eine mögliche Temperaturkonstanz in der Gesamtanlage erforderlich. Diese Temperaturkonstanz kann immerhin einige Grad differieren, doch sollen die maximalen und minimalen Grenzwerte keine größeren Differenzen als etwa  $5^{\circ}$  C aufweisen.

Ganz anders wird sich der tragende Stahlbetonring mit rund 100 m Durchmesser verhalten. Er wird allen Temperaturänderungen in der Größenordnung des Ausdehnungskoeffizienten von Beton und Stahl folgen. Dabei ist besonders wichtig, daß der Ring keine Deformationen erleidet. Dies erfordert eingehende ingenieurbautechnische Überlegungen und solide Fundierungen. Dabei ist darauf zu achten, daß die Vermessungspfeiler mit dem Betonring und seiner Fundierung nicht in Berührung kommen und nach Möglichkeit in unberührtem Boden fundiert werden. Die Tiefgründung der Vermessungspfeiler soll also so erfolgen, daß zunächst die Löcher vorgebohrt, dann die Armierungskörbe eingesetzt und mit Schüttel- oder Stampfbeton ausgegossen werden, so daß sich dieser unmittelbar mit dem umgebenden Erdreich verbindet.

Für den weiteren Ausbau werden folgende Forderungen gestellt:

Die Winkelmessung in Tunnels oder Stollen ist mit Rücksicht auf die zu erwartende Seitenrefraktion (seitliche Ablenkung der Lichtstrahlen) besonders schwierig. Es kann einer solchen Ablenkung nur dadurch begegnet werden, daß man die Anlage möglichst symmetrisch aufbaut. Dem entspricht unser vorgegebenes Achteck weitgehend, wenn die Stollen für die radialen

Speichen völlig gleichmäßig, d.h. in gleicher Breite und Höhe, ausgebildet werden. Zudem müssen die Beobachtungsstrahlen (Ziellinien) genau in der Mitte der Stollen geführt werden, damit die Zielstrahlen nach allen Seiten hin gleichen Abstand von den Betonmauern haben. Weiterhin ist die Mindestbreite der Stollen auf rund 2 m zu bemessen. Diese Forderung - 1 m Abstand der Zielstrahlen von den Betonwänden und Decken - gilt auch für die Außenseiten des Achtecks. Die verbleibenden Ecken der Sektorenbaukörper sollen abgerundet und auch der Zentralpunkt durch einen weiten Kreis von ca. 10 m Durchmesser von störenden Refraktionseinflüssen frei gehalten werden. Im übrigen darf hierzu auf Figur 1 verwiesen werden. Die völlig symmetrische Anlage unseres Achtecks und die symmetrische Einteilung in die Zwischensektoren läßt erwarten, daß die Einflüsse der Seitenrefraktion bei einigermaßen konstanten Temperaturen vernachlässigt werden können.

Besondere Bedeutung kommt dem Umstand zu, daß alle Zielweiten vom Zentralpunkt aus genau gleich lang sind, daß also die Theodolitenfernrohre bei der Vermessung nicht umfokussiert werden müssen. Die Umfokussierung auf verschiedene Zielweiten führt immer zu Fehlern, die für die benutzten Theodolite eingehend untersucht werden müssen. Die Außenseiten unseres Polygons werden bei 48 m Radius 36,738 m lang. Es ist daher auch auf den Außenpunkten des Achtecks möglich, mit einer mittleren Fokussierung - also ohne Umfokussierung - die benachbarten Polygonpunkte und den Zentralpunkt einwandfrei einzustellen. Bei Winkelmessungen ist abgesehen von den Zentrierfehlern besonders der Aufstellungsfehler, der Zielachsenfehler und der Kippachsenfehler zu befürchten. Der Aufstellungsfehler kann durch saubere Aufstellung und Verwendung guter Libellen klein gehalten werden. Ziel- und Kippachsenfehler werden völlig unwirksam, wenn sich Instrument und Zielpunkt in gleicher Höhe befinden, wenn also nur

