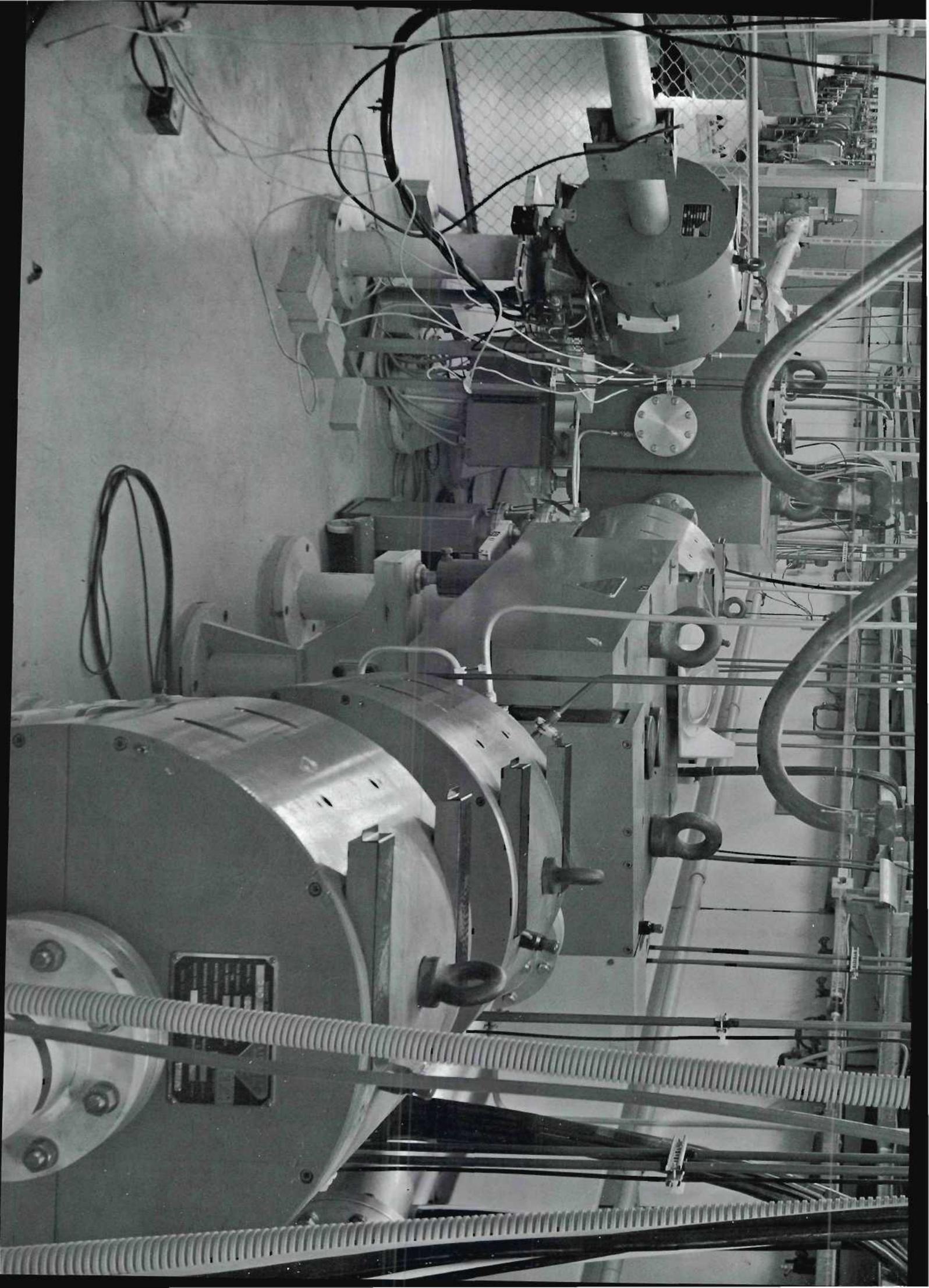


**Wissenschaftlicher Jahresbericht 1969**

10087

**Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY**



## Inhalt

1. Synchrotronbetrieb und Datenverarbeitung
2. Gruppen im technischen Bereich
3. Gruppen im Forschungsbereich
4. Literaturverzeichnis
5. Organisationsplan

Die im Berichtsjahr bei DESY erschienene Literatur wird in diesem Bericht in runden Klammern zitiert. Zitate auswärtiger Institute sowie von Desy-Veröffentlichungen aus vorhergehenden Jahren sind durch ein "A" gekennzeichnet.

Das Bild auf der vorhergehenden Seite zeigt die "Strahlweiche" im Anschluß an den Linac II, der durch die geöffnete Türe oben links zu sehen ist. Das Strahlrohr rechts vorne führt zum Synchrotron, das Strahlrohr am linken Bildrand geht direkt zum Speicherring.



# Synchrotronbetrieb und Datenverarbeitung



## 1.1 Synchrotronbetrieb (S1)

Auch im Jahre 1969 ist der Beschleuniger voll durchlaufend betrieben worden; es gab nur vom 15.9. bis zum 30.10. eine größere Montagezeit. Hierdurch sowie durch eine weiter verminderte Ausfallrate konnte die für die Durchführung der Experimente zu Verfügung stehende Zeit noch weiter erhöht werden.

Da die Wicklungen von magnetischen Linsen und Ablenkmagneten durch Strahlungsschäden zum Teil völlig zerstört waren, mußte der Einschußweg vom Linac I (40 MeV Einschußenergie) zum Synchrotron neu gebaut werden. Der neue Einschußweg besitzt bessere optische Eigenschaften sowie eine moderne Instrumentierung. Alle Komponenten sind in ihren Positionen leicht einzumessen und zu justieren. Ein Strahlverschluß vor der Abschirmmauer im Beschleunigerraum sowie ein Strahlstopper hinter dem letzten Ablenkmagneten wurden zusätzlich vorgesehen, gleichfalls ein Spektrometer mit Ablenkmagnet und Linse im Beschleunigerraum. Bild 1 zeigt eine Teilansicht des neuen Einschußweges, die Bilder 2 und 3 auf den nachfolgenden Seiten zeigen das Prinzipbild sowie die Strahlenveloppe und den Verlauf der Dispersionen. Im Linac I selbst sind zwischen den fünf Beschleunigerabschnitten Strahlmeßstationen eingebaut worden.



Bild 1 Teilansicht des neuen Einschußweges zwischen Linac I und dem Synchrotron

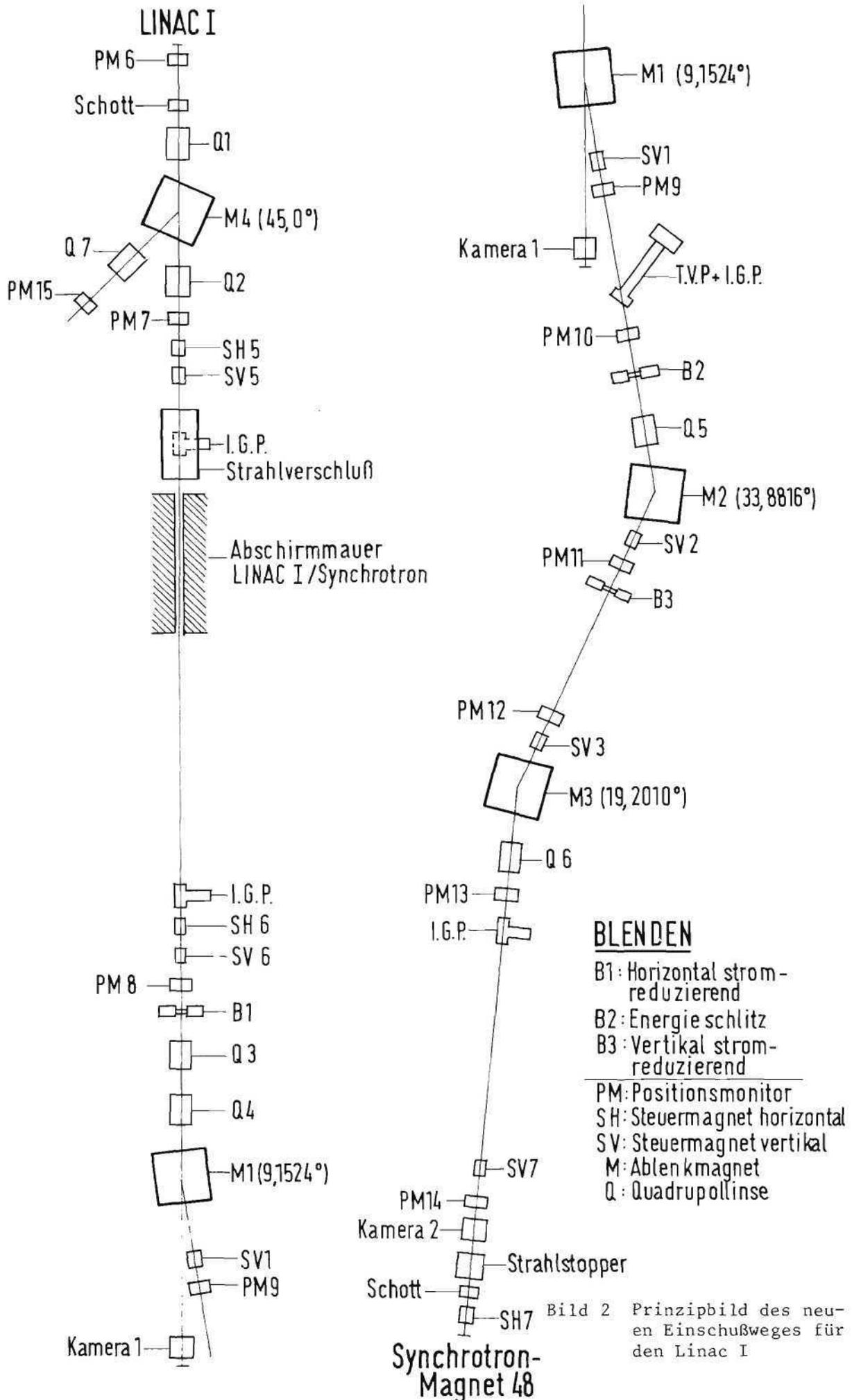


Bild 2 Prinzipbild des neuen Einschubweges für den Linac I

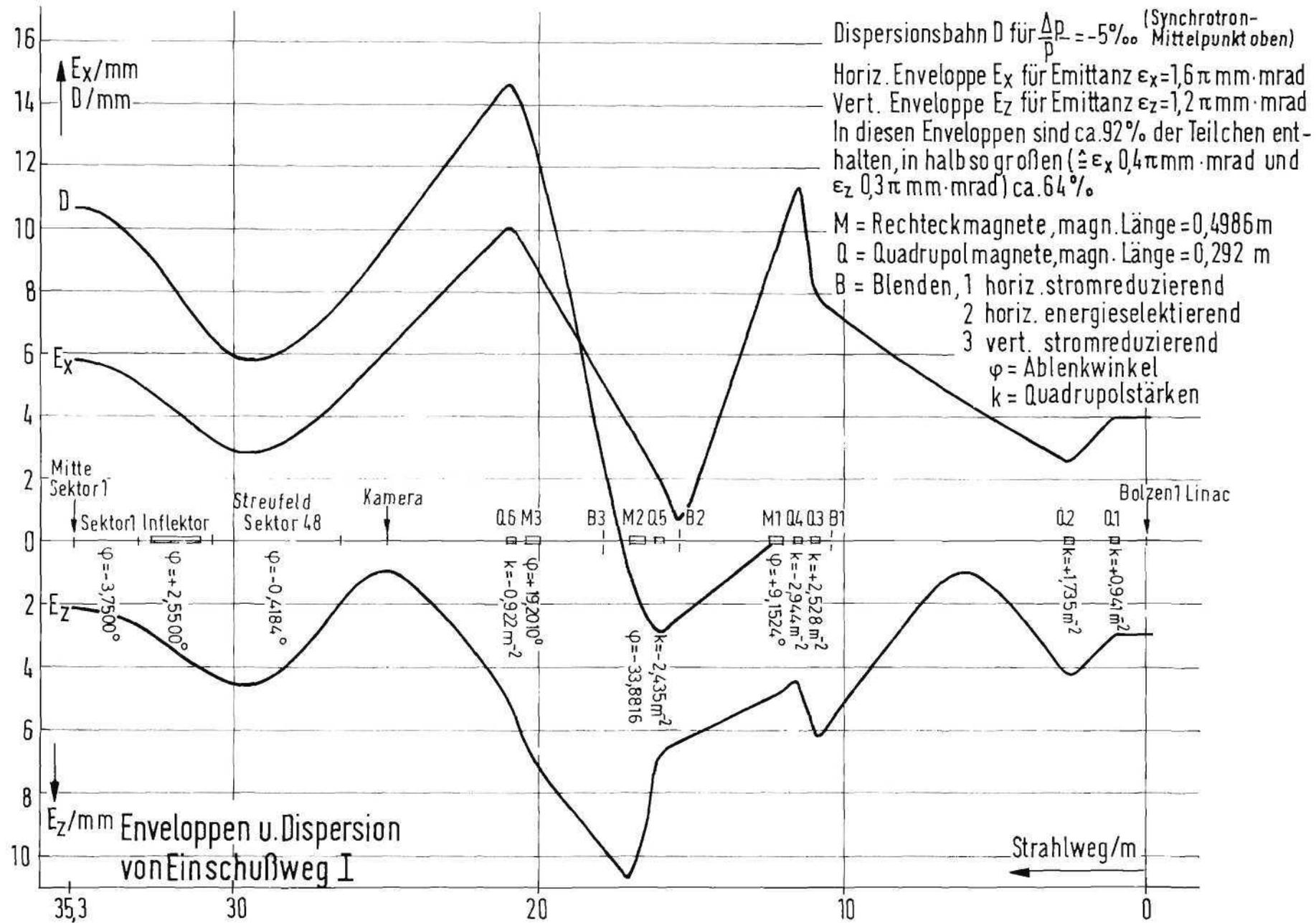


Bild 3 Enveloppen und Verlauf der Dispersion des Einschubweges I

Die Arbeiten am 400 MeV-Linearbeschleuniger wurden im Berichtsjahr gemeinsam mit der Gruppe H (Speicherring) fortgesetzt. Die Arbeiten am Beschleuniger selbst standen noch unter Verantwortung der Lieferfirma VARIAN. Anfang des Jahres waren alle Hauptkomponenten bis auf das Injektionssystem geliefert. Im März waren die Modulatoren aufgebaut, davon die ersten fünf bereits einsatzfähig. Auch die Beschleunigerabschnitte waren um diese Zeit montiert und evakuiert, sodaß mit dem "Aushärten" begonnen werden konnte. (Unter "Aushärten" versteht man die Inbetriebnahme der Beschleunigerabschnitte mit langsam ansteigender Hochfrequenzleistung.)

Am 5. Dezember wurde ein Elektronenstrom von insgesamt 130 mA erreicht, davon etwa 110 mA bei einer Energie von 480 MeV innerhalb einer Energieunschärfe von  $\pm 1/2\%$ . Einen Positronenstrahl der Energie von 360 MeV und einer Intensität von 400  $\mu$ A innerhalb  $1/2\%$  lieferte der Linac II am 17. Dezember 1969. Die Breite der Strahlpulse lagen in beiden Fällen bei etwa 2,5  $\mu$ sec. Ab Oktober war zur Abwicklung der Erprobungsprogramme gemeinsam mit der Lieferfirma der Schichtbetrieb am Linac II eingeführt worden.

Die Speicherring Gruppe (H) beschäftigte sich insbesondere mit der vorläufigen Erprobung des Positronenhorns. Der für den 400 MeV-Linac bestimmte Prozeßrechner vom Typ ARGUS 500 wurde Anfang des Jahres geliefert und in Betrieb genommen, seine Abnahme erfolgte im Juli 1969. Die Programm-Entwicklung umfaßt im wesentlichen vier Bereiche:

Anpassung des Betriebssystems

Festlegung einer Operateursprache zum Steuern des Prozesses und Entwicklung des erforderlichen Übersetzers

Programmierung des Bildschirmgeräts

Erstellung von Anwenderprogrammen für die Einstellung der Ströme in den Magneten, die genaue Messung der Magnetfelder und die Überwachung des Vakuums im Linac II und am Einschußweg zum Synchrotron.

Weitere Arbeiten der Synchrotronbetriebsgruppe hatten die Erhöhung des Wirkungsgrades der Ejektion (Auslenkung des Elektronenstrahls aus dem Beschleuniger) und verbesserte Möglichkeiten zur Messung des Strahlprofils der Teilchen im Synchrotron zum Ziel. Mit relativ einfachen Mitteln war es möglich, den bisherigen schlechten Wirkungsgrad von etwa 35% auf 60% zu erhöhen, allerdings zunächst nur bei kleinen Energien der Elektronen. Nach der Montagezeit im Herbst sind die Untersuchungen

unter verbesserten Bedingungen wieder aufgenommen worden.

Das Entwicklungsprogramm des Beschleunigers hatte zwei Schwerpunkte: Untersuchungen für einen "pulse sharing"-Betrieb (gleichzeitige Belieferung verschiedener Experimente mit Strahlen) und Studien zu dem Zweck, das magnetische Feld in den Führungsmagneten des Synchrotrons nach Erreichen der Endenergie für einen längeren Zeitraum konstant zu halten ("flat-top"-Betrieb). Die Arbeiten sind zu einem großen Teil zusammen mit der Gruppe Energieversorgung (K) unternommen worden.

Die nachfolgende Tabelle gibt eine Übersicht über die Betriebszeit des Synchrotrons in den Jahren 1964 bis 1969:

	<u>1969</u>	<u>1968</u>	<u>1967</u>	<u>1966</u>	<u>1965</u>	<u>1964</u>	
Betriebszeit	6400	6272	5938	5530	4675	1830	Stunden
hiervon für Ex- perimente geplant	5848	5745	4833	4228	3467	1009	"
für Experimente erhalten	5574	5137	4366	3461	2592	767	"

Auf die einzelnen Experimente entfielen als Hauptbenutzer die folgenden Maschinenzeiten:

	<u>1969</u>	<u>1968</u>	<u>1967</u>	<u>1966</u>	<u>1965</u>	<u>1964</u>	
F 1	1068,7	513,3	462,4	319,5	517,5	29,7	Stunden
F 21	772,1	523,4	562,8	511,8	508,2	366,6	"
F 22	722,6	392,8	744,0	427,4	156,0	-	"
F 23	234,3	661,8	245,8	13,0	8,0	-	"
F 31	1325,3	1101,9	809,2	460,4	7,5	197,1	"
F 32	188,7	166,6	-	-	445,2	104,0	"
F 33	172,3	422,7	145,1	160,8	322,7	19,8	"
F 34	326,5				305,2	33,6	"
F 34 a		111,8	512,8	305,3			"
F 34 b		66,0	166,2	542,7			"
F 35	508,9	558,2	536,9	655,5	219,5	8,5	"
F 36	-	483,1	83,8	-	-	-	"
F 38	-	22,0	-	-	-	-	"
F 41	-	-	-	-	31,7	-	"
A 2	-	-	53,8	58,7	64,0	-	"
S 2	59,4	47,0	22,5	-	-	-	"
F 1/33	48,0	-					"
F 1/35	32,0						"
F 31/35	85,5						"
Sonstige	<u>29,8</u>	<u>66,7</u>	<u>21,3</u>	<u>6,0</u>	<u>7,0</u>	<u>8,0</u>	"
	5574,1	5137,3	4366,6	3461,1	2592,5	767,3	"

1.2 Aufbau der Experimente - Hallendienst (S2)  
(siehe hierzu die Pläne der Experimentierhallen auf den nachfolgenden Seiten)

In der Halle I wurde am Gammastrahl 10 das zweiarmige Spektrometer der Gruppe F31 völlig neu aufgebaut (Bild 29 zeigt das Prinzip dieses Spektrometers). Hierbei ist das zur Erzeugung des Gammastrahls verwendete rotierende Target durch ein festes Target ersetzt worden; die horizontale Breite des neuen Gammastrahls ist nunmehr zweimal geringer als vorher.

Am äußeren Elektronenstrahl 8 wurde hinter dem experimentellen Aufbau der Gruppe F23 ein zweiarmiges Spektrometer mit Funkenkammern für die Gruppe F32 errichtet.

In der Experimentierhalle II erhielt das Spektrometer der Gruppe F22 am Elektronenstrahl 20 einen weiteren, festen Meßarm. Die beiden vorderen Quadrupolmagnete sind freitragend über der schwenkbaren Lafette für das Elektronen-Spektrometer in der Nähe des Targets aufgebaut.

Weitere Experimente wurden am Gammastrahl 22 für die Gruppe F34 und am Strahl 24 für das gemeinsame Experiment der Gruppen F33 und F35 (Compton-Effekt am Proton) aufgestellt.

Wie aus dem Hallenplan II ersichtlich ist, überlappen sich die experimentellen Anordnungen der Gruppen F22 und F34 am Strahl 20 bzw. 22; die entsprechenden Aufbauten sind jedoch so ausgelegt, daß sie mit Hilfe des Hallenkrans umgestellt werden können.

Im Berichtsjahr sind zwei Sekundäremissions-Monitore so umgebaut worden, daß sie sich innerhalb des Strahlführungssystems aus dem Strahlbereich bewegen lassen. Durch Verwendung neuer Folienfenster konnte die Strahlungslänge des Monitors um den Faktor 10 auf  $2 \times 10^{-3}$  Strahlungslängen verringert werden. Die neuen Monitore ermöglichen einen schnellen Wechsel zwischen zwei, an einem Strahl betriebenen Experimenten (Strahl 8 in Halle I und Strahl 20 in Halle II); darüberhinaus kann bei einer Normierung auf Zählraten geprüft werden, ob der Sekundäremissions-Monitor den Elektronenstrahl in unzulässiger Weise beeinflusst.

Die im Vorjahr aufgenommene Entwicklung von Monitoren zur Untersuchung von Strahlprofilen wurde fortgesetzt. Um eine Intensitätsauflösung von 1% zu erhalten, müssen bei üblichen Primärstrahl-Intensitäten etwa  $10^6$  Sekundärelektronen pro Puls des Synchrotrons gemessen werden: Die zu verstärkenden Impulse haben Stromstärken von der Größenordnung  $10^{-10}$  A.

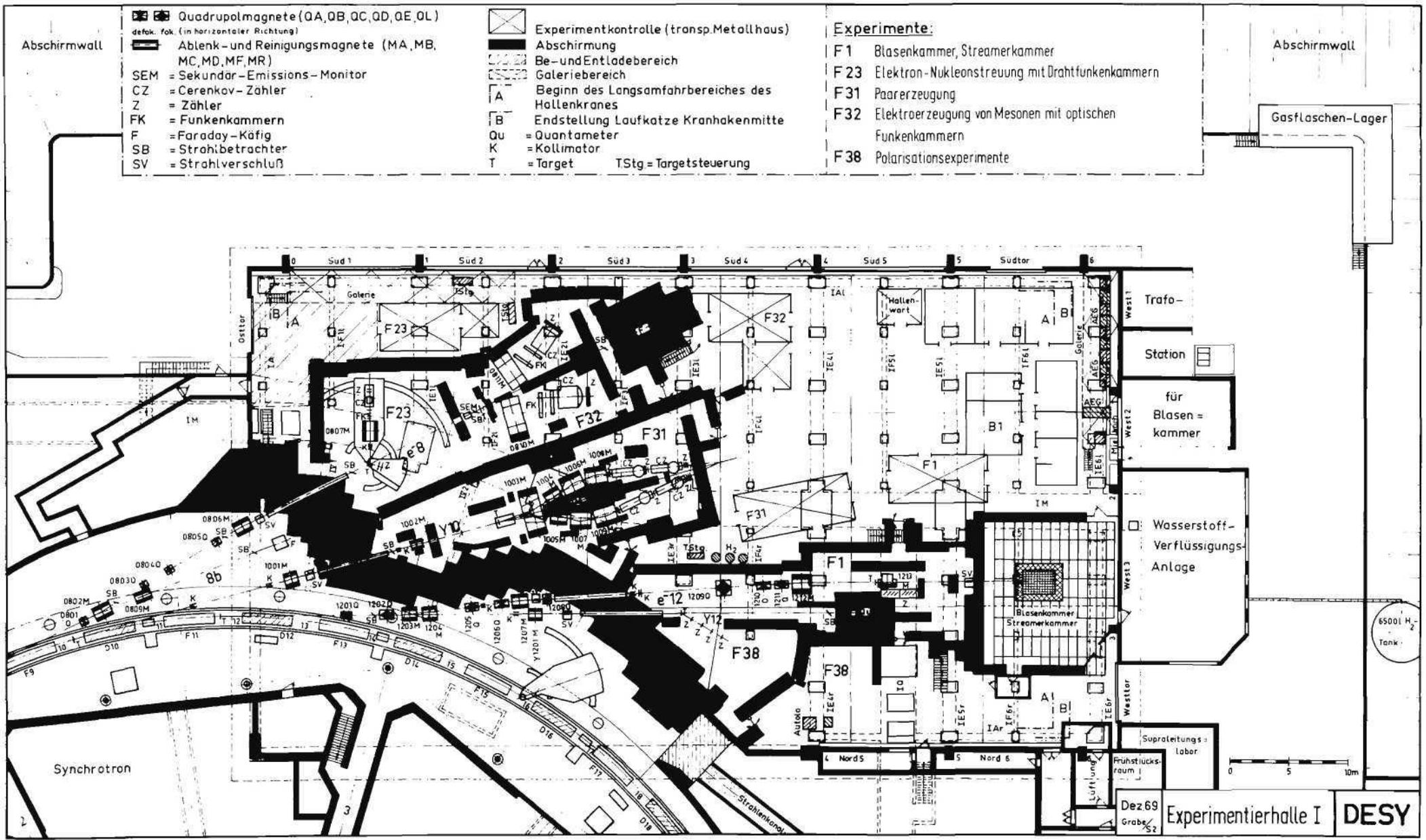


Bild 4a Lageplan der Experimentierhalle I

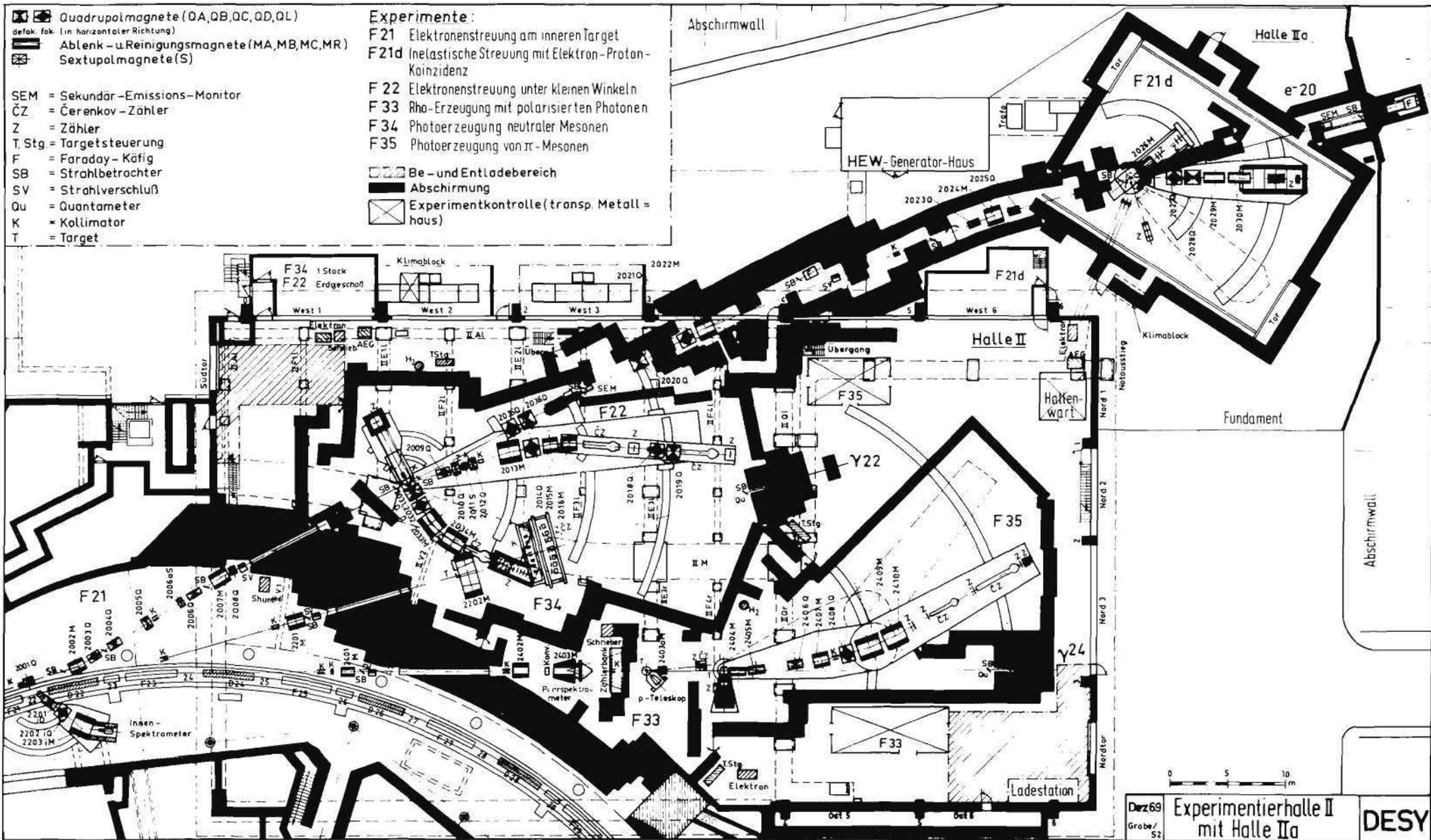


Bild 4b Lageplan der Experimentierhalle II

Folgende Labormuster stehen inzwischen zur Verfügung:

- a. Profilmessung: horizontal und vertikal  
 Streifenbreite: 9 mm  
 Streifenzahl: je 19  
 Meßzeit: ein Streifen pro Synchrotronpuls,  
 ein Strahlprofil in 400 msec  
 Das Gerät ist vor dem Faraday-Käfig des Experiments F21 im Elektronenstrahl 20 eingebaut. Das Profil wird als Oszillogramm dargestellt und dient der visuellen Kontrolle der Strahlbreite und -lage.
- b. Profilmessung: horizontal und vertikal  
 Streifen: ein Golddraht von 0,5 mm Durchmesser  
 Meßzeit: ein Meßpunkt pro Maschinenpuls,  
 ein Profil je nach Anzahl der Meßpunkte  
 Der Golddraht wird mit einer regelbaren Geschwindigkeit durch den Elektronenstrahl gefahren, die Position der Sonde wird auf die vertikale Ablenkung, das Emissionssignal auf die horizontale Ablenkung eines Oszillographen gegeben.

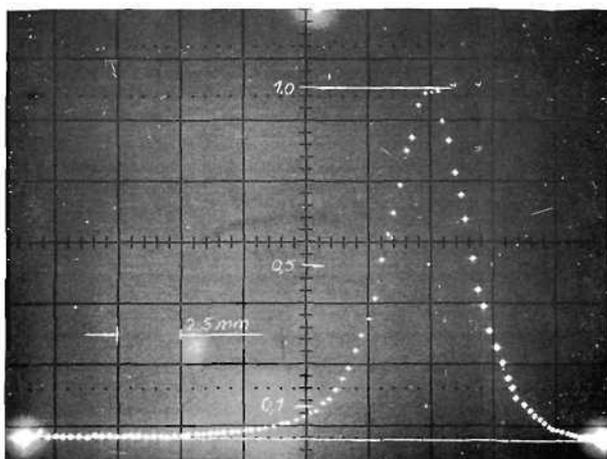


Bild 5 Vertikales Profil eines Elektronenstrahls; die Meßwerte können direkt in eine digitale Rechenmaschine gegeben werden

Die derzeit erreichbare Auflösung liegt bei 5%; es können Profile von 2 bis 50 mm Ausdehnung gemessen werden. Die Monitore sind insbesondere für die Messung von Emittanzen vorgesehen.

Im Januar wurden die DESY-Quantameter Nr. 3, 4, 5, 6 und 7 am äußeren Elektronenstrahl 8 neu geeicht. Als DESY-Standardfüllung sind 720 Torr Helium und 80 Torr Stickstoff gewählt worden. Hierdurch konnte der zulässige Arbeitsbereich der Quantameter von  $5 \times 10^5$  effektiven Quanten pro Mikrosekunde auf  $1,5 \times 10^7$  eff. Quanten pro Mikrosekunde erweitert werden.

Eine bei den DESY-Quantametern vermutete Energieabhängigkeit unterhalb einer Energie von 1 GeV konnte bei vergleichenden Messungen am Synchrotron der Universität Bonn nicht festgestellt werden; die Messungen wurden bei Energien von 295 und 450 MeV unternommen.

Eine Eichung der Sekundäremissions-Monitore Nr. 2, 4 und 5 ist ebenfalls durchgeführt worden. Im Energiebereich zwischen 1,5 und 7,0 GeV konnte eine logarithmische Abhängigkeit der Sekundäremissions-Ausbeute von der primären Energie gemessen werden.

### 1.3 Energieversorgung (K)

Nach den im Vorjahr erfolgreich verlaufenen Versuchen, die Magnete des Synchrotrons im "flat top"-Verfahren zu betreiben (s. Jahresbericht 1968, S. 2-7), sind im Jahre 1969 die größeren Komponenten für die erforderliche Magnetstrom-Versorgung projektiert und in Auftrag gegeben worden. Es handelt sich hierbei um Drosselspulen, Kondensatoren und einen Parallelrichter mit Thyristoren als Spannungsquelle. Daneben müssen alle Energieversorgungs- und Kühlanlagen für den Hochfrequenzsender des Synchrotrons wesentlich vergrößert werden, da sich die Verlustleistung des Senders bei dem angestrebten Betrieb verdoppelt. Hochspannungsgleichrichter-Anlagen für eine erweiterte Netzversorgung der Klystrons wurden deshalb in Auftrag gegeben und zum Teil bereits ausgeliefert, wobei für die Spannungsregelung erstmals Drehstromsteller mit Thyristoren eingesetzt werden. Die Rückkühlanlagen werden um zwei Kühltürme, einen Turbo-Kaltwasser-Erzeuger und Pumpen mit den zugehörigen Rohrleitungen erweitert.

Die erste Hälfte der Stromversorgungsgeräte für die Experimentiergeräte ist aus der Halle I in das neugebaute Gleichrichterhaus gebracht worden; seit Ende des Jahres wird ein Teil der Magnete von dort über einen Rangierverteiler versorgt. Um die Fernbedienung der Geräte für die Experimentatoren flexibel zu gestalten, ist ein Kreuzschienen-Verteiler installiert worden. Für neue Magnete wurden vier Gleichrichtergeräte mit einer Leistung von je 450 kW bestellt und der Endausbau des Rangierverteilers in Auftrag gegeben.

Im Berichtsjahr wurden von der Gruppe Energieversorgung auch wesentliche Arbeiten für den Speicherring geleistet: Für die Hochfrequenzsender sind sechs Netzversorgungsgeräte projektiert worden; sie sind ähnlich wie die des Synchrotrons aufgebaut und erzeugen 45 kV Gleichspannung bei einem Strom von 17 A. Besondere Anforderungen werden hier an die Regelung und Filterung der Ausgangsspannung gestellt. Ebenfalls hohe Qualität der Regelung und große Konstanz des Ausgangsstroms müssen zwei Gleichstromgeräte für die Prüfung der Magnete des Speicherrings haben; mit diesen Geräten sollen gleichzeitig Erfahrungen für die Stromquellen gesammelt werden, die für die Erregung der Speicherringmagnete benötigt werden.

Nachdem die wichtigsten Daten des Speicherrings endgültig festliegen, ist mit der detaillierten Konstruktion für alle Rohrleitungsanlagen begonnen worden. Insbesondere wurden alle Abmessungen für Rohr- und Kabelführungen, die in die Gestaltung der Gebäude eingehen, festgelegt.

#### 1.4 Rechenmaschine (R1)

Die Rechenanlage IBM 360/75 lief im Berichtsjahr im durchlaufenden Betrieb (24 Stunden pro Tag, 7 Tage pro Woche) mit folgenden Ausnahmen:

Während der Synchrotron-Wartungszeiten, d.h. alle zwei Wochen am Mittwoch und Donnerstag, stand auch die Rechenmaschine nicht zur Verfügung; diese Zeiten sind von der Firma IBM für Wartungs- und Systemarbeiten benutzt worden. Vom 15. September bis zum 15. Oktober war das Rechenzentrum wegen Umbau und Erweiterung für die im Frühjahr 1970 zu installierenden Anlage IBM 360/65 geschlossen.

Im Januar wurde ein zweiter Plattenspeicher angemietet; hierdurch konnten in größerem Ausmaß Programme und Daten auf Platten gespeichert werden. Von den 16 zur Verfügung stehenden Plattenstapeln waren 8 durch Bibliotheken und Datensätze von Benutzern des Rechenzentrums belegt, die andere Hälfte wurde vom Operationssystem als Arbeitsplatten benutzt.

Über die im Berichtsjahr gerechneten Programme und die Rechenzeiten geben die folgenden Tabellen Auskunft. Tabelle 1 zeigt eine Aufteilung nach Monaten, Tabelle 2 ist nach den Benutzergruppen von DESY geteilt. In der Tabelle 2 sind nur solche DESY-Gruppen aufgeführt, die mehr als 1% der Rechenzeit in Anspruch genommen haben.

	Zahl der Programme	Rechenzeit in Stunden
Januar	9085	329
Februar	8535	346
März	9982	449
April	8976	383
Mai	9066	350
Juni	10042	411
Juli	11215	413
August	13992	452
September	6619	242
Oktober	4466	149
November	10187	385
Dezember	<u>8435</u>	<u>320</u>
insgesamt	110600	4229

Tabelle 1

Tabelle 2

Gruppe	Zahl der Programme	Rechenzeit	
		in Stunden	in Prozent
F 1	25507	1090	25,8
F31	10759	920	21,8
F21	9077	310	7,3
F33	5446	304	7,2
F22	3275	228	5,4
R 1	13672	184	4,4
R 2	4509	151	3,6
F34	1338	133	3,1
T	1896	125	3,0
R	315	107	2,5
F23	1924	100	2,4
F35	2449	70	1,7
S 1	2489	58	1,4
F41	2248	55	1,3
F32	2703	51	1,2

### 1.5 Automatische Filmauswertung (R2)

Die Arbeiten der Gruppe hatten im Jahre 1969 die folgenden Schwerpunkte:

- a. Betrieb von fünf Meßtischen für manuelle Blasenkammerfilm-Vermessung (Vanguard-System). Mit dem Vanguard-System wurden Filme der  $\pi p^-$ ,  $\bar{p} p^-$ ,  $\gamma p^-$  und  $\gamma d$ -Blasenkammer-Experimente und des Streamerkammer-Experiments vermessen. Insgesamt sind 58 756 Ereignisse während 11 882 Meßtisch-Stunden verarbeitet worden.
- b. Aufbau und Inbetriebnahme eines automatischen Blasenkammerfilm-Vermessungssystems (HPD-System) in Zusammenarbeit mit den Physikalischen Instituten der Universitäten Bonn und Hamburg. Hauptgewicht der Arbeiten am HPD-System hatten die Verbesserungen der Rechenprogramme sowie der elektronischen und mechanischen Komponenten, um eine höhere Betriebssicherheit und einfachere Handhabung zu erreichen. Im August wurden etwa 2000 Ereignisse des  $pp^-$ -Experiments mit dem HPD vermessen und ausgewertet. 86% der analysierten Ereignisse durchliefen die sich anschließenden Auswerte-Programme ohne Fehler. Nach Auswertung der so gewonnenen Erfahrungen begann am 1. Dezember die Vermessung mit dem HPD-System im Schichtbetrieb.
- c. Projektierung eines Geräts zur automatischen Datenzusammenfassung und optischen Darstellung, das an die Großrechenanlage direkt angeschlossen eine unmittelbare Darstellung statistischer Zusammenhänge vieler tausend Einzelereignisse oder -daten ermöglicht. Das System soll den Experimentator in die Lage versetzen, analysierte Daten nach verschiedenen Gesichtspunkten in möglichst kurzer Zeit zusammenzufassen. Die Komponenten der Anlage sind im

Berichtsjahr bestellt worden, ferner wurden die erforderlichen elektronischen Verbindungsgeräte vorbereitet.

### 1.6 Bibliothek und Dokumentation (R3)

Die Entwicklung von Bibliothek und Dokumentation im Berichtsjahr ist aus den nachfolgenden Tabellen zu ersehen:

#### 1. Bücher, Zeitschriften und Berichte

	Zugang		Bestand	
	1968	1969	Ende 1968	Ende 1969
Monographien	965	691	4414	5105
gebundene Zeitschriften	548	404	3779	4183
laufend gehaltene Zeitschriften	16	23	224	247
Berichte und Preprints	2515	3380	ca. 12.000	ca. 13.000

#### 2. Bibliotheksbenutzung

	1968	1969
Leserzahl	ca. 750	ca. 750
Entleihvorgänge	ca. 160 pro Woche	ca. 250 pro Woche
Entleihvorgänge im auswärtigen Leihverkehr	380	230

#### 3. Dokumentation

Umstellung auf neue Programme zur Produktion des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX im A4-Format sowie von monatlicher Erscheinungsweise auf vierzehntägige. Herausgabe von 23 Heften des HEP und des Jahresindex 1968.

Zahl der in die Dokumentation aufgenommenen Arbeiten      1967: 6818      1968: 8278      1969: 9107

#### 4. Sonstiges

Es wurden im Jahre 1969 52 DESY-Berichte veröffentlicht (1968: 58).

# Gruppen im technischen Bereich

## 2.1 Bautätigkeit (G1)

Die Halle zur zentralen Unterbringung aller Stromversorgungsgeräte für die Experimentiermagnete sowie die Erweiterung des Hauptkontrollgebäudes wurden im Frühjahr 1969 fertiggestellt und bezogen.

Ferner sind Erweiterungen des Verflüssigergebäudes der Gruppe B2 sowie der Elektronikwerkstatt begonnen worden; der Beobachtungsbunker der Gruppe F41 (Untersuchungen mit Hilfe der Synchrotronstrahlung) wurde um eine Etage aufgestockt.

Für das Speicherring-Projekt sind vom Sommer des Berichtsjahres bis zum Ende des Monats November die Erdarbeiten ausgeführt worden.

Die nachfolgende Seite zeigt eine Luftaufnahme des Gesamtgeländes von DESY.

## 2.2 Blasenkammerbetrieb und Kältetechnik

### A. Blasenkammerbetriebsgruppe (B1)

Die Gruppe B1 war im Jahre 1969 auf folgenden Gebieten tätig:

a. Fortsetzung des Streamerkammer-Experiments in Zusammenarbeit mit den Gruppen F1 und F52.

Im Verlauf dieses Experiments sind von der Gruppe die nachfolgenden Teilaufgaben übernommen worden:

1. Durchführung der mechanischen Arbeiten in Verbindung mit Verbesserungen im optischen System
2. Umbau der Kameras auf höhere Bildfolgefrequenz
3. Erhöhung des Wirkungsgrades und der Betriebssicherheit des Kühlkreislaufes für das Wasserstofftarget
4. Überwachung und Bedienung von Kameras, des Blasen-kammermagneten und des Targetsystems während der laufenden Versuche.

b. Vorbereitende Arbeiten zur Wiederaufnahme des Blasenkammerbetriebs im Jahre 1970 zur Durchführung eines Experiments zur Untersuchung der Reaktion  $K_2^0p$ .

In Zusammenarbeit mit Experimentiergruppen aus Heidelberg und Tel Aviv ist der Vorschlag für ein Experiment mit  $K_2^0$ -Teilchen ausgearbeitet worden; in dem geplanten Experiment soll die Wasserstoff-Blasen-kammer als Target verwendet werden. Im Hinblick auf die Wiederaufnahme des Blasen-kammerbetriebs wurden umfangreiche Arbeiten am Vakuumsystem (z.B. Erhöhung der Sauggeschwindigkeit durch die Installation von Rootspumpen) vorgenommen.

c. Experimentelle Untersuchungen über die physikalischen Prozesse und thermodynamischen Vorgänge in der Blasen-kammer.

Die Auswertung der im Vorjahr durchgeführten Messungen von Blasenradien mit Hilfe der Absorption von Ultraschall ist abgeschlossen worden (19).