horizontal verlaufende Visuren vorliegen. Mit Rücksicht hierauf ist zu fordern, daß alle Instrumentenstandpunkte, die Zielmarken auf den Pfeilern und auf den Magneten genau gleiche Höhen haben. Die Toleranz der Höhen soll dabei  $\pm 1$  cm nicht überschreiten. Es ist dann gleichgültig, ob bei Beobachtung in vollen Richtungssätzen die Instrumente zwischen Hin- und Rückgang durchgeschlagen oder Hin- und Rückgang in ein und derselben Fernrohrlage beobachtet werden. Im übrigen sind die bei der Triangulation I.O. üblichen Beobachtungsanordnungen voll zu berücksichtigen. Die Zahl der notwendigen Sätze wird sich aus den Versuchsmessungen ergeben und wird bei etwa 8 vollen Sätzen liegen. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Instrumente, vor allem die Teilkreise, auf der Prüfanlage des Geodätischen Instituts der Technischen Hochschule München von Zeit zu Zeit untersucht werden. Die Kreisteilungsfehler sollten für jede Stelle der Kreise genau bekannt sein. Die Untersuchung der Theodolite auf Kreisteilungsfehler soll für Vergleichszwecke im Stollen und auf dem Kreisteilprüfer des Geodätischen Instituts erfolgen, um etwaige Zielfehler, die durch die Anlage bedingt sind, von den Kreisteilungsfehlern unterscheiden zu können.

Die Ausbildung der Zielmarken wurde daher eingehend von meinem Mitarbeiter, Herrn Dr. Marzahn, untersucht, der darüber gesondert berichtet.

An jede Vermessung des Achtecks schließt sich seine Ausgleichung an. Für die Ausgleichung des 8-seitigen Zentralsystems mit lauter direkt gemessenen Seiten (Streckennetzausgleichung) und für die Ausgleichung des Zentralsystems bei reiner Winkelmessung mit nur einer direkt gemessenen Seite (trigonometrische Ausgleichung) als auch für die gleichzeitige Ausgleichung von Strecken- und Winkelmessungen sind auf der Zuse Relaismaschine Z 11 des Geodätischen Instituts bzw. auf der programmgesteuerten elektronischen Rechenmaschine München (PERM) der Technischen Hochschule München feste Programme vorgerechnet, so

daß die Ausgleichungen nach jeder vollständigen Vermessung automatisch durchgeführt werden können.

Für die Streckenmessung kommen nur Invardrähte oder Invarbänder in Frage. Invardrähte werden in 24 m und 48 m Länge hergestellt, Invarbänder können in jeder beliebigen Länge bezogen werden. Im freien Gelände sind Invardrähte in der Regel den Bändern vorzuziehen, weil sie bei Seitenwind und bei Regen gewisse Vorteile gegenüber den Bändern haben. Dagegen haben die Drähte den größeren Nachteil, da sie sehr sorgfältig auf- und abgerollt werden müssen und wesentlich leichter zu Knicken neigen. Besonders schwache und gefährdete Stellen (Knickstellen) sind die Verschraubungen der Drähte mit den Skalen. Die Skalen sind Fremdkörper, die auch bei der Auswertung der Messungen gesondert behandelt werden müssen. Dagegen können auf den Bändern die Ableseskalen direkt aufgebracht werden und auch Zwischenmeter markiert werden. Da im Stollen Seitenwinde, Regen und Belastung der Bänder durch Feuchtigkeit nicht zu befürchten sind, wurde für die Streckenmessung im Deutschen Elektronen-Synchrotron die Verwendung von Bändern aus französischem Invar vorgesehen. Über Einzelheiten hierzu, vor allem über die Aufroll- und Abrollvorrichtungen sowie über die Spannvorrichtung, die auf Grund unserer Vorschläge von der Fa. KERN entwickelt werden, wird gesondert berichtet.