In Zusammenarbeit mit der Blasen-kammergruppe für die große europäische Blasen-kammer BEBC beim Kernforschungszentrum CERN in Genf sind Messungen über die Thermodynamik der Blasen-kammerexpansion an einem Modell unternommen worden; ähnliche Messungen wurden früher bereits an der DESY-Blasen-kammer vorgenommen (A1). Die Auswertung der bei CERN durchgeführten Untersuchungen, für die seitens DESY ein elektronischer Impulsgeber zur programmierten Steuerung des hydraulischen Expansionssystems für das Blasen-kammer-Modell entwickelt worden

VOLKSPARK-  
STADION

LURUPER CHAUSSEE

TRABRENNBAHN  
BAHRENFELD

LAGERHALLEN

BAUSTELLE  
SPEICHERRING

UNIVERSITÄT  
LINAC 2 (I.II. INSTITUT)

Fa.  
REEMTSMA

EXP.-  
HALLE 2

SYNCHROTRON

HEIZZENTRALE

EXP.-HALLE 1

KRAFTSTATION

LABOR-  
GEBÄUDE

VERFLÜSS.-STAT.

MECHAN.  
WERKSTATT

NOTKESTIEG

VERWALTUNG

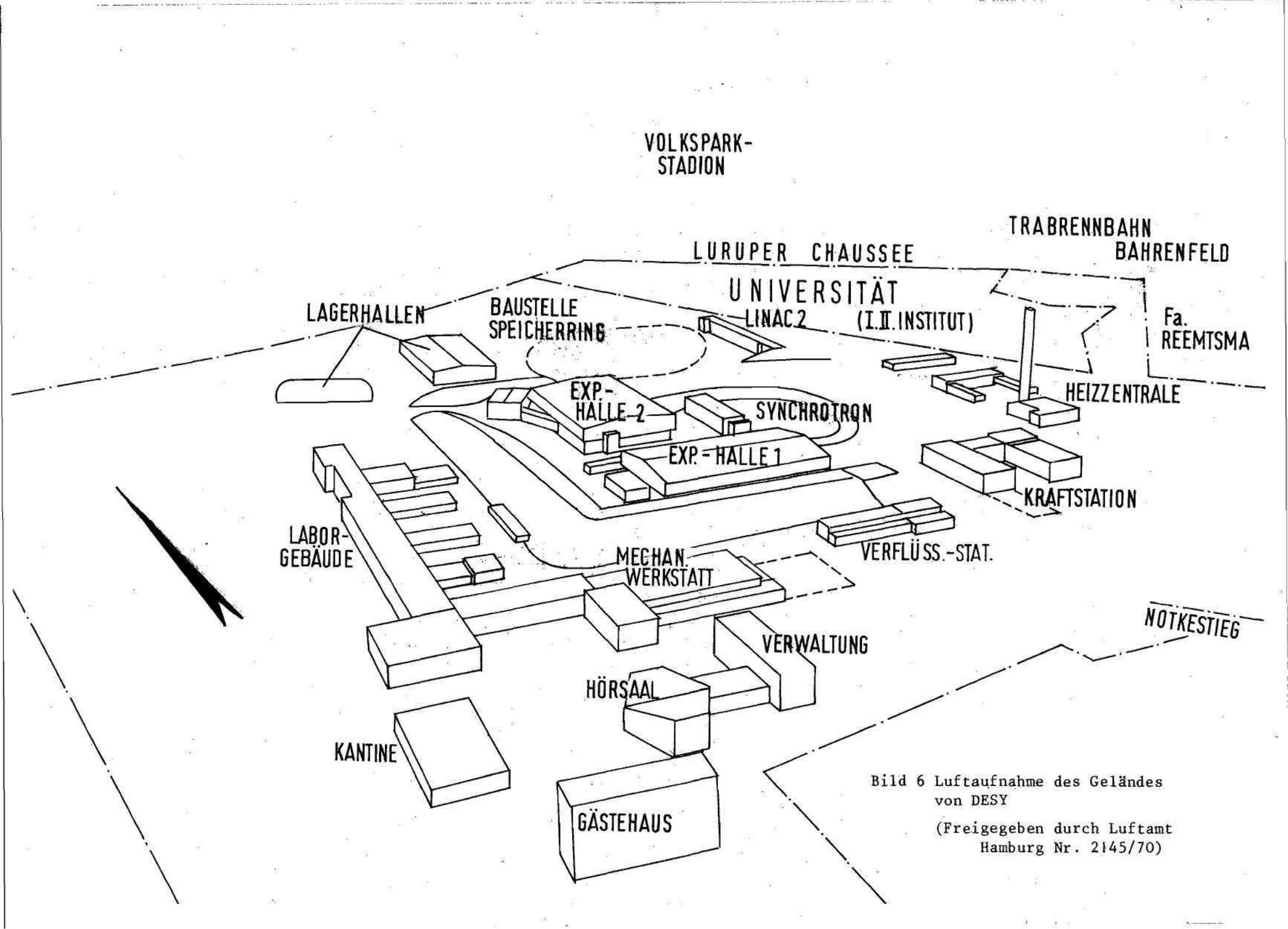
HÖRSAAL

KANTINE

GÄSTEHAUS

Bild 6 Luftaufnahme des Geländes  
von DESY

(Freigegeben durch Luftamt  
Hamburg Nr. 2145/70)





war, konnten im Berichtsjahr nicht abgeschlossen werden.

#### d. Technologie supraleitender Magnete

Die Arbeiten auf dem Gebiet der Supraleitungs-Technologie erstreckten sich auf die folgenden Bereiche:

1. Es wurden Verhandlungen mit der Industrie über den Bau eines supraleitenden Magneten mit einem Durchmesser von 1,4 m und einer Zentralfeldstärke von 20 kG geführt. Nach Ausarbeitung einer detaillierten Spezifikation wurde im Oktober der Liefervertrag über die Herstellung des Magneten abgeschlossen (21).

2. Für Untersuchungen auf dem Gebiet der Supraleitung ist ein Helium-Laboratorium errichtet und mit einem 12 Watt Helium-Rückverflüssiger sowie den notwendigen Meßgeräten ausgestattet worden.

3. Zur Durchführung der anfallenden Berechnungen ist das Rechenprogramm "Nutcracker" des Forschungszentrums SLAC (Stanford, USA) beschafft und bei DESY in Betrieb genommen worden.

#### e. Betrieb des Wasserstoff-Verflüssigers

Zur Versorgung der Experimente mit flüssigem Wasserstoff sind im Jahre 1969 14.600 Liter erzeugt und abgegeben worden.

#### B. Kältetechnik (B2)

Aufbauend auf Vorversuchen aus den zurückliegenden Jahren wurde ein neuer Target-Typ entwickelt und gebaut; das neue Target verwendet einen Miniatur-Joule-Thomson-Rückverflüssiger. Das Target ist zum ersten Mal bei dem Experiment der Gruppe F32 in Halle I erprobt und verwendet worden. Der Rückverflüssiger hat eine Leistung von 5 kcal pro Stunde und arbeitet besonders wirtschaftlich. Bild 7 zeigt eine Ansicht der Anlage.

Für die Gruppe F31 ist ein besonders großes Kondensations-Target für den Betrieb mit Wasserstoff und Deuterium konstruiert und in der Halle eingebaut worden (Bild 8).

Für das bei DESY im Bau befindliche polarisierte Target wurde ein Helium-Pumpstand mit einer Leistung von  $8.000 \text{ m}^3$  pro Stunde bei einem Druck von  $10^{-1}$  Torr entwickelt und gebaut. Dieser Pumpstand kam bei CERN in Genf im Berichtsjahr zum ersten Mal zum Einsatz während eines Experiments.

Während des Jahres 1969 sind 533.950 Liter flüssiger Stickstoff hergestellt worden; zusätzlich wurden 37.400 Liter gekauft. 1.430 Liter flüssigen Heliums sind von außerhalb bezogen worden.

### 2.3 Technische Dienste (W)

#### a. Konstruktion

Gegenüber dem Vorjahr ist in personeller Besetzung und räumlicher Unterbringung keine Änderung eingetreten. In der Verteilung der bearbeiteten Projekte auf die drei Bereiche von DESY (siehe Organisationsplan am Ende des Berichts) ist ein Ansteigen der Aufträge aus dem Bereich Forschung um etwa 50% zu verzeichnen.

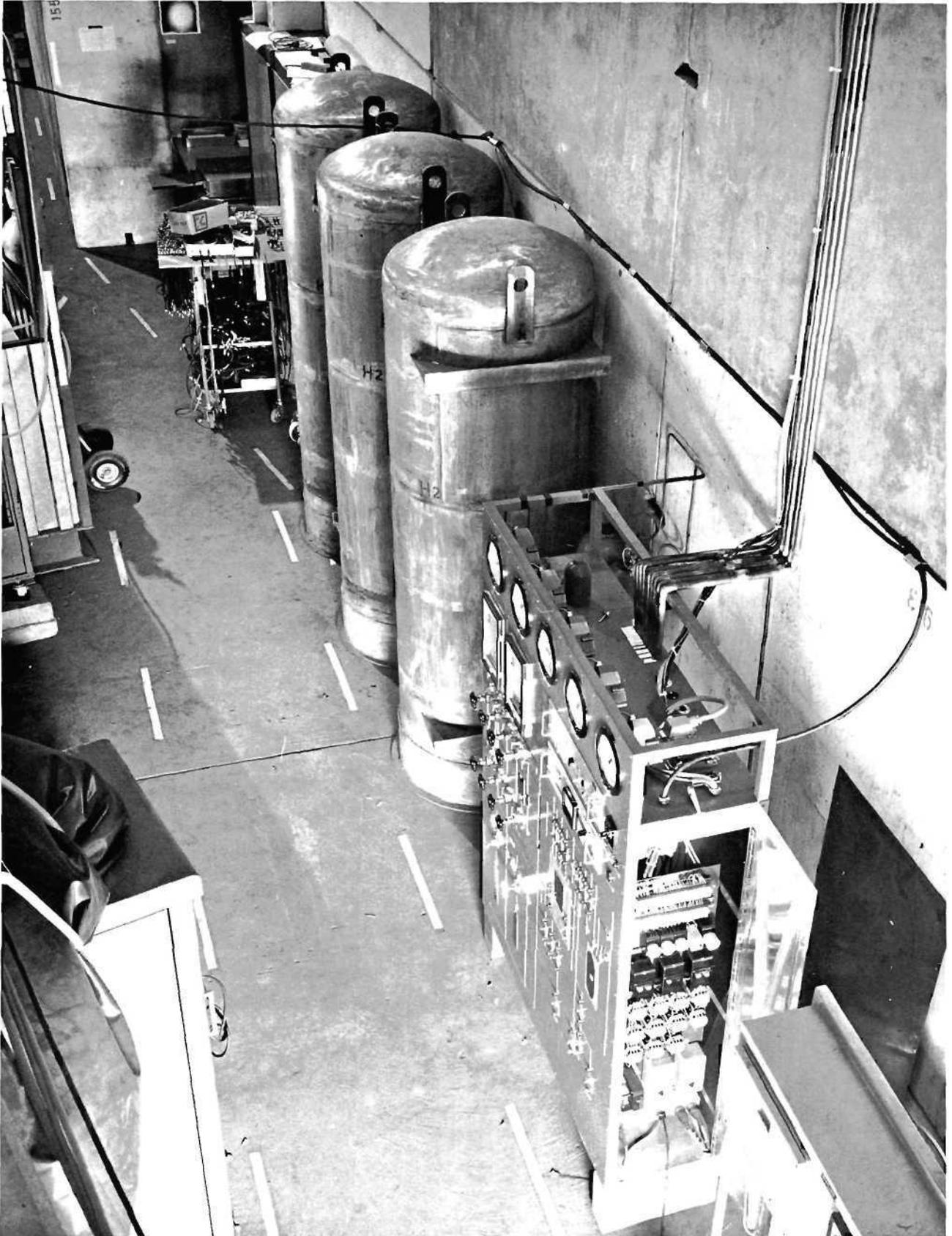


Bild 7 Neuartige Rückverflüssigungs-Anlage für Wasserstoff

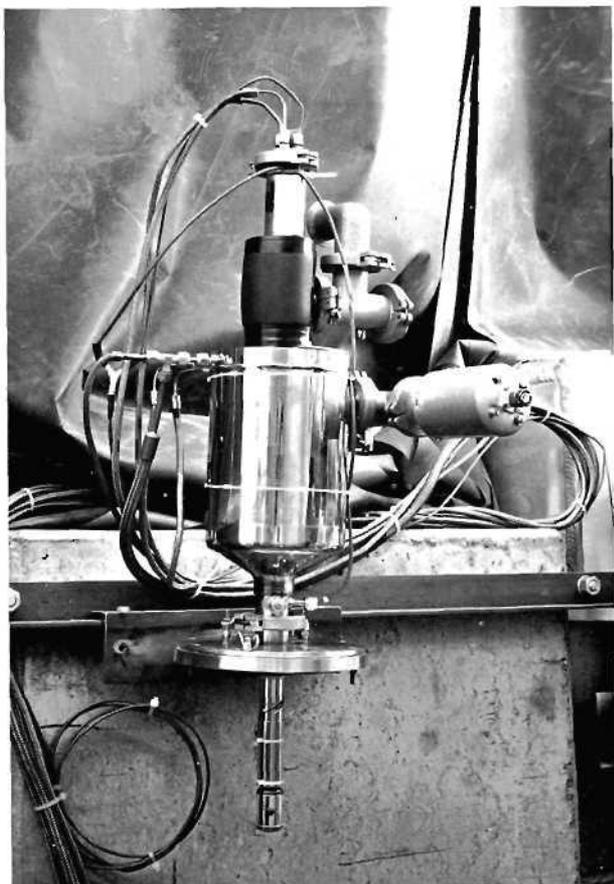


Bild 8 Kondensationstarget für  
Wasserstoff und Deuterium

mittlerer Leistung ergänzt worden.

#### c. Elektronik-Fertigung

Die Inanspruchnahme der Elektronik-Fertigung durch den Forschungsbereich blieb mit 19% unverändert; dagegen waren im Bereich Maschine ein Absinken von 59% auf 51% und im Bereich Betrieb und Ausbau ein Anwachsen von 22% auf 33% der Aufträge zu verzeichnen.

Die Gesamtzahl der abgewickelten Aufträge nahm gegenüber dem Vorjahr leicht ab, dafür stieg jedoch der Umfang der Aufträge von durchschnittlich 69 Stunden pro Auftrag im Vorjahr auf etwa 78 Stunden pro Auftrag im Berichtszeitraum.

#### 2.4 Speicherringgruppe (H)

Die Vorbereitungen für den Bau des Speicherrings konnten im Jahre 1969 erheblich vorangetrieben werden; neben der Aushebung der Baugrube erfolgte in der zweiten Jahreshälfte die Bestellung der ersten großen Teile für die Anlage.

Zu Jahresbeginn wurden die grundsätzlichen Überlegungen zum Abschluß gebracht und die wichtigen Parameter endgültig festgelegt. Zusätzliche Gesichtspunkte ergaben sich aus den neuen Speicherring-Vorschlägen von SLAC (A2), Orsay (A3)

Die Lafette für das Protonen-Spektrometer der Gruppe F21 bildete bei den Konstruktions-Aufgaben einen besonderen Schwerpunkt.

Im Bereich Maschine war die Neugestaltung des Einschußweges für Elektronen vom Linac I zum Synchrotron eine Aufgabe besonderen Umfangs.

Im Bereich Betrieb und Ausbau überwiegen die Arbeiten für das Speicherring-Projekt; es handelt sich in erster Linie um mechanische Bauteile für Hochfrequenz-Geräte und um Vakuumbauteile.

An einem in der Werkstatt gefertigtem Vakuumkammer-Modell sind Untersuchungen über die Brauchbarkeit der vorgeschlagenen Konstruktionen und Messungen mittels Dehnungs-Meßstreifen durchgeführt worden.

#### b. Mechanische Fertigung

Die Zahl der Werkstattaufträge ist gegenüber dem Vorjahr leicht angestiegen. Die Verteilung der Aufträge auf die drei Bereiche blieb nahezu unverändert.

38% der Aufträge wurden intern abgewickelt, 41% vollständig nach außen vergeben und die restlichen Aufträge teilweise intern, teilweise extern ausgeführt.

In der mechanischen Werkstatt ist die Ausrüstung durch eine schwere Abkantpresse und durch Dreh- und Fräsmaschinen

und Novosibirsk (A4). Von besonderem Interesse war die erreichbare Luminosität bei vertikalem oder horizontalem sowie großem oder kleinem Kreuzungswinkel der beiden Teilchenstrahlen. Es zeigte sich jedoch, daß alle Anordnungen etwa die gleiche Luminosität erwarten lassen (35,30). Unterschiede entstehen aus der Bewertung der Schwierigkeiten bei der technischen Verwirklichung, etwa aus Annahmen über den höchstmöglichen Strom, das Ausmaß der Entkopplung zwischen horizontalen und vertikalen Betatronschwingungen und die mögliche Ladungskompensation.

Nach Abwägung aller Gesichtspunkte wurde beschlossen, das bisherige Konzept zweier getrennter, übereinander angeordneter Speicherringe mit kleinem vertikalem Kreuzungswinkel der Strahlen von ca.  $1^\circ$  weiterzuführen (32). Bild 9 zeigt die Prinzipskizze der geplanten DESY-Speicherring-Anlage.

Im Hinblick auf die experimentellen Möglichkeiten ist neben der Luminosität auch die Energie der Speicherringe erneut diskutiert worden. Um eine spätere Erhöhung der Endenergie über 3 GeV hinaus zu ermöglichen, wurden die Magnete für eine Energie von 4,5 GeV ausgelegt. Der vertikale Abstand der beiden Ringe änderte sich dadurch von 60 auf 80 cm. Eine Erhöhung der Energie erfordert später hauptsächlich eine Erhöhung der den gespeicherten Strahlen zugeführten Hochfrequenzleistung.

Dem Wunsch nach verbesserten experimentellen Bedingungen am Speicherring wurde durch eine Gebäudeänderung entsprochen: Die Experimentierhalle ist verbreitert und ein größeres Kontrollgeschoß geplant worden.

Neben dem Vertrag über die Lieferung der sechs Hochfrequenzsender mit jeweils 250 kW Dauerstrichleistung und die zugehörigen Stromversorgungen wurden die Ausschreibungen über die Lieferung von 26 Doppelablenkmagneten und 52 Doppelquadrupol-Linsen sowie das Hohlleitersystem zur Aufteilung der Senderleistung auf die Beschleunigungsstrecken abgeschlossen.

Die theoretischen Untersuchungen konzentrierten sich auf die zu erwartende Luminosität und auf weitere Ursachen für Teilchenverluste. Erstmals ist hierbei der Teilchenverlust durch Streuung an der Synchrotronstrahlung berechnet worden, der die maximale Stromstärke bei hohen Energien begrenzt (31).

Auf Anregung von M.Sands (A5) wurden Überlegungen zur Installation eines zusätzlichen 50 MHz-Hochfrequenzsystems wieder aufgenommen. Mit ihm könnten die Besetzungszahl der Strahlbündel geändert, die Phasenstabilität und die Strahlstromstärke erhöht sowie die Länge der Strahlbündel vergrößert werden.

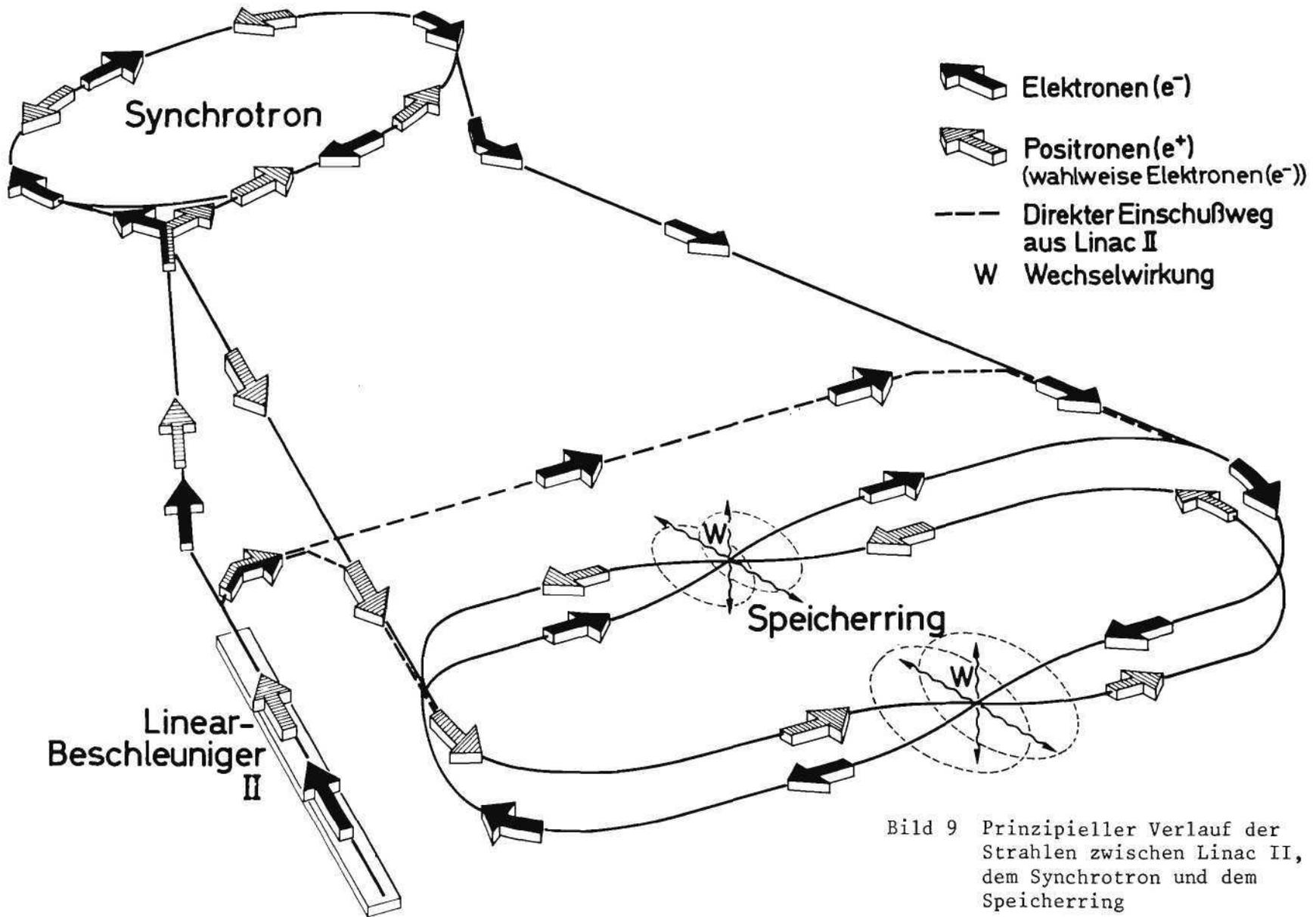


Bild 9 Prinzipieller Verlauf der Strahlen zwischen Linac II, dem Synchrotron und dem Speicherring

Weitere umfangreiche Rechnungen erforderte die bestmögliche Auslegung der optischen Struktur. Dabei ist auch die Empfindlichkeit der Strahllage gegen Aufstellungs- und Feldfehler der Magnete untersucht worden. Das Ergebnis sind äußerst strenge Forderungen an die mechanische Stabilität der vier Quadrupol-Linsen, die nahe der Wechselwirkungszone der beiden sich kreuzenden Strahlen stehen. Ferner wurde die Form der Pole für die Ablenk- und Quadrupolmagnete durch genaue Feldberechnungen festgelegt (41).

Infolge unterschiedlicher Eisenqualität können während einer Änderung des erregenden Stromes Abweichungen von der Gleichheit des Magnetfeldes in vielen, in Reihe geschalteten Magneten auftreten. Um die Größenordnung dieses Effekts festzustellen, sind Messungen an Experimentiermagneten vorgenommen worden (37).

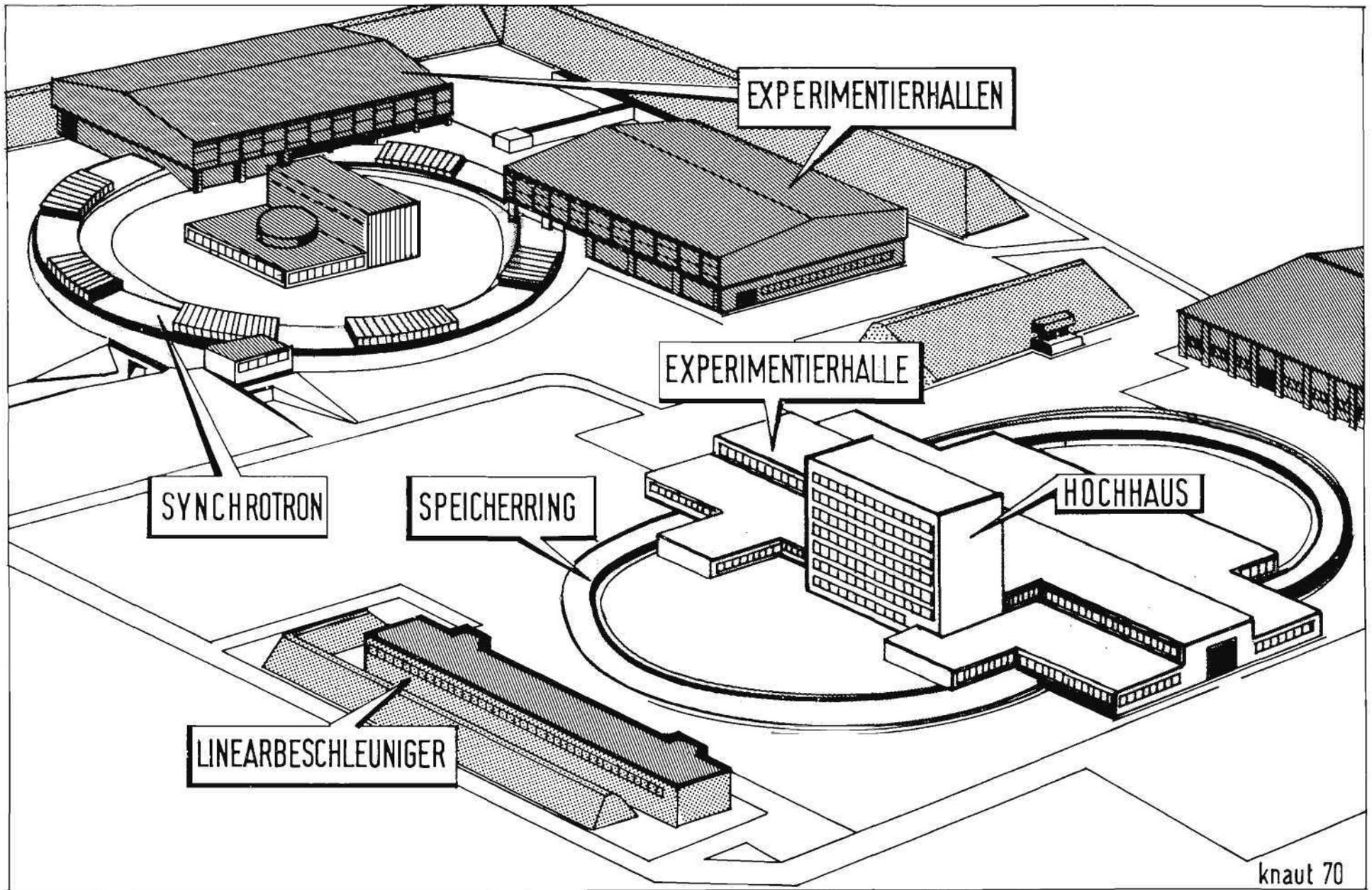
Der Prototyp einer 500 MHz-Beschleunigungsstrecke wurde angefertigt und geprüft. Es zeigte sich, daß die Kühlung der Flansche noch nicht ausreichend ist. Die Überlegungen zur Regelung und Steuerung der Hochfrequenz wurden weiter vorangetrieben und einige Detailprobleme bereits praktisch gelöst (38).

Da die Anregung unerwünschter Hochfrequenz-Schwingungen durch den Teilchenstrahl erschwert wird, wenn die Vakuumkammer möglichst glatt und frei von Einschnürungen und Erweiterungen ist, wurde die Auslegung des Vakuumsystems überarbeitet; die Überlegungen führten zu einer runden, durchlaufenden Vakuumkammer, die in den geraden Stücken und in den Quadrupolmagneten den gleichen Durchmesser besitzt.

Von den einfachen Vakuumbauteilen ist eine kleine Stückzahl bestellt worden. Für die flachen Vakuumkammern in den Ablenkmagneten und die ausheizbaren Ventile großer Nennweite wurden Entwicklungsaufträge an die Industrie vergeben. Für den Absorber zur Aufnahme der Synchrotronstrahlung mit einer Leistungsdichte bis  $20 \text{ kW pro cm}^2$  (36) wurde rechnerisch und experimentell gezeigt, daß ein technisch einfach herzustellender wassergekühlter Kupferblock zur Absorption dieser Strahlungsleistung voraussichtlich ausreichen wird.

Schließlich sind erste Überlegungen und Versuche zur Messung der Eigenschaften der Strahlen angestellt worden. Von besonderer Bedeutung ist die Messung der Strahllage: Wegen der großen Empfindlichkeit der Strahllage gegenüber Fehlern in den magnetischen Feldern muß sie an vielen Stellen ständig überwacht und aus ihrer Abweichung vom Sollwert müssen Korrekturen errechnet werden. Theoretische und praktische Untersuchungen zur Entwicklung geeigneter Lagemeßstationen wurden begonnen (42).

Ein besonders schwierig zu lösendes Problem stellt die Messung der zeitlichen



knaut 70

Bild 10 Zukünftiges Aussehen der Speicherring-Gebäude

Länge der Strahlenbündel dar, die vermutlich unter 0,1 nsec liegt. Die Lösung dürfte in der Anwendung eines speziellen Verfahrens mit Hilfe eines Lasers liegen. Gegen Ende des Jahres gelang es, mit einem Neodym-Laser Lichtimpulse mit Längen von einigen  $10^{-12}$  sec zu erzeugen und diese Länge auch sichtbar zu machen (43).

Einen Eindruck von den zukünftigen Bauten in Zusammenhang mit dem Speicher-ring-Projekt vermittelt Bild 10 auf der vorhergehenden Seite.

## 2.5 Beschleunigerforschung (B3)

Im Berichtsjahr sind Untersuchungen darüber angestellt worden, grundsätzliche Eigenschaften von Elektronenbeschleunigern mit hohem Energiegewinn pro Umlauf an einem Modell zu studieren. Es konnte gezeigt werden, daß der Einfluß der Maschinenparameter bei nicht-kontinuierlicher Beschleunigung zu Phasenschwings-Resonanzen führen kann (45). Weiterhin ergab sich, daß solche Resonanzen bei einer Vielzahl von Beschleunigern auftreten können, zu denen auch das Mikrotron gehört. Untersuchungen der Phasenschwingungen und ihrer Beeinflussung durch die Strahloptik sowie deren Fehler an einem Mikrotron lassen mithin Rückschlüsse auf die entsprechenden Vorgänge bei Großbeschleunigern zu.

Die besten Möglichkeiten für derartige Studien bietet ein "Racetrack"-Mikrotron (A6,A7), da hier genügend Platz für die individuelle Beeinflussung der einzelnen Bahnen und für die Aufstellung größerer Hochfrequenz-Beschleunigungsstrecken zur Verfügung steht. Außerdem kann, im Gegensatz zum normalen Mikrotron, der Einschub der Elektronen wohldefiniert und mit vorgegebbarer Energie durchgeführt werden. Die bei kleinen Energien der Elektronen auftretenden Schwierigkeiten durch Randfeldeffekte an dem geteilten Führungsmagneten und durch Laufzeiteffekte in den feldfreien Bereichen können durch geeignete Formung der Magnetfelder überwunden werden.

Nach der Ausarbeitung eines ersten Entwurfs für ein solches Mikrotron ist zunächst der Einschub-Beschleuniger spezifiziert und in Auftrag gegeben worden. Dieser elektrostatische Beschleuniger mit maximal 550 keV Energie und 20 mA Strahlintensität soll in der zweiten Hälfte des Jahres 1970 für experimentelle Untersuchungen zur Verfügung stehen.

Das Mikrotron wird in einem vorhandenen Gebäude untergebracht werden; der Aufbau der notwendigen Abschirmung ist weitgehend abgeschlossen.

# Gruppen im Forschungsbereich



### 3.1 Theoretische Gruppe (T)

Die theoretische Gruppe von DESY beschäftigte sich im Berichtsjahr insbesondere mit Untersuchungen zum Quarkmodell, zum Vektordominanzmodell und von Übergangsformfaktoren.

Das Schwergewicht der feldtheoretischen Studien lag bei exakten Untersuchungen feldtheoretischer Modelle mit gebrochener Symmetrie.

Mitglieder der Gruppe gaben Gastvorlesungen in England, den Vereinigten Staaten und im Libanon. Ferner wurden während eines dreimonatigen Aufenthalts in Brasilien Vorlesungen über das Quarkmodell und die elektromagnetische Wechselwirkung von Hadronen gehalten.

Die Arbeiten der Gruppe T sind im einzelnen im Literaturverzeichnis (137-164) aufgeführt.

### 3.2 Blasenkammerexperimente (F1)

#### a) Photoerzeugung am Deuteron

(Aachen-Bonn-Hamburg-Heidelberg-München-Kollaboration)

Im Jahre 1969 ist im  $\gamma d$ -Blasenkammerexperiment die Vermessung der Ereignisse fortgesetzt worden. Folgende Reaktionen wurden analysiert:

$$\gamma d \rightarrow pp\pi^-, \quad \gamma d \rightarrow ppp^-, \quad \gamma d \rightarrow d\rho^0, \quad \gamma d \rightarrow pnp^0$$

Für die Reaktion  $\gamma d \rightarrow pp\pi^-$  sind die totalen und differentiellen Wirkungsquerschnitte für Photonenenergien von 0,2 bis 2,0 GeV bestimmt worden. Mit Hilfe des Zuschauermodells wurden die Wirkungsquerschnitte am Neutron erhalten. Die Analyse zeigte, daß die Resonanz  $D_{13}(1525)$  hauptsächlich von isovektoriellen Photonen angeregt wird, während zur Anregung der Resonanz  $F_{15}(1688)$  isoskalare und isovektorielle Amplituden etwa gleichstark beitragen. Die Anregung der Resonanz  $P_{11}(1470)$  konnte nicht beobachtet werden.

Die Reaktion  $\gamma d \rightarrow ppp^-$  lässt sich - in der Einfachstreunäherung - auf die Reaktion  $\gamma n \rightarrow p\rho^-$  zurückführen. Im Unterschied zur Erzeugung neutraler Rho-Mesonen am Proton tragen hier Diffraktionsprozesse nicht bei. Das Studium dieser Reaktion ist daher sehr interessant, weil es das Verhalten des nichtdiffraktiven Anteils der Rho-Photoerzeugung am Nukleon allein zu beobachten gestattet. Es ergab sich, daß der Wirkungsquerschnitt ein Maximum von  $(8+2) \mu b$  bei Energien von etwa 1,6 GeV annimmt und zu höheren Energien rasch abfällt ( $\approx 1 \mu b$  für  $E_\gamma > 3,5$  GeV). Der Wirkungsquerschnitt ist bei hohen Energien von einer Größe, die mit der Annahme eines Ein-Pion-Austausches verträglich ist. Der große, nicht resonante Untergrund macht eine genauere Bestimmung des Photoproduktions-Wirkungsquerschnitts für negative Rho-Mesonen sehr schwierig.

Die Erzeugung von  $\rho^0$ -Mesonen am Deuteron wurde mit der am Proton verglichen, um Aussagen über die Isospinstruktur der  $\rho^0$ -Erzeugungsamplitude zu erhalten. Da in den Reaktionen  $\gamma d \rightarrow d\rho^0$  und  $\gamma d \rightarrow pn\rho^0$  das Zuschauernukleon sowohl das Proton als auch das Neutron sein kann, mußten die hieraus sich ergebenden Interferenzeffekte berücksichtigt werden. Für beide Reaktionen wurden die totalen und die differentiellen Wirkungsquerschnitte bestimmt; ein Beispiel hierfür gibt Bild 11. Die Wirkungsquerschnitte sind nur schwach von der Energie der Photonen abhängig und haben die für Diffraktionsprozesse charakteristische t-Verteilung.

Über die vorläufigen Ergebnisse der Untersuchungen wurde auf verschiedenen Konferenzen berichtet (58-61).

b)  $\pi^-$  p-Wechselwirkung bei 11 GeV/c  
(Genua-Hamburg-Mailand-Saclay-Kollaboration)

Der Vergleich der vorliegenden Daten mit den Vorhersagen des Multi-Regge-Modells von Chan, Loskiewicz und Allison (CLA-Modell) wurde fortgesetzt. Dabei ergab sich als bemerkenswertes Ergebnis für die Reaktion  $\pi^- p \rightarrow \pi^- p \pi^+ \pi^- \pi^0$ , daß nahezu keine Erzeugung von  $\Delta^{++}$ -Teilchen beobachtet werden konnte, sofern die Vorhersagen des CLA-Modells als Darstellung des Untergrundes in der  $p\pi^+$ -Massenverteilung zu Hilfe genommen wurden (Bild 12). Diese Tatsache bedeutet nicht notwendigerweise, daß es keine  $\Delta^{++}$ -Erzeugung gibt, sondern kann eine Andeutung für "lokale Dualität" sein (54).

Die Ereignisse der Reaktion  $\pi^- p \rightarrow n\pi^+\pi^-$  sind mit verschiedenen Regge-Modellen verglichen worden (47). Weiterhin wurden die Resonanz-Wirkungsquerschnitte für die Reaktion  $\pi^- p \rightarrow \pi^- p \pi^+ \pi^-$  bestimmt (56).

c)  $\pi^+$  p-Wechselwirkung bei 11,6 GeV/c  
(Durham-Genua-Hamburg-Mailand-Saclay-Kollaboration)

Die Messungen und die Auswertung der Ereignisse der zweiten Hälfte des Experiments wurden fortgesetzt. Die herausragende Eigenschaft der Reaktion  $\pi^+ p \rightarrow \pi^+ p \pi^+ \pi^-$  ist die starke Doppelresonanz-Erzeugung in den Reaktionen  $\pi^+ p \rightarrow \Delta^{++} \rho^0$  und  $\pi^+ p \rightarrow \Delta^{++} f^0$ .

Vorläufige Ergebnisse zu einem Vergleich der experimentellen Daten mit Vorhersagen des Quarkmodells für die Zerfallswinkel-Verteilungen der Reaktion  $\pi^+ p \rightarrow \Delta^{++} \rho^0$  wurden auf der Konferenz in Lund vorgetragen (65).

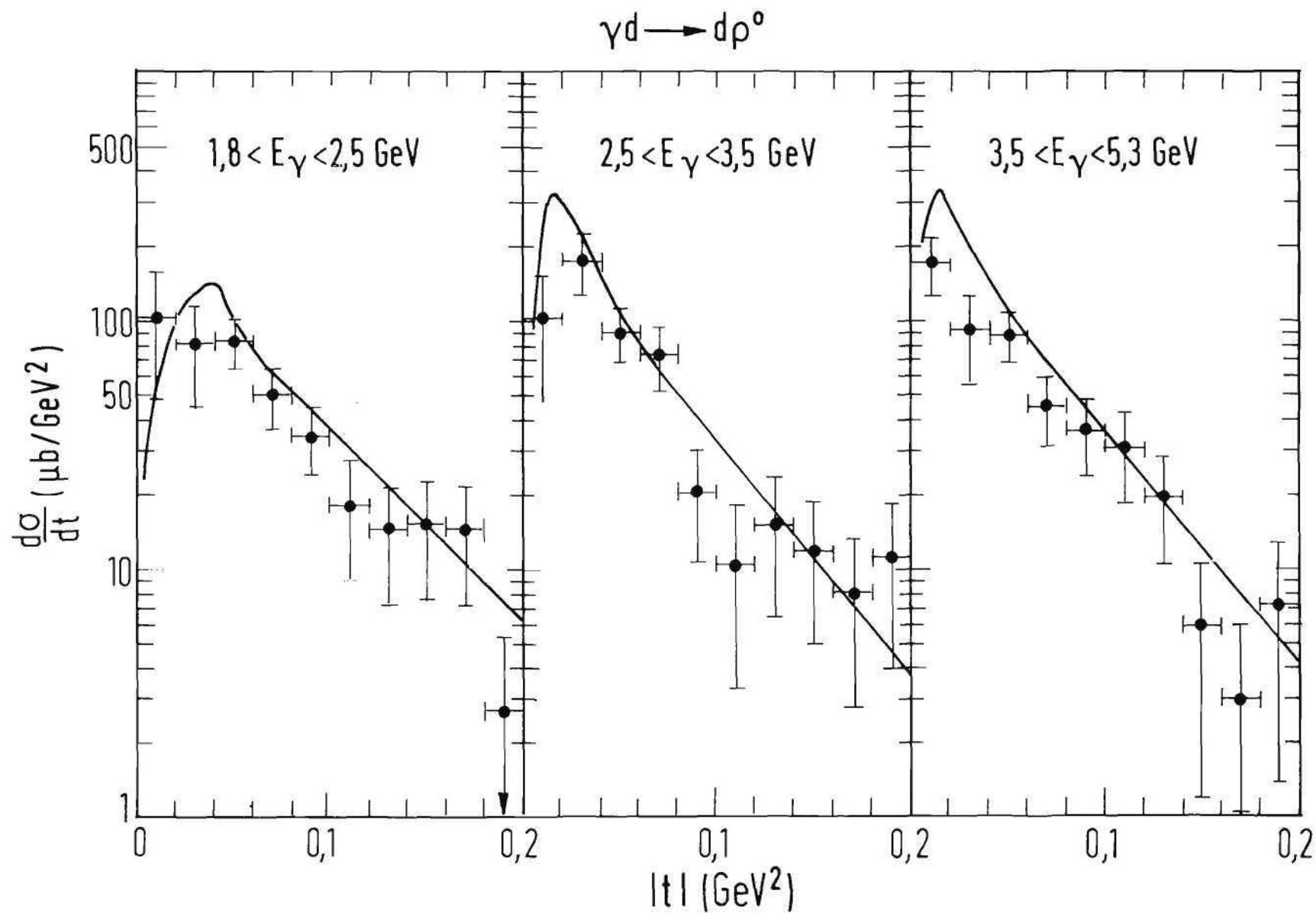


Bild 11 Differentieller Wirkungsquerschnitte  $d\sigma/dt$  für die Reaktion  $\gamma d \rightarrow d\rho^0$

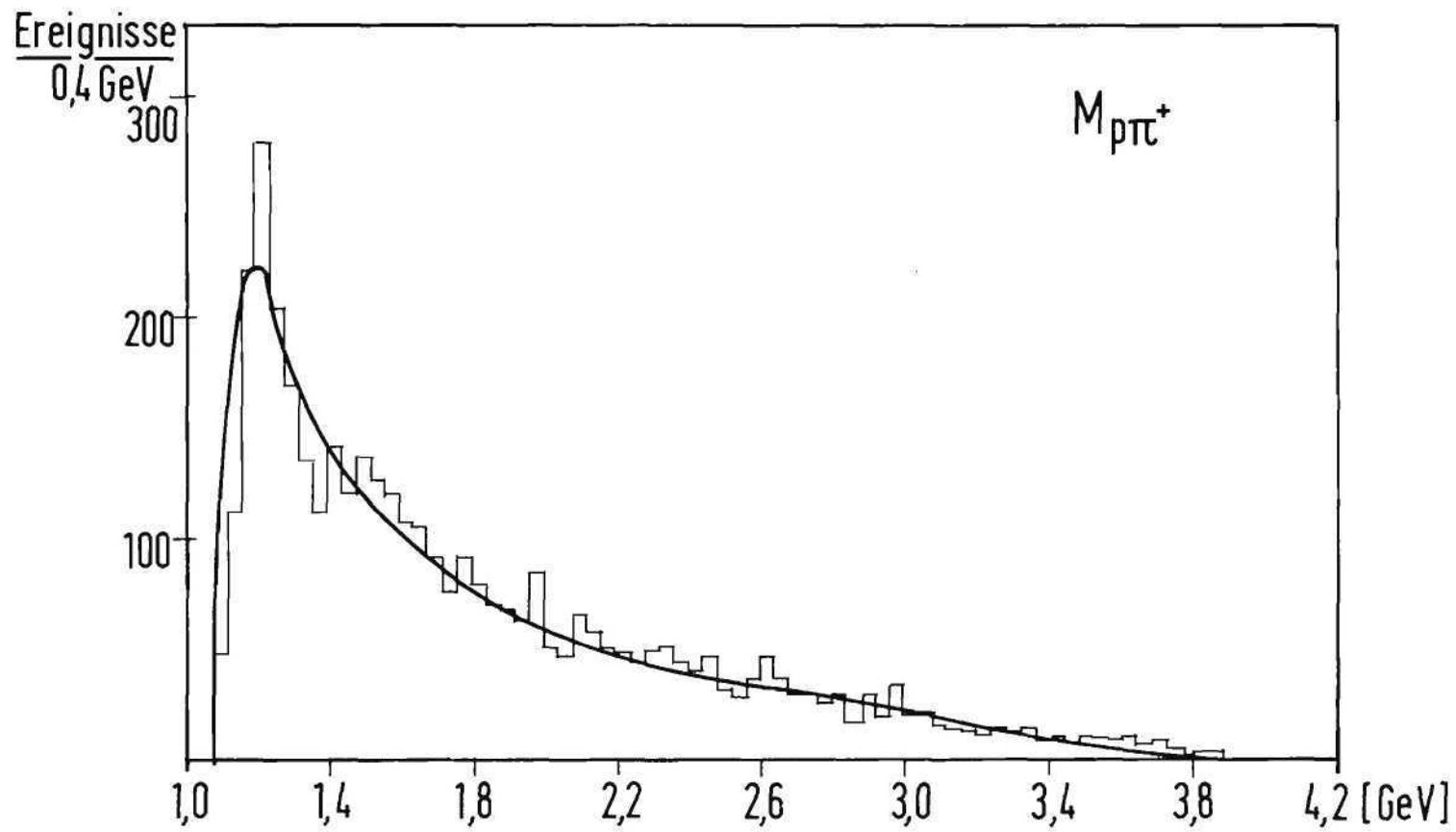


Bild 12 Massenverteilung des Systems  $\rho\pi^+$

d)  $\bar{p}p$ -Wechselwirkungen bei 12 GeV/c  
(Hamburg-Padua-Pisa-Kollaboration)

In den Laboratorien der an der Kollaboration beteiligten Institute sind jeweils 30.000 Bilder ausgewertet worden, die in der 2 m-Wasserstoffblasenkammer bei CERN aufgenommen wurden.

Insgesamt sind 10.000 4-Strahl-Ereignisse gemessen und kinematisch bestimmt worden. Die Analyse von 1.380 Annahmen mit dem Endzustand  $p\bar{p}\pi^+\pi^-$  war im Berichtsjahr noch nicht abgeschlossen. Die bei DESY gemessenen Ereignisse vom Typ  $\bar{p}p \rightarrow p\pi^+\bar{p}\pi^-$  sind auf die Erzeugung der Resonanzen  $\Delta^{++}(1236)$  und  $\Delta^{++}(1236)$  untersucht worden. Der Wirkungsquerschnitt für die Erzeugung der beiden Resonanzen wurde zu  $(1,06 \pm 0,09)$  mb bestimmt. Ein Vergleich mit dem Ein-Pion-Austauschmodell ist ebenfalls durchgeführt worden.

e)  $pp$ -Wechselwirkungen bei 12 und 24 GeV/c  
(Bonn-Hamburg-München-Kollaboration)

Das für die Messung am HPD notwendige Vormeß-System wurde Anfang des Jahres in Betrieb genommen; die Arbeiten werden gemeinsam mit Angehörigen der Physikalischen Institute der Universitäten Bonn und Hamburg durchgeführt. Über einen Multiplexer sind fünf Vormeßtische an Bandgeräte angeschlossen; der Anschluß eines Kleinrechners vom Typ PDP-8 zur laufenden Kontrolle der Elektronik und der Messungen war in Vorbereitung. Schließlich wurden die Rechenprogramme zur Filterung der HPD-Messungen geprüft sowie erste Messungen mit Hilfe des HPD-Systems durchgeführt.

f) Messung des totalen Wirkungsquerschnitts für Photoerzeugung

Im Frühjahr wurden Messungen des totalen Photoerzeugungs-Wirkungsquerschnitts an  $H_2$ ,  $D_2$ , Be, C, Al, Ti, Ag und Au für Photonenergien von 1,0 bis 6,5 GeV durchgeführt. Eine Prinzipskizze der verwendeten Anordnung zeigt das Bild 13. Die Bilder 14 und 15 zeigen die endgültigen Ergebnisse für  $\sigma_{tot}(\gamma p)$  und  $\sigma_{tot}(\gamma d)$  zusammen mit anderen veröffentlichten Daten. Die Auswertung der Daten an schweren Kernen ist noch nicht abgeschlossen; erste Ergebnisse sowie einige Interpretationen wurden auf der Konferenz in Lund vorgetragen (62-64). Aus den Daten für  $\sigma_{tot}(\gamma p)$  ist durch Auswertung einer Dispersionsrelation der Realteil der spinunabhängigen Comptonamplitude berechnet worden.

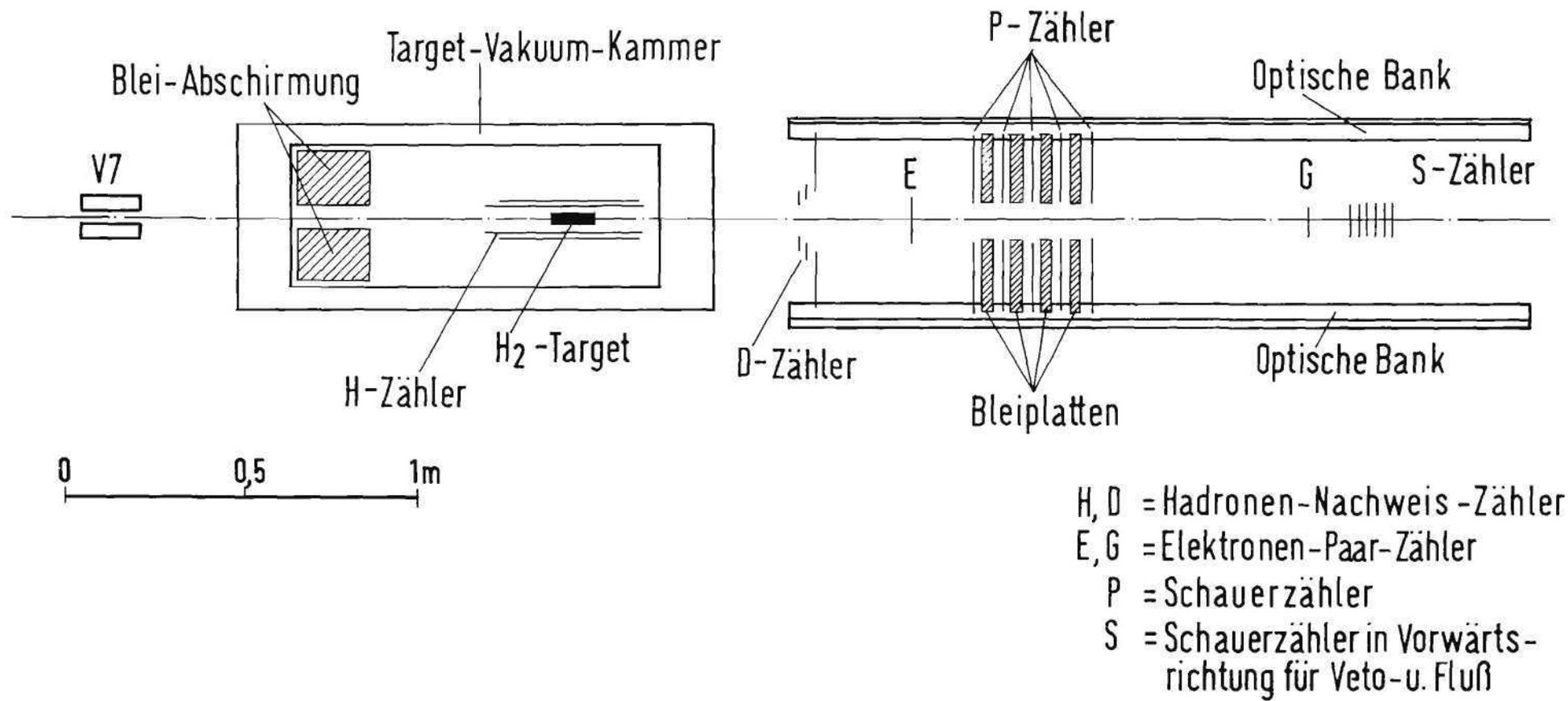


Bild 13 Prinzipskizze der Apparatur zur Messung des totalen Wirkungsquerschnitts

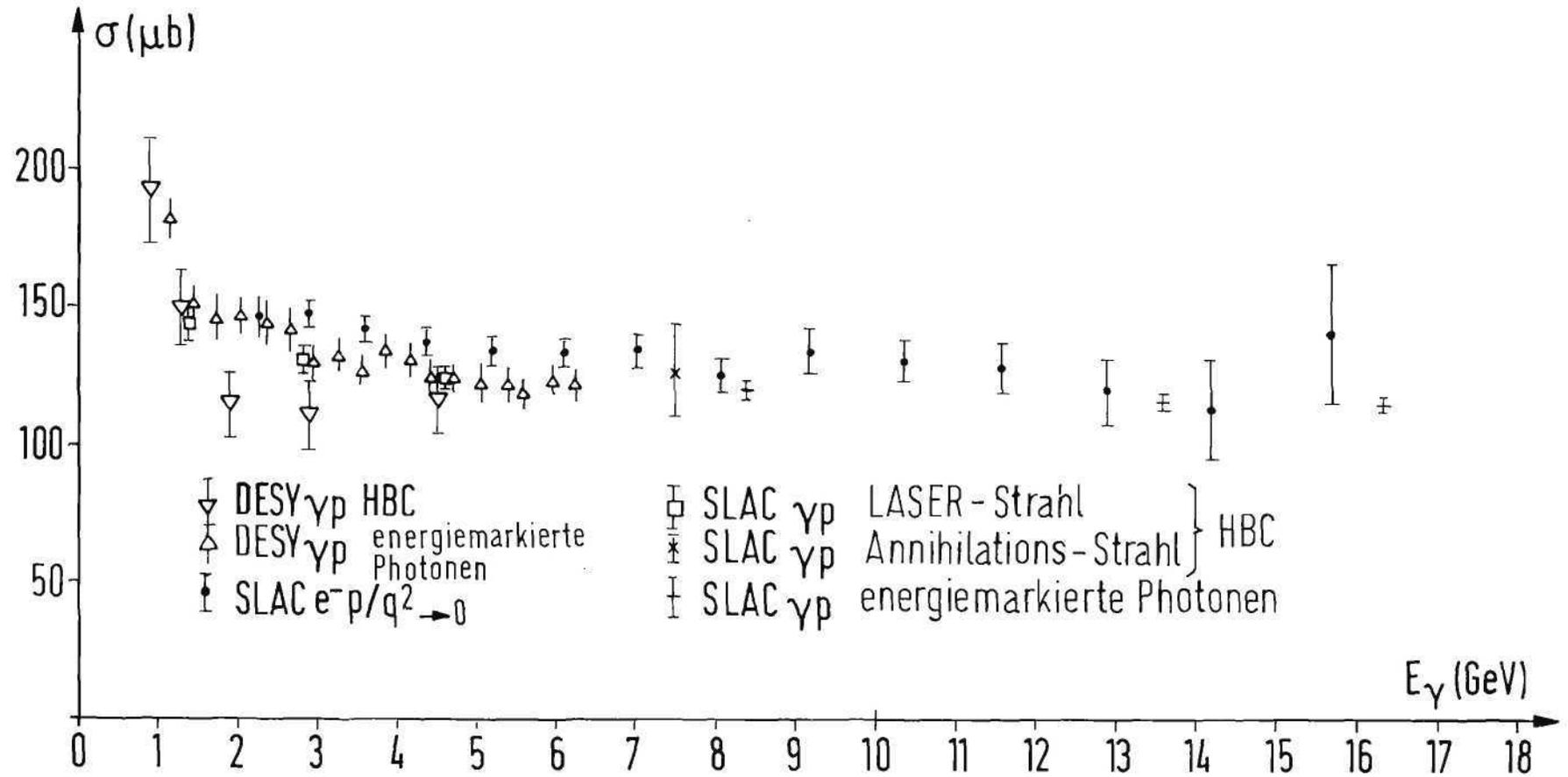


Bild 14 Totaler Wirkungsquerschnitt für Photoproduktion am Proton

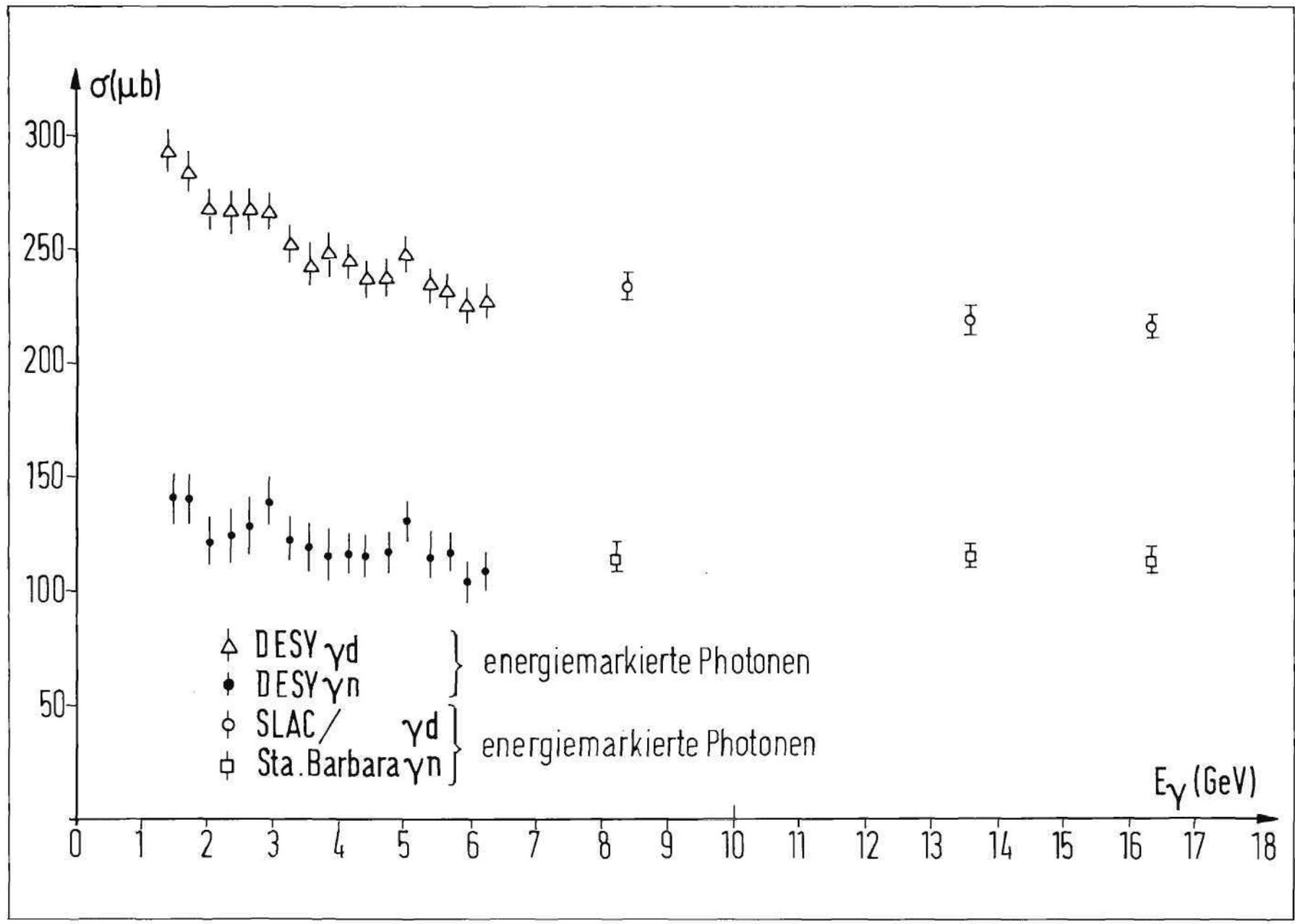


Bild 15 Totaler Wirkungsquerschnitt für Photoproduktion am Deuteron

Mit der gleichen Apparatur wurde der Wirkungsquerschnitt für die Elektron-Positron-Paarherzeugung an Wasserstoff und Deuterium gemessen; die Daten sind in guter Übereinstimmung mit den neuesten theoretischen Rechnungen (A9).

g) Photoproduktion mit der Streamerkammer

Eine erste Serie von Streamerkammer-Experimenten in einem energie-markierten Photonenstrahl konnte abgeschlossen werden. Es wurden zwei Läufe in den Energiebereichen 4,0 - 6,3 GeV und 3,3 - 4,0 GeV durchgeführt; sie lieferten 15.000 bzw. 25.000 Ereignisse am Wasserstoff. Die Auswertung der Bilder wird zunächst hauptsächlich auf den Vanguard-Meßtischen durchgeführt.

Die ersten Ergebnisse zeigen:

- a. Der in der Streamerkammer nicht sichtbare Vertex kann mit guter Genauigkeit rekonstruiert werden.
- b. Die Meßgenauigkeit in der Kammer liegt im Mittel bei 250  $\mu$ .
- c. Das Massenaufklärungsvermögen ist dem in Blaskammern erreichbaren nahezu ebenbürtig (Bild 16 zeigt hierfür als Beispiel die Beobachtung des  $\omega$ -Mesons).
- d. Durch eine Auszählung der Streamer ist eine Unterscheidung von Pionen und Protonen bis zu Impulsen von etwa 1 GeV/c möglich.

Da gegen Mitte des Jahres die Wiederinbetriebnahme der Blaskammer beschlossen wurde, ist für den Neuaufbau des Streamerkammer-Experiments ein neuer Magnet, nahezu identisch mit dem der Blaskammer, bestellt worden. Der Neuaufbau wird in dem neu eingerichteten äußeren Strahl 8c errichtet werden.

h) Übersicht über die Eigenschaften der Elementarteilchen

In Zusammenarbeit mit dem Lawrence Radiation Laboratory und mit CERN werden die Daten über Massen, Breiten, Quantenzahlen und Zerfallsarten aller Elementarteilchen und Resonanzen zusammengefaßt und kritisch untersucht. Die Ergebnisse werden in Form von Tabellen zusammengestellt und veröffentlicht (50).

i) Zusammenfassen der Wirkungsquerschnitte für Photoherzeugung

Als Teil des HERA-Projekts (Zusammentragen von Wirkungsquerschnitten aus dem Bereich der Hochenergiephysik) sind die Daten aller Wirkungsquerschnitte für die Photoherzeugung mit Gammaenergien oberhalb von 1,2 GeV zusammengestellt worden.

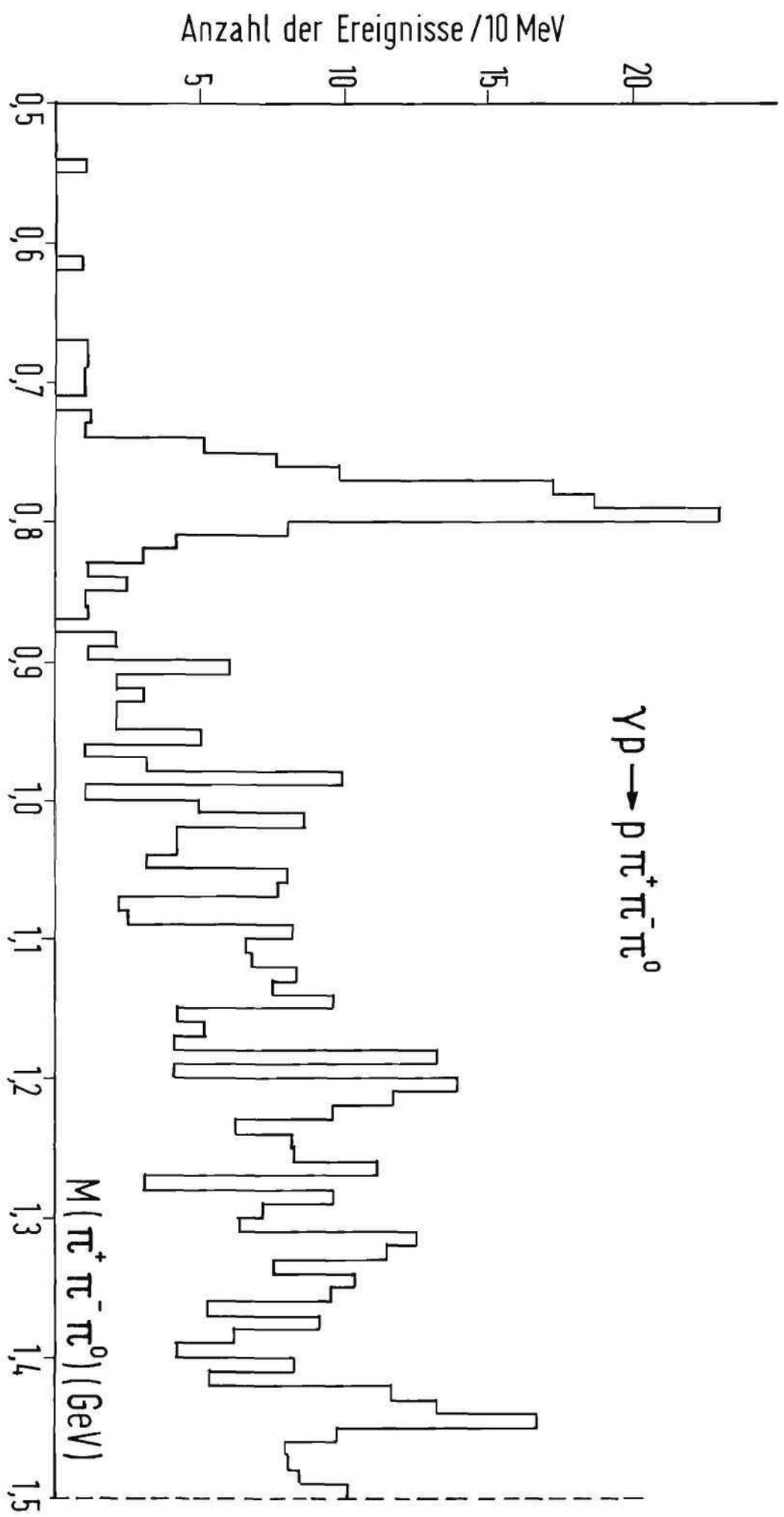


Bild 16 Massenverteilung des Systems  $\pi^+ \pi^- \pi^0$ , gemessen mit Hilfe der Streamerkammer

### 3.3 Elektron-Nukleon-Streuung

Im Rahmen des Forschungsprogramms von DESY beschäftigen sich drei Gruppen mit Untersuchungen der Streuung von Elektronen an Nukleonen. Die Ergebnisse werden mit vier Meßeinrichtungen gewonnen, von denen eine im Ring des Synchrotrons selbst und drei in den Experimentierhallen aufgebaut sind. Die Gruppe F21 arbeitet zum einen mit dem Spektrometer im Synchrotron und gemeinsam mit einer Gastgruppe vom Collège de France in Paris an einem Koinzidenzspektrometer in der Halle IIIa. Das Experiment der Gruppe F22 ist in der Halle II aufgebaut, und die Gruppe F23, eine Gastgruppe der Universität Karlsruhe, führt ihre Messungen mit einem Spektrometer am äußeren Elektronenstrahl in Halle I durch.

#### A. Inelastische Elektron-Proton-Streuung (F21)

##### a) Messung des totalen Absorptionsquerschnitts für virtuelle Photonen

Die Auswertung der am internen Spektrometer gemessenen totalen Absorptionsquerschnitte für Impulsüberträge an das Proton von  $q^2 = 0,77$  und  $1,94 \text{ (GeV/c)}^2$  und Massen des Pion-Nukleon-Systems bis zu  $W = 3,0 \text{ GeV}$  konnte abgeschlossen werden. Eine Übersicht über den Verlauf des Wirkungsquerschnitts für virtuelle Photonen in Abhängigkeit von  $W$  und  $q^2$  gibt Bild 17. Der Abfall mit  $q^2$  wird mit steigender Masse  $W$  immer schwächer und führt oberhalb der Resonanzen ( $W > 2 \text{ GeV}$ ) ungefähr zu einer  $1/q^2$ -Abhängigkeit; die Ergebnisse stimmen mit den sehr ausführlichen Messungen von SLAC bei kleinen Streuwinkeln überein (A10).

Die Daten sind in Verbindung mit den bei SLAC gemessenen (A11) dazu verwendet worden, longitudinale und transversale Anteile voneinander zu trennen. In Bild 18 ist das Verhältnis  $R = \sigma_1/\sigma_t$  als Funktion von  $W$  für  $q^2 = 2 \text{ (GeV/c)}^2$  aufgetragen. Als Ergebnis, das von dem bei  $q^2 = 0,77 \text{ (GeV/c)}^2$  nicht wesentlich verschieden ist, liefern die Messungen, daß  $\sigma_1$  klein ist im Vergleich zu  $\sigma_t$ . Dieses Resultat steht in Gegensatz zu Aussagen des speziellen Vektordominanz-Modells von Sakurai (A12) und von Fraas und Schildknecht (A14); der Theorie zufolge sollten sich bei großen  $W$  und  $q^2$  die Wirkungsquerschnitte gerade umgekehrt verhalten.

##### b) $\pi^0$ -Elektroproduktion im Bereich der $\Delta(1236)$ -Resonanz

Der Aufbau der Apparatur am äußeren Elektronenstrahl 20 in Halle IIIa wurde in Zusammenarbeit mit einer Gastgruppe vom Collège de France fertiggestellt. Das Spektrometer weist Protonen und Elektronen in Koinzidenz nach und ist zunächst mit Hilfe elastischer Elektron-Proton-Streuung ausführlich geprüft worden.

Im Berichtsjahr sind dann Messungen im Bereich der ersten Resonanz bei  $q^2 = 15, 25$  und  $40 \text{ f}^{-2}$  und einem Streuwinkel der Elektronen von  $15^\circ$  (entsprechend einem Polarisationsgrad des virtuellen Photons von  $\epsilon = 0,95$ ) durchgeführt worden. Der erfaßte Bereich in der Pion-Nukleon-Masse erstreckte sich von der Erzeugungs-Schwelle bis zu etwa  $W = 1320 \text{ MeV}$ . Bei  $q^2 = 15$  und  $25 \text{ f}^{-2}$  wurde

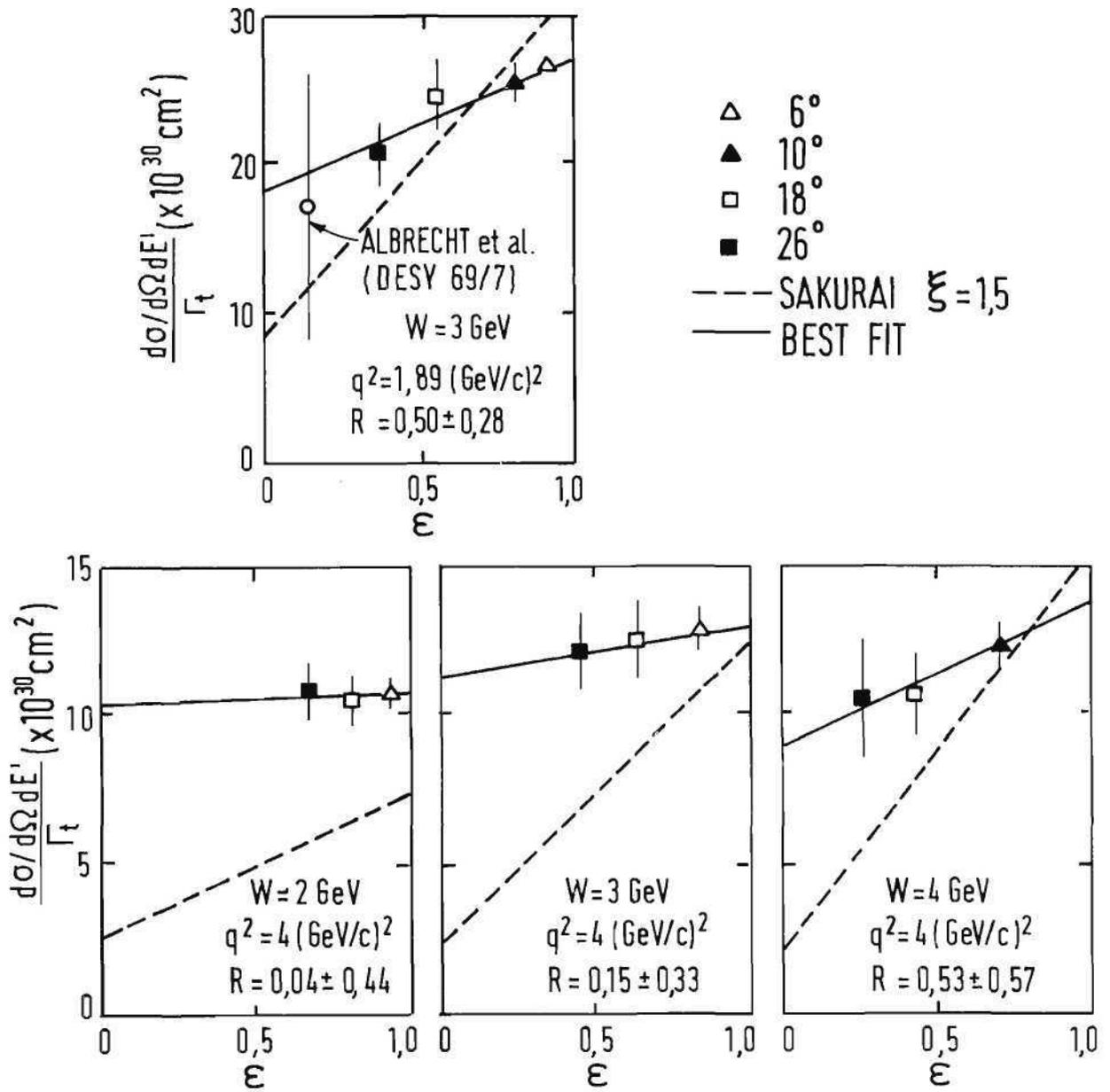


Bild 17 Verlauf des Wirkungsquerschnitts für virtuelle Photonen in Abhängigkeit von  $W$  und  $q^2$

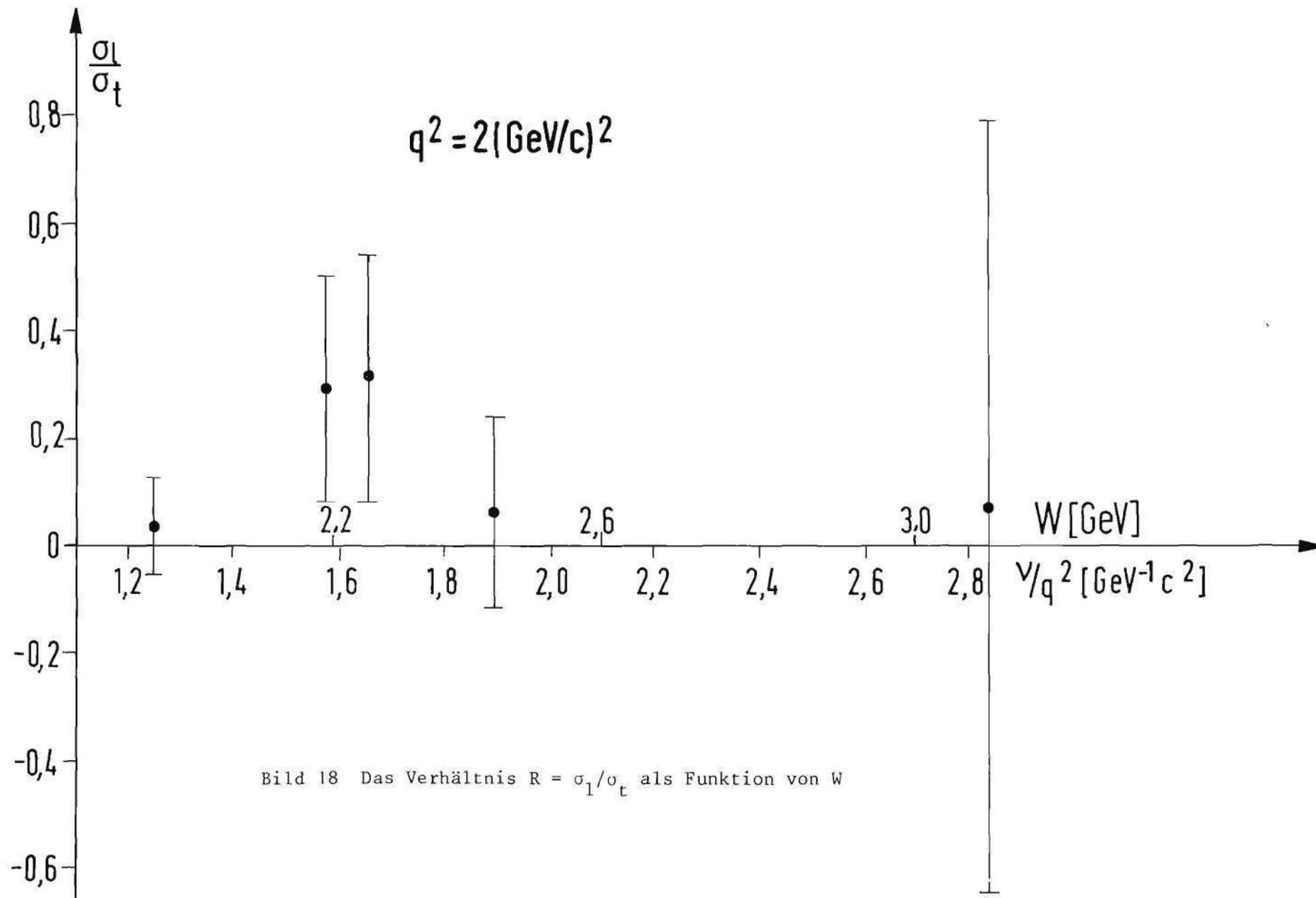


Bild 18 Das Verhältnis  $R = \sigma_l/\sigma_t$  als Funktion von  $W$

nahezu die halbe Zerfallsebene in den Schwerpunkts winkeln  $\theta_{CM}$  (polar) und  $\phi$  (azimuthal) des Protons vollständig bedeckt. In beiden Fällen liegen je etwa 35.000 "gute" Koinzidenzereignisse vor.

Die Koeffizienten der allgemeinen Winkelverteilung für s- und p-Wellen sollen im Fall  $q^2 = 15$  und  $25 \text{ f}^{-2}$  bestimmt werden. Aus den Koeffizienten können dann die im wesentlichen beteiligten Multipolübergänge ermittelt werden. Bei  $q^2 = 40 \text{ f}^{-2}$  sollen die vom azimuthalen Winkel unabhängigen Terme der Winkelverteilung bestimmt und mit den Ergebnissen bei den kleineren  $q^2$ -Werten verglichen werden.

Für  $q^2 = 15 \text{ f}^{-2}$  ist eine vorläufige Bestimmung der Koeffizienten der Winkelverteilung bereits durchgeführt worden. Sie zeigt, daß neben dem überwiegenden  $M_{1+}$ -Beitrag auch Anteile der Interferenz zwischen s- und p-Wellen sowie von Interferenzen zwischen transversalen und longitudinalen Beiträgen vorhanden sind. Über diese vorläufigen Ergebnisse ist auf der Tagung in Daresbury vorgetragen worden.

#### c) Vorbereitung von Koinzidenzmessungen im tiefinelastischen Bereich

Wie bereits im ersten Teil des Gruppenberichts gezeigt wurde, fällt der totale Elektroproduktions-Querschnitt im Gegensatz zur elastischen Streuung und zur Erzeugung von Resonanzen nur mit  $1/q^2$  ab. Es ist nun von Interesse zu prüfen, ob der geschilderte Effekt durch spezielle Reaktions-Kanäle hervorgerufen wird und bei welchen invarianten Massen er auftritt. Durch ein spezielles Experiment, bei dem Proton und Pion in der näheren Umgebung der Richtung des virtuellen Photons und des gestreuten Elektrons nach Impuls und Winkel analysiert werden, soll ein Beitrag zur Lösung der anstehenden Fragen geliefert werden. Zum Nachweis der Elektronen kann hierzu das am äußeren Elektronenstrahl aufgebaute Spektrometer verwendet werden. Zum Nachweis der Protonen und Pionen ist ein neues Spektrometer entworfen worden, das unter einem festen Winkel von etwa  $10^\circ$  relativ zum Primärstrahl aufgestellt werden soll.

#### B. Quasielastische Elektron-Deuteron-Streuung und Messung von Nukleon-Formfaktoren (F22)

Das Experiment zur Bestimmung der Formfaktoren des Neutrons für Impulsübertragungen zwischen  $0,39$  und  $0,78 \text{ (GeV/c)}^2$  durch quasielastische Elektron-Deuteron-Streuung wurde abgeschlossen (a). Zur Bestimmung der Formfaktoren von Protonen und Neutronen für Impulsübertragungen von  $1,2$  bis  $1,6 \text{ (GeV/c)}^2$  ist ein neues Experiment begonnen worden (b).

a) Bei der quasielastischen Streuung am Deuteron benutzt man die Tatsache,

daß die beiden Nukleonen des Deuterons wegen der schwachen Bindung im Kern nahezu als frei betrachtet werden können. In der Reaktion  $e+d \rightarrow e+p+n$  wird also in guter Näherung nur eines der Nukleonen angestossen, während sich das andere als "Zuschauer" verhält. Die Wirkungsquerschnitte für die quasielastische Streuung von Elektronen an den im Deuteron gebundenen Neutronen und Protonen verhalten sich daher näherungsweise zueinander wie die Wirkungsquerschnitte der freien Teilchen.

Das Verhältnis R der beiden Wirkungsquerschnitte wurde durch Messung von Elektron-Neutron und Elektron-Proton-Koinzidenzen in einer Anordnung bestimmt, bei der das vorhandene Kleinwinkel-Spektrometer am Strahl 20 zum Nachweis der in einem sechs Zentimeter dicken Deuterium-Target gestreuten Elektronen diente und bei der die Rückstoß-Nukleonen in einem Szintillationszähler-Hodoskop nachgewiesen wurden. Bild 19 zeigt ein Schema der Experimentieranordnung, der Aufbau des Rückstoß-Nukleonen-Detektors ist in Bild 20 skizziert. Eine  $6 \times 6$  Matrix von  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  großen, 50 cm tiefen Plastik-Szintillationszählern (Zähler B in Bild 20) diente zum Nachweis des Rückstoß-Nukleons sowie der Bestimmung seiner Richtung. Die Unterscheidung zwischen Protonen und Neutronen erfolgte in dem aus dünnen Szintillationszählern bestehenden Hodoskop A, das nur auf Protonen ansprach. Zum Schutz gegen niederenergetischen Untergrund, der hauptsächlich vom Target kam, befand sich eine 1 bis 2 cm dicke Bleischicht vor dem Hodoskop A.

Die Ansprechvermögen dieses Detektors für Neutronen- und Protonen-Nachweis wurden durch Messung der  $\pi^+n$ - und  $ep$ -Koinzidenzen in den Reaktionen  $\gamma+p \rightarrow \pi^+n$  und  $e+p \rightarrow ep$  bestimmt. Die Ansprechvermögen waren von  $q^2$  abhängig und betrugen bei  $q^2 = 0,565 \text{ (GeV/c)}^2$  für Neutronen (23,0 $\pm$ 0,7)% und für Protonen (87,0 $\pm$ 0,5)%.

Bild 21 zeigt das Spektrum der quasielastisch gestreuten Elektronen sowie die Winkelverteilungen der in Koinzidenz mit den Elektronen gemessenen Neutronen und Protonen. Die eingezeichneten Kurven sind Ergebnisse von Monte Carlo-Rechnungen zur Bestimmung der unterschiedlichen Raumwinkel für den Nachweis von Protonen und Neutronen. Die Rechnungen basieren auf der Theorie von Durand (A14), wobei nur der Anteil der s-Wellen der Deuteronwellenfunktion mit berücksichtigt wurde; die Strahlungskorrekturen sind nach Meister und Griffy (A15) berechnet worden.