Es sollen insgesamt acht 48 m-Invarbänder angeschafft und bei jeder Messung jeweils vier Bänder verwendet werden, während die anderen vier als Komparatorbänder lediglich zur Sicherung des Maßstabs für Vergleiche eingesetzt werden sollen. Für die Temperaturbestimmung dürften Schleuderthermometer ausreichen; es sind aber auch hierzu noch gesonderte Untersuchungen mit Hilfe von Widerstandsthermometern vorgesehen. Im Gegensatz zu anderen ähnlichen Anlagen, etwa CERN in Genf, wird man sich zur Wahrung eines einheitlichen Maßstabes in Hamburg nur auf diese acht 48 m-Bänder beziehen. Die Spannaug der Bänder erfolgt mit

10 bzw. 20 kg - Zug, wobei die Bänder in den beiden Endpunkten eingespannt und dazwischen in einem bzw. zwei genau definierten Punkten durch Rollenlager unterstützt werden müssen. Die Eichung der Bänder erfolgt von Zeit zu Zeit mit Hilfe des Väisälä-Interferenzkomparators auf einer besonderen Meßstrecke, die im Meßkeller des Deutschen Geodätischen Forschungsinstituts in München eingerichtet wurde. Die breit angelegten Vermessungstollen (Speichen unseres Achtecks) gestatten eine einwandfreie Durchführung der Messung und ungehindertes Auf- und Abrollen der Bänder. Die Außenseiten (Polygonseiten) des Achtecks werden mit Rücksicht auf die Einmessung der Magnete jeweils durch zwei etwas weniger tief fundierte Zwischenpfeiler unterteilt und mit Spezialbändern von 12,246 m Länge gemessen. Die Eichung dieser Bänder erfolgt durch Vergleich mit den 48 m-Bändern; im übrigen ist es möglich, sie mit Hilfe der Winkelmessungen auf die 48 m - Seiten des Achtecks durch eine besondere Ausgleichung, über die Herr Dr. Marzahn berichten wird, abzugleichen. Dieses Verfahren hat den Vorteil, daß wir für die gesamte Streckenmessung ein- und denselben Maßstab erhalten und wir nur darauf zu achten haben, daß sich dieser Maßstab mit der Zeit nicht unkontrollierbar ändert.

b) Die Absteckung und Überprüfung der Magnete.

Bei der Absteckung und Überprüfung der Magnete sind zunächst die Erstabsteckung und die Überprüfung bei stillgelegter Anlage zu betrachten. In diesen Fällen wird für die Vermessung praktisch genügend viel Zeit zur Verfügung stehen. Bei der laufenden Überprüfung dagegen muß die Einmessung der Magnete möglichst rasch erfolgen, es sind daher für diesen Fall andere Verfahren als für die Erstabsteckung anzuwenden.

Für die Erstabsteckung ist eine Absteckung durch überlappende Vorwärtsschnitte von den Außenpunkten (Polygonpunkten) des Achtecks und den Zwischenpunkten auf den Polygonseiten vorgesehen. Die Vorwärtsschnitte sind dabei so angelegt, daß nahezu

rechtwinklige Schnitte entstehen, allerdings müssen die Zielweiten dabei von Fall zu Fall geändert werden. Dieses Verfahren der Vorwärtsschnitte hat den Vorteil, daß das gesamte Vermessungssystem, Grundfigur und Einzelabsteckung, nur auf Winkelmessung aufgebaut ist, wobei der Maßstab theoretisch aus einer einzigen Seite abgeleitet werden könnte. Da es sich nur um relative Absteckungen, nicht um Absolutabsteckungen handelt, werden nur die Fehlereinflüsse der Winkelmessung und der geometrischen Form des Gesamtvermessungssystems wirksam. Es ist daher möglich, auf Grund einer Ausgleichung mit runden Werten - es können praktisch alle Sollwerte der zu messenden Winkel vorgerechnet werden - rein theoretisch die Genauigkeit der Lagebestimmung der Zielmarken auf den Magneten zu berechnen. Über diese Berechnung wird später berichtet. Außerdem ist es möglich, für das gesamte Vermessungssystem, insbesondere auch für alle Magnetzielmarken in einem vorgegebenen Koordinatensystem, dessen Nullpunkt in den Zentralpunkt der Grundfigur zu legen wäre und dessen X- und Y-Achse zwei zueinander senkrecht stehenden, im übrigen beliebig gewählten Speichen unseres Achtecks folgen, Sollkoordinaten vorzurechnen. Diesen Sollkoordinaten wären jeweils die Ergebnisse der Vermessung und Ausgleichung gegenüberzustellen. Wenn sich nun einzelne Punkte der Grundfigur, vor allem der Zentralpunkt, ändern, so wären die Vermessungskoordinaten einfach durch eine Helmert-Transformation (Ähnlichkeitstransformation mit Parallelverschiebung in den beiden Achsrichtungen, Maßstabsverbesserung und Drehung) auf die Grundfigur (Achteck) aufzufeldern, in der Weise, daß die Quadratsumme der Klaffungen zwischen den eingemessenen Punkten und der Soll-Lage ein Minimum wird. Damit werden auch die Verbesserungsbeträge für die Verschiebung der Punkte möglichst klein. Bei der Beobachtung der Vorwärtsschnitte ist durch eine besondere Ausbildung der Untersätze für die Zielmarken auf den Magneten dafür zu sorgen, daß die Theodolite auch auf den Magneten aufgestellt und dadurch die Dreiecke voll-