Um zu sehen, inwieweit Elektron-Neutron- und Elektron-Proton-Wirkungsquerschnitte mit denen für freie Teilchen identisch sind, wurden Chew-Low-Diagramme (A16, A17) der Größe  $\rho = R/R_{MC}$  als Funktion der kinetischen Energie  $T_S$  des

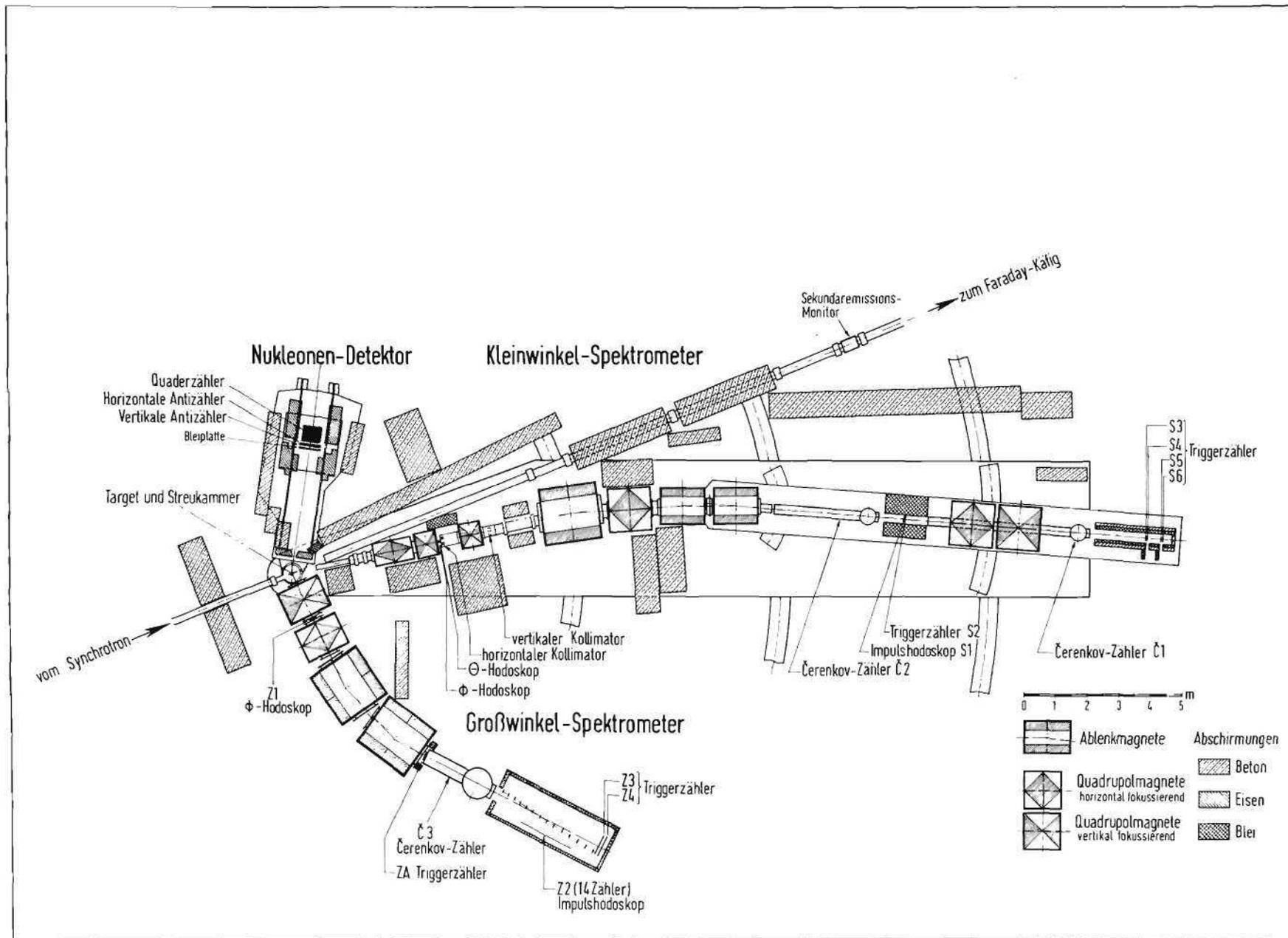


Bild 19 Experimentelle Anordnung zur quasielastischen Elektron-Deuteron-Streuung und zur Messung von Nukleon-Formfaktoren

Trigger Zähler C  
für kosmische Strahlen

Zähler B

Zähler A

Trigger Zähler C'  
für kosmische Strahlen

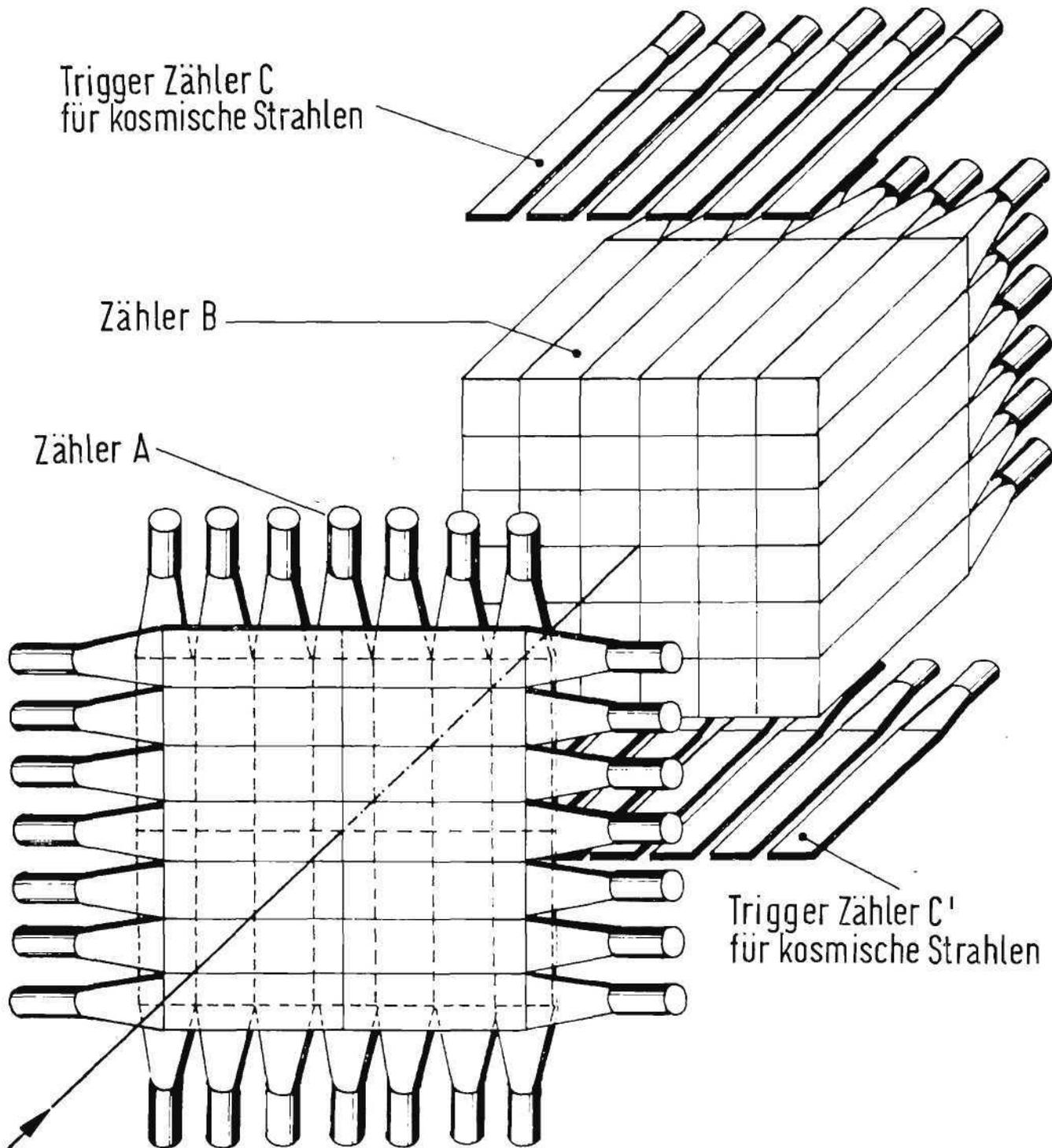


Bild 20 Detektor zum Nachweis der Rückstoß-Nukleonen

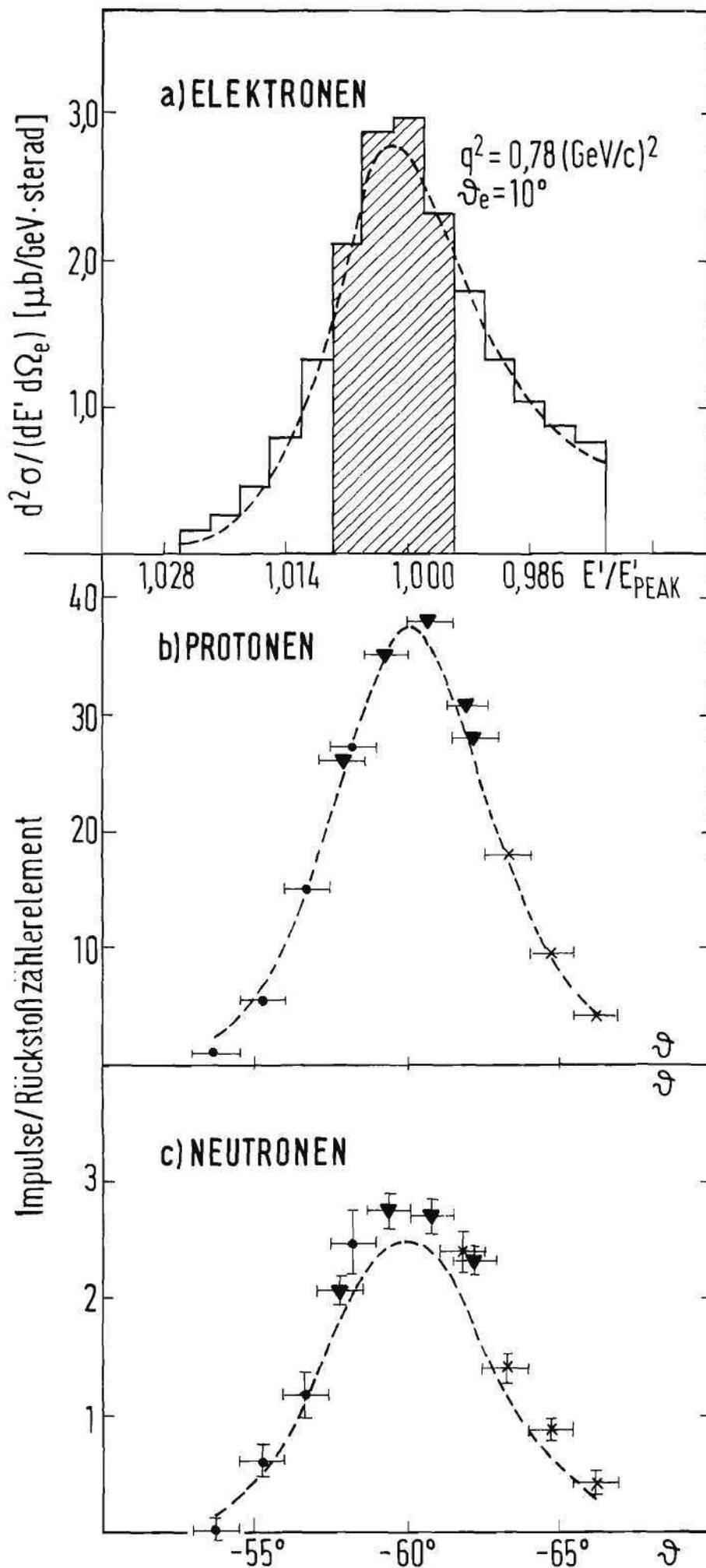


Bild 21 Spektrum quasi-elastisch gestreuter Elektronen sowie koinzidente Nukleonverteilungen

Zuschauer-Nukleons angefertigt ( $R_{MC}$  ist das gemäß der empirischen Näherung  $G_{EP} = G_{MP}/\mu_P = G_{MN}/\mu_N = (1+q^2/0,71)^{-2}$ ;  $G_{EN} = 0$  mit der Monte Carlo-Methode bestimmte Verhältnis der beiden Wirkungsquerschnitte). In Bild 22 sind einige Chew-Low-Diagramme dargestellt. In jedem Fall lassen sich die Meßpunkte durch einen linearen Ausdruck  $\rho(T_S) = a + b T_S$  annähern, wobei  $b$  im allgemeinen von Null verschieden ist. Hieraus folgt, daß die Annahme, die Wirkungsquerschnitte für gebundene Teilchen seien identisch mit denen gebundener, zwar näherungsweise richtig ist, jedoch Korrektur-Terme erforderlich sind. Diese Terme können wegen der Größe der experimentellen Fehler nicht ohne theoretische Hilfen durch Chew-Low-Diagramme bestimmt werden.

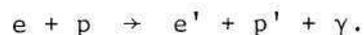
Die gemessenen Formfaktoren stimmen innerhalb der Fehler mit der oben angegebenen Näherung überein. Da die Chew-Low-Diagramme auf nicht vernachlässigbare Bindungseffekte hinweisen, kann eine endgültige Analyse der Formfaktoren erst dann durchgeführt werden, wenn in der Genauigkeit vergleichbare Messungen bei großen Winkeln vorliegen und die Bindungseffekte genau berücksichtigt werden.

b) In einem neuen Experiment werden zusätzlich zu den Messungen bei kleinen Winkeln ( $\theta < 35^\circ$ ) Untersuchungen bei  $\theta = 86^\circ$  durchgeführt werden. Ein für den Nachweis von Elektronen geeignetes magnetisches Spektrometer, das eine Raumwinkelakzeptanz von etwa 20 msterad und eine Impulsauflösung von  $\Delta p/p \approx 1,5\%$  besitzt, ist gebaut worden; das Spektrometer ist in Bild 17 mit eingezeichnet.

### C. Elektron-Nukleon-Streuung mit Drahtfunkenkammern (F23)

Von der Gruppe F23 sind im Berichtsjahr die folgenden Experimente durchgeführt worden:

a) Untersuchung der Strahlungskorrekturen bei der Elektron-Proton-Streuung  
Ziel dieses Experiments war es, die Strahlungskorrekturen zu messen, die durch die Abstrahlung von Gammaquanten bei der Elektron-Proton-Streuung auftreten. Die Reaktionsgleichung lautet:



Dieser Prozess ist durch den Nachweis der gestreuten Elektronen und Protonen eindeutig festgelegt. Die Protonen konnten von anderen Teilchen getrennt werden, da sie in der Streuebene des Elektrons ausgesendet werden und ihr Energieverlust in drei hintereinander angeordneten Zählerebenen bestimmt wurde. Aus dem Energieverlust konnte die Energie der Protonen mit einer Genauigkeit von etwa 15% ermittelt werden. Durch Vergleich der experimentellen Ergebnisse mit den theoretischen Voraussagen für den differentiellen und den totalen Wir-

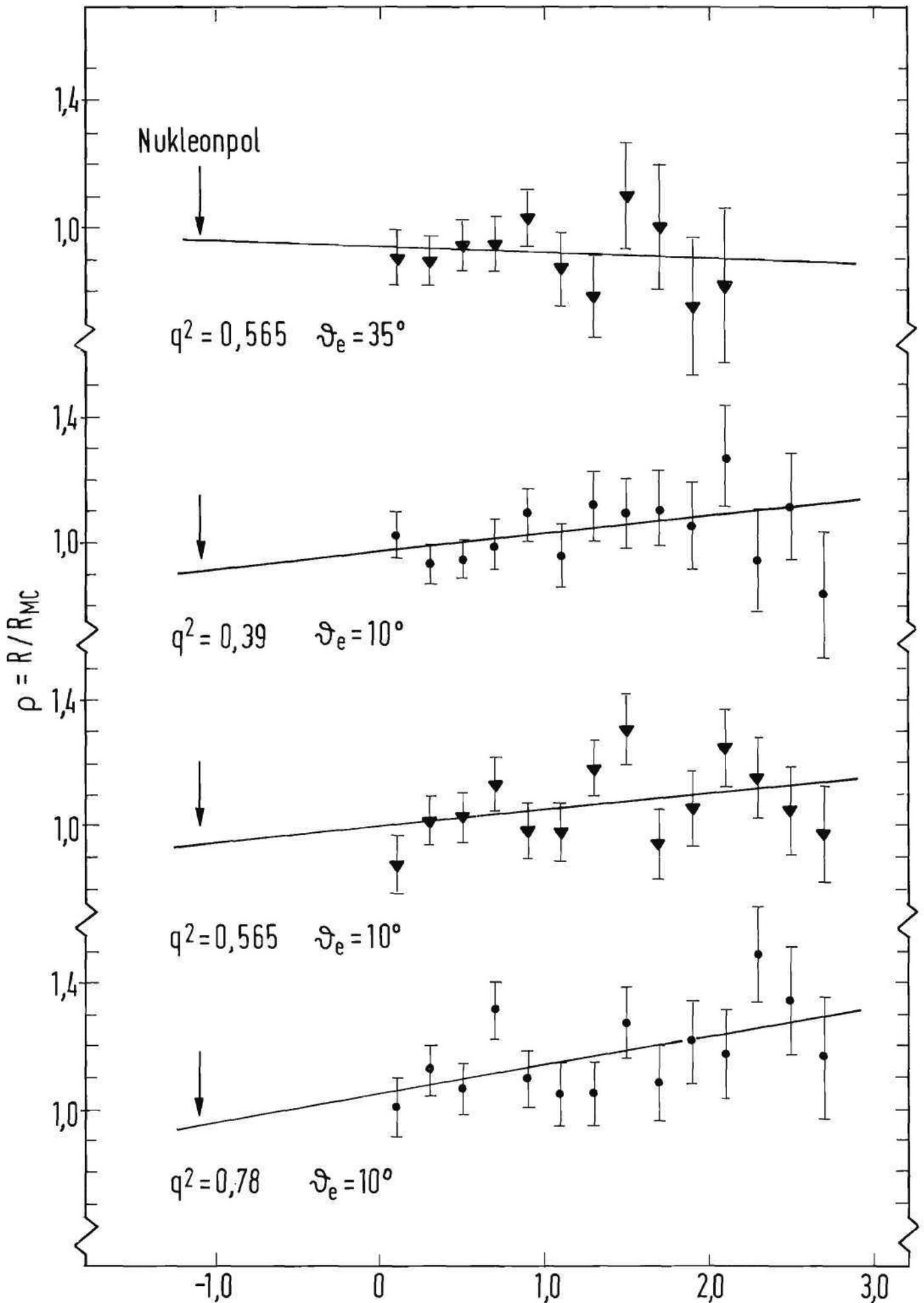
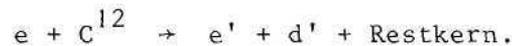


Bild 22 Chew-Low-Diagramme zur Analyse von Nukleon-Formfaktoren

kungsquerschnitt können die theoretischen Ansätze für die Strahlungskorrekturen geprüft werden. In Bild 23 sind die experimentellen und theoretischen Gesamwirkungsquerschnitte miteinander verglichen, sie stimmen innerhalb der Fehlergrenzen überein. Die Auswertung des Experiments ist noch nicht abgeschlossen.

b) Quasielastische Streuung von Elektronen an gebundenen Deuteronen

In Zusammenarbeit mit der Gruppe F38 ist ein Experiment begonnen worden, in dem die quasielastische Streuung von Elektronen an Deuteronen untersucht wird gemäß der Gleichung



Das Experiment soll Aufschluß geben über Nukleon-Nukleon-Korrelationen sowie über Clusterstrukturen in Kernen.

Die Auswertung der Messungen, bei denen die Streuung von Elektronen an Deuteronen untersucht wurde, ist abgeschlossen worden und zeigt die folgenden Ergebnisse:

c) Elastische Elektron-Deuteron-Streuung (86)

Die elastische Elektron-Deuteron-Streuung wurde von der quasielastischen Streuung dadurch unterschieden, daß das Rückstoßdeuteron durch seinen Energieverlust in einem Szintillationszähler nachgewiesen werden konnte. Für zwei Bereiche des Viererimpulsübertrags ist der Wirkungsquerschnitt ermittelt worden. Mit Hilfe der Formeln von Gross, der Wellenfunktion von Hamada-Johnston und der experimentellen Werte für den elektrischen Formfaktor des Protons wurde aus den Meßdaten der elektrische Formfaktor  $G_{EN}$  des Neutrons bestimmt. In Bild 24 sind die Ergebnisse (dargestellt als Kreuze) zusammen mit Daten anderer Autoren dargestellt.

d) Inelastische Elektron-Deuteron-Streuung (87)

Wegen des großen Bereichs konstanter Impulsakzeptanz des Elektronen-Spektrometers von +20% konnte gleichzeitig mit der Messung der elastischen und quasielastischen Streuung auch die inelastische Elektron-Deuteron-Streuung untersucht werden. Aus den Meßdaten wurde für vier Viererimpulsüberträge der Wirkungsquerschnitt für die Elektroerzeugung der ersten Nukleonenresonanz  $\Delta(1236)$  am Neutron ermittelt. Bild 25 zeigt ein gemessenes Elektronen-Spektrum; die eingetragenen Kurven sind theoretische Voraussagen für die quasielastische und für die inelastische Elektron-Deuteron-Streuung. Die Meßdaten zeigen, daß der Wirkungsquerschnitt für die Elektroproduktion am Neutron mit dem am Proton übereinstimmt. Hieraus kann geschlossen werden, daß der Isoskalaranteil der Übergangsamplitude klein ist.

Verhältnis  $\frac{\text{Theorie}}{\text{Experiment}}$

$E_0 = 4000 \text{ MeV}$      $\Theta_e = 12^\circ$

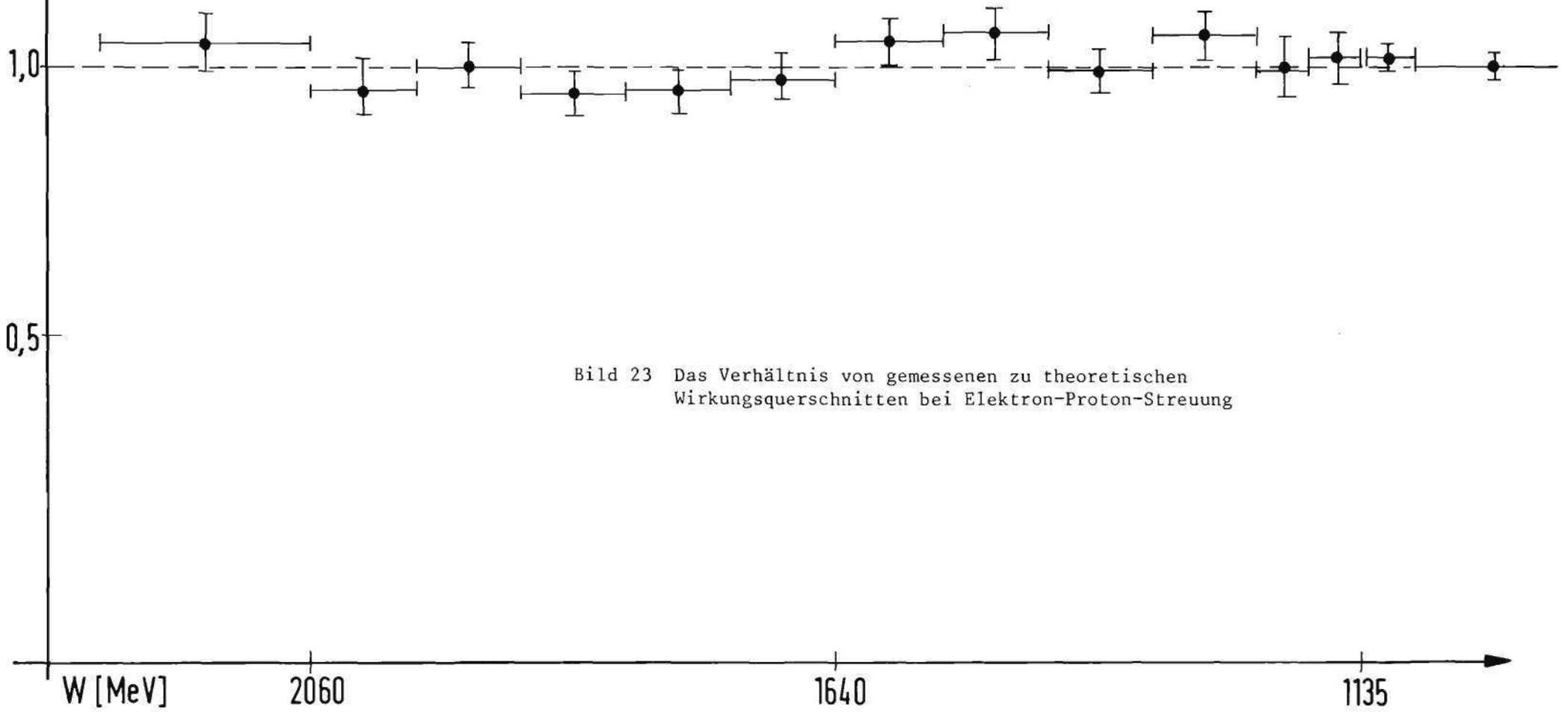
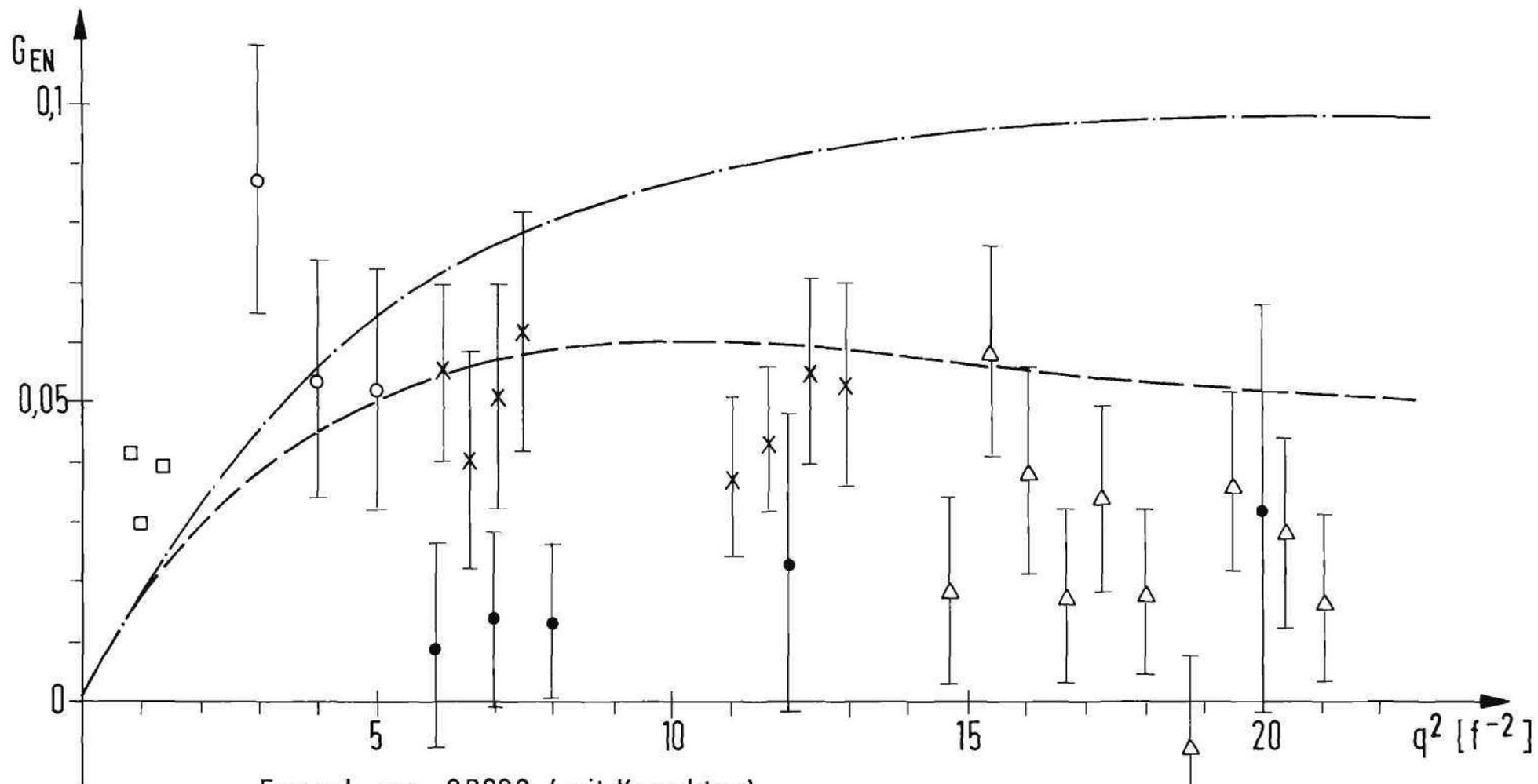


Bild 23 Das Verhältnis von gemessenen zu theoretischen Wirkungsquerschnitten bei Elektron-Proton-Streuung



Formel von GROSS (mit Korrektur)  
 Wellenfunktion von HAMADA-JOHNSTON  
 4-Pol-Fit für  $G_{EP}$

— · —  $G_{EN} = \tau \cdot \mu \cdot G_{EP}$

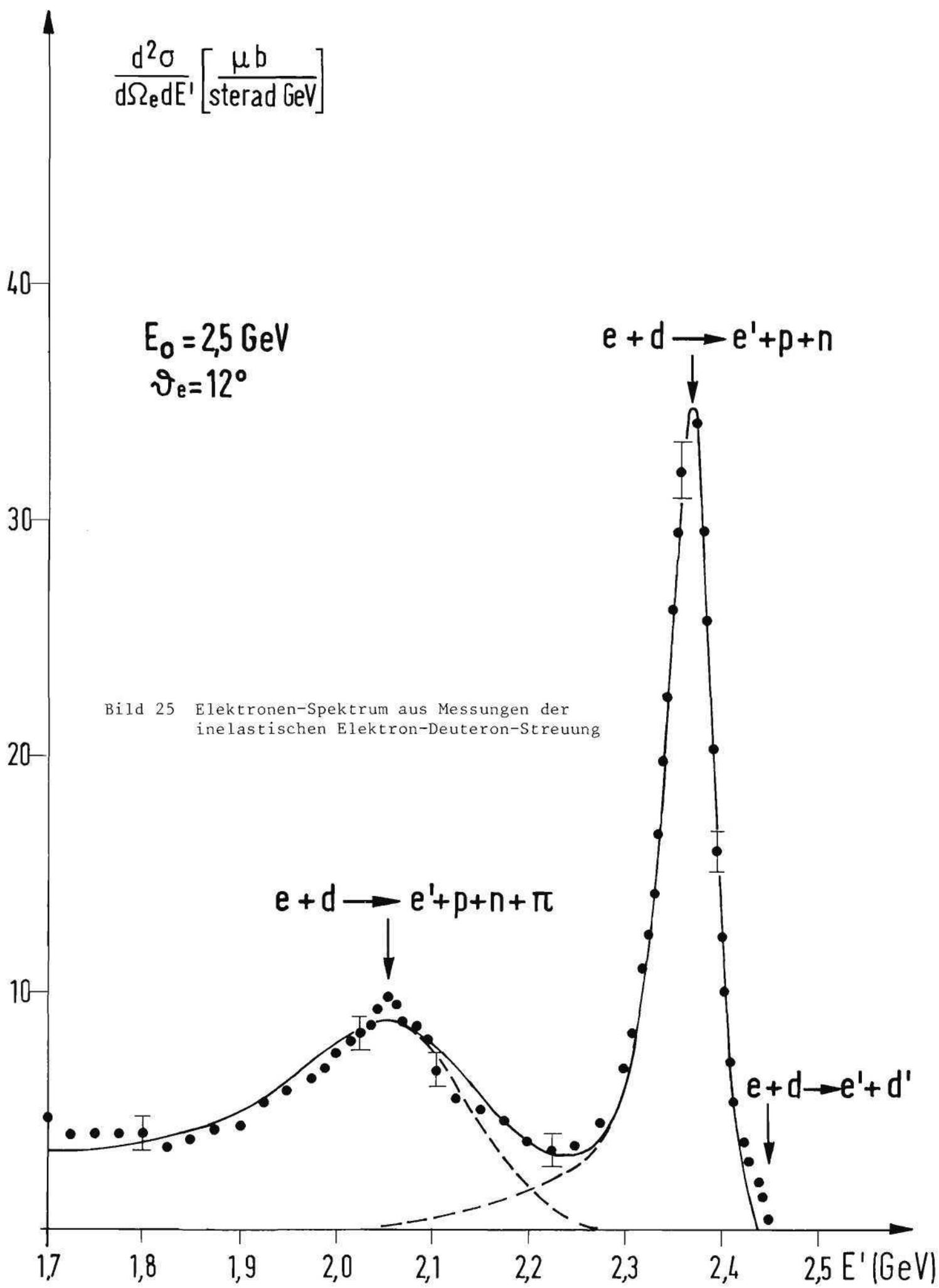
— — —  $G_{EN} = \frac{\tau}{1 + 4\tau} \cdot \mu \cdot G_{EP}$

Bild 24 Verlauf des elektrischen Formfaktors von Neutronen

$$\frac{d^2\sigma}{d\Omega_e dE'} \left[ \frac{\mu b}{\text{sterad GeV}} \right]$$

$E_0 = 2,5 \text{ GeV}$   
 $\vartheta_e = 12^\circ$

Bild 25 Elektronen-Spektrum aus Messungen der inelastischen Elektron-Deuteron-Streuung



### e) Koinzidenzmessungen zur Elektron-Proton-Streuung

Die Auswertung der Messungen zur inelastischen Elektron-Proton-Streuung im Bereich der Resonanz  $\Delta(1236)$  ist abgeschlossen (84,85). Die Messung des differentiellen Wirkungsquerschnitts  $d^2\sigma/d\Omega dE'$  für die Elektroerzeugung von Pionen und der durch die Koinzidenz ermittelte Wirkungsquerschnitt für die  $\pi^0$ -Erzeugung stimmt im Maximum der Resonanz mit den theoretischen Voraussagen von Gutbrod und Simon überein. Der dreifach differentielle Wirkungsquerschnitt für Elektroproduktion  $d^3\sigma/d\Omega dE' d\Omega_\pi$  enthält eine Winkelverteilungsfunktion, in welcher der transversale und der longitudinale Beitrag der virtuellen Photonen zum Wirkungsquerschnitt und auch deren Interferenzterme auftreten. Diese können nur bei Koinzidenzmessungen ermittelt werden.

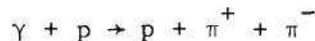
Es ergab sich, daß für die Elektroproduktion von neutralen Pionen der  $\cos 2\phi$ -abhängige Beitrag zum dreifach differentiellen Wirkungsquerschnitt relativ zu den winkelunabhängigen Beiträgen klein ist und bei  $\phi = 90^\circ$  nur etwa 20% beträgt. Der  $\cos \phi$ -abhängige Beitrag zum Wirkungsquerschnitt ist ebenfalls klein, möglicherweise gleich Null.

### 3.4 Symmetrische Paarerzeugung (F31)

Im Berichtsjahr sind vier Experimente durchgeführt worden:

#### a) Photoerzeugung von geladenen Pionpaaren an Wasserstoff

In diesem Experiment ist die Erzeugung von Pionpaaren gemäß der Reaktion



in der Vorwärtsrichtung untersucht worden. Die Energie der Gammaquanten lag zwischen 2,6 und 6,8 GeV und die invariante Masse der Pionpaare lag in einem Bereich von 500 bis 1.000  $\text{MeV}/c^2$ . Mit Hilfe von 100.000 gemessenen Ereignissen sind die Erzeugungsquerschnitte in Energieintervallen von  $\Delta E_\gamma = 0,6 \text{ GeV}$  und in Massenintervallen von  $\Delta m = 30 \text{ MeV}/c^2$  bestimmt worden.

Ziele der Untersuchungen waren, den Erzeugungsmechanismus von Pionpaaren ohne irgendwelche theoretischen Annahmen zu studieren sowie die Energieabhängigkeit der Erzeugung von Rho-Mesonen in Vorwärtsrichtung dadurch zu verstehen, daß verschiedenen Ansätze für den Erzeugungsmechanismus und die Masse und Zerfallsbreite der Rho-Mesonen an die gemessenen Daten angepaßt wurden. Im Gegensatz zu früheren Messungen konnte die Statistik bei dem durchgeführten Experiment erheblich verbessert werden.

Die Messungen sind mit dem früher beschriebenen Doppel-Spektrometer durchgeführt worden; zwei Schwellen-Cerenkovzähler trennten die Pionen von Elektronen, Protonen wurden durch die Messung ihrer Flugzeit unterdrückt.

Die Ergebnisse zeigen, daß bei der genannten Reaktion die Erzeugung von Rho-mesonen überwiegt und der Wirkungsquerschnitt für die Erzeugung mit zunehmender Energie der Gammastrahlen abnimmt. Bild 26 zeigt die Ergebnisse im Vergleich mit anderen Experimenten; eingezeichnet ist auch das Verhalten des Wirkungsquerschnitts der Pion-Nukleon-Streuung, der ein ähnliches Verhalten zeigt.

#### b) Photoerzeugung neutraler Rho-Mesonen an schweren Kernen

Die Photoerzeugung von neutralen Rho-Mesonen ist an 13 verschiedenen Targetmaterialien durchgeführt worden: Be, C, Al, Ti, Cu, Ag, Cd, In, Ta, W, Au, Pb und U. Die Messungen umfaßten 20 Intervalle in der Dipionmasse  $m$  von 400 bis 1000  $\text{MeV}/c^2$ , 6 Intervalle im Impuls  $p$  der Rho-Mesonen zwischen 4,8 und 7,2  $\text{GeV}/c$  und 20 Intervalle im transversalen Impulsübertrag  $t$  auf den Kern von  $-0,001$  bis  $-0,04$   $(\text{GeV}/c)^2$ . Die Daten ergeben eine vierdimensionale Matrix  $(A, m, p, t)$  mit etwa 1.000.000 registrierten Pionpaaren.

Die Untersuchungen gestatten

1. eine Bestimmung der Dichteverteilungen in den Kernen. Für ein gegebenes Atomgewicht  $A$  kann aus der  $t$ -Abhängigkeit die Größe des Kernradius  $R(A)$ , die das  $\rho$ -Meson "sieht", auf  $\pm 2\%$  bestimmt werden. Durch einen Vergleich von  $R(A)$  mit anderen gemessenen Werten, insbesondere aus Prozessen mit starker Wechselwirkung oder durch Elektron-Kern-Streuung, können neue Ergebnisse über die Art der Wechselwirkung von Rho-Mesonen mit Kernmaterie gewonnen werden.
2. eine Messung der absoluten und relativen Erzeugungsquerschnitte in Vorwärtsrichtung in Abhängigkeit von  $A, m, p$  und  $t$ . Für feste Werte von  $A, p$  und  $t$  ergibt die Untersuchung der Dipionspektren als Funktion von  $m$  allein eine genaue Bestimmung des Untergrundes.
3. die Bestimmung des Rho-Nukleon-Wirkungsquerschnitts  $\sigma_{\rho N}$  und der  $\gamma\rho$ -Kopplungskonstanten  $\gamma_{\rho}^2/4\pi$ . Die Messungen der Kerndichteverteilungen und der Erzeugungsquerschnitte an den 13 Elementen bestimmen die Größe der Absorption von Rho-Mesonen durch Kernmaterie und den effektiven Wirkungsquerschnitt pro Nukleon. Hieraus können der Rho-Nukleon-Wirkungsquerschnitt und die Gamma-Rho-Kopplungskonstante in einer in sich konsistenten Weise bestimmt werden.

Als Beispiele für die Ergebnisse dieses Experiments zeigt Bild 27 die in Abhängigkeit von  $A$  gemessenen mittleren Kernradien. Die Abhängigkeit von  $R(A)$  von  $A$  wird durch den Ausdruck  $R(A) = (1,12 \pm 0,02) A^{1/3}$  f wiedergegeben. Die

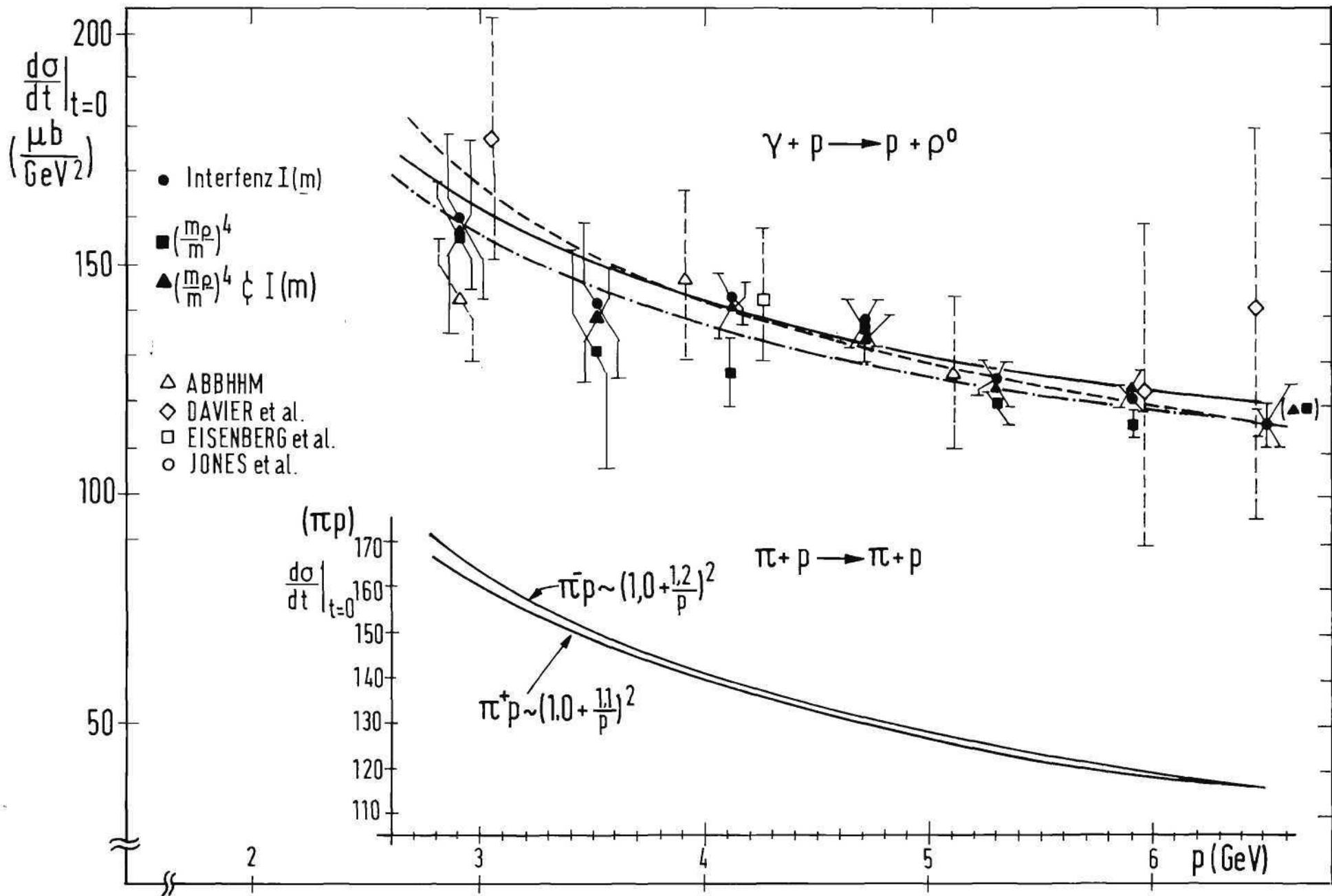


Bild 26 Die Wirkungsquerschnitte für die Photoerzeugung von Rho-Mesonen sowie der Pion-Nukleon-Streuung in Abhängigkeit von der Energie

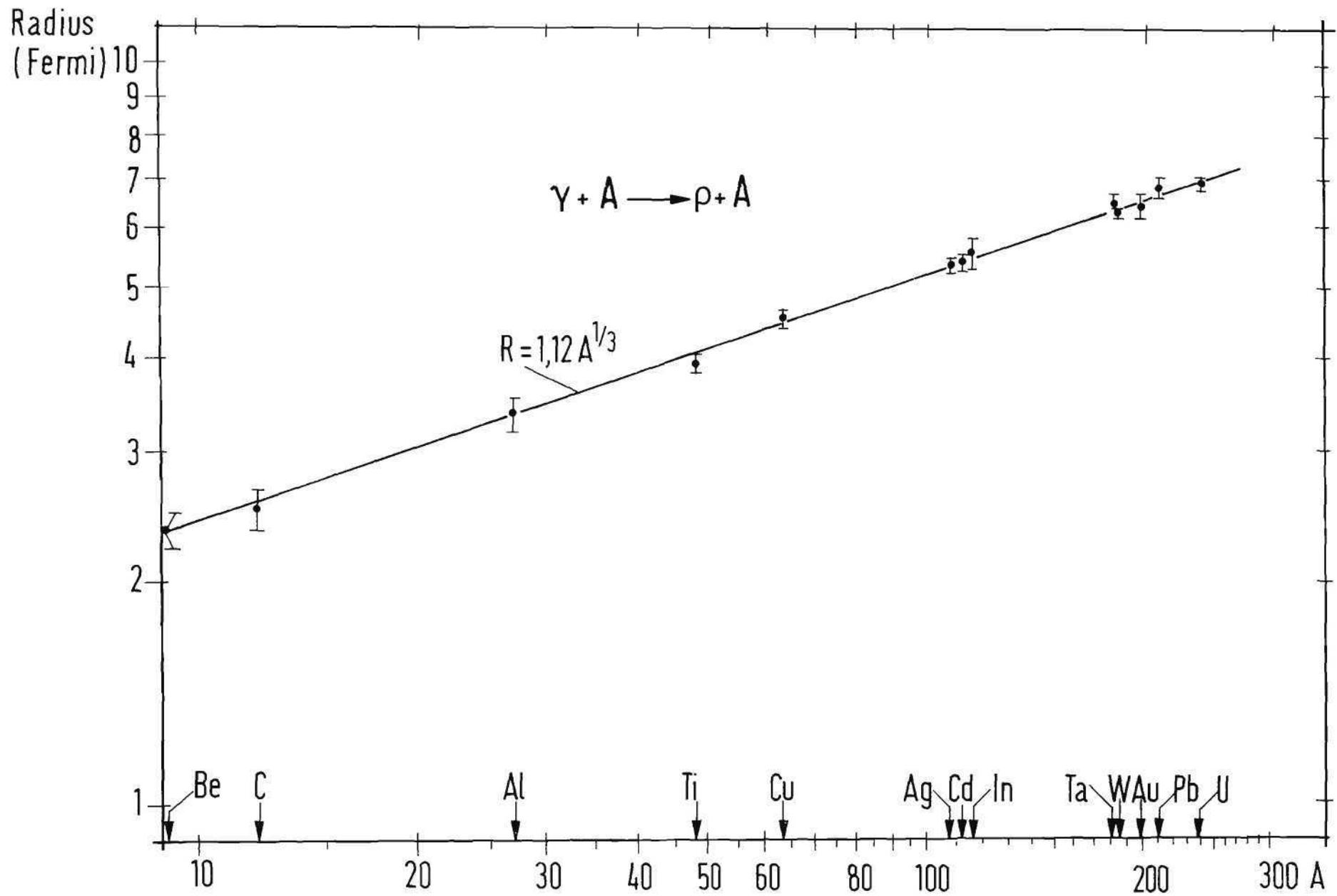


Bild 27 Der Kernradius R in Abhängigkeit vom Atomgewicht A

Wirkungsquerschnitte für die Erzeugung von Rho-Mesonen in Abhängigkeit von  $A$  zeigt Bild 28; die eingezeichneten Anpassungs-Werte entstammen theoretischen Analysen zur Überprüfung der Konsistenz der Daten.