ständig ausgemessen werden können. Weiter wird es zweckmäßig sein, durch direkte Streckenmessung zwischen den Zielmarken und von Magnet zu Magnet die Genauigkeit der Vorwärtsschnitte zu überprüfen. Über die fehlertheoretischen Untersuchungen hierzu berichtet Dr. Marsahn. Besondere Vorschläge für eine Schnellvermessung der Magnetpunkte sind ausgearbeitet, und hierüber wird später berichtet.

Beim Hamburger Elektronen-Synchrotron ist eine vollständig symmetrische Anlage der Magnete vorgesehen (vgl. Figur 2), wobei in der Verlängerung jeder Speiche jeweils die linke Zielmarke eines Magneten zu liegen kommt. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß unter Umständen auch das grundlegende Achteck bis zu diesen Magnetzielmarken verlängert werden kann und diese unmittelbar mit dem Achteck eingemessen werden können. Die Strecke Zentralpunkt - linke Zielmarke des jeweils ersten Magneten eines Sektors soll dabei mit einem 48 m-Band und einem Invarstab bzw. -band von 2,420 m Länge gemessen werden. Weiter wird noch untersucht, ob es nicht möglich ist, bei Ausmessung des Achtecks 1'.1, 2'.1, 3'.1, 4'.1, 5'.1, 6'.1, 7'.1 und 8'.1 und Messung aller Abstände zwischen aufeinanderfolgenden linken bzw. rechten Magnetmarken und den dazwischen liegenden Pfeilhöhen die Einrichtung der Magnete mit Hilfe des Waleus-Höfer-Verfahrens durchzuführen, um damit auf einfachste Weise die Magnete in die Soll-Lage zu bringen. Dieses Verfahren hätte den Vorteil, daß hierzu nur Streckenmessungen notwendig sind. Die fehlertheoretischen Untersuchungen hierzu stehen noch aus. In diesem Fall wären dann jeweils nur die acht Punkte 1'.1 bis 8'.1 abzustecken, abzumessen und zu koordinieren und die Zwischenstrecken und Pfeilhöhen direkt zu messen, sowie die Zielpunkte auf den Magneten durch das Winkelbild-Verfahren festzulegen.