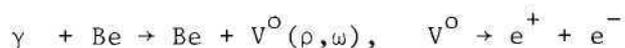
c) Photoerzeugung von Pionpaaren an Kohlenstoff mit hohen invarianten Massen

In diesem Experiment wurde die Photoerzeugung von Pionpaaren mit invarianten Massen bis zu  $1,8 \text{ GeV}/c^2$  untersucht. Ziel des Experiments war die Suche nach weiteren, bisher unentdeckten Vektormesonen. Beobachtet wurden 88.000 Ereignisse, von denen 80.000 im Massenbereich unter  $1,0 \text{ GeV}/c^2$ , 6.000 im Bereich von  $1,0$  bis  $1,35 \text{ GeV}/c^2$  und 2.000 zwischen  $1,35$  und  $1,8 \text{ GeV}/c^2$  lagen.

Die Auswertung der Messungen konnte im Berichtsjahr noch nicht abgeschlossen werden. Vorläufige Analysen lassen erkennen, daß bis zu invarianten Massen der Dipionpaare von etwa  $1,2 \text{ GeV}/c^2$  die gemessenen Spektren durch ausschließliche Erzeugung von Rho-Mesonen beschrieben werden können; oberhalb von  $1,2 \text{ GeV}/c^2$  ist eine breite Struktur zu beobachten.

d) Leptonische Zerfälle von Vektormesonen

Die Untersuchungen galten dem bisher noch nicht erforschten Phänomen der kohärenten Interferenz bei den leptonischen Zerfällen von  $\rho$ - und  $\omega$ -Mesonen. Die beiden Vektormesonen sind durch Photoerzeugung an Beryllium gemäß



gewonnen worden.

Es ist lange rätselhaft gewesen, warum in keinem der bisher durchgeführten Experimente über Photoerzeugung von Vektormesonen die vermutete Interferenz der Zerfälle von Rho- und Omega-Mesonen nicht beobachtet worden ist; zu einem Teil ist jedoch die bisher nur mangelhafte Statistik verantwortlich.

Das Ziel des Experiments ist, mit guter Statistik (etwa 3.000 Ereignisse) und guter Massenauflösung der verwendeten Apparatur ( $\Delta m = \pm 5 \text{ MeV}$ ) nach den erwarteten Ereignissen zu suchen und das Ergebnis mit dem Vektordominanz-Modell zu vergleichen.

Bild 29 zeigt das neue, für die Messungen gebaute Doppel-Spektrometer. Seine Eigenschaften sind insbesondere

1. Verarbeitung hoher Zählraten: Um die höchstmögliche Intensität des Synchrotrons auszunutzen, sind alle Zähler hinter die letzten Magnete des Spektrometers gelegt worden. Unerwünschte geladene Teilchen werden somit durch Ablenkmagnete weitgehend von den Zählern ferngehalten, da keiner der Zähler in direkter optischer Linie zum Target angeordnet ist.

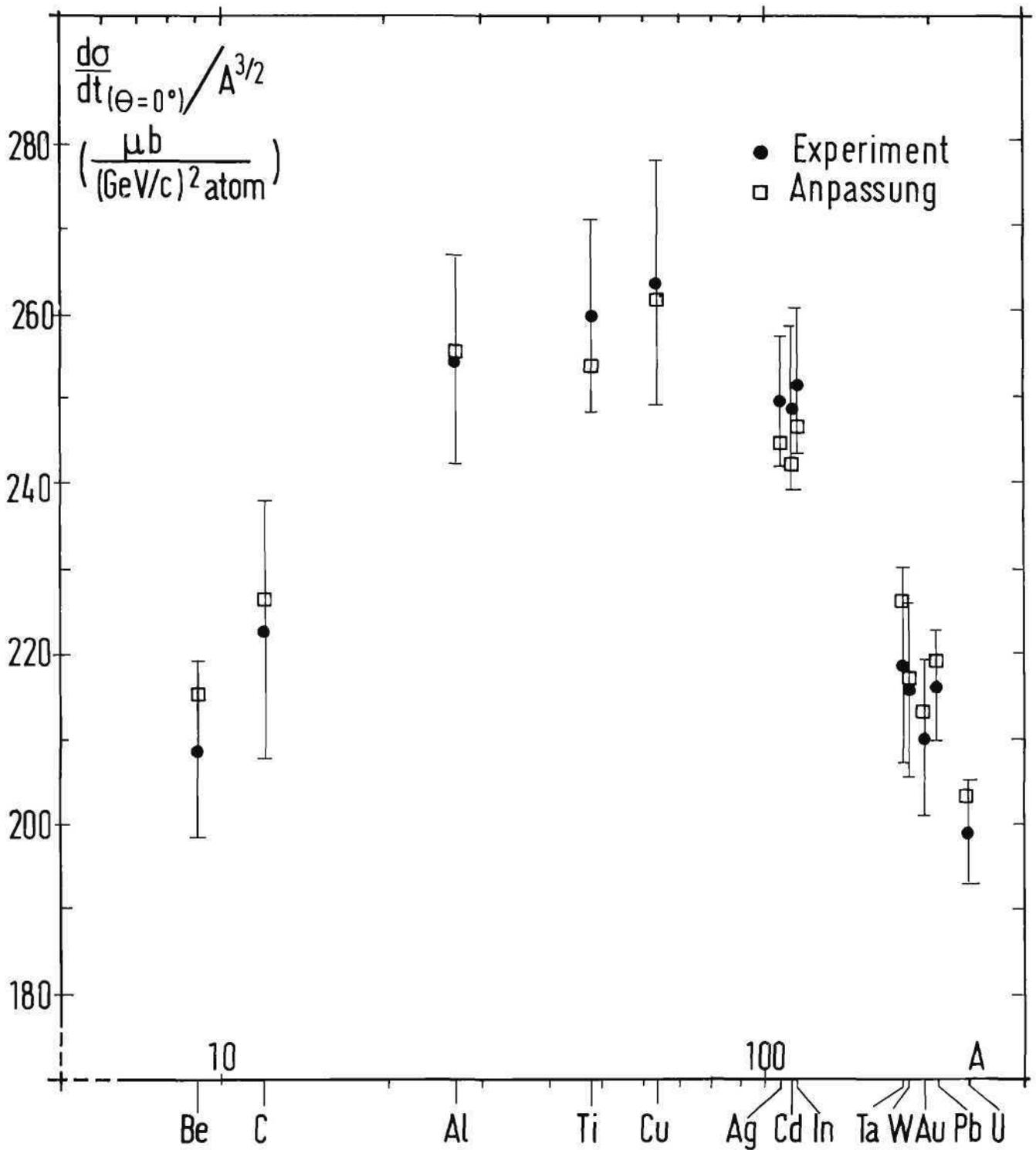


Bild 28 Der Wirkungsquerschnitt für die Photoerzeugung von Rho-Mesonen in Abhängigkeit vom Atomgewicht A

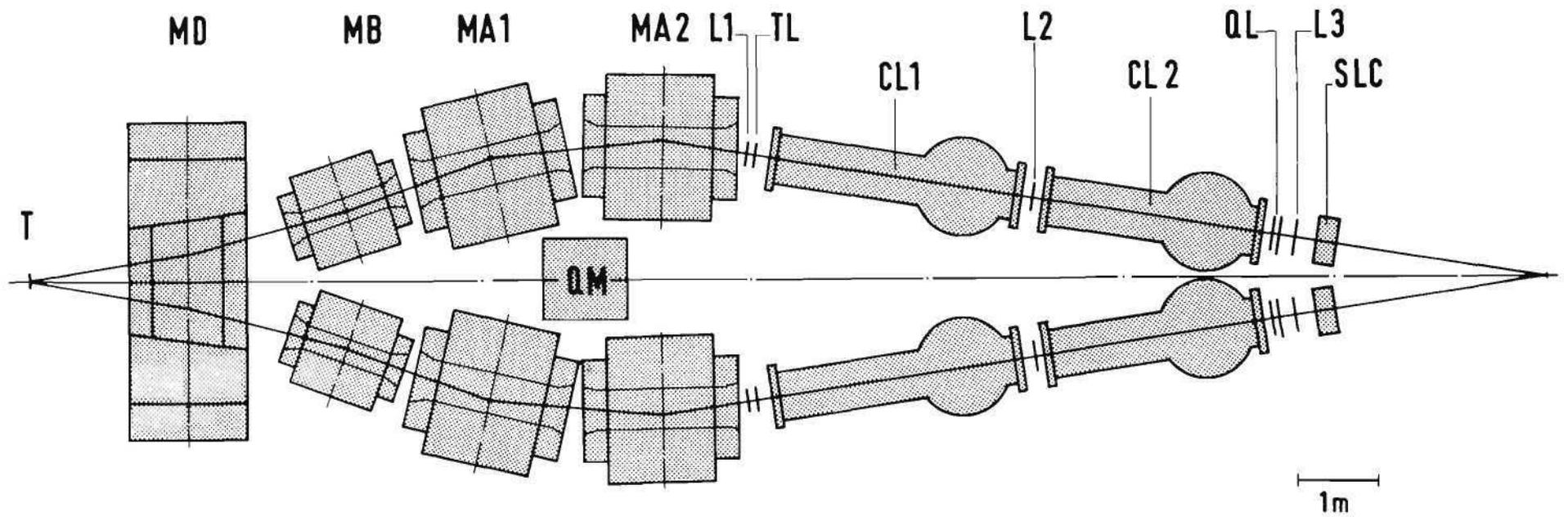


Bild 29 Neues Spektrometer zur Untersuchung der Photoerzeugung symmetrischer Paare

2. Hohe Diskriminierung gegen Pionen: Da das Verzweigungsverhältnis für leptonische Rho-Zerfälle etwa  $10^{-5}$  beträgt, benötigt man für eine angestrebte Genauigkeit von 1% eine Unterdrückung von Pionen um den Faktor  $10^7$  oder noch besser. Um dies zu erreichen, werden vier große Schwellen-Cerenkovzähler und zwei Schauerzähler benutzt.

3. Hohe Massenauflösung: Um den Einfluß von Vielfachstreuung und Bremsstrahlung zu verringern, wird ein dünnes Beryllium-Target verwendet. Da sich alle Zähler am Ende des Spektrometers befinden, werden der Energieverlust der Teilchen durch Bremsstrahlung und die Richtungsänderung durch Vielfachstreuung so klein wie möglich gehalten. 202.500 Hodoskop-Kombinationen bestimmen die kinematischen Größen eines Elektron-Positron-Paares und erlauben eine Massenauflösung von  $\pm 5\text{MeV}$ .

Erste Auswertungen der Messungen zeigen, daß der gesuchte Interferenz-Effekt tatsächlich auftritt und das Massenspektrum mit den Vorhersagen des Vektordominanz-Modells recht gut übereinstimmt.

### 3.5 Elektroerzeugung von Mesonen (F32)

Die Gruppe arbeitet an einem Experiment über die Erzeugung von Mesonen durch Elektronen. Die gestreuten Elektronen und die erzeugten Mesonen werden in Funkenkammer-Spektrometern nachgewiesen. Das Hauptziel der Untersuchungen ist die Ermittlung des Wirkungsquerschnitts der Reaktion in Abhängigkeit von der Masse des ausgetauschten virtuellen Photons.

Die Schwerpunkte der Tätigkeit der Gruppe lagen auf den folgenden Gebieten:

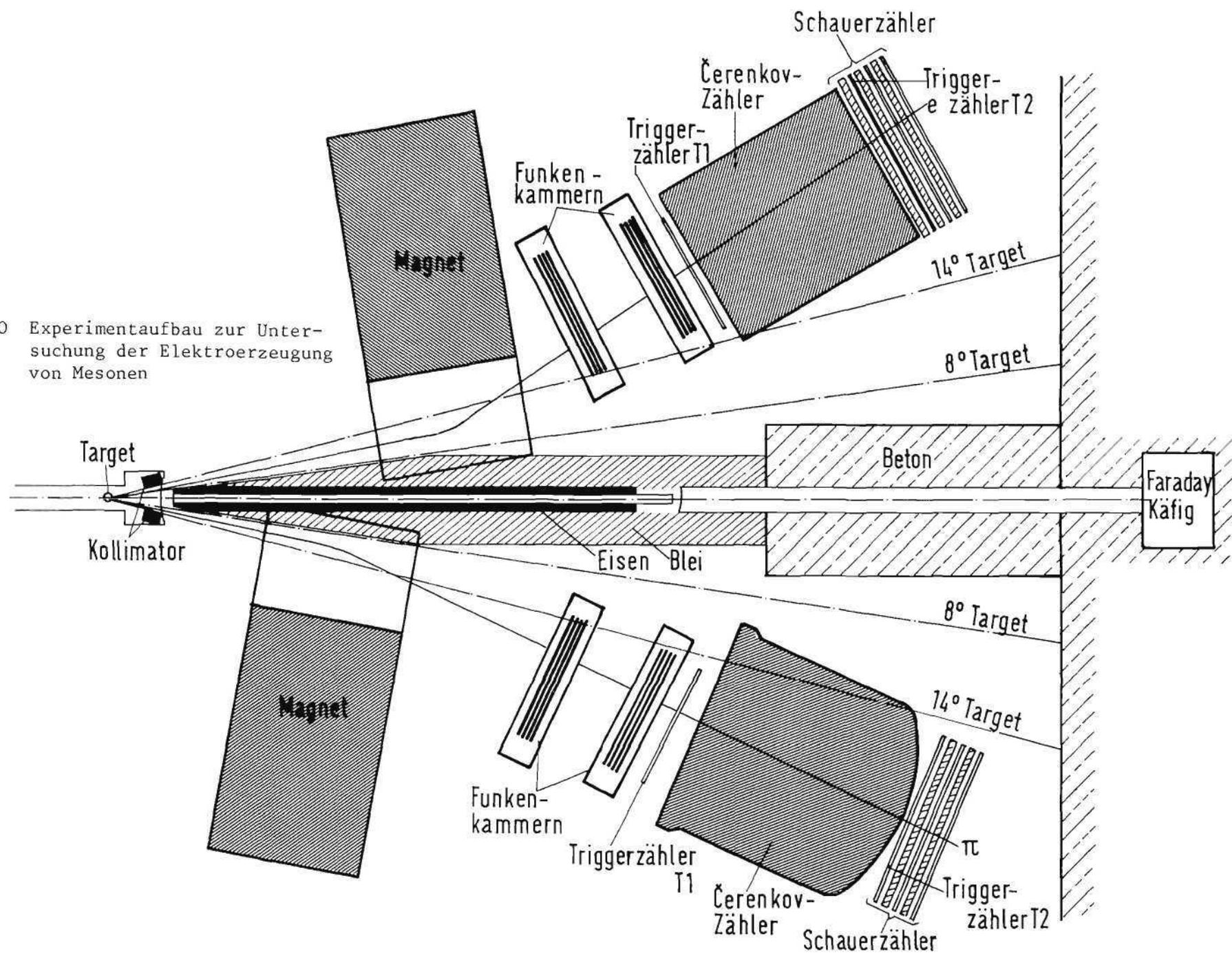
#### a) Aufbau des Funkenkammer-Spektrometers

Eine Prinzipskizze der Apparatur zeigt Bild 30. Die nachzuweisenden Teilchen werden nach Ablenkung in einem Magnetfeld in jeweils zwei optischen Funkenkammern mit einer Ortsauflösung von 0,5mm registriert. Alle Funkenkammern und die zu einer vollständigen Erkennung der Ereignisse notwendigen Parameter werden von einer Stelle aus photographiert. Dazu ist ein optisches System mit mehreren Planspiegeln pro Kammer installiert worden; die Optik wurde den Anforderungen der automatischen Bildauswertung entsprechend ausgelegt.

Zur Unterscheidung verschiedener Teilchensorten sind zwei großräumige Gas-Cerenkovzähler aufgebaut, welche die Teilchen über eine Öffnung von  $1,4\text{ m}^2$  Fläche bei einer Winkeldivergenz von  $8^\circ$  nachweisen.

Um in einem der Spektrometer gleichzeitig Elektronen und  $\pi$ -Mesonen registrieren zu können, wurde der entsprechende Schauerzähler hodoskopartig unterteilt.

Bild 30 Experimentaufbau zur Untersuchung der Elektroerzeugung von Mesonen



Der primäre Elektronenstrahl wird im Bereich des Feldes der Experimentiermagnete durch ein dickwandiges, von Blei umgebenes Eisenrohr mit einem Innendurchmesser von 10 cm geführt. Das Eisenrohr schirmt das Streufeld der Magnete von etwa 6 kG bis auf wenige Gauß ab, sodaß unerwünschte Streustrahlung aus dem Primärstrahl verhindert wird.

b) Magnetfeld- und Versuchsmessungen

Die Schauerzähler sollen im Energiebereich von einigen GeV Elektronen und Pi-Mesonen unterscheiden und mit hoher Nachweiswahrscheinlichkeit anzeigen. In Messungen am äußeren Elektronenstrahl des Synchrotrons wurde im Hinblick auf die geforderte Ansprechwahrscheinlichkeit von  $\geq 98\%$  für Elektronen die günstigste Anordnung von Bleiabsorbern und Szintillatoren untersucht.

Da das Magnetfeld vor allem von dem Eisenrohr der Primärstrahl-Führung beeinflusst wird, konnte das Feld erst nach dem Einbau aller Komponenten der Apparatur gemessen werden. Hierzu ist eine Vorrichtung aufgebaut worden, mit deren Hilfe der über einige Kubikmeter vom Magnetfeld erfüllte Raum vermessen werden konnte. Mit drei Hallsonden wurde das Feld an etwa 20.000 Punkten gleichzeitig in allen drei Komponenten mit einer Ortsgenauigkeit von 0,5 mm und einer Feldgenauigkeit von besser als 5 o/oo aufgenommen.

Nachdem alle Einzelteile der Apparatur aufgebaut waren, ist ihre Funktionsweise am Elektronenstrahl gemessen und ein einwandfreies Verhalten festgestellt worden.

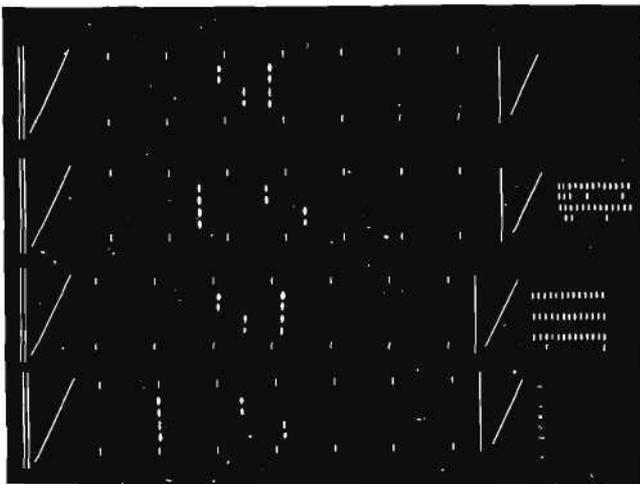


Bild 31 Typisches Funkenkammerbild

Erste Messungen mit einem Primärstrahl der Intensität  $5 \times 10^{10}$  Elektronen pro Sekunde lieferten 10.000 Funkenkammerbilder der Elektroerzeugung von Pionen. Die Qualität der Bilder ist sehr zufriedenstellend: 90% aller Bilder zeigten außer den Spuren von Elektronen und Pi-Mesonen keinerlei zusätzliche Untergrundspuren. Bild 31 zeigt eins der aufgenommenen Bilder.

Während der Erfassung der Daten werden alle Teile der Apparatur und die Magnete der Strahlführung von einer Kleinrechen-

anlage überwacht.

### 3.6 Photoerzeugung von Rho-Mesonen und Comptonstreuung am Proton (F33)

Nach Abschluß der Messungen zur Photoerzeugung neutraler Rho-Mesonen durch polarisierte Photonen im Energiebereich zwischen 2,0 und 2,4 GeV im Vorjahr ist im Berichtsjahr die Akzeptanz der Meßapparatur nach oben und unten hin erweitert worden, sodaß nun auch in den Bereichen zwischen 1,5 und 2,0 GeV sowie zwischen 2,4 und 3,3 GeV Untersuchungen durchgeführt werden konnten. Ferner ist der Nachweis der Rückstoßprotonen durch eine Umrüstung der ersten vier Drahtfunkenkammern verbessert worden.

Die experimentelle Anordnung ist in Bild 32 wiedergegeben, eine Beschreibung der Apparatur wurde im Bericht des Vorjahres gegeben. Durch Bremsstrahl-Erzeugung an einem Diamantkristall ist der benutzte Gammastrahl linear polarisiert (A18). Die Richtung der Polarisation kann vertikal oder horizontal gewählt werden. Durch die Anordnung des Teleskops zum Nachweis der Protonen liegt die Reaktionsebene im wesentlichen horizontal, die Zerfallspionen der Rho-Mesonen werden dagegen nur in Richtungen außerhalb dieser Ebene nachgewiesen. Dadurch besitzt die Apparatur eine starke Analysierkraft, die sich in unterschiedlichen Zählraten für vertikale und horizontale Polarisation ausdrückt.

Die Untersuchungen sollen insbesondere eine Entscheidung darüber bringen, welches theoretische Modell die Messungen richtig beschreibt: Der Unterschied der Zählraten für die zwei Polarisationsrichtungen des Photons (vertikal oder horizontal) wird durch die Polarisationsasymmetrie  $\Sigma$  ausgedrückt. Sie ist gleich +1 bei einem rein diffraktiven Prozess und gleich -1 im Falle, daß der Prozess durch das OPE-Modell (Ein-Pion-Austausch) beschrieben wird.

Das Ergebnis der bisher ausgewerteten Daten ist in Bild 33 zusammengefaßt. Im oberen Teil ist die Polarisationsasymmetrie als Funktion des Impulsübertrages  $|-t|$  für den Energiebereich 1,8 bis 2,4 GeV gezeigt. Die durchgezogene Linie gestattet einen Vergleich mit Blasenkammer-Messungen (A19), die unter gewissen Annahmen über den theoretischen Mechanismus der Rho-Erzeugung ausgewertet wurden. Die gestrichelte Linie berücksichtigt zusätzlich noch Anfangs- und Endzustands-Wechselwirkungen nach einer Berechnung von Schilling und Storim (A20). Im unteren Teil von Bild 33 ist  $\Sigma$  in Abhängigkeit von der Energie  $k$  der Gammastrahlen aufgetragen, wobei auch die Messungen des Vorjahres eingeschlossen sind; in dem Bild sind auch zwei Meßpunkte anderer Laboratorien enthalten (A21, A22).

Die Untersuchungen haben gezeigt, daß die Photoerzeugung von Rho-Mesonen durch

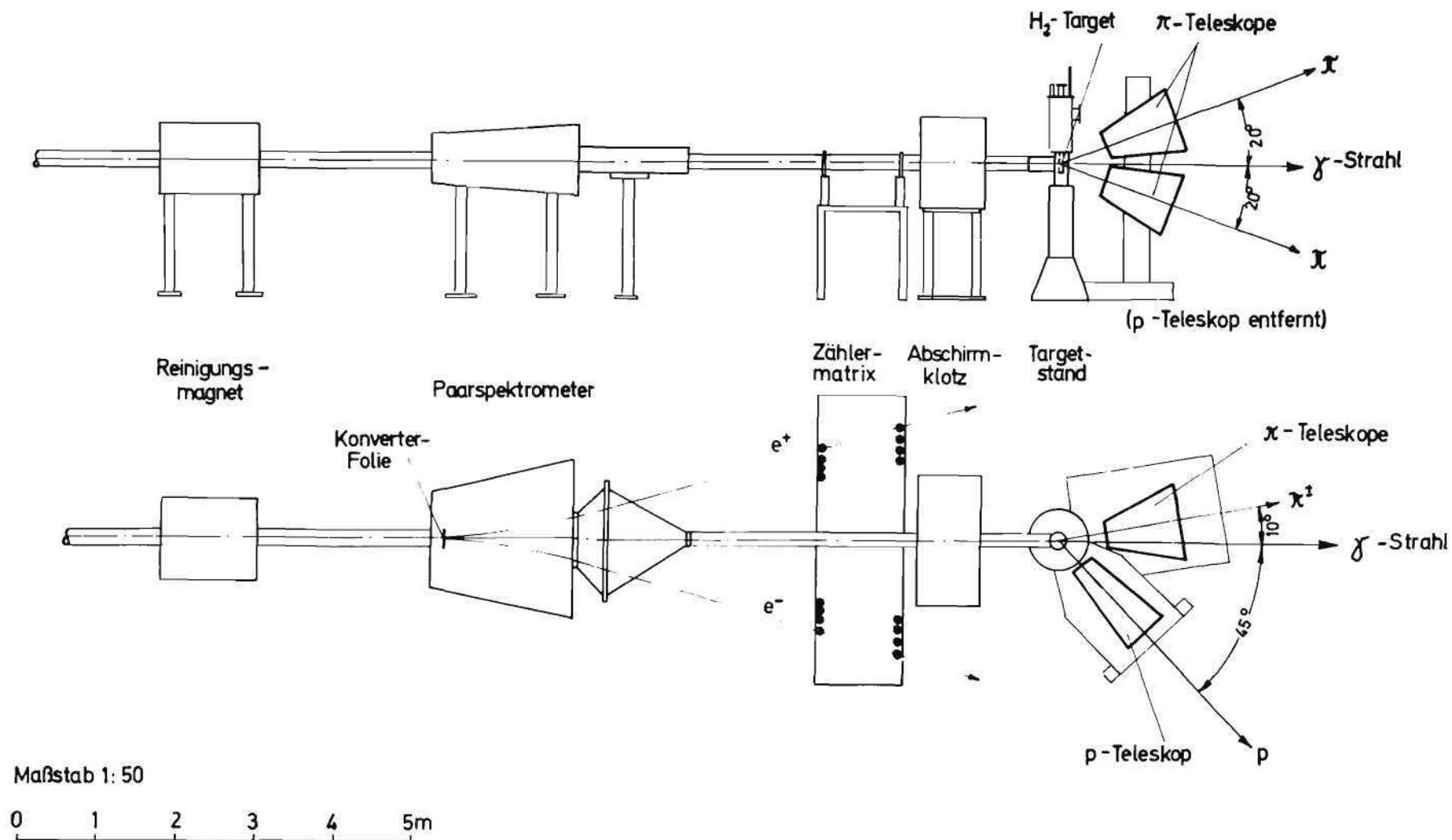


Bild 32 Experimentelle Anordnung zur Untersuchung der Erzeugung von Rho-Mesonen durch linear polarisierte Photonen

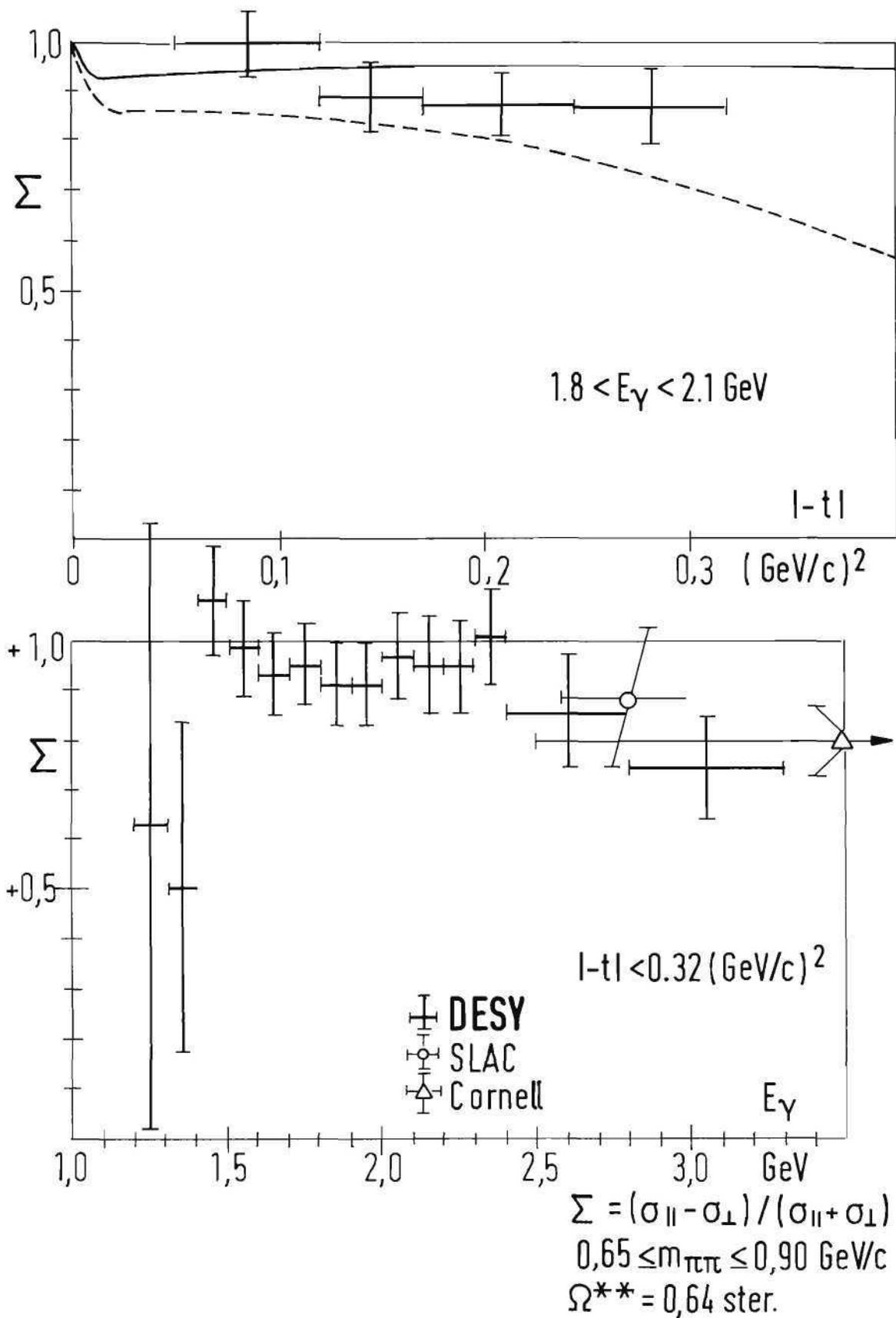


Bild 33 Die Polarisationsasymmetrie  $\Sigma$  der Reaktion  $\gamma p \rightarrow p \pi^+ \pi^-$  mit polarisierten Photonen als Funktion des Impulsübertrags (oben) und der Photonenenergie (unten)

polarisierte Photonen in dem betrachteten Energiebereich vorwiegend diffraktiv verläuft; innerhalb der Meßfehler ist auch kein Einfluß von s-Kanal-Resonanzen auf die Polarisationsasymmetrie zu erkennen.

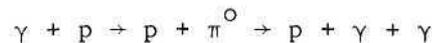
Im Mai des Berichtsjahres wurde ein Experiment zum Compton-Effekt am Proton



gemeinsam mit der Gruppe F35 begonnen. Die Messungen sind bei Impulsüberträgen  $|t|$  zwischen 0,07 und 0,4  $(\text{GeV}/c)^2$  und Gammaenergien zwischen 5,0 und 7,5 GeV vorgenommen worden. Ziel der Untersuchungen war die Bestimmung der Abhängigkeit des differentiellen Wirkungsquerschnitts in dem angegebenen t-Bereich.

Bild 34 zeigt das Schema der Meßanordnung: Der mehrfach kollimierte und gereinigte Gammastrahl hat am Wasserstoff-Target einen Querschnitt von  $5 \times 5 \text{ mm}^2$ . Die Protonen werden in einem Reichweite-Teleskop nachgewiesen. Der Nachweis der Photonen erfolgt mit Hilfe von Bleiglas-Cerenkovzählern (Energie-Messung) und gekreuzten Zähler-Hodoskopen (Orts-Bestimmung).

Mit der Messung aller Winkel und Energien der beiden an der Reaktion beteiligten Teilchen im Endzustand ist die Kinematik des Prozesses dreifach überbestimmt. Die wichtigste Bedingung ist die Forderung nach Koplanarität, die die Compton-Ereignisse von Teilchen aus der Konkurrenzreaktion



unterscheidet, in der die Photonen im allgemeinen nicht koplanar mit dem Proton sind. Bild 35 zeigt die gemessene Häufigkeit der Gamma-Proton-Ereignisse in Abhängigkeit von der Koplanaritäts-Variablen  $\Delta\phi$ , der Differenz der Azimutwinkel. Durch Subtraktion des Untergrundes können Compton-Ereignisse statistisch gut abgetrennt werden.

Bis Ende des Jahres wurden etwa 560.000 Ereignisse im Energiegebiet zwischen 2 und 7 GeV gemessen, von denen nach Abzug des Untergrundes der Koplanaritätsverteilung etwa 40.000 als Compton-Ereignisse analysiert werden konnten.

11.500 dieser Ereignisse liegen im Energiebereich  $k > 5 \text{ GeV}$ . Die Auswertung war am Jahresende noch nicht abgeschlossen.

### 3.7 Photoerzeugung von neutralen Mesonen (F34)

Die Gruppe F34, vorwiegend Angehörige des Physikalischen Instituts der Universität Bonn, beendete im Berichtsjahr den Aufbau eines Experiments zur Untersuchung der Photoproduktion von  $\eta^0$ -Mesonen an Wasserstoff unter kleinen Winkeln und im Energiebereich zwischen 4 und 7 GeV. In der ersten Jahreshälfte wurden

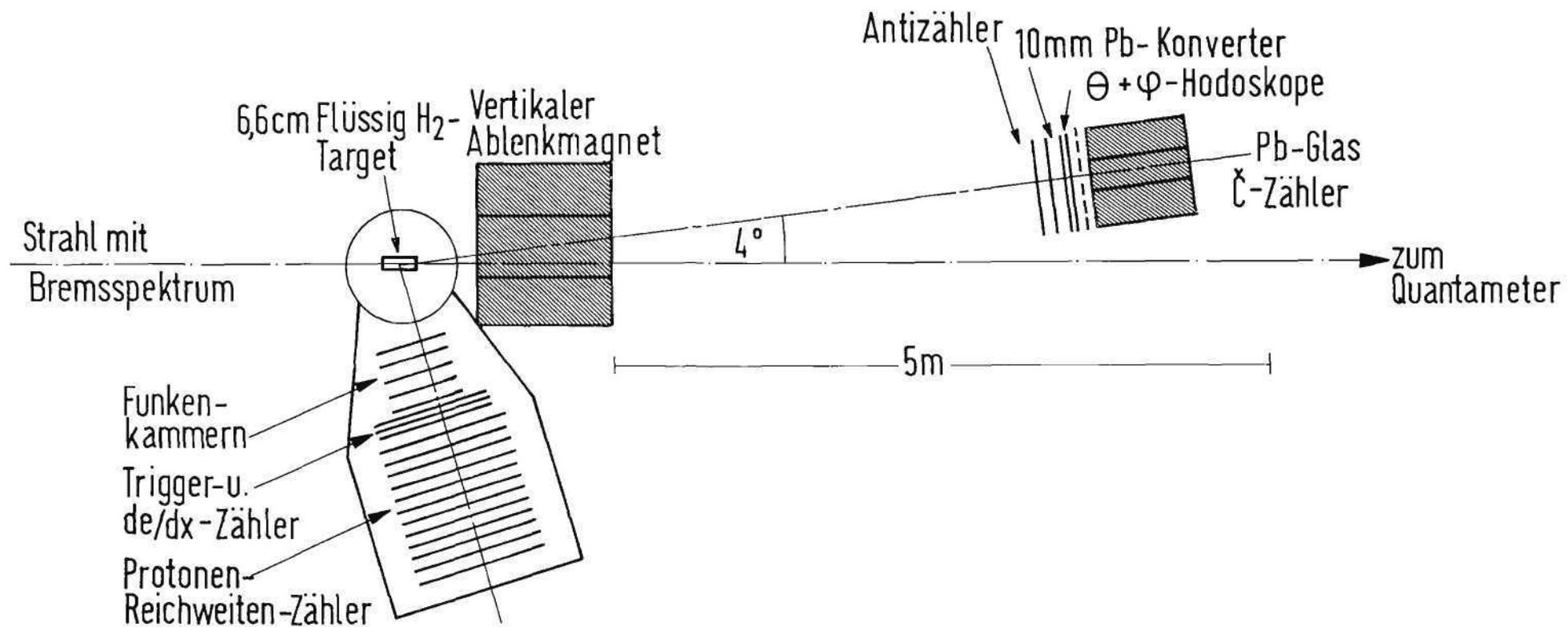


Bild 34 Experiment zur Messung der Compton-Streuung am Proton

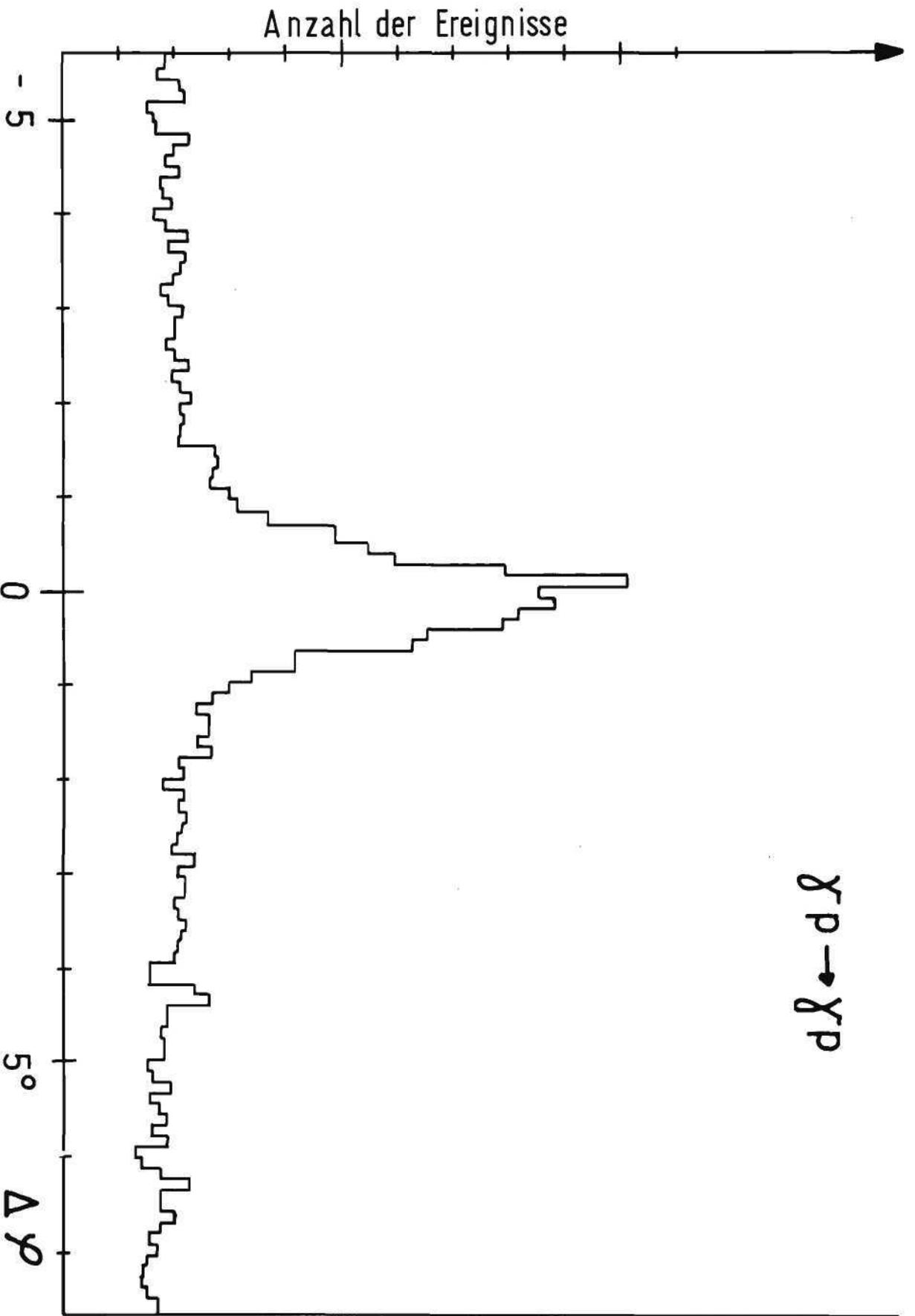


Bild 35 Häufigkeit von Gamma-Proton-Koinzidenzen in  
Abhängigkeit von der Koplanaritäts-Variablen

die benötigten Cerenkovzähler geeicht, der mechanische Aufbau durchgeführt, die zur Datenerfassung und -auswertung nötigen Rechenprogramme geschrieben sowie erste Probeläufe unternommen.

Im Sommer ist die Photoproduktion von  $\eta$ -Mesonen bei einer mittleren Energie der Photonen von 4 GeV gemessen worden. Die Ergebnisse stimmen mit Messungen anderer Laboratorien überein; vorläufige Daten sind auf der Konferenz in Liverpool vorgetragen worden. Gegen Ende des Berichtsjahres wurde die Analyse der Meßergebnisse und insbesondere die Berechnung von Untergrundbeiträgen fortgesetzt sowie die Apparatur verbessert, sodaß mit weiteren Messungen bei höheren Energien das Experiment im kommenden Jahr abgeschlossen werden kann.

Die Ergebnisse der Untersuchungen sollen verglichen werden mit den Analysen der Messung der Photoerzeugung von  $\pi^0$ -Mesonen: Beide Reaktionen sollten von einem ähnlichen Modell beschrieben werden können.

Die Auswertung früherer Messungen für Photoerzeugung von neutralen Pi-Mesonen unter sehr kleinen Winkeln bei Energien von 4 und 6 GeV ist abgeschlossen worden. Ziel dieses Experiments war es, den Primakoff-Anteil des Wirkungsquerschnitts abzutrennen und aus diesem die Lebensdauer des  $\pi^0$ -Mesons zu bestimmen. Das Ergebnis hängt jedoch von theoretischen Modellen ab, die zur Beschreibung des Nicht-Primakoff-Anteils des Wirkungsquerschnitts benutzt werden müssen. Bild 36 zeigt als Beispiel die Abhängigkeit des differentiellen Wirkungsquerschnitts  $d\sigma/dt$  in Abhängigkeit vom Impulsübertrag  $-t$  für die Photoerzeugung neutraler Pi-Mesonen für Gammaenergien zwischen 3 und 5,8 GeV.