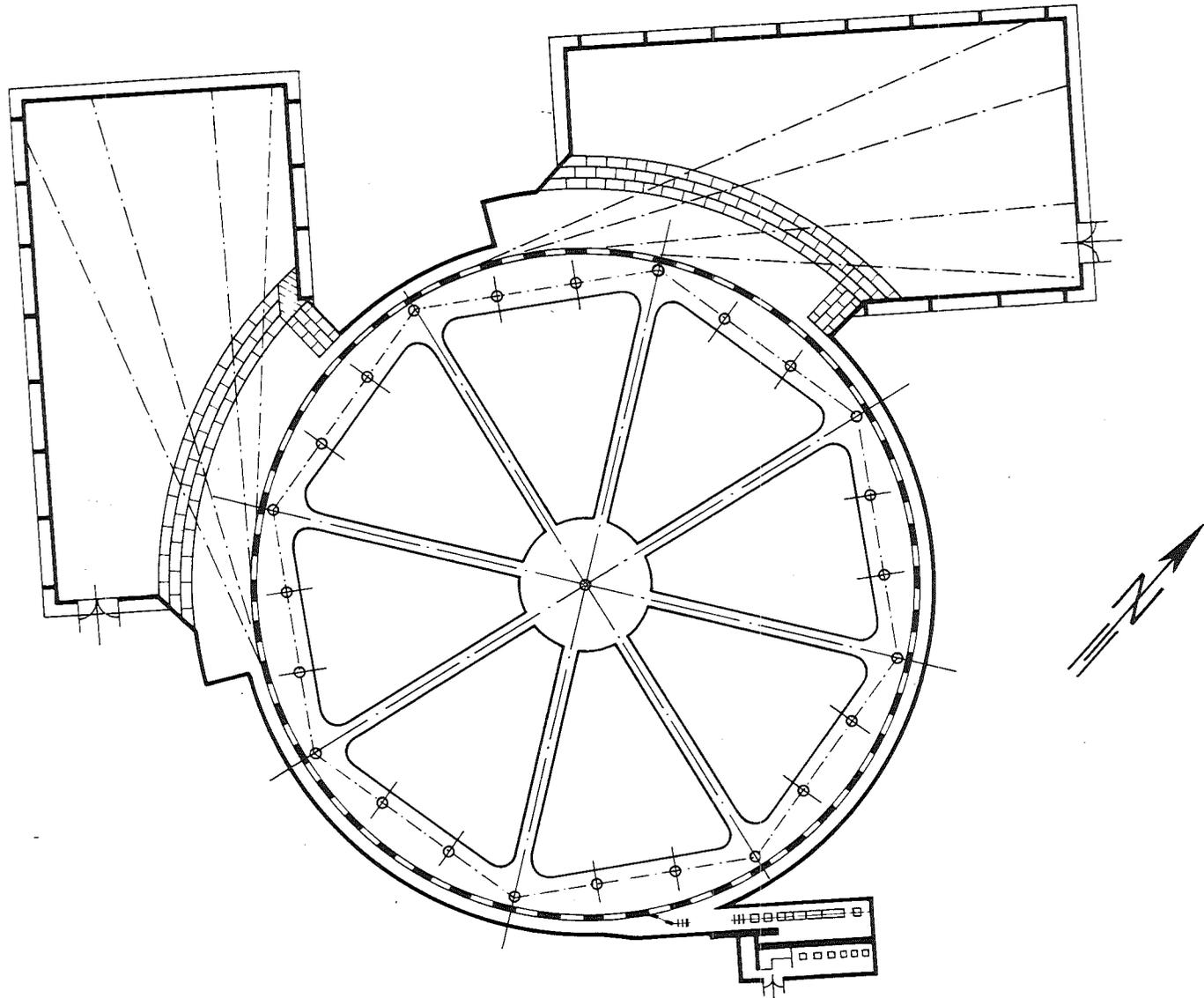
### 3. Höhenmessung

Für die Höhenmessung kommt zunächst das Präzisionsnivellament infrage, wobei lediglich mit Rücksicht auf die räumlichen Verhältnisse Speziallatten anzufertigen sind. Als Instrument ist hierzu das NI 3 der Fa. Wild vorgesehen, mit dem sich eine Höhengenaugigkeit von  $\pm 0,05$  mm einhalten läßt. Weitere hydrostatische Anlagen sind vorgesehen und sollen mit einer elektronischen Steuerung und Ausrichtung der Magnete in Höhe verbunden werden. Hierüber kann erst nach Abschluß der Versuchsarbeiten berichtet werden.

### 4. Geräte und Instrumente.

Um die geforderte Genauigkeit, vor allem die Zentriergenauigkeit, einhalten zu können, ist die Entwicklung von Spezialgeräten notwendig. Diese wurde im Einvernehmen mit der Fa. KERN eingeleitet. Über die Ergebnisse wird von Fall zu Fall berichtet.

---

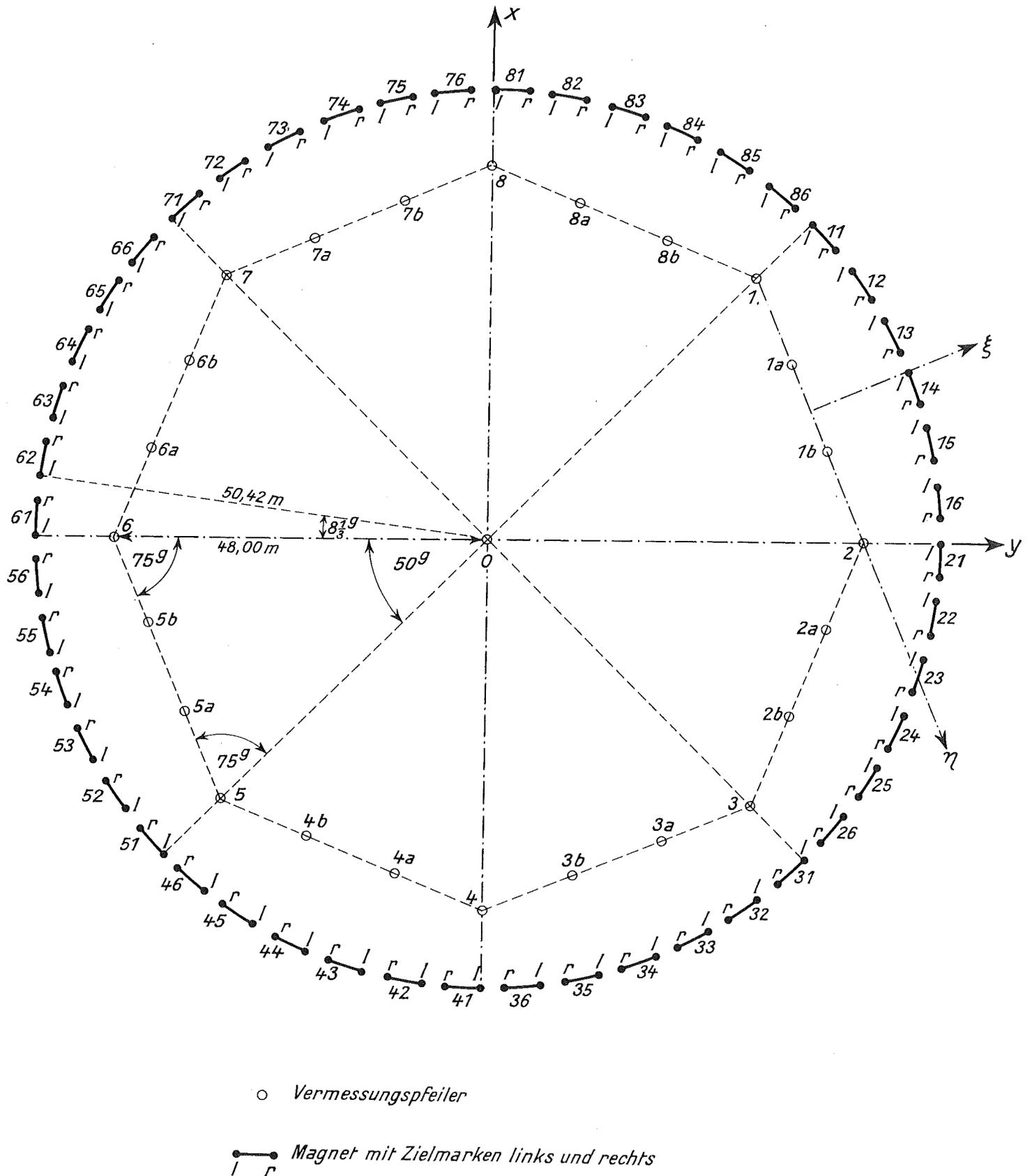


Deutsches - Elektronen - Synchrotron - Hamburg  
Vermessungssystem

Figur 1

# Punktbezeichnungen und Koordinatensysteme für das

## DESY-Vermessungssystem



**Figur 2**