In Zusammenarbeit mit Angehörigen der Universität Pisa konnte eine Angabe für die obere Grenze des Verzweigungsverhältnisses  $\phi \rightarrow \pi^0 \gamma$  gemacht werden, ihre Größe ist kleiner als 0,3%. In derselben Kollaboration sind die Messungen der Photoerzeugung von Pi-Mesonen an komplexen Kernen bei 1,5 und 2 GeV endgültig abgeschlossen worden. Diese Untersuchungen führten zu einer neuen Bestimmung der Lebensdauer von neutralen Pi-Mesonen von

$$\tau_{\pi^0} = 0,56 \times 10^{-16} \text{ sec.}$$

### 3.8 Photoerzeugung geladener Mesonen mit polarisierter Gammastrahlung (F35)

#### a) $\pi^-$ -Erzeugung

Die im Vorjahr begonnenen Messungen der Erzeugung negativer Pi-Mesonen mit Hilfe linear polarisierter Photonen ist abgeschlossen worden. Im Berichtsjahr ist mit der gleichen Apparatur - einem magnetischen Spektrometer in Verbindung mit einem Koinzidenzzähler zum Nachweis des Rückstoßnukleons - die Erzeugung nega-

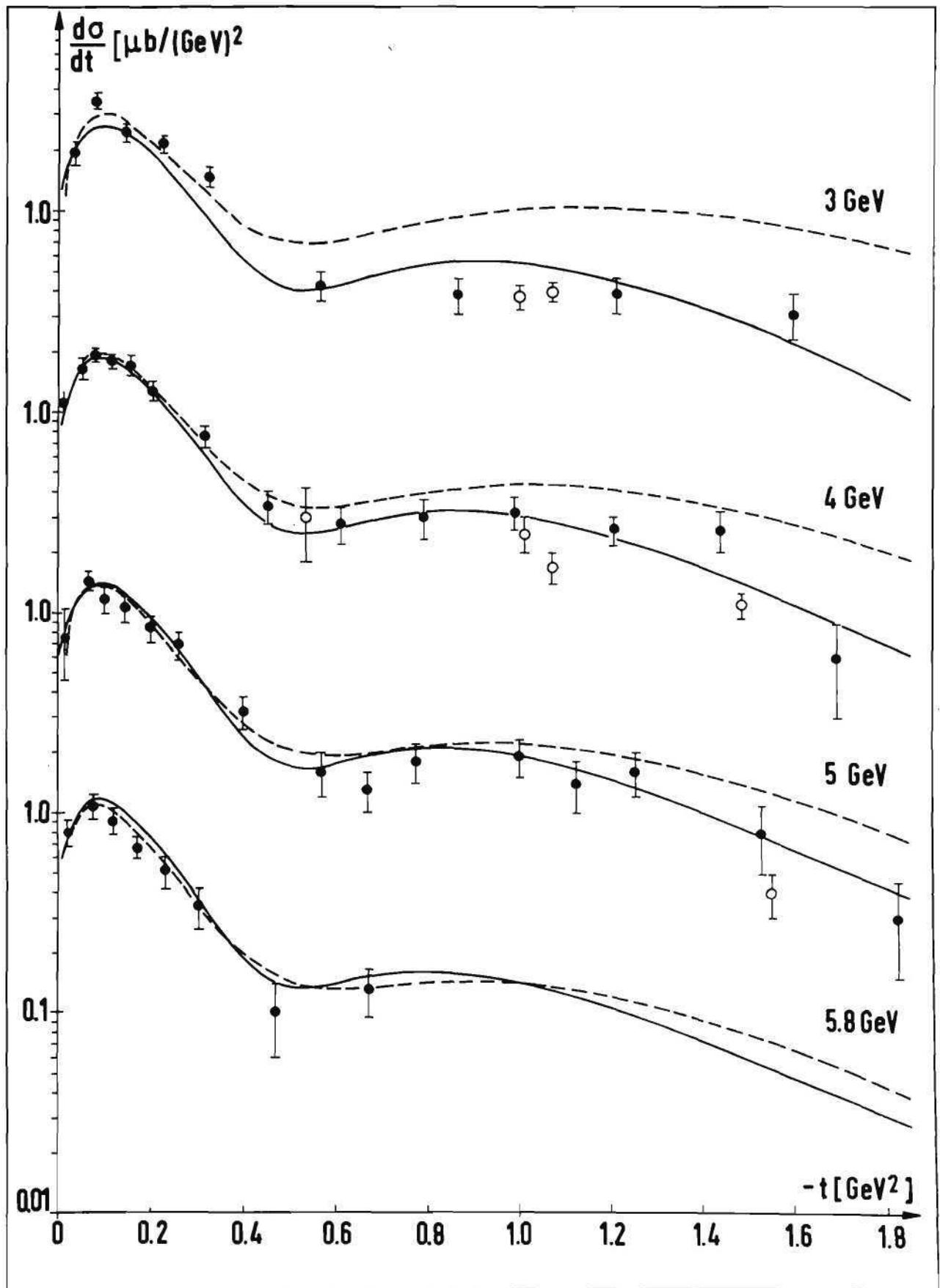


Bild 36 Differentieller Wirkungsquerschnitt für Photoerzeugung neutraler Pi-Mesonen in Abhängigkeit von der Energie der Photonen

tiver Pi-Mesonen an Deuterium bei einer Gammaenergie von 3,4 GeV und Impulsüberträgen zwischen 0,05 und 0,6 (GeV/c)<sup>2</sup> untersucht worden. Die polarisierten Photonen wurden durch kohärente Bremsstrahlung von Elektronen der Energie 7,2 GeV an einem Diamant-Kristall erzeugt.

Die Messungen ergaben, daß die Asymmetrie des Wirkungsquerschnitts für  $\pi^-$ -Erzeugung bei kleinem Impulsübertrag groß ( $\approx 1$ ) und etwa gleich der Asymmetrie für  $\pi^+$ -Erzeugung ist; ihr Wert fällt jedoch mit zunehmendem Impulsübertrag ab und erreicht oberhalb 0,3 (GeV/c)<sup>2</sup> negative Werte. Die Ergebnisse des Experiments, verbunden mit früheren Messungen zur  $\pi^+$ -Erzeugung, ermöglichen eine genaue Prüfung des Vektordominanz-Modells (VDM), das die Photoproduktion von Pionen mit der Reaktion  $\pi^- p \rightarrow \rho^0 n$  verknüpft. Man findet, daß die aus dem VDM-Modell abgeleitete Beziehung für die kombinierte Asymmetrie  $A(\pi^+ + \pi^-)$  im allgemeinen nicht erfüllt ist, bei spezieller Wahl des Bezugssystem für den  $\rho^0$ -Zerfall aber näherungsweise erfüllt werden kann.

#### b) $\pi^+$ -Erzeugung bei kleinen Impulsüberträgen

Die früheren Messungen der  $\pi^+$ -Wirkungsquerschnitt-Asymmetrien sind auf Impulsüberträge ausgedehnt worden, die innerhalb des Vorwärtsmaximums liegen. Die kinetische Energie der Rückstoßneutronen, die in Koinzidenz nachgewiesen werden, beträgt dabei nur noch wenige MeV.

Die Ergebnisse (Bild 37) stimmen sehr gut mit modellabhängigen Rechnungen (A23, A24), aber auch weitgehend modellunabhängigen Vorhersagen (auf Summenregeln für endliche Energien basierend) überein (A24).

Während die Photoerzeugung von Pionen innerhalb des Vorwärtsmaximums durch einfache und einleuchtende Annahmen gut erklärt werden kann, ist das Verhalten der Wirkungsquerschnitte bei größeren Impulsüberträgen noch weitgehend unverständlich.

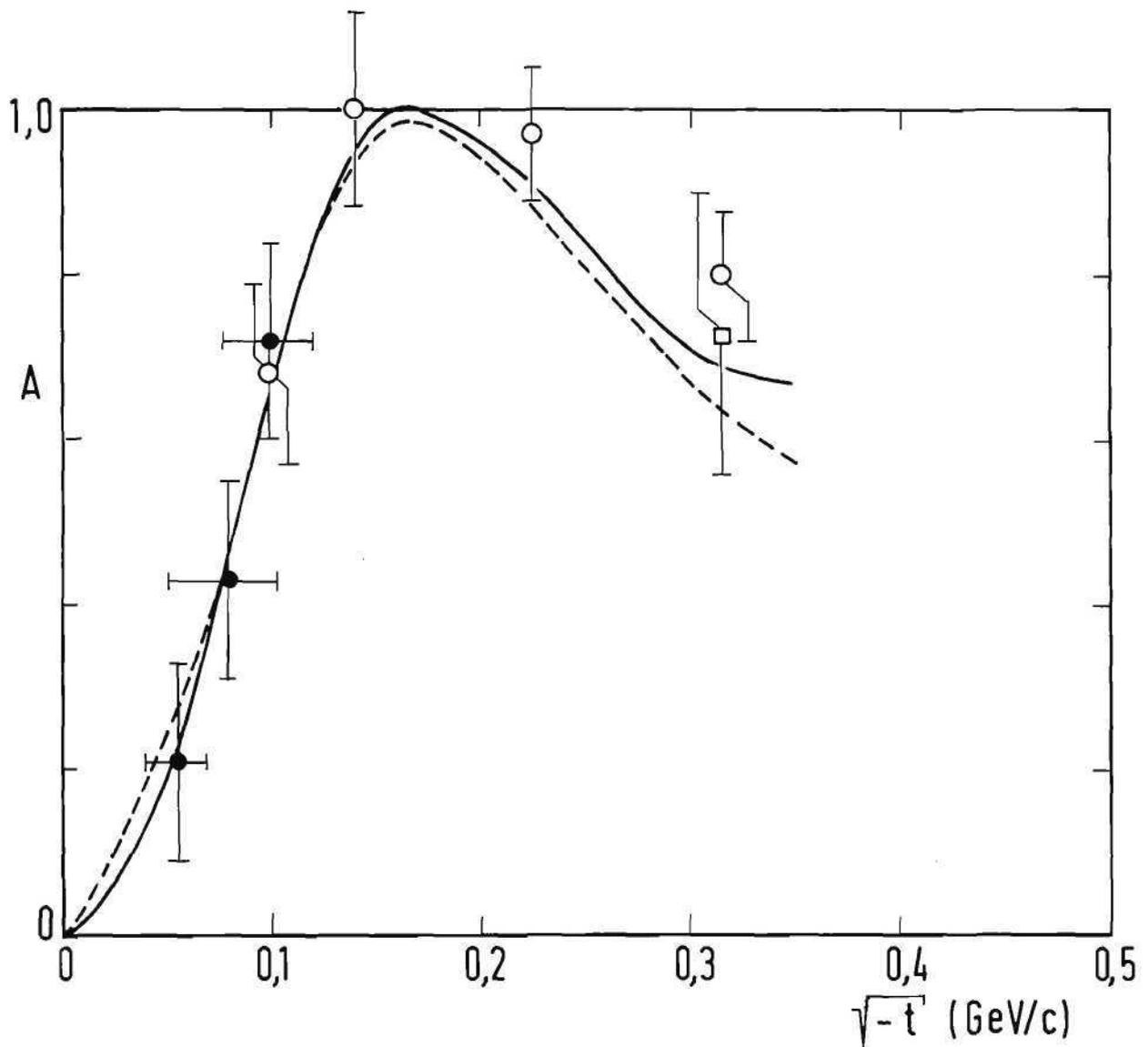
#### c) Photospaltung des Deuterons

Mit Hilfe der gleichen Apparatur wurden Messungen zur Photospaltung des Deuterons gemäß



bei einer Energie der Gammaquanten von 4 GeV durchgeführt; das Proton ist dabei unter kleinen Winkeln mit dem Spektrometer zum Nachweis von Pionen registriert worden.

Da erwartet wird, daß bei dieser Reaktion der ( $I=1/2$ )-Nukleon-Austausch im u-Kanal dominiert, sollte der differentielle Wirkungsquerschnitt bei einem Wert von  $-u = 0,15$  (GeV/c)<sup>2</sup> ein Minimum zeigen, sofern die Reaktion durch ein-



- |     |                  |                                 |
|-----|------------------|---------------------------------|
| ●   | BUSCHHORN et al. | $E_\gamma = 3,4$ GeV ,vorläufig |
| ○   | DESY 1968        | $E_\gamma = 3,4$ GeV            |
| □   | DESY 1968        | $E_\gamma = 5,0$ GeV            |
| --- | BLACKMON et al.  | $E_\gamma = 3,4$ GeV            |
| —   | JACKSON u. QUIGG | $E_\gamma = 5,0$ GeV            |

Bild 37 Asymmetrie des Wirkungsquerschnitts für Photoerzeugung positiver Pionen durch polarisierte Gammastrahlen

fachen Regge-Pol-Austausch beschrieben werden kann. Die vorläufigen Ergebnisse zeigen kein Minimum und schließen somit aus, daß einfache Regge-Pol-Modelle die Reaktion beschreiben.

d) Messung des Compton-Effekts am Proton

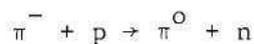
Dieses Experiment wird gemeinsam mit der Gruppe F33 durchgeführt und ist im Berichtsteil dieser Gruppe geschildert worden.

3.9 Experimente mit einem polarisierten Target (F38)

Im Berichtsjahr ist das polarisierte Target fertiggestellt und in Betrieb genommen worden, es ist den bei CERN verwendeten Targets ähnlich: Seine Wirkungsweise beruht auf dem Prinzip der dynamischen Polarisation. Als Targetmaterial wird Butanol mit einem fünfprozentigen Zusatz von Wasser und Porphyrexid zur Erzeugung paramagnetischer Störzentren verwendet. Diese Zentren wirken wie freie Elektronen und werden durch ein umgebendes Magnetfeld von 25 kG bei einer Temperatur von 1°K hochgradig polarisiert. Durch eine Dipol-Dipol-Wechselwirkung der Elektronen mit den Protonen erhält man ein dem Wasserstoff ähnliches Termschema, die Niveaus mit unterschiedlichem Protonenspin sind jedoch gleich stark besetzt. Durch das Einstrahlen von Mikrowellen wird ein Niveau entvölkert und man erhält polarisierte Protonen.

Es konnte ein Polarisationsgrad der Protonen von  $P = 37\%$  erreicht werden. Das Magnetfeld umfaßt ein Volumen von 5 cm Durchmesser und 2 cm Höhe und gestattet die Verwendung auch größerer Targets.

In der zweiten Jahreshälfte ist bei CERN ein Experiment zur Ladungsaustausch-Streuung von Pionen gemäß



mit dem von DESY gestellten Target gemeinsam mit einer Gruppe vom französischen Kernforschungszentrum in Saclay vorbereitet worden. Bei dieser Reaktion können wegen der Forderung nach der Erhaltung von Isospin und G-Parität an den Vertices nur die Quantenzahlen des  $\rho$ -Mesons ausgetauscht werden. Das Regge-Modell für den Austausch eines Pols sagt dann voraus, daß keine Polarisation auftreten darf. Diese Vorhersage war bereits früher bei CERN durch Messungen bei kleinen Impulsüberträgen widerlegt worden.

Um weitere Aufschlüsse über die oben angegebene Reaktion zu erhalten, soll die Polarisations-Abhängigkeit bis zu Werten von  $|t| \approx 2 \text{ (GeV/c)}^2$  untersucht werden.

Ferner ist das erste Experiment bei DESY mit einem polarisierten Target vorbe-

reitet worden. In diesem Experiment soll die Photoerzeugung neutraler Pionen an polarisierten Protonen gemeinsam mit der Gruppe F34 untersucht werden.

Schließlich wurde mit der Gruppe F23 ein Experiment zum Studium der quasielastischen Streuung von Elektronen an in Kohlenstoff gebundenen Deuteronen vorbereitet.

### 3.10 Vorbereitung der Experimente am Speicherring (F39)

Die Gruppe hat sich zu Anfang des Jahres 1969 gebildet. Ihre Ziele sind

a) langfristige Entwicklungsarbeiten für Experimente mit dem Speicherring in Angriff zu nehmen: Es ist mit der Ausarbeitung eines Projekts zum Bau eines magnetischen  $4\pi$ -Detektors begonnen worden. Gemeinsam mit der Gruppe B1 wurden die Parameter eines kleinen supraleitenden Solenoids mit einem Eisenjoch festgelegt (siehe Bild 38), das als Vorstufe für den großen Speicherring-Detektor anzusehen ist.

Weitere Arbeit brachte die Frage nach einer sinnvollen Anordnung der Teilchen-Nachweisgeräte in dem kleinen Solenoid. Als Detektoren zur Erkennung der Teilchen-Spuren sind Proportional-Drahtkammern oder digitale Funkenkammern mit kapazitiven Speicherelementen vorgesehen, wie sie von der Gruppe F51 entwickelt worden sind.

In einer ersten Phase des Speicherring-Betriebes könnte das Detektor-Magnetfeld mit Hilfe einer supraleitenden Kompensationsspule vollkommen vom Strahl abgeschirmt werden. Zwischen der Kompensationsspule und dem Strahlrohr bliebe dann Platz für einige zylindrische Proportional-Drahtkammern, die die Triggersignale für den eigentlichen Detektor liefern. Im Magnetfeld des Solenoids könnten gekreuzte Proportional-Drahtkammern oder aber digitale Funkenkammern untergebracht werden. Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit einer solchen Anlage zur Trennung der verschiedenen Reaktionen mit Elementarteilchen in Abhängigkeit von der Energie der sich im Speicherring kreuzenden Strahlen sind begonnen worden.

Der Entwicklung von Proportional-Drahtkammern wurde im Berichtsjahr besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Es sind die mechanische Konstruktion der Kammerebenen standardisiert und eine Drahtspannvorrichtung gebaut worden. Die Erprobung der Kammern wurde durch detaillierte Untersuchungen mit verschiedenen Füllgasmischungen ergänzt. In Zusammenarbeit mit der Gruppe F56 ist eine besonders preiswerte Version eines Verstärkers mit sich anschließender elektronischer Logik für Drahtkammern entwickelt worden, die jetzt in größeren Stückzahlen gebaut werden kann.

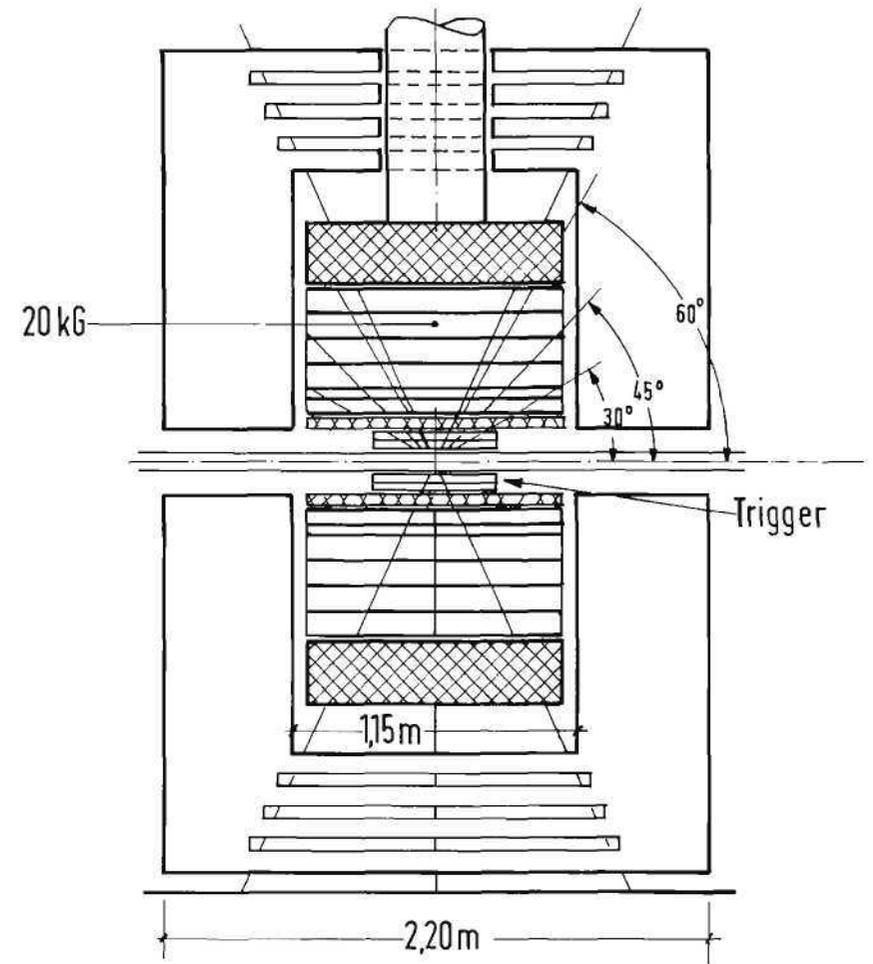
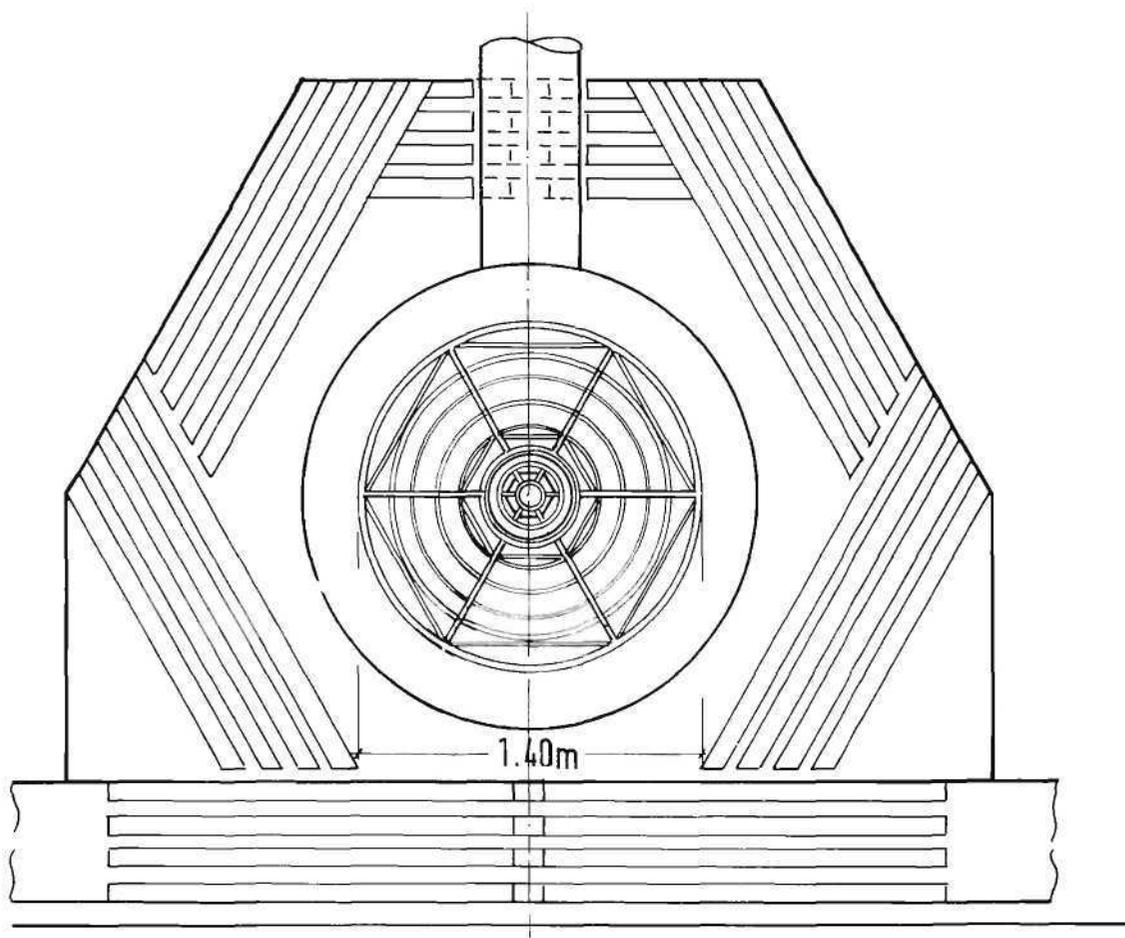


Bild 38 Skizze des supraleitenden Solenoids (1,4 m Spule)

b) in engem Kontakt mit der Speicherringgruppe H die besonderen Bedürfnisse der Experimente bei der Planung des Speicherrings zu vertreten: Bei der Gestaltung der Bauten für den Speicherring, insbesondere bei der Auslegung der Experimentierzonen und der Kontrollräume für Experimente ist die Gruppe F39 beteiligt gewesen.

Zur Bestimmung der Luminosität sind verschiedene Monitor-Reaktionen auf ihre Verwendbarkeit am Speicherring geprüft worden. Gemeinsam mit der Gruppe H sind die technischen Voraussetzungen für den Einsatz verschiedener Luminositäts-Monitore auf der Grundlage der Einfachbremsstrahlung, der elastischen Streuung und der Erzeugung von Myon-Paaren geschaffen worden.

### 3.11 Experimente mit der Synchrotronstrahlung (F41)

An den Messungen der Synchrotronstrahlungs-Gruppe waren Mitglieder des II. Instituts für Experimentalphysik der Universität Hamburg und von DESY (F41a), Angehörige der Sektion Physik der Universität München (Lehrstuhl W. Rollwagen) mit einer Anzahl von Gästen (F41b) sowie Mitarbeiter der Universität München (Lehrstuhl A. Faessler) (F41c) beteiligt.

#### A. Untersuchungen der Gruppe F41a

a) Optische Anregungen von inneren Schalen der Alkalihalogenide und festen Edelgasen

Die im Vorjahr begonnenen Absorptionsmessungen an festen Edelgasen sind weitergeführt und ausgedehnt worden. Es wurden im Spektralbereich zwischen 25 und 300 eV Absorptionsmessungen und - gemeinsam mit der Gruppe F41b - im Energiegebiet zwischen 8 und 30 eV Reflexionsmessungen durchgeführt.

Ab einer Energie von etwa 25 eV beginnen Übergänge aus inneren Schalen in Ar und Ne; die diskreten Übergänge treten in Wechselwirkung mit den Kontinuumsübergängen der äußeren Schalen. Von besonderem Interesse ist hierbei, inwieweit der Liniencharakter beim Übergang vom gasartigen zum festen Körper erhalten bleibt. Die Bilder 39 und 40 zeigen die 3s-Übergänge in Ar bzw. die 2s-Übergänge in Ne und lassen erkennen, daß eine Energieverschiebung und auch eine Verbreiterung der Linien beim Übergang von Gas zum Festkörper auftreten.

Bei etwa 90 eV bzw. 65 eV setzen in Kr und Xe Übergänge aus inneren Schalen ein, die Elektronen mit d-symmetrischen Wellenfunktionen enthalten. Als Ergänzung zu Messungen an festem Kr und Xe sind die Übergänge aus den d-Schalen der Rb, Cs, Br und J enthaltenden Alkalihalogenide untersucht worden, deren Absorptionsspektren viele Ähnlichkeiten mit denen der festen Edelgase zeigen.

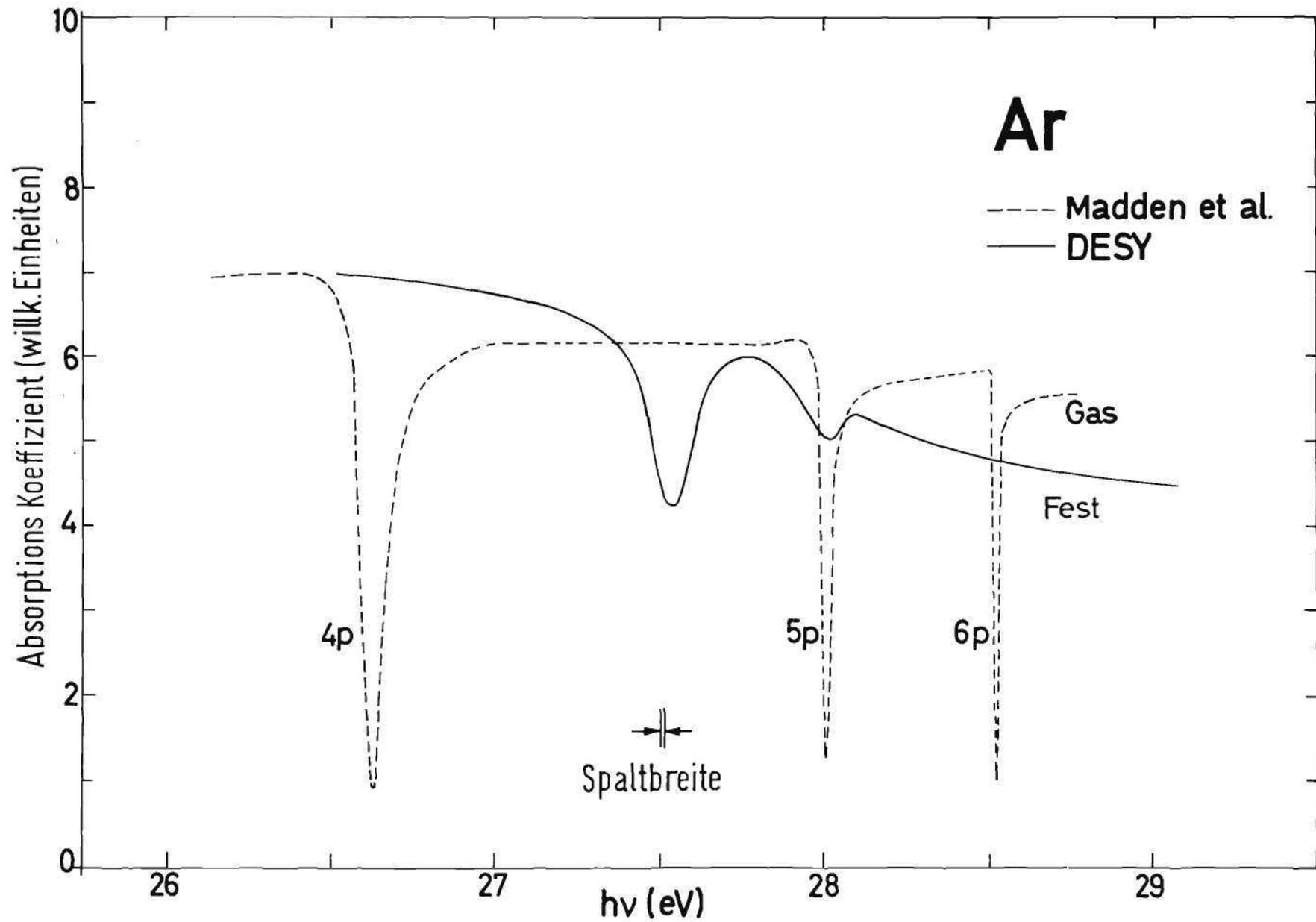


Bild 39 Absorptionsspektren in gasförmigem und festem Argon.

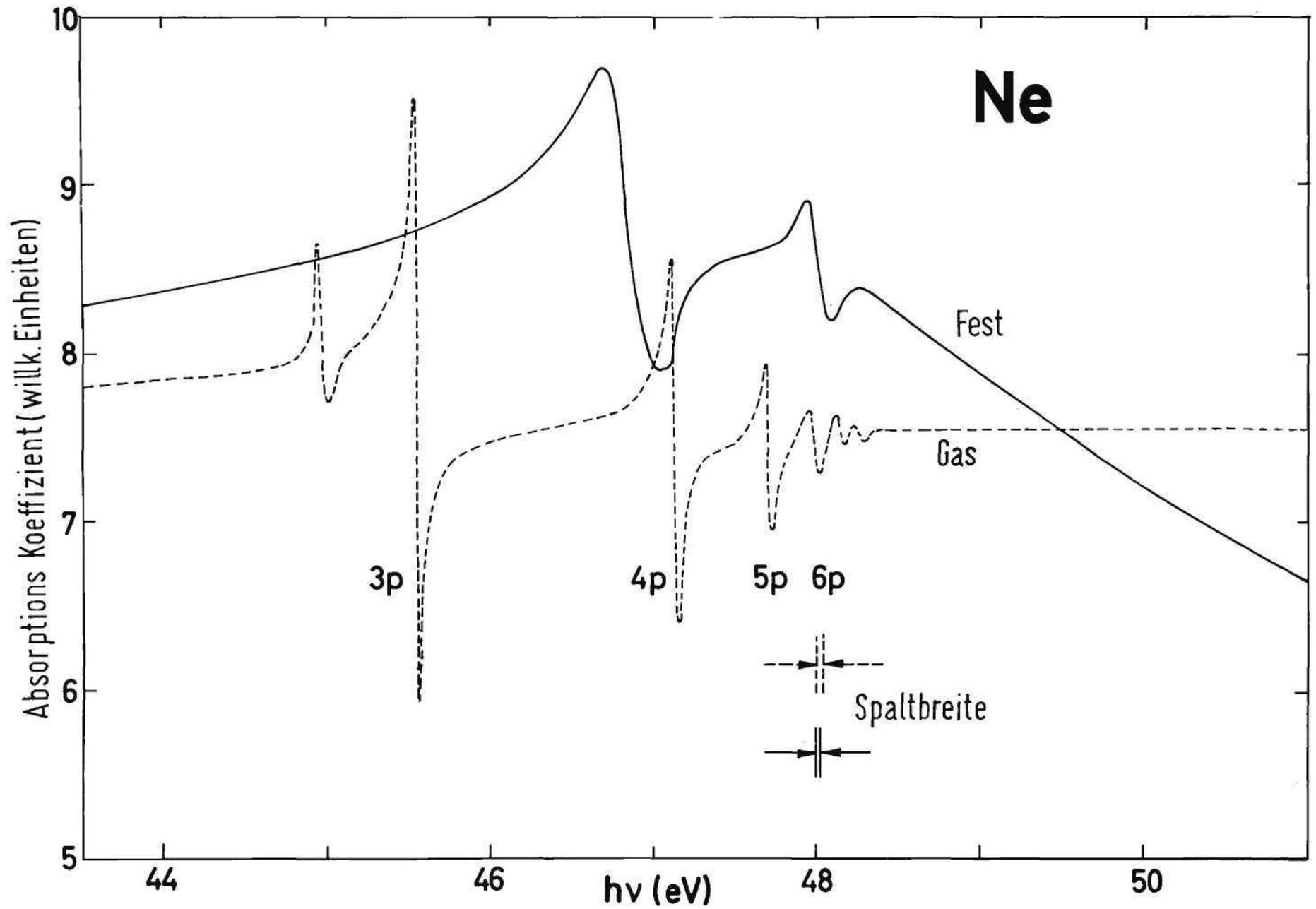


Bild 40 Absorptionsspektren in gasförmigem und festem Neon

#### b) Messungen der Photoabsorption an Übergangs- und Leichtmetallen

Die im Vorjahr begonnenen Untersuchungen der Übergangsmetalle der Reihe Ti bis Cu wurden mit einigen Elementen aus der Reihe Hf bis Hg fortgeführt (Bild 41). Es ist das Ziel, die Änderung des Matrixelements über größere Energiebereiche hinweg zu studieren, wenn  $Z$  systematisch geändert wird. Die gemessenen Absorptionswerte stimmen bei höheren Energien sehr gut mit theoretischen Voraussagen überein (A25, A26), bei niedrigeren Energien treten größere Abweichungen auf.

Bei den Leichtmetallen Li und Be ist die K-Absorption, bei Na, Mg und Al die  $L_{II,III}$ -Absorption untersucht worden. Über größere Energiebereiche zeigen die Spektren Strukturen, deren Herkunft noch geklärt werden muß.

#### c) Absorptionsmessungen an Halbleitern

Einige Halbleiterverbindungen aus Zn, Cd, Pb, S, Te und Se wurden untersucht. Neben Feinstrukturen beim Einsatz von Übergängen aus inneren Schalen ist auch hier, ähnlich wie bei Kr und Xe eine starke Kontinuumsabsorption beobachtbar.

#### d) Verschiedenes

Zur Erweiterung der apparativen Ausrüstung ist ein weiterer Spektrograph mit senkrechtem Einfall für Absorptionsmessungen im Energiebereich von 6 bis 30 eV gebaut und gegen Jahresende in Betrieb genommen worden. Auch der Gleitspiegelmonochromator ist fertiggestellt worden; mit seiner Hilfe werden zukünftig auch im Energiebereich zwischen 30 und 300 eV Reflexions- und Photoausbeutemessungen im Ultrahochvakuum durchgeführt werden.

### B. Gemeinsame Untersuchungen der Gruppen F41a und F41b

Im Bereich der Valenzbandübergänge der Alkalihalogenide und festen Edelgase sind Reflexionsmessungen unternommen worden; insbesondere im höherenergetischen Bereich wurden viele neue Ergebnisse erzielt. Bild 42 zeigt als Beispiel im oberen Teil das Reflexionsspektrum an festem Argon im Bereich der Valenzband-Übergänge. Während beim Einsatz der Valenzband-Übergänge die Spektren durch Exzitonen-Anregung zu erklären sind, müssen zu höheren Energien hin Annahmen im Rahmen der Ein-Elektron-Theorie zur Deutung herangezogen werden.

### C. Experimente der Gruppe F41b

#### a) Untersuchungen an Kaliumhalogeniden

Außer den Messungen an festen Edelgasen (Ar, Kr, Xe), die gemeinsam mit der Gruppe F41a durchgeführt wurden, hat die Gruppe optische Anregungen der Kaliumhalogenide oberhalb von 12 eV studiert; von besonderem Interesse waren Untersuchungen des  $K^+3p$ -Niveaus, dessen Anregungen bei 20 eV mit dem markanten Exzitonendublett

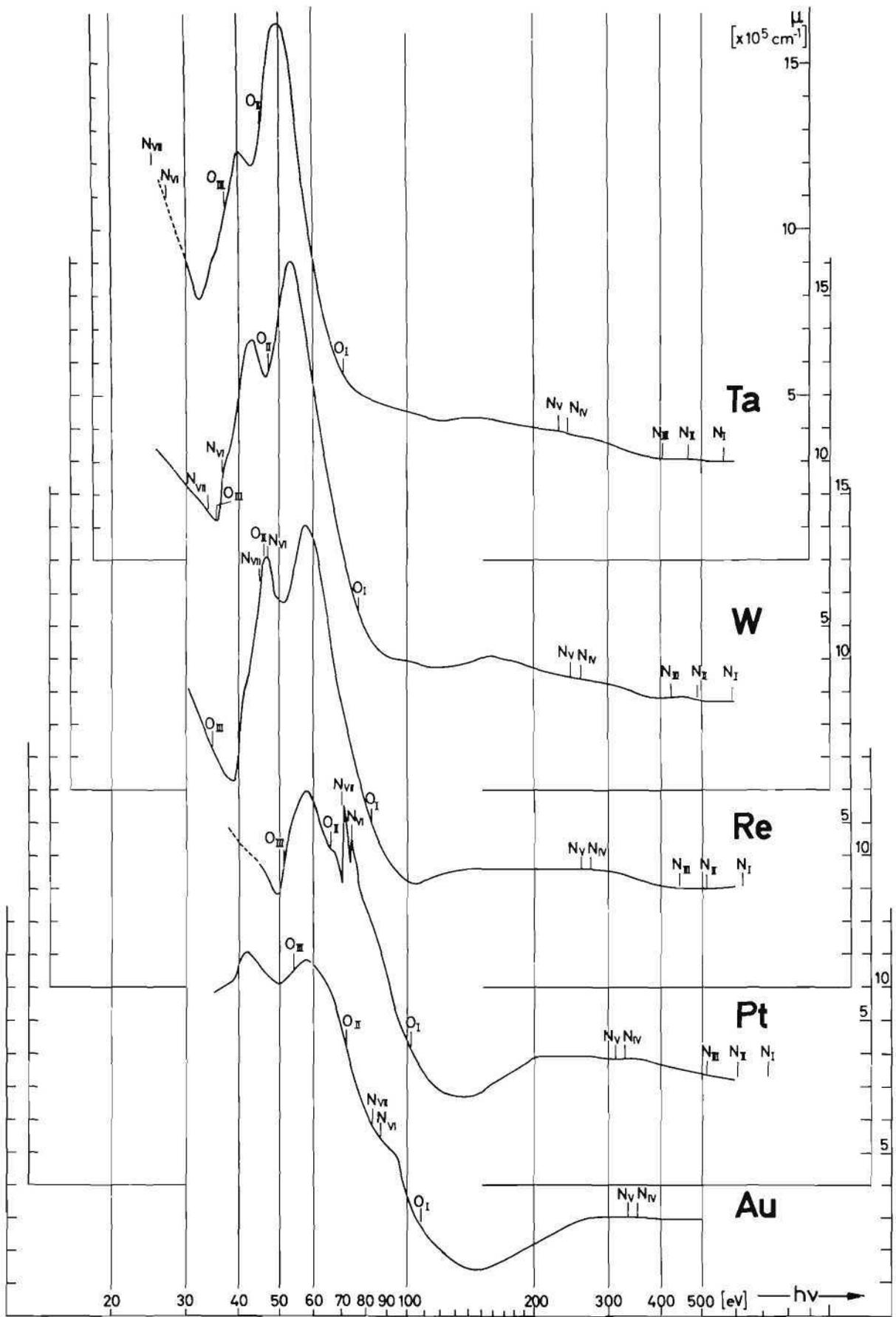


Bild 41 Photoabsorptionskoeffizienten der Übergangsmetalle im Energiebereich zwischen 30 und 600 eV

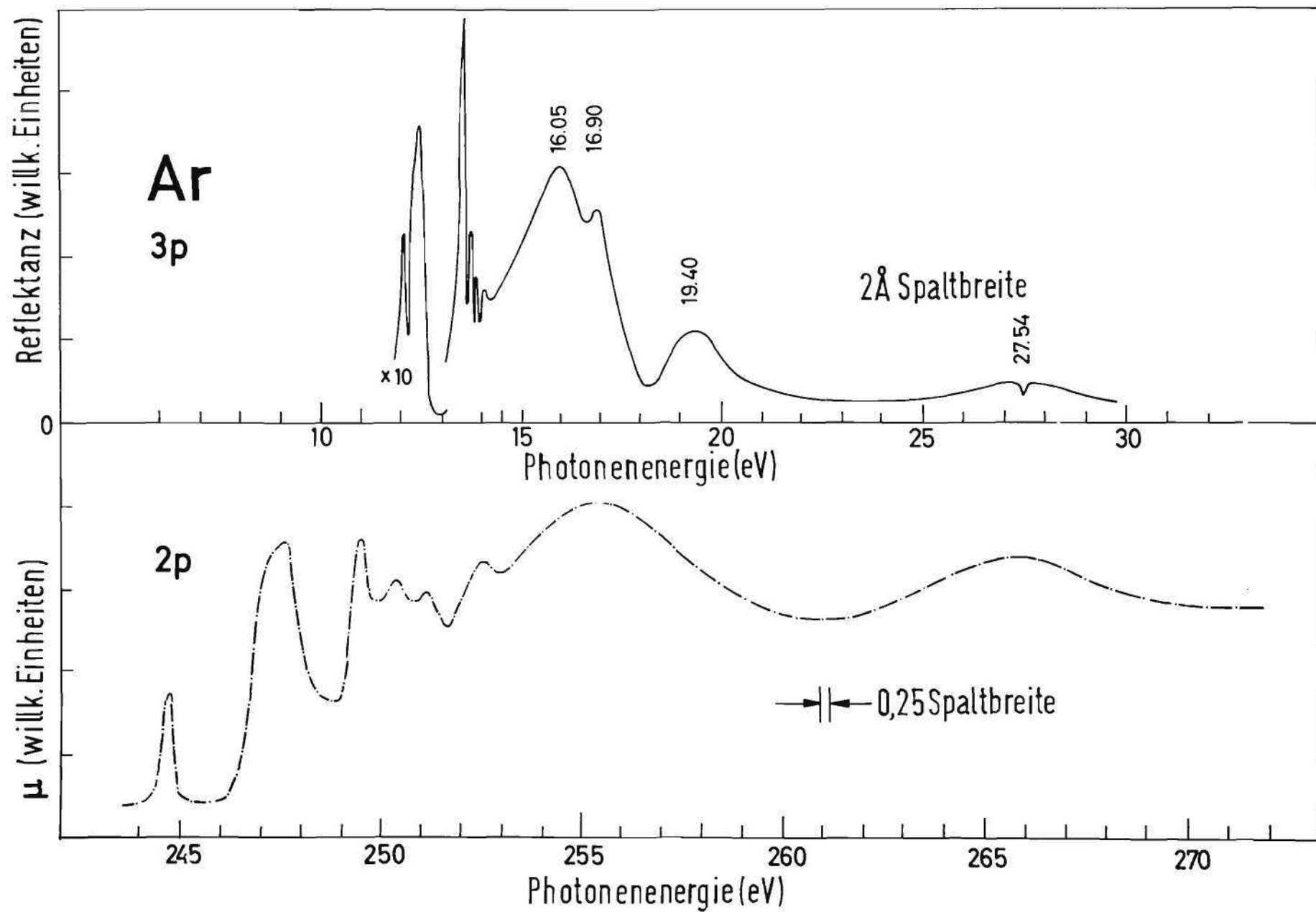


Bild 42 Reflexionsspektrum von festem Argon im Bereich der 3p-Übergänge und Absorptionsspektrum im Bereich der 2p-Übergänge

beginnen.

Aus Messungen der Reflektivität an frisch gespaltenen Einkristallen wurden die komplexe Dielektrizitätskonstante (DK) und die Energieverlustfunktion im Energiebereich zwischen 12 und 35 eV berechnet. Bild 43 zeigt gemessene Werte der Reflektanz. Die Reflexionsmessungen sind hinab bis zu Energien von 6 eV vorgenommen worden, um Anschluß an die Arbeiten im niederenergetischen Vakuumultraviolett (VUV) zu ermöglichen.

Neben der Bestimmung der Dielektrizitätskonstanten wurde die Photoemission dünner Kaliumhalogenidschichten zwischen 12 und 35 eV untersucht. Gemessen worden sind die Photoausbeute, die Ausbeuten bei verschiedenen Retardierungsspannungen sowie die Energieverteilung der Photoelektronen. Unterhalb einer Energie von 20 eV und bei 25 eV weist die Ausbeute zwei breite Maxima auf; ihnen ist eine Feinstruktur überlagert, die in den meisten Fällen mit den Maxima von  $\epsilon_2$ , dem Imaginärteil der Dielektrizitätskonstanten, in Übereinstimmung ist (siehe Bild 44). Das Minimum zwischen den breiten Maxima läßt sich dadurch erklären, daß die Photoelektronen durch Elektron-Elektron-Wechselwirkung Energie an Valenzelektronen abgeben können, sobald die Photonenenergie das Doppelte der Energielücke erreicht hat. So entstehen niederenergetische Elektronen im Leitungsband, deren Energie zum Verlassen des Festkörpers nicht ausreicht.

#### b) Untersuchungen an anisotropen Kristallen mit polarisiertem Licht

Die schon im Vorjahr begonnenen Messungen an tieferliegenden Zuständen des Valenzbandes in Graphit wurden weitergeführt. Im Energiebereich zwischen 9 und 40 eV ist die Dielektrizitätskonstante für den ordentlichen (elektrischer Feldvektor senkrecht zur c-Achse) und für den außerordentlichen Strahl (elektrischer Feldvektor parallel zur c-Achse) bestimmt worden. Dazu wurden Messungen der Reflexion unter verschiedenen Einfallswinkeln an solchen Proben gemacht, deren c-Achse senkrecht und parallel zur Oberfläche lag. Die gefundene Plasmaenergie bei 28 eV und die Lage des dominanten Interbandübergangs bei 15 eV für den ordentlichen Strahl sind in guter Übereinstimmung mit Energieverlustmessungen von schnellen Elektronen (A27).

Gemeinsam mit einer Gruppe der Technischen Universität Berlin ist ferner die Anisotropie von hexagonalem ZnO untersucht worden. Auch im Bereich von 12 bis 30 eV, in dem die Messungen durchgeführt wurden, zeigt ZnO eine deutliche Anisotropie.

#### c) Elliptometrie im Vakuumultraviolett

Die Arbeiten zur Bestimmung des Polarisationsgrades von Vakuumultraviolett-Strahl-

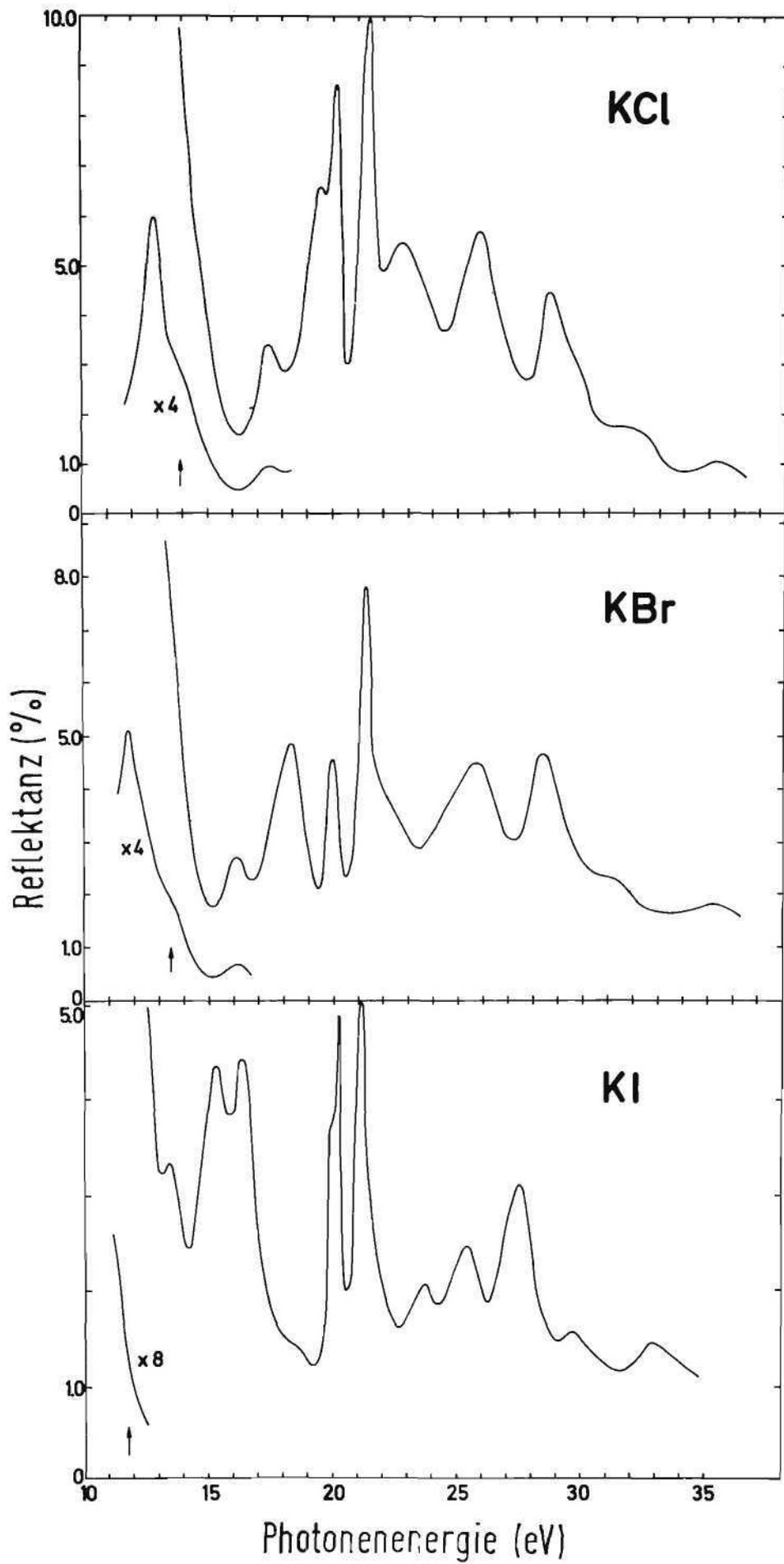


Bild 43 Reflexionsspektren von Kaliumhalogenid-Einkristallen

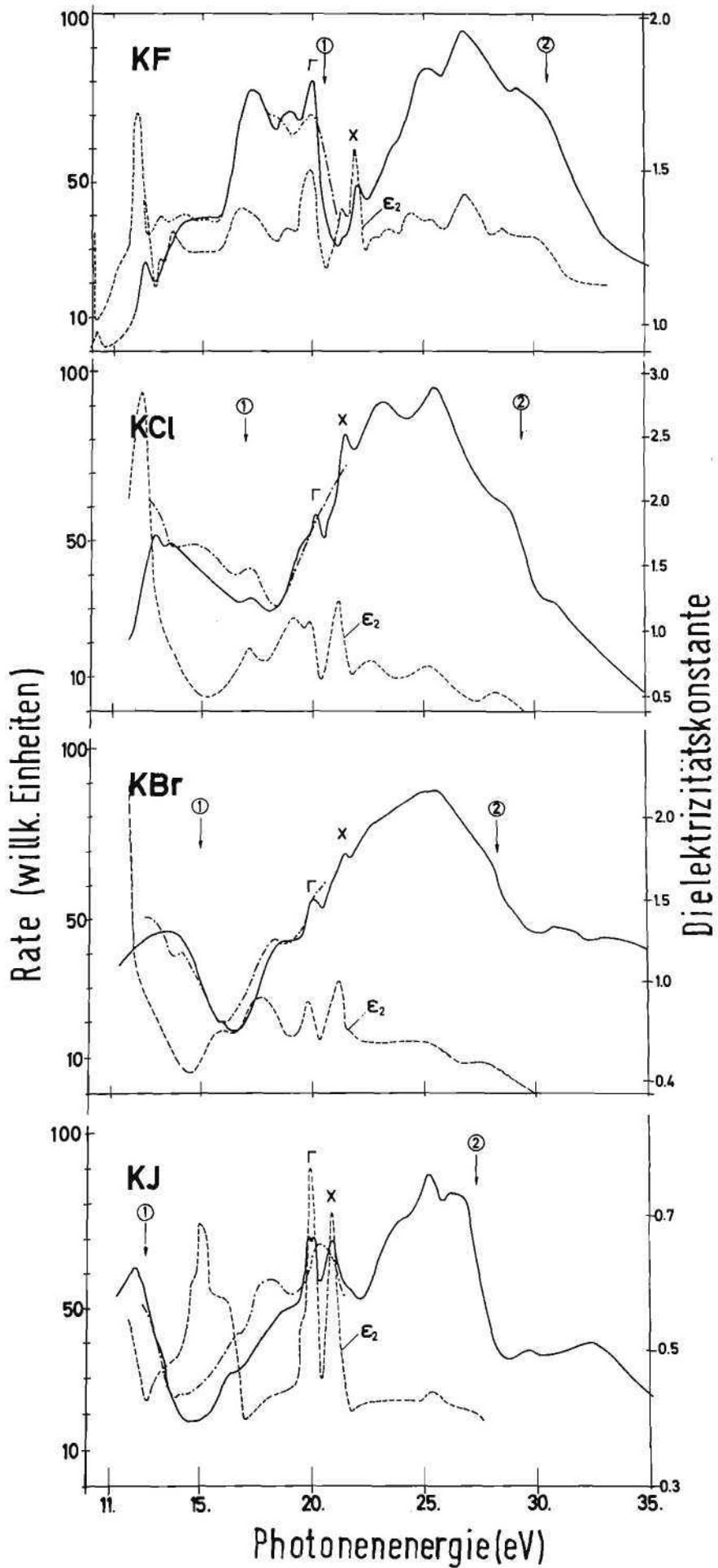


Bild 44 Relative Photoausbeute von Kaliumhalogenid-Aufdampfschichten (—) und die  $\epsilon_2$ -Kurve aus Reflexionsmessungen (---)

lung mit Hilfe von Reflexionspolarisatoren im Jahre 1967 hatten vermuten lassen, daß eine genaue Vermessung der Schwingungsellipse von VUV-Licht und damit eine Bestimmung der optischen Konstanten ähnlich wie im sichtbaren Spektralbereich möglich sein sollte. Erste Messungen mit einem neu entworfenen VUV-Elliptometer (Bild 45) lieferten Ergebnisse für die optischen Konstanten von aufgedampften Goldschichten und Glas, die gut mit den Resultaten aus der Vielwinkel-Methode und der Kramers-Kronig-Analyse übereinstimmen.

#### D. Arbeiten der Gruppe F41c

Die Gruppe F41c befaßt sich mit Fluoreszenzemissions-Experimenten. Hierbei soll die Feinstruktur der Kohlenstoff K-Emissionsbande ( $\lambda \sim 44 \text{ \AA}$ ) in verschiedenen organischen Verbindungen und somit ihre Abhängigkeit von der jeweiligen chemischen Bindung untersucht werden. Während des Aufbaus des 2 m Rowland-Spektrographen zeigte sich, daß das als Photonendetektor vorgesehene Durchflußzählrohr aus vakuumtechnischen Gründen nicht brauchbar ist. Es wurde daher ein nach dem Channeltron-Prinzip arbeitender, hochempfindlicher Sekundäremissions-Vervielfacher entwickelt, der kein Rauschen zeigt und frei von Alterungs-Effekten ist.

Nach Anschluß der Apparatur an das Strahlrohr wurde als letzte Prüfung vor den eigentlichen Fluoreszenzmessungen die Messung einiger Absorptionskurven vorgenommen. Ferner ist ein neues Monitorsystem für die Synchrotronstrahlung entworfen worden, das ein bei der Wellenlänge  $\lambda = 44 \text{ \AA}$  der Intensität proportionales Signal liefert.

Nach den genannten Vorbereitungen wurde versucht, die Fluoreszenz der K-Emissionsbande in Kohlenstoff nachzuweisen: Nach Verminderung eines von den Wänden reflektierten Streu-Untergrundes um den Faktor  $10^4$  konnte erstmals die durch Synchrotronstrahlung angeregte Fluoreszenz des Kohlenstoff beobachtet werden. Die erhaltene Emissionsbande stimmt nach Lage und Form mit der durch Elektronenbeschuß angeregten Bande überein.

#### 3.12 Entwicklung von Drahtfunkenkammern (F51)

Nachdem im Vorjahr an einem Muster mit 100 Drähten gezeigt werden konnte, daß Funkenkammern mit Kondensatoren als Speicherelementen gebaut werden können, ist im Berichtsjahr die Entwicklung von Schaltungen für Aufbauten mit bis zu 10.000 Drähten und mehr vorangetrieben worden. Ein wichtiges Problem ist dabei die Verlängerung der Haltezeit in jedem einzelnen Speicherelement. Da bei umfangreichen Experimenten der Preis pro Draht ein entscheidender Faktor ist, mußten zur bestmöglichen Auslegung einige Schaltungsmöglichkeiten erprobt werden. Die Kosten

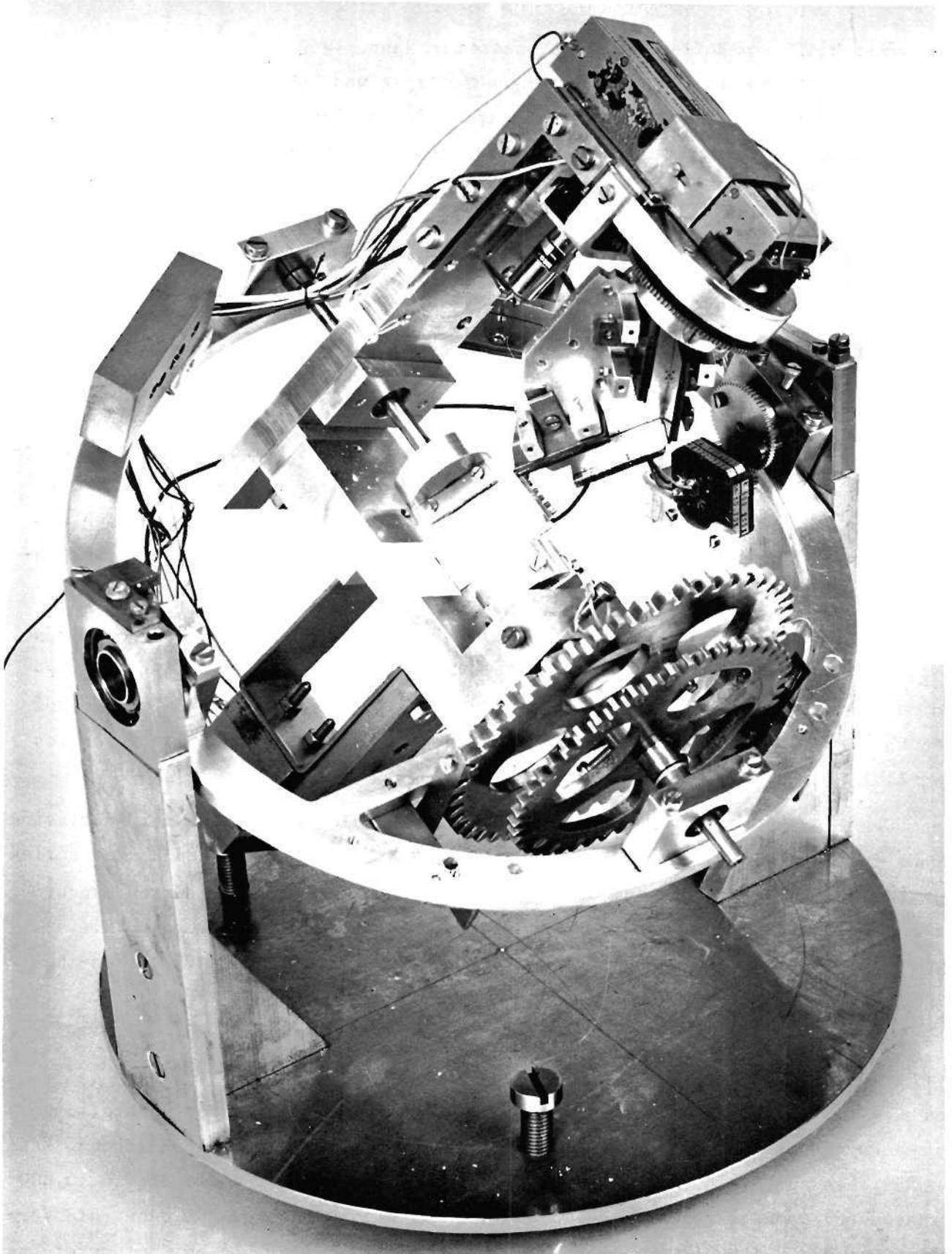


Bild 45 Elliptometer für VUV-Licht. Die Probe befindet sich in der Mitte, das Licht fällt seitlich links durch das Kugellager hindurch ein

liegen nunmehr bei etwa dem Dreifachen verglichen mit denen bei einer Auslesung der Kammern mittels Magnetkernen.

Für eine Reihe von Experimenten ist wichtig, daß die in Strahlrichtung innerhalb eines Funkenkammer-Aufbaus befindliche Materie besonders gering ist. Das Muster einer "Doppelkammer", die eine Verminderung störender Materie um etwa 40% gestattet, ist erfolgreich erprobt worden.

An dem Projekt "Proportionalkammern" hat sich die Gruppe mit der Entwicklung von Verstärkern beteiligt. Es wurden eine Reihe von Verstärker-Modellen erstellt, von denen die "Version 5" in 40 Exemplaren gebaut und an einer Kammer der Gruppe F39 erprobt worden ist. Meßreihen mit einem radioaktiven Präparat ergaben Wirkungsgrade von über 99% bei einer zeitlichen Auflösung von 40 nsec. Gleichzeitig durchgeführte Untersuchungen der zeitlichen Streuung der Impulse zeigten Werte, die mit etwa 35 nsec Breite nur unwesentlich breiter waren als solche mit sehr breitbandigen - und somit teureren - Verstärkern erzeugte. Ein erster Versuch zur Erprobung einer Kammer mit angeschlossenen Verstärkern am Synchrotron ist gleichfalls unternommen worden.

Während der Vorarbeiten für die Herstellung von 200 Verstärkern sind auch integrierte Bausteine auf ihre Verwendbarkeit als Verstärker für Proportional-Kammern untersucht worden. Es zeichnet sich die Möglichkeit ab, durch gewisse Veränderungen an solchen Baustein-Typen, die in großen Stückzahlen hergestellt werden, eine entscheidende Preisminderung herbeiführen zu können.

Für die Gruppe Strahlenschutz ist ferner ein Gerät fertiggestellt und in Betrieb genommen worden, das eine weitere Erhöhung der Betriebssicherheit der zentralen Ortsdosis-Meßanlage zum Ziel hat.

Schließlich sind von der Gruppe F51 einige spezielle elektronische Geräte für die Projekte Linac II sowie den "flat top"-Betrieb des Synchrotrons entwickelt und neugebaut worden.

### 3.13 Streamer-Kammer-Gruppe (F52)

Die Arbeiten erstreckten sich im Berichtsjahr auf den Betrieb und die Weiterentwicklung der Streamer-Kammer mit einem Wasserstoff-Target innerhalb des Blasen-Kammer-Magneten. Zusammen mit den Gruppen B1 und F1 sind mehrere Läufe der Kammer für Experimente zum Studium der Photoerzeugung von Hadronen im Energiebereich zwischen 2,6 und 7 GeV durchgeführt worden. Insgesamt sind etwa 750.000 Bilder aufgenommen worden. Im Mittel befindet sich auf jedem fünften Bild ein interessantes Ereignis, das Photoproduktion an Wasserstoff oder an Kohlenstoff

des das Target umgebenden Szintillationszählers zeigt.

Die Schwerpunkte der Weiterentwicklung der Streamerkammer lagen auf den folgenden Gebieten:

a) Verbesserung der einzelnen Komponenten, sodaß Ausfälle des Systems während eines längeren Laufs von 20 Schichten praktisch nicht mehr auftreten.

b) Verbesserung der Qualität der Streamer in natura und auf den aufgenommenen Bildern. Zunächst ist statt der bisher benutzten 24 mm - Optik mit einer Verkleinerung um den Faktor 65 eine neue Optik eingebaut worden, die nur um den Faktor 40 verkleinert. Dadurch ist zwar der Tiefenschärfe-Bereich etwas kleiner geworden, jedoch konnten andere Fehler wie Planheit des Films, Güte des Film- andrucks und Beugungseffekte verringert werden. Unter Berücksichtigung der Verkleinerungen besitzt das System eine Meßgenauigkeit im Gegenstandsraum von 250 $\mu$  gegenüber bisher 480 $\mu$ . Außerdem wird ein Film mit noch besserer Kornqualität und noch höherer Empfindlichkeit verwendet.

Die Verbesserung der Streamerqualität in natura wurde durch einen kürzeren Hochspannungsimpuls und durch verbesserte Kammer-Abschlußwiderstände erreicht, sodaß nun kürzere Streamer bei größerer Helligkeit erzeugt werden.

Die Qualität der Spuren ist nunmehr so gut, daß die Impuls-Meßgenauigkeit in der Streamerkammer die der Blaskammer erreicht und bei kleinen Impulsen wegen der fehlenden Vielfachstreuung ihr sogar überlegen ist.

c) Verminderung der Schwankungen in der Helligkeit gleichwertiger Streamer von Bild zu Bild. Die nun erreichten Abweichungen der Helligkeit betragen  $\pm 10\%$ ; dies bedeutet eine Amplitudenschwankung des Hochspannungsimpulses von nur  $\pm 2,5\%$ . Die Stabilität wurde durch Verwendung einer neuartigen Funkenstrecke für die Blumlein-Pulsformung sowie durch Verwendung einer koaxialen Funkenstrecke mit Wolfram-Einsätzen und mehreren Sprühnadeln zur ständigen Vorionisierung erreicht.

d) Erhöhung der Bildfrequenz, deren Größe von der Geschwindigkeit der Wiederaufladung des Marxgenerators, von der Leuchtdauer der Meßmarken und von der Geschwindigkeit, mit der die Kameras arbeiten, abhängt. Insbesondere durch die Verwendung mehrerer Netzgeräte in Parallelschaltung für den Marxgenerator sowie eine Änderung der Filmtransportzeit konnte erreicht werden, daß im Mittel etwa alle 1,2 sec ein Bild aufgenommen wird.

e) Verbesserung des Verhältnisses von Bildern mit und ohne Ereignisse. Durch Änderungen des Strahlaufbaus, der Trigger-Elektronik und insbesondere des Targetzählers konnte das Verhältnis gegenüber den Ergebnissen des Vorjahres um einen Faktor zwei verbessert werden.

Die Bilder 46 und 47 auf den nachfolgenden Seiten zeigen einmal acht zusammengefaßte Aufnahmen energiereicher Elektronenpaare, um einen Eindruck der Gleichmäßigkeit der Streamer-Helligkeit von Bild zu Bild zu vermitteln, sowie zwei hadronische Ereignisse.

### 3.14 Wartung der Elektronik (F54)

Die Gruppe F54 mußte im Berichtsjahr weiter ausgebaut werden, da die Zahl der Ausfälle von elektronischen Geräten erheblich zugenommen hat. Mit eigens für die spezielle Meßtechnik bei DESY vertrauten Technikern ist eine Reparatur und Wartung fast aller Geräte im Hause durchgeführt worden, wobei insbesondere die Ersparnis an Zeit von Bedeutung ist.

Neu eingerichtet worden ist ein Lager für elektronische Meßgeräte durch das Zusammenfassen nur relativ selten benutzter Elektronik sowie durch einige Neuanschaffungen. In Zusammenhang mit der sich ergebenden Verwaltung der Geräte wird eine Klassifizierung durchgeführt, um alle elektronischen Hilfsgeräte nach Fachgebieten und Typen zu unterteilen. Ferner werden ihre Daten kurz beschrieben, um den Benutzern die Verwendung zu erleichtern.

Die aus dem Umgang mit den Meßgeräten gewonnene Erfahrung und die Ergebnisse ausführlicher Prüfungen der Geräte werden in einem Informationsblatt zusammengefaßt. Darüberhinaus wird über den Lagerbestand, interessante Neuerscheinungen und über elektronische Fragen allgemeiner Bedeutung berichtet.

### 3.15 Spezielle Elektronik (F56)

Auf Wunsch der Gruppe F39 ist eine Untersuchung über geeignete Verstärker zum Einsatz von Charpak-Kammern durchgeführt worden mit dem Ziel, einen einfachen und preiswerten Verstärker zu entwickeln, der sich zudem in großen Stückzahlen anfertigen läßt. Die Schwierigkeiten bei der Entwicklung geeigneter Verstärker liegen darin begründet, daß die Signale aus Charpak-Kammern Amplituden zwischen 0,5 und 10 mV besitzen bei Anstiegszeiten von 10 bis 30 nsec. Solche Signale sollen die Verstärker so verarbeiten, daß sie durch nachfolgende logische Schaltungen digitalisiert und registriert werden können. Bei Anstiegszeiten von etwa 20 nsec muß mithin eine Verstärkung  $> 1.000$  erreicht werden. Nach der Erprobung mehrerer Verstärker-Modelle ist ein spezieller Typ in einer Stückzahl von über 100 gebaut worden, der den physikalischen Anforderungen entspricht und

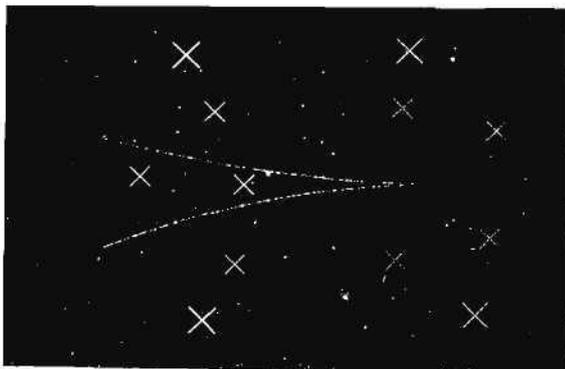
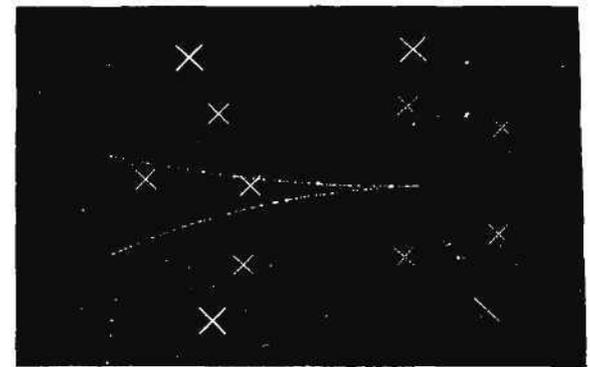
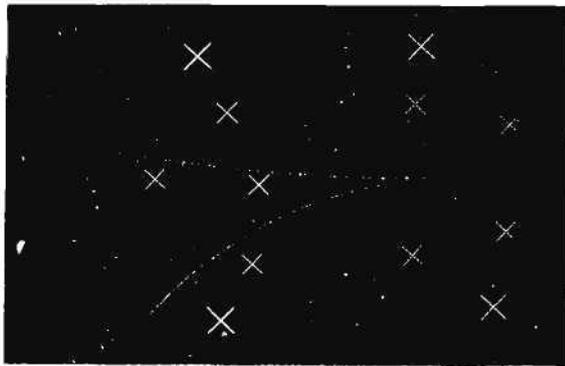
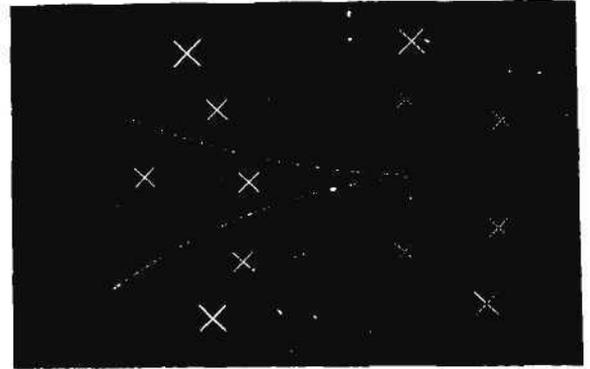
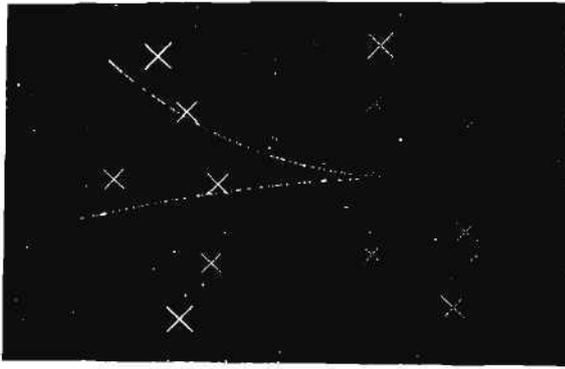


Bild 46 Verschiedene Aufnahmen energiereicher Elektronenpaare

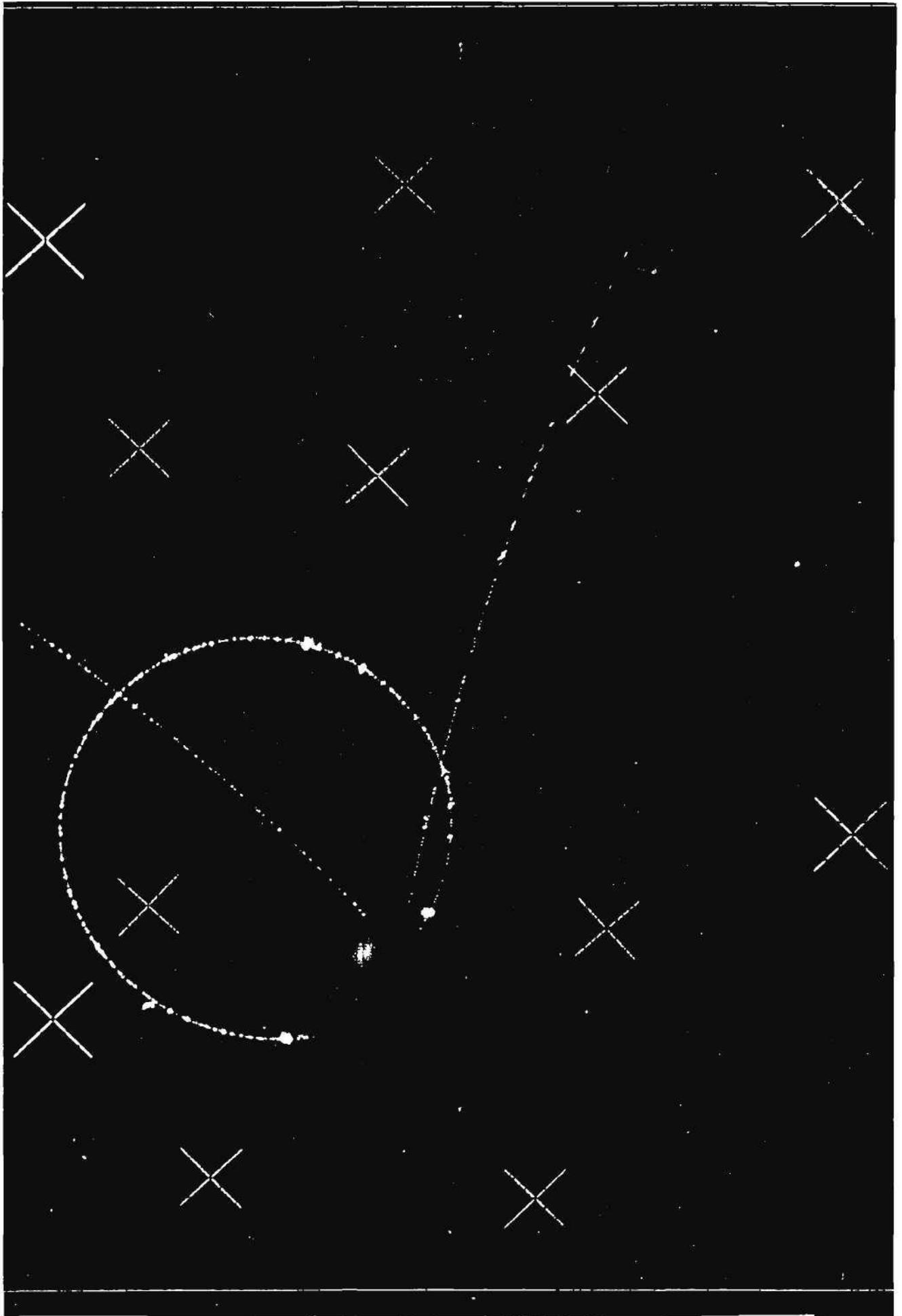


Bild 47 Spuren hadronischer Ereignisse in der Streamerkammer

zudem preislich recht günstig liegt.

Darüberhinaus sind für verschiedene Gruppen im Forschungsbereich spezielle elektronische Geräte entwickelt und gebaut worden, die seitens der Industrie nicht oder in nicht ausreichender Anwendbarkeit angeboten werden.

### 3.16 Digitale Datenerfassung (F58)

Im Berichtsjahr ist das bei DESY befindliche Netz von Kleinrechnern weiter ausgebaut worden. Ende 1969 waren 14 Kleinrechner installiert:

- 1 PDP-5
- 6 PDP-8
- 5 PDP-8/I
- 2 CAE C90-10

Deutlich erkennbar ist eine Entwicklung zu größeren Kernspeichern hin, da bei einer Reihe von Experimenten die Menge an Information pro Ereignis stark gestiegen ist.

Sämtliche Kleinrechner sind an das on-line-Datenübertragungsnetz zur Großrechenanlage angeschlossen. Die bestehenden Übertragungseinrichtungen sind dahingehend geändert worden, daß wahlweise eine Verbindung zu der Anlage IBM 360/75 wie auch zu der erwarteten zweiten Anlage IBM 360/65 möglich ist.

Die in den Vorjahren begonnenen Arbeiten an dem Programmierungs- und Betriebssystem für PDP-Rechner ist im Berichtsjahr weitgehend abgeschlossen worden.

Bild 48 zeigt die Entwicklung des Einsatzes von Kleinrechnern bei DESY in den vergangenen Jahren, unterteilt nach Anzahl der Kleinrechner sowie des verfügbaren Gesamtspeicherplatzes.

Computer-  
anzahl

Gesamtspeicher  
K-Worte

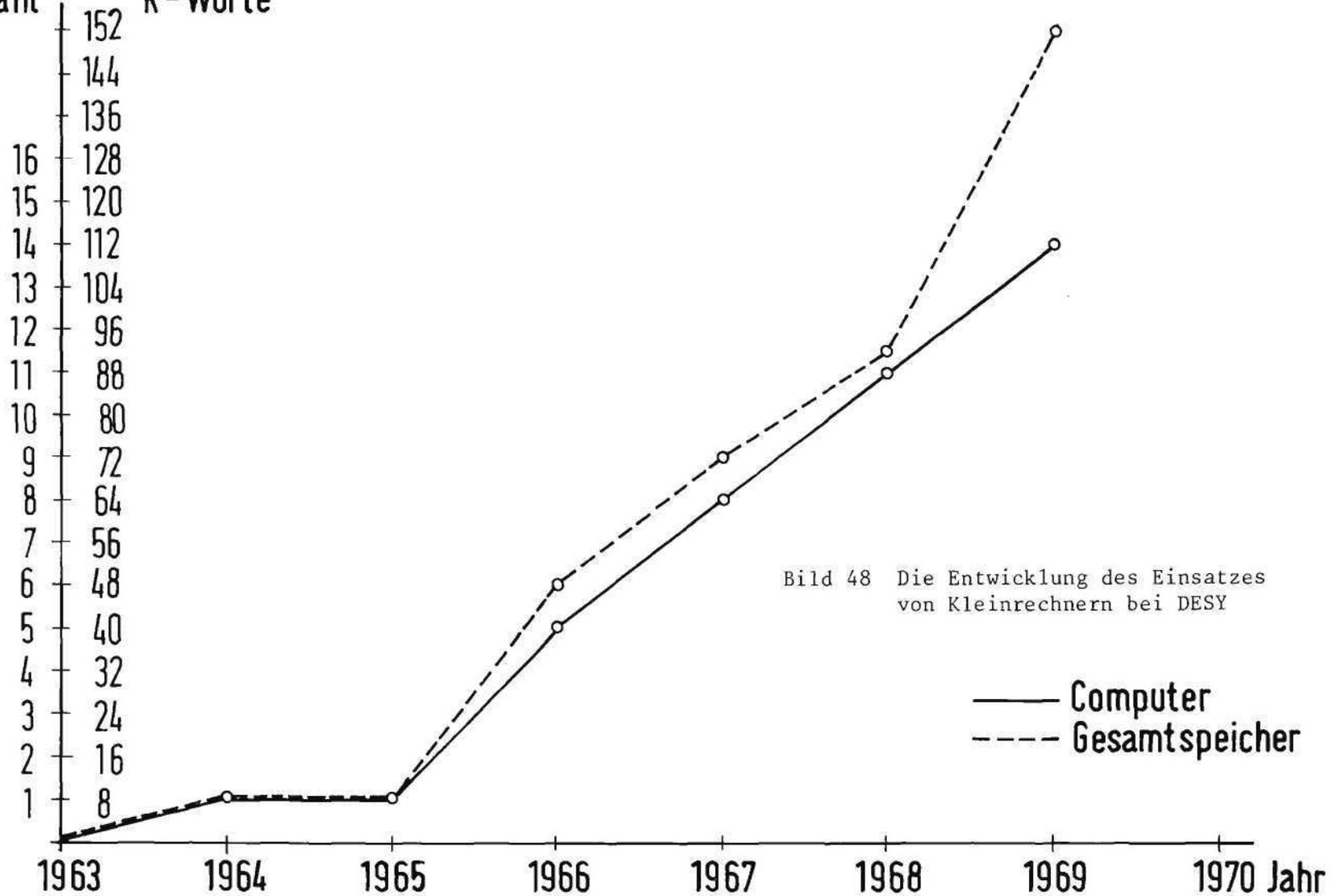


Bild 48 Die Entwicklung des Einsatzes  
von Kleinrechnern bei DESY

— Computer  
- - - Gesamtspeicher

# Literaturverzeichnis



Verzeichnis der im Jahre 1969 bei DESY entstandenen Arbeiten

Strahlenschutz (D3)

- 1) G. BATHOW, E. FREYTAG, K. TESCH, R. KAJIKAWA, M. KÖBBERLING;  
Measurements of the Longitudinal and Lateral Development of  
Electromagnetic Cascades in Lead, Copper, and Aluminum at  
6 GeV.  
DESY 69/39 (1969).
- 2) E. FREYTAG;  
Measurements on 6.0 GeV Electromagnetic Cascades in Lead, Copper  
and Aluminum.  
Vortrag: Second International Conference on Accelerator Dosimetry  
and Experience in Stanford, Nov. 1969.
- 3) K. TESCH;  
Radiation Problems Around the DESY 7 GeV Electron Accelerator.  
Vortrag: Second International Conference on Accelerator Dosimetry  
and Experience in Stanford, Nov. 1969.

Synchrotron-Betriebsgruppe (S1)

- 4) W. EBELING, G. W. BENNETT;  
Dynamic Beam Profile Measurement Utilizing Synchrotron Radiation.  
Interner Bericht DESY S1-69/1 (Mai 1969).
- 5) H. KUMPFERT;  
Betriebserfahrungen, technischer Stand und geplante Verbesserungen  
am Synchrotron.  
Interner Bericht DESY S1-69/2 (Juni 1969).
- 6) H. KUMPFERT;  
Jahresbericht 1968.  
Interner Bericht DESY S1-69/4 (Dezember 1969).
- 7) H. WALTHER;  
Möglichkeiten zur Verschiebung des Arbeitspunktes bei DESY.  
Interner Bericht DESY S1-69/4 (Dezember 1969).
- 8) H. WALTHER;  
"MASCH" - Ein Programm zur Berechnung von Orbitdaten und  
Closed Orbits für lineare und nichtlineare Störungen bei DESY.  
Interner Bericht DESY S1-69/5 (Dezember 1969)

Hallendienst (S2)

- 9) E. RAQUET;  
Secondary Electron Emission of Metal Foils in the  
Energy Range of 1.5 - 7 GeV.  
DESY-Bericht 69/12.

- 10) F. PETERS, E. RAQUET;  
Eichung der Quantameter und Sekundäremissions-Monitore  
am externen Elektronenstrahl.  
Interner Bericht DESY S2-69/1.

Energieversorgung (K)

- 11) W. BOTHE;  
Optimierung der Magnetstromschaltungen zur Erzeugung eines  
langen Teilchenpulses.  
Interner Bericht 1969.
- 12) H. NARCIS;  
Sender-Gleichrichter mit Thyristoren als Stellglied.  
Interner Bericht 1969.
- 13) P. ZAJICEVK;  
Wechselrichter-Schutzprobleme.  
Interner Bericht 1969.
- 14) W. BOTHE;  
Alternativlösung für den Magnetstromkreis zur Erzeugung  
eines langen Teilchenpulses.  
Technische Notiz EV 40, 1969.
- 15) H. NARCIS;  
Anweisungen für den Bau und Betrieb des Speichers für einen  
geänderten Digital-Analogwandler zur Regelung von Gleichrichter-  
geräten.  
Technische Notiz EV 41, 1969.
- 16) W. OENTRICH;  
Entwurf des Speicherringkühlsystems.  
Technische Notiz EV 42, 1969.
- 17) F. LOHMANN;  
Wärmetauscher zur Kühlung der Experimente, Situation im Juni 1966  
und Erweiterung 1967/68.  
Technische Notiz EV 43, 1969.

Blasen-kammer-Betriebsgruppe (B1)

- 18) G. HORLITZ, S. WOLFF, G. HARIGEL, H. LEUTZ, F. SCHMEIBER;  
Operation of a Track Sensitive Deuterium Target Inside a  
Neon-Hydrogen Bubble Chamber.  
Nucl. Instr. and Meth. 68, 213 (1969).
- 19) G. HARIGEL, H. J. HILKE, A. ROGERS, G. HORLITZ, S. WOLFF,  
E. FRETWURST, G. LINDSTRÖM;  
Measurement of Growth Rate for Sub-Visible Bubbles in  
Bubble Chamber.  
Journal Appl. Phys. 40, 4962 (1969).

- 20) S. WOLFF;  
Blasenbildung und Blasenwachstum in einer mit Wasserstoff  
und Deuterium gefüllten Blaskammer.  
(Dissertation)  
Interner Bericht DESY B1-69/1 (1969)
- 21) G. HORLITZ;  
Kurze technische Beschreibung eines supraleitenden Magneten  
mit einem Maximalfeld von 20.000 Oersted und einem nutzbaren  
Volumen von 140 cm Durchmesser und 115 cm Länge.  
Interner Bericht DESY B1-69/2 (1969).
- 22) G. HORLITZ;  
Kryogenische Blaskammern.  
Vortrag auf der Tagung des Deutschen Kältetechnischen Vereins  
in Düsseldorf (Okt. 1969).

### Kältetechnik (B2)

- 23) G. KEßLER;  
Flüssig-Standanzeige für tiefsiedende Gase.  
Interner Bericht B2-69/1 (1969).
- 24) G. KEßLER;  
H<sub>2</sub>-Kreislauf beim Kondensationstarget.  
Interner Bericht B2-69/2 (1969).
- 25) G. KEßLER;  
Determination of the Density of Liquid Hydrogen  
or Deuterium in Target Flasks.  
Interner Bericht B2-69/3 (1969).
- 26) G. KEßLER;  
Joule-Thomson Hydrogen Refrigerator Target.  
Cryogenic Engineering Conference, Los Angeles, USA, K 5,  
17.-19. Juni 1969.  
Veröffentlicht in: Advances in Cryogenic Engineering  
Volume 15, S 443 - 446.
- 27) G. KEßLER;  
Determination des poids spécifiques de l'hydrogene et du  
deuterium "en cibles" liquides.  
Colloque international "Vide et froid", Grenoble, France,  
2.-6. Dezember 1969.

### Speicherring (H)

- 28) D. DEGELE;  
Über einige technische Probleme bei DESY.  
Kerntechnik 11, 709 (1969).
- 29) A. PIWINSKI;  
Synchrotron Oscillations in High-Energy Synchrotrons.  
Nuclear Instruments and Methods, 72, 79 (1969).

- 30) R. D. KOHAUPT, H. NESEMANN, A. PIWINSKI;  
The Physical and Technical Limitations of Storage Ring  
Luminosity.  
DESY 69/44 (1969).
- 31) A. PIWINSKI;  
Teilchenverluste durch Streuung der Synchrotronstrahlung.  
DESY 69/52 (1969).
- 32) K. STEFFEN;  
Final Parameters and Status of DESY Double Storage Ring.  
H/18 (1969) und International Accelerator Conference,  
Yerevan, 1969.
- 33) K. STEFFEN;  
Selected Topics of Beam Optics Relevant to  
Storage Ring Design.  
H/19 (1969) und 1969 Enrico Fermi School of Physics Varenna.
- 34) D. DEGELE;  
Gedanken zur Geometrie der Strahlführung zwischen Synchrotron  
und Speicherring.  
H/20 (1969).
- 35) A. PIWINSKI;  
Der Raumladungseffekt bei vertikalem oder horizontalem  
Kreuzungswinkel.  
Interner Bericht DESY H1-69/1 (1969).
- 36) A. PIWINSKI;  
Die Verteilung der Synchrotronstrahlung auf einem Absorber.  
Interner Bericht DESY H1-69/2 (1969).
- 37) K. HOLM;  
Gleichlaufuntersuchungen an Magneten.  
Interner Bericht DESY H2-69/1 (1969).
- 38) H. GERKE;  
Überlegungen zur Regelung des HF-Systems for den Speicherring.  
Interner Bericht DESY H3-69/1 (1969).
- 39) H. SANDVOß;  
Herstellung der Magnetblöcke für den Injektions-Septum-Magneten.  
Interner Bericht DESY H3-69/2 (1969).
- 40) J. RÜMLER;  
Stand der Arbeiten an den Injektions- und Ejektionskomponenten  
für Synchrotron und Speicherring.  
Interner Bericht DESY H3-69/3 (1969).
- 41) H. WIEDEMANN;  
Untersuchung von Magnetfeldern mit Hilfe von "Mare-A".  
Interner Bericht DESY H5-69/1 (1969).
- 42) R. ROSSMANITH;  
Aberration of 4- and 8-Loop-Monitors.  
Interner Bericht DESY H5-69/4 (1969).

- 43) R. FISCHER, R. ROSSMANITH;  
A Proposed Method of Measuring Synchrotron-Radiation Pulses in  
the Picosecond Range.  
Interner Bericht DESY H5-69/4 (1969).
- 44) H. WIEDEMANN;  
Einschußzeiten in den Speicherring nach dem gegenwärtigen  
Stand der Planung.  
Interner Bericht DESY H5-69/5 (1969).

Beschleunigerforschung (B3)

- 45) G. BATHOW, E. FREYTAG;  
Diskontinuierliche Phasenschwingungen in Teilchenbeschleunigern.  
DESY 69/29 (1969).
- 46) G. BATHOW;  
Über einige Probleme an Elektronenbeschleunigern hoher Energie.  
Vortrag: Phys. Institut der Universität Lund (Okt. 1969).

Blasenkammerexperimente (F1)

- 47) GENUA-HAMBURG-MILANO-SACLAY COLLABORATION;  
Some Aspects of the Reaction  $\pi^-p \rightarrow n\pi^+\pi^-$  at 11 GeV/c.  
Nuovo Cimento 62, 755 (1969).
- 48) A. D. BRODY, D. W. G. LEITH, B. G. LEVI, B. C. SHEN, D. HERNDON,  
R. LONGACRE, L. PRICE, A. H. ROSENFELD, P. SÖDING;  
Comparison of Phase Shift Analysis Solutions to  $\pi^-p$  Scattering Data.  
Phys. Rev. Letters 22, 1402 (1969).
- 49) A. H. ROSENFELD, P. H. SÖDING;  
 $N^*$  Studies via  $\pi p$  Inelastic Reactions.  
G. L. Shaw and D. Y. Wong (Hrsg.)  
Pion-Nucleon Scattering.  
Wiley 1969, p. 47 (New York).
- 50) A. BARBARO-GALTIERI, L. R. PRICE, A. H. ROSENFELD, N. BARASH-SCHMIDT,  
M. ROOS, P. SÖDING, C. WOHL;  
Review of Particle Properties.  
Rev. Mod. Phys. 41, 109 (1969).
- 51) P. JOOS;  
Photoproduction of Electron Pairs at High Energies.  
Konf. München 1969 - Physics of the One- and Two Electron Atoms -  
North-Holland (1969) p. 500-510.
- 52) P. JOOS;  
Quantum Electrodynamics at High Energie:  
Wide Angle Lepton Pair Production.  
Konf. Cargese 1967 - Cargèse Lectures in Physics - Vol.2.  
M. Lévy (Hrsgs), Gordon and Breach (New York-London-Paris 1968)  
p. 119-152.

- 53) AACHEN-BONN-HAMBURG-HEIDELBERG-MÜNCHEN COLLABORATION;  
Multipion- and Strange Particle Photoproduction on  
Protons at Energies up to 5.8 GeV.  
DESY 69/19 (1969).
- 54) GENUA-HAMBURG-MAILAND-SACLAY COLLABORATION;  
Application of a Reggeized Multi-Peripheral Model to  
 $\pi^-p$  Interactions at 11 GeV/c.  
DESY 69/37 (1969).
- 55) H. KÜBECK;  
Bestimmung von Wirkungsquerschnitten bei der Photoproduktion  
in Deuterium.  
Interner Bericht DESY F1-69/1 (1969).
- 56) P. von HANDEL;  
Die Reaktion  $\pi^-p \rightarrow \pi^-p\pi^+\pi^-$  bei 11 GeV/c.  
Interner Bericht DESY F1-69/2 (1969).
- 57) J. H. WEBER;  
Der Wirkungsquerschnitt für die Photoerzeugung von Hadronen  
im Energiebereich von 1 bis 6.4 GeV.  
Interner Bericht DESY F1-69/3 (1969).
- 58) E. LOHRMANN;  
Electromagnetic Interactions and Photoproduction.  
Review Talk, Lund Int. Conf. on Elementary Particles (1969).
- 59) AACHEN-BONN-HAMBURG-HEIDELBERG-MÜNCHEN COLLABORATION;  
Photoproduction of  $\rho^0$  Mesons on Deuterons Between 1 and 5 GeV.  
Contribution to the International Symposium on  
Electron and Photon Interactions at High Energies, Liverpool (1969).
- 60) AACHEN-BONN-HAMBURG-HEIDELBERG-MÜNCHEN COLLABORATION;  
Photoproduction of  $\rho^-$  Mesons on Deuterons Between 1 and 5 GeV.  
Contribution to the International Symposium on  
Electron and Photon Interactions at High Energies, Liverpool (1969).
- 61) AACHEN-BONN-HAMBURG-HEIDELBERG-MÜNCHEN COLLABORATION;  
Total Cross-Section for Photoproduction of Hadrons on Deuterons  
up to 5 GeV.  
Contribution to the International Symposium on  
Electron and Photon Interactions at High Energies, Liverpool (1969).
- 62) AACHEN-BONN-HAMBURG-HEIDELBERG-MÜNCHEN COLLABORATION;  
The Reaction  $\gamma d \rightarrow p_s p \pi^+ \pi^- \pi^-$  at Energies up to 5.3 GeV.  
Contribution to the International Symposium on  
Electron and Photon Interactions at High Energies, Liverpool (1969).
- 63) H. MEYER, B. NAROSKA, J. H. WEBER, M. WONG;  
Some Aspects of Recent Photoproduction Data for Hadron  
Total Cross-Section.  
Contribution to the International Symposium on  
Electron and Photon Interactions at High Energies, Liverpool (1969).

- 64) V. HEYNEN, E. MANDELKOW, D. NOTZ;  
Total Cross-Section for Photoproduction of Hadrons on  
 $D_2$ , Be, C, Al, Ti and Cu Between 1.5 and 6.3 GeV.  
Contribution to the International Symposium on  
Electron and Photon Interactions at High Energies, Liverpool (1969).
- 65) V. HEYNEN, E. MANDELKOW, D. NOTZ;  
Total Cross-Section for Photoproduction of Hadrons on  
Protons Between 1.5 and 6.3 GeV.  
Contribution to the International Symposium on  
Electron and Photon Interactions at High Energies, Liverpool (1969).
- 66) DURHAM-GENUA-HAMBURG-MAILAND-SACLAY COLLABORATION;  
Quark Model Predictions for the Joint Decay Angular Distributions  
of the Reaction  $\pi^+p \rightarrow \Delta^{++}\rho^0$  at 11 GeV/c.  
Contribution to the Int. Conf. on Elementary Particles, Lund (1969).

Inelastische Elektron-Proton-Streuung (F21)

- 67) W. ALBRECHT, F. W. BRASSE, H. DORNER, W. FLAUGER, K. H. FRANK,  
J. GAYLER, H. HULTSCHIG, J. MAY, E. GANBAUGE;  
Inelastic Electron-Proton Scattering at Fixed Four-Momentum  
Transfer of 0.773 and 1.935 (GeV/c)<sup>2</sup>.  
Nuclear Physics B13, (1969).
- 68) E. GANBAUGE;  
Der magnetische Monopol.  
Phys. Blätter Heft 4 (1969), S.157.
- 69) W. ALBRECHT, F. W. BRASSE, H. DORNER, W. FLAUGER, K. FRANK,  
J. GAYLER, H. HULTSCHIG, J. MAY, E. GANBAUGE;  
Inelastic Electron Proton Scattering at Fixed Four Momentum Transfer  
of 0.773 and 1.935 (GeV/c)<sup>2</sup>.  
DESY 69/7 (1969).
- 70) W. ALBRECHT, F. W. BRASSE, H. DORNER, W. FLAUGER, K. H. FRANK,  
J. GAYLER, H. HULTSCHIG, V. KORBEL, J. MAY, E. GANBAUGE;  
Separation of  $\sigma_1$  and  $\sigma_t$  in the Region of Deep Inelastic  
Electron-Proton Scattering.  
DESY 69/46 (1969).
- 71) H. HULTSCHIG;  
TRIM: Ein Computer-Programm zur Berechnung von Magnetfeldern.  
Interner Bericht DESY F21-69/1 (1969).
- 72) H. DORNER;  
Inelastische Elektron Proton Streuung bei Impulsüberträgen  
bis 5.84 (GeV/c)<sup>2</sup> und Massen bis 3 GeV.  
Interner Bericht DESY F21-69/2 (1969).
- 73) W. ALBRECHT;  
Läßt sich mit der Meßanordnung der Gruppen F21 - Collège de France  
ein Experiment zur Elektroproduktion von  $\rho_0$ -Mesonen durchführen?  
Interner Bericht DESY F21-69/3 (1969).

- 74) C. AUBRET, E. CHAZELAS, A. COURAU, A. DIACZEK, J. C. DUMAS, G. TRISTRAM, J. VALENTIN, W. ALBRECHT, F.W. BRASSE, H. DORNER, W. FLAUGER, K. H. FRANK, E. GANBAUGE, J. GAYLER, V. KORBEL, J. MAY;  
 $\pi^0$ -Electroproduction at  $\Delta(1236)$ .  
 Beitrag zur International Conference on Electron and Photon Interactions at High Energies, Daresbury, 1969.
- 75) W. ALBRECHT, F. W. BRASSE, H. DORNER, W. FLAUGER, K. H. FRANK, J. GAYLER, H. HULTSCHIG, J. MAY, E. GANBAUGE;  
 Separation of  $\sigma_1$  and  $\sigma_t$  in the Region of Deep Inelastic Electron-Proton Scattering.  
 Beitrag zur International Conference on Electron and Photon Interactions at High Energies, Daresbury, 1969.
- 76) W. ALBRECHT, F. W. BRASSE, H. DORNER, W. FLAUGER, K. H. FRANK, J. GAYLER, H. HULTSCHIG, J. MAY;  
 Inelastische Elektron-Proton-Streuung bei großen Impulsübertragungen.  
 Beitrag zur Physikertagung der Deutschen Physikal.Ges.e.V.,  
 Freudenstadt, 1969.

Quasielastische Elektron-Deuteron-Streuung und Messung von  
 Nukleon-Formfaktoren (F22)

- 77) W. BARTEL, F.-W. BÜSER, W.-R. DIX, R. FELST, D. HARMS, H. KREHBIEL, P. E. KUHLMANN, J. MCELROY, W. SCHMIDT, V. WALTHER, G. WEBER;  
 Neutron Form Factors from Quasi-Elastic e-d Scattering.  
 Physics Letters 30B, 285 (1969) und DESY 69/34.
- 78) W.-R. DIX;  
 Programmierte Steuerung und Überwachung eines Zähler-Experimentes mit einer Datenverarbeitungsanlage.  
 Interner Bericht DESY F22-69/1 (1969).
- 79) W. SCHMIDT;  
 Elektron-Proton-Streuexperimente zur Bestimmung des Ladungsformfaktors  $G_{EP}(q^2)$  für Viererimpulsüberträge zwischen 0.2 und 4  $(\text{GeV}/c)^2$ .  
 Interner Bericht DESY F22-69/2 (1969).
- 80) W. BARTEL;  
 Elektroproduction von  $\pi$ -Mesonen im Bereich der Resonanz  $\Delta(1.236)$ .  
 Interner Bericht DESY F22-69/3 (1969).
- 81) D. HARMS;  
 Ein Schwellen-Gas-Cerenkovzähler mit großer Akzeptanz für den Nachweis von Elektronen,  $\mu$  und  $\pi$  Mesonen im GeV Bereich.  
 Interner Bericht DESY F22-69/4 (1969).

Elektron-Nukleonstreuung mit Drahtfunkenkammern (F23)

- 82) S. GALSTER, G. HARTWIG, H. KLEIN, J. MORITZ, K. H. SCHMIDT, W. SCHMIDT-PARZEFALL, H. SCHOPPER, D. WEGENER;  
 Wire Spark Chambers with Ferrite Core Storage and Two Coordinate Read Out.  
 Nucl.Instr.Meth. 76, 337 (1969).

- 83) S. GALSTER, G. HARTWIG, H. KLEIN, J. MORITZ, K. H. SCHMIDT,  
W. SCHMIDT-PARZEFALL, D. WEGENER, J. BLECKWENN;  
On-line Verwendung einer Rechenanlage CDC 1700 in einem Experiment  
der Hochenergiephysik.  
KFK-Bericht 963 (1969).
- 84) S. GALSTER, G. HARTWIG, H. KLEIN, J. MORITZ, K. H. SCHMIDT, W. SCHMIDT-  
PARZEFALL, D. WEGENER, J. BLECKWENN;  
Measurement of the Proton Angular Distribution for the Reaction  
 $e + p \rightarrow e' + p + \pi^0$  in the Region of the  $N^*(1236 \text{ MeV})$  Resonance.  
Beitrag zur Lund Konferenz 1969.
- 85) S. GALSTER, G. HARTWIG, H. KLEIN, J. MORITZ, K. H. SCHMIDT,  
W. SCHMIDT-PARZEFALL, D. WEGENER, J. BLECKWENN;  
Proton Angular Distribution for the Reaction  $e + p \rightarrow e' + p + \pi^0$   
in the Region of the  $N^*(1236 \text{ MeV})$  Resonance at a Four Momentum  
Transfer of  $1(\text{GeV}/c)^2$ .  
Beitrag zur International Conference on Electron and Photon Interactions,  
Liverpool 1969.
- 86) S. GALSTER, G. HARTWIG, H. KLEIN, J. MORITZ, K. H. SCHMIDT,  
W. SCHMIDT-PARZEFALL, D. WEGENER, J. BLECKWENN;  
Untersuchung der Elektronenstreuung an Wasserstoff und Deuterium  
für Impulsüberträge im Bereich  $0.25 \leq q^2 \leq 1(\text{GeV}/c)^2$ .  
Gruppenbericht auf der Deutsch-Niederländischen Physikertagung  
Freudenstadt 1969.
- 87) H. KLEIN, J. MORITZ, K. H. SCHMIDT, D. WEGENER, J. BLECKWENN;  
Elastische und inelastische Elektron-Nukleon-Streuung.  
Vortrag im Kolloquium für Hochenergiephysik der Universitäten  
Heidelberg und Karlsruhe, Januar 1970.

### Symmetrische Paarerzeugung (F31)

- 88a) H. ALVENSLEBEN, U. BECKER, WILLIAM K. BERTRAM, M. CHEN, K. J. COHEN,  
T. M. KNASEL, R. MARSHALL, D. QUINN, M. ROHDE, G. H. SANDERS, H. SCHUBEL,  
SAMUEL C. C. TING;  
Photoproduction of Charged Pion Pairs on Protons.  
P.R.L. 23, 1058 (1969) und DESY 69/32 (1969).
- 89b) H. ALVENSLEBEN, U. BECKER, WILLIAM K. BERTRAM, M. CHEN, K. J. COHEN,  
T. M. KNASEL, R. MARSHALL, D. QUINN, M. ROHDE, G. H. SANDERS, H. SCHUBEL,  
SAMUEL C. C. TING;  
Photoproduction of Neutral Rho Mesons.  
DESY 69/50 (1969).
- 89) T. M. KNASEL;  
The Total Pair Production Cross Section in Hydrogen and Helium  
Part I - The Integration of the Jost, Luttinger and Slotnick Formula  
for  $\sigma_T$ .  
DESY 70/2 (1970).  
Part II - Connection to the JLS Value for  $\sigma_T$ .  
DESY 70/3 (1970).

- 90) H. ALVENSLEBEN, U. BECKER, WILLIAM K. BERTRAM, M. CHEN, K. J. COHEN,  
T. M. KNASEL, R. MARSHALL, D. QUINN, M. ROHDE, G. H. SANDERS, H. SCHUBEL,  
SAMUEL C. C. TING;  
On the Photoproduction of Neutral Rho Mesons from Complex Nuclei.  
Interner Bericht F31.
- 91) SAMUEL C. C. TING;  
Photoproduction of Vector Mesons.  
Invited talk at the Herceg-Novi Summer School.
- SAMUEL C. C. TING;  
Photoproduction of Vector Mesons.  
Invited talk at the 1969 Crete Conference, Chania, Crete.
- SAMUEL C. C. TING;  
Photoproduction of Vector Mesons.  
Invited talk at the 1969 Dubna Conference on Elementary Particles.

Rho-Photoerzeugung und Comptonstreuung am Proton (F33)

- 92) U. TIMM;  
Coherent Bremsstrahlung of Electrons in Crystals.  
Forts. Phys. 17, 765 (1969).
- 93) E. RAQUET, U. TIMM;  
An Experimental Determination of the Photon Yield from an  
Internal Synchrotron Target.  
Nucl. Instr. and Meth. 67, 309 (1969).
- 94) U. TIMM;  
Coherent Bremsstrahlung of Electrons in Crystals.  
DESY 69/14 (1969).
- 95) G. VOGEL;  
Schauermessungen mit Drahtfunkenkammern.  
Interner Bericht F33-69/2 (1969).
- 96) G. VOGEL;  
Schauermessungen mit Drahtfunkenkammern.  
Diplomarbeit 1969.
- 97) H. TALAREK;  
Berechnung Kohärenter Photonenspektren im GeV-Bereich.  
Diplomarbeit 1969.

Photoerzeugung von neutralen Mesonen (F34)

- 98) K. LÜBELSMEYER;  
Pseudoscalar Meson Photoproduction.  
Proceedings of the 4th International Symposium on Electron &  
Photon Interactions at High Energies 1969. P.45-67.

- 99) C. BEMPORAD, P. L. BRACCINI, R. CASTALDI, L. FOÀ, K. LÜBELSMEYER, D. SCHMITZ;  
An Upper Limit for the Branching Ratio  $\Gamma(\phi \rightarrow \pi^0 + \gamma)/\Gamma(\phi \rightarrow \text{all})$ .  
DESY 69/15 (1969) und Phys.Lett.29B, 383 (1969).
- 100) G. BELLETTINI, C. BEMPORAD, P. L. BRACCINI, C. BRADASCHIA, L. FOÀ, K. LÜBELSMEYER, D. SCHMITZ;  
A New Measurement of the  $\pi^0$  Lifetime Through the Primakoff Effect in Nuclei.  
DESY 69/48 (1969) und Nuov. Cim. 66A (1970) 243-252.

Photoerzeugung mit linear polarisierten Photonen (F35)

- 101) C. GEWENIGER, P. HEIDE, U. KÖTZ, R. A. LEWIS, P. SCHMÜSER, H. J. SKRONN, H. WAHL, K. WEGENER;  
 $\pi^+$ -Production with Linearly Polarized Photons.  
Phys.Lett. 29B, 41 (1969) und DESY 69/5 (1969).
- 102) H. BURFEINDT, G. BUSCHHORN, C. GEWENIGER, R. KOTTHAUS, H. J. SKRONN, H. WAHL, K. WEGENER;  
 $\pi^-$ -Production with Linearly Polarized Photons.  
Beitrag zur Liverpool Conf. 1969.
- 103) H. BURFEINDT, G. BUSCHHORN, C. GEWENIGER, P. HEIDE, R. KOTTHAUS, H. WAHL, K. WEGENER;  
Small Momentum-Transfer  $\pi^+$ -Production with Linearly Polarized Photons.  
Beitrag zur Liverpool Conf. 1969.
- 104) H. BURFEINDT, G. BUSCHHORN, L. DUBAL, C. GEWENIGER, P. HEIDE, R. KOTTHAUS, H. WAHL, K. WEGENER;  
High Energy Photodisintegration of the Deuteron.  
Beitrag zur Liverpool Conf. 1969.

Speicherringgruppe (F39)

- 105) H. D. SCHULZ;  
Baryonen-Klassifikation im Quark-Modell.  
Seminarvortrag Hamburg, Mai (1969).
- 106) P. WALOSCHEK;  
Der DESY-Speicherring.  
Seminarvortrag Wien, Herbst (1969).
- 107) G. WINTER;  
Erzeugung von Vektormesonen bei Elektron-Positron-stößen.  
Seminarvortrag Hamburg, Oktober (1969).

Experimente mit der Synchrotronstrahlung (F41)

- 108) R. HAENSEL, G. KEITEL, C. KUNZ, P. SCHREIBER;  
Experimental Comparison of Photoabsorption of Solid and Gaseous Xenon Near the  $N_{IV, V}$ -Edge.  
Phys. Rev. Lett. 22, 398 (1969), DESY 69/3 (1969).
- 109) B. SONNTAG, R. HAENSEL, C. KUNZ;  
Optical Absorption Measurements of the Transition Metals Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni in the Region of 3p Electron Transitions.  
Solid State Comm. 7, 597 (1969), DESY 69/6 (1969).
- 110) R. HAENSEL, C. KUNZ, T. SASAKI, B. SONNTAG;  
Contribution of L Shell to the Total Photon Absorption Cross Section in Aluminum.  
J. Appl. Phys. 40, 3046 (1969), DESY 69/1 (1969).
- 111) R. HAENSEL, G. KEITEL, P. SCHREIBER, B. SONNTAG, C. KUNZ;  
Measurement of the Anomaly at the  $L_{II, III}$ -Edge of Sodium.  
Phys. Rev. Lett. 23, 528 (1969), DESY 69/26 (1969).
- 112) R. HAENSEL, G. KEITEL, G. PETERS, P. SCHREIBER, B. SONNTAG, C. KUNZ;  
Photoemission Measurement on NaCl in the Photon Energy Range 32 eV to 50 eV.  
Phys. Rev. Lett. 23, 530 (1969), DESY 69/24 (1969).
- 113) R. HAENSEL, K. RADLER, B. SONNTAG, C. KUNZ;  
Optical Absorption Measurements of Tantalum, Tungsten, Rhenium and Platinum in the Extreme Ultraviolet.  
Solid State Comm. 7, 1495 (1969), DESY 69/25 (1969).
- 114) R. HAENSEL, G. KEITEL, P. SCHREIBER, C. KUNZ;  
Optical Absorption of Solid Krypton and Xenon in the Far Ultraviolet.  
Phys. Rev. 188, 1375 (1969), DESY 69/23 (1969).
- 115) R. HAENSEL, G. KEITEL, E. E. KOCH, M. SKIBOWSKI, P. SCHREIBER;  
Reflection Spectrum of Solid Argon in the Vacuum Ultraviolet.  
Phys. Rev. Lett. 23, 1160 (1969), DESY 69/42 (1969).
- 116) B. P. FEUERBACHER, R. P. GODWIN, M. SKIBOWSKI;  
Plasma Resonance in the Photoelectric Yield for Thin Aluminum Films.  
Z. Physik 224, 172 (1969).
- 117) B. FEUERBACHER, R. P. GODWIN, M. SKIBOWSKI;  
An Ultrahigh Vacuum Reflectometer for Use with Extreme Ultraviolet Synchrotron Radiation.  
Rev. Sci. Instr. 40, 305 (1969).
- 118) D. BLECHSCHMIDT, R. KLUCKER, M. SKIBOWSKI;  
Dielectric Properties of KCl, KBr and KI Single Crystals in the Extreme Ultraviolet.  
Phys. Stat. Sol. 36, 625 (1969), DESY 69/27 (1969).

- 119) E. PITZ;  
Absolute Calibration of Light Sources in the Vacuum Ultraviolet  
by Means of the Synchrotron Radiation of DESY.  
Appl. Optics 8, 255 (1969).
- 120) H.-U. CHUN;  
Fine Structure of the X-Ray K-Absorption Edge of Carbon in Methane.  
Phys. Lett. 30A, 445 (1969).
- 121) M. CARDONA, R. HAENSEL;  
Optical Properties of Some Compound Semiconductors in the  
36-150 eV Region.  
Phys. Rev. B1, 2605 (1970).
- 122) D. BLECHSCHMIDT, M. SKIBOWSKI, W. STEINMANN;  
Photoelectric Yield of the Potassium Halides in the Photon  
Energy Range 10 to 35 eV.  
Opt. Comm. 1, 275 (1970).
- 123) R. HAENSEL, E. E. KOCH, M. SKIBOWSKI, P. SCHREIBER;  
Reflection Spectrum of Solid Krypton and Xenon in the Vacuum  
Ultraviolet.  
(einger. bei Opt. Comm.)
- 124) B. SONNTAG;  
Photoabsorption der Metalle Ti bis Cu für Photonenenergien zwischen  
40 eV und 300 eV.  
Interner Bericht F41-69/1 (1969).
- 125) R. HAENSEL;  
Investigation of Optical Properties of Alkali Halides and Solid  
Rare Gases by Synchrotron Radiation.  
Interner Bericht F41-69/1 (1969).
- 126) M. CARDONA;  
Optical Properties and Electronic Density of States.  
Interner Bericht F41-69/3 (1969).
- 127) C. KUNZ, R. HAENSEL, G. KEITEL, P. SCHREIBER, B. SONNTAG;  
Photoabsorption Measurement of Li, Be, Na, Mg and Al in the  
Vicinity of K and L<sub>II, III</sub> Edges.  
Interner Bericht F41-69/4 (1969).
- 128) M. CARDONA;  
Third Order Interband Susceptibility of Semiconductors.  
Interner Bericht F41-69/5 (1969).
- 129) R. HAENSEL, G. KEITEL, C. KUNZ, P. SCHREIBER, B. SONNTAG;  
Optical Transitions from Inner Shells in Solid Rare Gases.  
Interner Bericht F41-69/6 (1969).
- 130) R. P. GODWIN;  
Synchrotron Radiation as a Light Source.  
G. Höhler (Hrsg.), Springer Tracts in Modern Physics,  
Vol. 51, p.1 (1969).

- 131) R. HAENSEL;  
Synchrotron Radiation in Solid State Physics.  
Plenarvortrag 6th Annual Solid State Physics Conference,  
Manchester 7.-9. Jan. 1969.
- 132) C. KUNZ;  
Optical Properties of Metals.  
Lecture at the Conference on Plasma Effects in Solids,  
Newport Beach, Calif. 12.-17. Jan. 1969.
- 133) R. HAENSEL, G. KEITEL, P. SCHREIBER, C. KUNZ;  
Untersuchung der Photoausbeute einiger Natriumhalogenide  
in der Umgebung der  $L_{2,3}$ -Kante des Natriums.  
Frühjahrstagung DPG, FA<sup>3</sup> Halbleiterphysik H-30,  
München 17.-22. März 1969, Verhandl. DPG (VI) 4, 143 (1969).
- 134) C. KUNZ, R. HAENSEL, G. KEITEL, P. SCHREIBER;  
Messung der Photoabsorption von festem Xenon in der Umgebung  
der  $N_{4,5}$ -Kante (65 eV - 100 eV).  
Frühjahrstagung DPG, FA Halbleiterphysik H-31,  
München 17.-22. März 1969, Verhandl. DPG (VI) 4, 143 (1969).
- 135) B. SONNTAG, R. HAENSEL, C. KUNZ;  
Photoabsorption der Übergangsmetalle Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co und  
Ni im Extremen Vakuum-Ultraviolett.  
Frühjahrstagung DPG, FA Metallphysik M-53,  
München 17.-22. März 1969, Verhandl. DPG (VI) 4, 42 (1969).
- 136) R. HAENSEL;  
Measurement of Optical Properties of Metals in the  
Far Ultraviolet.  
Lecture at the Gordon Research Conference  
"Dynamics of Quantum Solids and Fluids",  
Issaquah, Washington July 21-25, 1969.

#### Theoretische Gruppe (T)

- 137) G. BERENDT;  
First Order Deformations of Representations of Semisimple Lie Algebras.  
I. An Example - the Algebra of the  $eL(2,C)$  Group.  
Acta Physica Austriaca 29 (1969) 365-370.
- 138) G. von BOCHMANN, B. MARGOLIS;  
Incoherent Production of  $\rho^0$ -Mesons from Nuclei and Vector Dominance.  
Phys. Rev. Lett. 23, 939-941 (1969), DESY 69/30 (1969).
- 139) A. DAR;  
On a New Peripheral Model.  
DESY 69/38 (1969).
- 140) A. DAR;  
Vector Dominance and Forward Photoproduction of Charged Pions.  
DESY 69/40 (1969).

- 141) W. EGE;  
Ableitung des nichtrelativistischen Helizitätsformalismus der Rotationsgruppe im Rahmen der Theorie der induzierten Darstellungen. Diplomarbeit (1969).
- 142) J. FLEISCHER, F. GUTBROD;  
On the Pion Form Factor in the Bethe-Salpeter Model. DESY 69/43 (1969).
- 143) H. FRAAS; D. SCHILDKNECHT;  
Vector-Meson Dominance and Diffractive Electroproduction of Vector Mesons. Nucl. Phys. B14 (1969) 543-565 und DESY 69/18 (1969).
- 144) S. GASIOROWICZ, D. A. GEFFEN;  
Effective Lagrangians and Field Algebras with Chiral Symmetry. DESY 69/13 (1969).
- 145) S. GASIOROWICZ;  
Effective Lagrangians and  $SU(3) \times SU(3)$  Symmetry Breaking. In. "Schladming 1969, Proc. of the VII. Universitätswochen für Kernphysik", Wien 1969, 19-51.
- 146) S. GASIOROWICZ;  
A Survey of the Weak Interactions. Springer Tracts in Modern Physics, Vol. 52, 1-33.
- 147) F. GUTBROD;  
Ladder Approximation in Partial Wave Dispersion Relations. Nuovo Cimento A59 (1969) 293-302 und DESY 68/2 (1968).
- 148) F. GUTBROD;  
Electroproduction of  $N^*(1236)$  in a Ladder Approximation Model. DESY 69/22 (1969).
- 149) F. GUTBROD;  
Elektroproduktion des  $N^*(1236)$  in der Leiternäherung, II. DESY 69/33 (1969).
- 150) F. GUTBROD;  
Electroproduction of Baryon Resonances. (Theory) Proceedings of the 4th International Symposium on Electron and Photon Interactions at High Energies, Liverpool 1969.
- 151) M. KRAMMER;  
 $\rho + R$  Regge-Pole Model for Isobar Production. Nucl. Phys. B13 (1969) 651-661.
- 152) M. KRAMMER;  
Some Remarks on Transition Form Factors in the Quark Model. Paper submitted to the 4th International Symposium on Electron and Photon Interactions at High Energies, Liverpool 1969.
- 153) J. KATZ, S. WAGNER;  
Multiparticle Exchanges,  $SU(3)$  Symmetry Breaking and the  $3/2 -$  Plus Resonance Spectrum. DESY 69/16 (1969).

- 154) R. F. MEYER;  
Remark on the Form Factor in the Fermi Quark Model.  
Lettere Nuovo Cimento 2 (1969) 76-78 und DESY 69/17 (1969).
- 155) R. MEYER;  
Baryonwellenfunktionen im Quarkmodell.  
Diplomarbeit und Interner Bericht DESY T-69/1 (1969).
- 156) D. SCHILDKNECHT;  
Vector Meson Dominance and Photoproduction.  
Z. Physik 229 (1969) 278-298 und DESY 69/10 (1969).
- 157) D. SCHILDKNECHT;  
Vector Meson Dominance and Photoproduction of Pseudoscalar Mesons.  
DESY 69/41 (1969).
- 158) P. SINGER;  
Radiative  $X^0$  Decays in Broken SU(3).  
DESY 69/35 (1969).
- 159) P. STICHEL, E. WERNER;  
A Consistent Approach to Exchange Currents and the Nuclear  
Many Body Problem.  
DESY 69/28 (1969).
- 160) K. SYMANZIK;  
Renormalization of Certain Models with PCAC.  
Lettere Nuovo Cimento II (1969) 10-12.
- 161) K. SYMANZIK;  
Renormalizable Models with Simple Symmetry Breaking. I. Symmetry  
Breaking by a Source Term.  
Commun. math. Physics 16, 48 (1970) und DESY 69/36 (1969).
- 162) K. SYMANZIK;  
Euclidean Quantum Field Theory.  
Fundamental Interactions at very High Energies, Proceedings of  
Coral Gables Conference, Jan. 1969. Ed. A. Perlmutter et al.,  
Gordon and Breach 1969.
- 163) S. WAGNER;  
Solutions of Strong-Coupling Meson Field Theory with a Hard  
Core for Elastic Nucleon-Nucleon Interaction.  
Phys. Rev. 177 (1969) 2278-2284.
- 164) W. ZIMMERMANN;  
Consistency Problems in Vector-Meson Dominance Models.  
DESY 68/46 (1968).

Streamerkammer-Gruppe (F52)

- 165) A. LADAGE, P. DITTMANN, V. ECKARDT, G. HORLITZ, P. JOOS,  
G. KESSLER, H. MEYER, S. WOLFF;  
A Streamer Chamber with Liquid Hydrogen Target.  
Proceedings International Seminar on Filmless Spark and Streamer  
Chambers, Dubna, 15.-18. April (1969).

- 166) V. ECKARDT;  
(Vortrag) Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft.  
Freudenstadt, März 1969.

Wartung der Elektronik (F54)

- 167) H. G. BEPLAT;  
Eine Auswahl elektronischer Meßgeräte, deren Arbeitsprinzipien  
und technische Daten.  
Interner Bericht DESY F54-69/1 (1969).

Spezielle Elektronik (F56)

- 168) H. J. STUCKENBERG;  
Aufbau der Gasentladungen im Proportional- und Geigerbereich  
zur Anwendung in Charnak-Kammern.  
DESY 69/49 (1969).
- 169) H.-J. STUCKENBERG, H. WAHL, A. KROLZIG;  
Überblick über nukleare Meßmethoden Sommer 1969.  
Interner Bericht DESY F56-69/1 (1969).
- 170) W. NEFF, H.-J. STUCKENBERG;  
Untersuchungen über Verstärker für die Signale in Charnak-Kammern.  
Interner Bericht DESY F56-69/2.

Digitale Datenerfassung (F58)

- 171) F. AKOLK, G. HOCHWELLER;  
Editorprogramm SUPEDT.  
Interner Bericht DESY F58-69/1 (1969).
- 172) F. AKOLK, G. HOCHWELLER;  
Systemanweisungen.  
Interner Bericht DESY F58-69/2 (1969)

Verzeichnis der in diesem Bericht zitierten Veröffentlichungen  
auswärtiger Institute sowie DESY-Veröffentlichungen aus vorher-  
gehenden Jahren

- A1) G. HORLITZ, S. WOLFF, G. HARIGEL;  
DESY 68/43 (1968)
- A2) M. ALLEN et al.;  
Stanford Linear Accelerator Center
- A3) G. ARZELIER et al.;  
Laboratoire de l'accelerateur lineaire, Orsay.
- A4) I. YA. PROTOPOPOV;  
VII International Conference on High Energy Accelerators  
Yerevan, August 1969  
und  
G. I. BUDKER, I. YA. PROTOPOPOV, A. N. SKRINSKII;  
H/19a.
- A5) M. SANDS;  
private Mitteilung.
- A6) B. H. WIJK, P. B. WILSON;  
Nucl. Instr. and Meth. 56, 197 (1967).
- A7) A. O. HANSON, D. JAMNIK, C. S. ROBINSON, D. C. SUTTON, P. AXEL;  
The 7th International Conference on High Energy Accelerators,  
Yerevan (1969).
- A8) A. BIALAS, K. ZALEWSKI;  
N.P. B6, 449 (1968).
- A9) T. M. KNASEL;  
DESY 68/8 (1968).
- A10) M. BREIDENBACH, J. I. FRIEDMAN, H. W. KENDALL, E. D. BLOOM,  
D. H. COWARD, H. DESTAEBLER, J. DREES, L. W. MO, R. E. TAYLOR;  
Phys. Rev. Lett. 23, 935 (1969).
- A11) E. D. BLOOM, D. H. COWARD, H. DESTAEBLER, J. DREES, G. MILLER,  
L. W. MO, R. E. TAYLOR, M. BREIDENBACH, J. I. FRIEDMAN,  
G. C. HARTMANN, H. W. KENDALL;  
Phys. Rev. Lett. 23, 930 (1969).
- A12) J. J. SAKURAI;  
Phys. Rev. Lett. 22, 981 (1969).
- A13) H. FRAAS, D. SCHILDKNECHT;  
DESY 69/18 (1969).
- A14) L. DURAND;  
Phys. Rev. 115, 1020 (1959); Phys. Rev. 123, 1393 (1961).

- A15) N. T. MEISTER, T. A. GRIFFY;  
Phys. Rev. 133, B1032 (1964).
- A16) G. CHEW, F. LOW;  
Phys. Rev. 113, 1640 (1959).
- A17) S. D. DRELL, F. ZACHARIASEN;  
Oxford University Press (1961),
- A18) L. CRIEGEE, G. LUTZ, H. D. SCHULZ, U. TIMM, W. ZIMMERMANN;  
Phys. Rev. Lett. 16, 1031 (1966).
- A19) ABBHMM;  
Phys. Rev. 175, 1669 (1968).
- A20) K. SCHILLING, F. STORIM;  
Nucl. Phys. B7, 559 (1968).
- A21) G. DIAMBRINI, G. MC CLELLAN, N. MISTRY, P. MOSTEK, H. OGREN,  
J. SWARTZ, R. TALMAN;  
International Conference on Electron and Photon Interactions at  
High Energies, Abstr. Nr. 96, (1969).
- A22) J. BALLAM, G. B. CHADWICK, R. GEARHART, Z. G. T. GUIRAGOSSIAN,  
M. MENKE, J. J. MURRAY, P. SEYBOTH, A. SHAPIRA, I. O. SKILLICORN,  
G. WOLF, R. H. MILBURN, C. K. SINCLAIR, H. M. BINGHAM, W. B. FRETTER,  
W. R. GRAVES, K. C. MOFFEIT, W. J. PODOLSKY, M. S. RABIN,  
A. H. ROSENFELD, R. WINDMOLDERS;  
International Conference on Electron and Photon Interactions at  
High Energies, Abstr. 109 (1969).
- A23) M. L. BLACKMON, G. KRAMER, K. SCHILLING;  
Argonne National Laboratory Preprint (1969).
- A24) J. D. JACKSON, C. QUIGG;  
Phys. Lett. 29B, 236 (1969).
- A25) J. W. COOPER;  
Private Mitteilung.
- A26) E. J. MCGUIRE;  
Private Mitteilung.
- A27) K. ZEPPENFELD;  
Z. Physik 211, 391 (1968).
- A28) U. RÖSSLER;  
Phys. Rev. 184, 733 (1969).

Im Jahresbericht 1968 sind folgende Berichtigungen vorzunehmen:

DESY 68/34 - E. von GOELER, P. JOOS

P. JOOS "Quantum Electrodynamics at High Energies:  
Wide Angle Lepton Pair Production  
in Cargèse Lectures in Physics, Vol.2  
Gordon and Breach 1968.

Wissenschaftlicher Rat  
12-36 Mitglieder

Wissenschaftlicher  
Ausschuss

Verwaltungsrat je 2 Vertreter der  
Bundesrepublik Deutschland  
und der  
Freien und Hansestadt Hamburg

**DIREKTORIUM**  
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Jentsche  
Stellvertreter: Prof. Dr. Teucher  
Prof. Dr. Lehmann, Prof. Dr. Wölcher, Dr. Wüster

**STIFTUNGSVORSTAND**  
Prof. Dr. Jentsche, Prof. Dr. Teucher,  
Ul. Reg. Dr. Bergbau

D1 Angelegenheiten  
der Stiftungszwecke

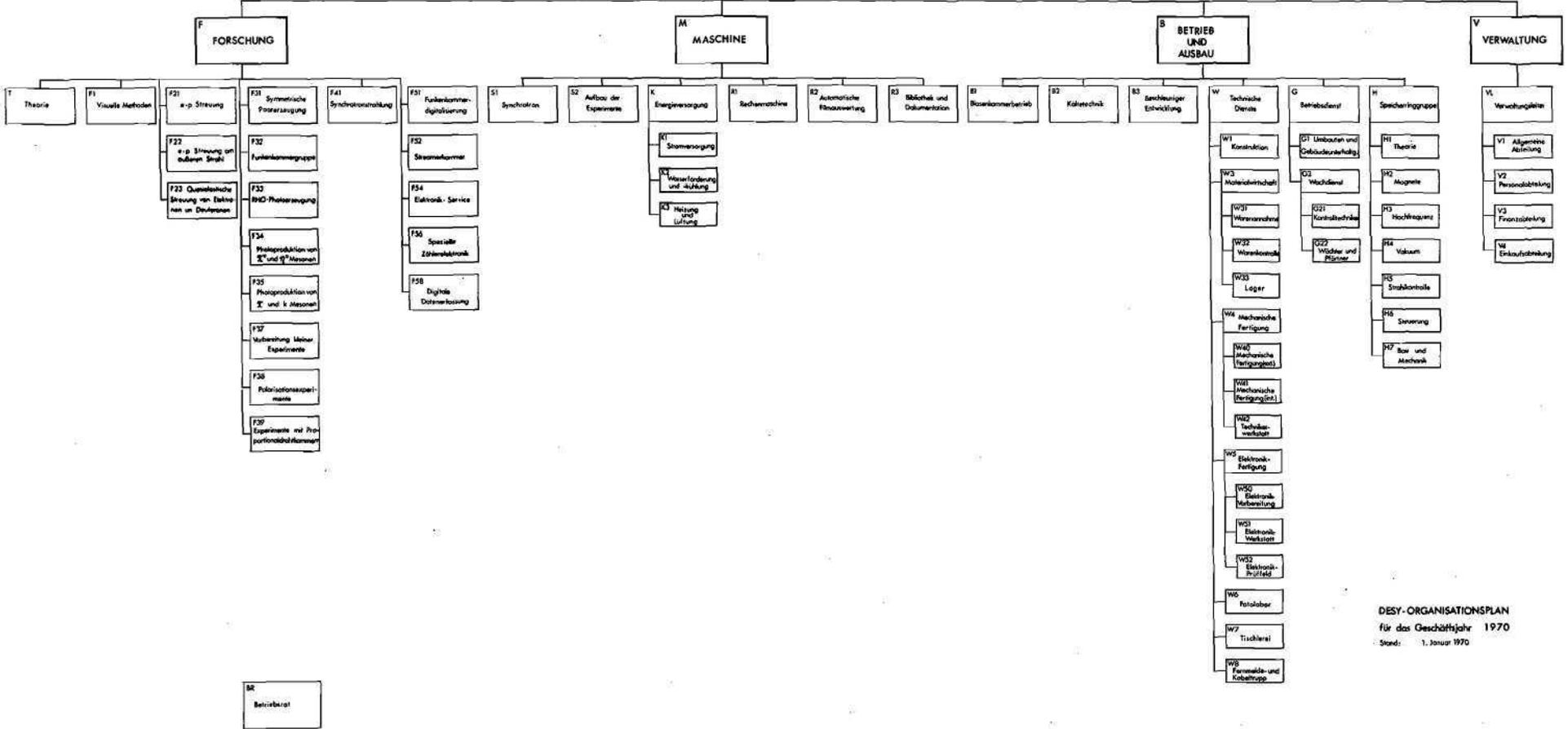
D2 Invenenzitäten

D3 Sachschutz

D4 Berichten  
und Tätigkeitsberichten

D5 Sicherheit

D6 Organisation



DESY-ORGANISATIONSPLAN  
für das Geschäftsjahr 1970  
Stand: 1. Januar 1970