

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles = Bulletin der Naturforschenden Gesellschaft Freiburg

**Herausgeber:** Société Fribourgeoise des Sciences Naturelles

**Band:** 59 (1969-1970)

**Heft:** 2: Rapport annuel = Jahresbericht

**Artikel:** Das neue schweizerische Kernforschungszentrum Villigen (SIN)

**Autor:** Schellenberg, L.

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-308462>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 28.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Das neue schweizerische Kernforschungszentrum Villigen (SIN)

von L. SCHELLENBERG

Physikalisches Institut, Universität Freiburg (Schweiz)

Das Schweizerische Institut für Nuklearforschung (SIN) ist verantwortlich für die Entwicklungsarbeiten, den Bau und Betrieb einer Forschungsanlage in Villigen, die mit einem 590 MeV Ringbeschleuniger für hohe Protonenströme (100 micro Ampère =  $10^{-4}$  Ampère) ausgerüstet sein wird, sowie den zugehörigen Einrichtungen für die experimentelle Forschung auf den Gebieten der Elementarteilchen und Kernphysik. Villigen liegt etwa 35 km nordwestlich von Zürich. Das Gelände des Institutes befindet sich am linken Aareufer gegenüber dem Eidgenössischen Institut für Reaktorforschung. Die Idee zum Bau dieser Anlage entsprang dem Willen der ETH und den Hochschulen der Schweiz neue und moderne Forschungsanlagen zu Verfügung zu stellen, die der in der Schweiz gut entwickelten Kernphysik gestatten soll, an der Front der Forschung mitzuwirken. Eine Konzentration der Mittel auf nationaler Ebene wurde als die einzige Möglichkeit erkannt diese Forderung zu erfüllen. Die Anlage soll Ende 1973 in Betrieb genommen werden.

Zur Beschleunigung der Protonen auf eine Energie von 590 Millionen Elektronenvolt (MeV) -  $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19}$  Wattsec - wird das Zyklotron-Prinzip benutzt. Bei diesem Maschinen Typus beschreiben die elektrisch geladenen Teilchen unter der Einwirkung eines magnetischen Feldes  $B$  Kreisbahnen, deren Radien von der Geschwindigkeit der Teilchen und der Stärke des Magnetfeldes abhängen. Die Umlauffrequenz der Teilchen berechnet sich zu

$$\omega = 2\pi f = eB/m$$

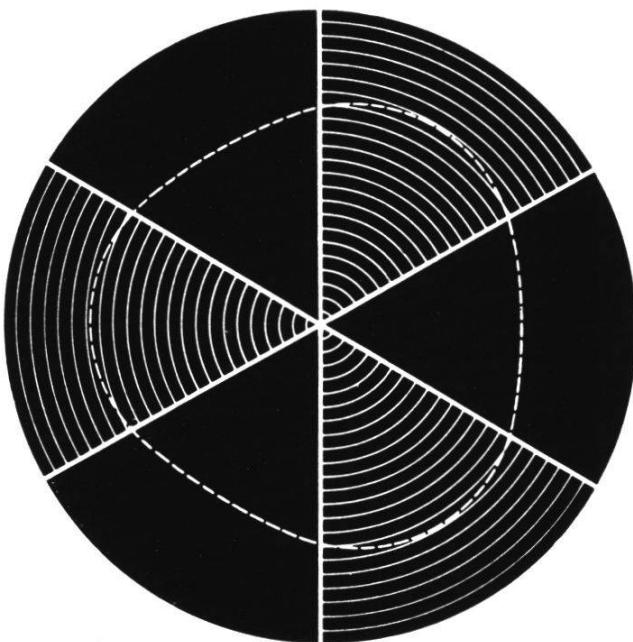


Fig. 1

wobei  $f$  die Frequenz,  $e$  die Ladung und  $m$  die Masse des Protons bedeuten. Die fundamentale Bedeutung dieser Zyklotrongleichung liegt in der Tatsache, daß die beiden auf das Proton bezogenen Parameter, nämlich seine Geschwindigkeit und sein Bahnradius, in der Gleichung nicht mehr enthalten sind. Das bedeutet, daß die Protonen auf Bahnen mit verschiedenen Radien mit konstanter Kreisfrequenz umlaufen. Die isochron umlaufenden Teilchen passieren alle zur gleichen Zeit eine Beschleunigungsstrecke. Dort erfahren sie bei jedem Durchgang einen beschleunigenden Impuls durch eine Wechselspannung konstanter Frequenz, die mit der Umlauffrequenz synchronisiert ist. Nach mehreren hundert Umläufen wird dann die gewünschte Teilchenenergie erhalten und das Teilchen aus der Maschine ausgelenkt und über ein Strahlführungssystem zu den Experimentierstationen geleitet.

Diese Methode findet ihre Begrenzung in der Massenzunahme der Protonen, die nach den Gesetzen der Relativitätsmechanik eintritt, wenn die Teilchen Geschwindigkeit mit der Lichtgeschwindigkeit  $c$  vergleichbar wird. Ein 500 MeV Proton hat z.B. bereits eine Geschwindigkeit von 0.7  $c$ , die eine relativistische Massenzunahme von 53 % bewirkt. Damit geht der Gleichtakt zwischen Zyklotronfrequenz und Beschleunigungs frequenz verloren. Aus unserer Zyklotrongleichung folgt, daß dieser Effekt kompensiert werden kann durch eine entsprechende Erhöhung des magnetischen Feldes  $B$  in radialer Richtung, so daß das Verhältnis  $B/m$  konstant bleibt. Ein solches nach außen zunehmendes Feld lenkt aber die Teilchen von der Sollbahn ab, hat also einen defokussierenden Effekt. Eine bereits im Jahre 1938 von Thomas veröffentlichte theoretische Arbeit zeigt, daß dieser defokussierende Effekt durch eine konstante Variation des Feldes in azimutaler Richtung kompensiert werden kann. Das Prinzip ist in Figur 1 dargestellt. Das Feld ist in verschiedene Sektoren mit starkem bzw. schwachem Magnetfeld unterteilt. In jedem der Sektoren nimmt das Feld nach außen zu. Die gestrichelt eingezeichnete Teilchenbahn weicht hier von der Kreisform ab. Die Krümmung ist in den Sektoren mit starkem Feld größer als in jenen mit schwachem Feld. Der Name Radialsektorzyklotron oder Spiralsektorzyklotron für diesen Typus von Beschleuniger bezieht sich auf die beschriebene Form des Feldes.

Dieses Prinzip wird bei der vom SIN entwickelten Beschleunigungsanlage angewandt. Die Beschleunigung erfolgt in zwei Stufen. In einem ersten Spiralsektorzyklotron, dem Injektorzyklotron, werden die Protonen auf eine Energie von 70 MeV beschleunigt und dann in den Ringbeschleuniger injiziert, der die Protonen auf die Endenergie von 590 MeV beschleunigt. In Figur 2 ist ein vereinfachter Grundriß der Anlage dargestellt. Beim Ringbeschleuniger, rechts in der Figur, sind die acht Magnetfeldsektoren und die als Hohlraumresonatoren ausgebildeten 4 Beschleunigungsstrecken zu erkennen. Der Durchmesser des Beschleunigers beträgt 13.5 m, seine Leistungsaufnahme (Magnete und Beschleunigungskavitäten) ca. 1 MW. Vom Injektorzyklotron geht ein zweiter Strahlführungskanal zu verschiedenen Meßstationen. Dieses Zyklotron kann während beschränkten Zeiten noch für Experimente in Niederenergiephysik mit verschiedenen Ionensorten variabler Energie eingesetzt werden.

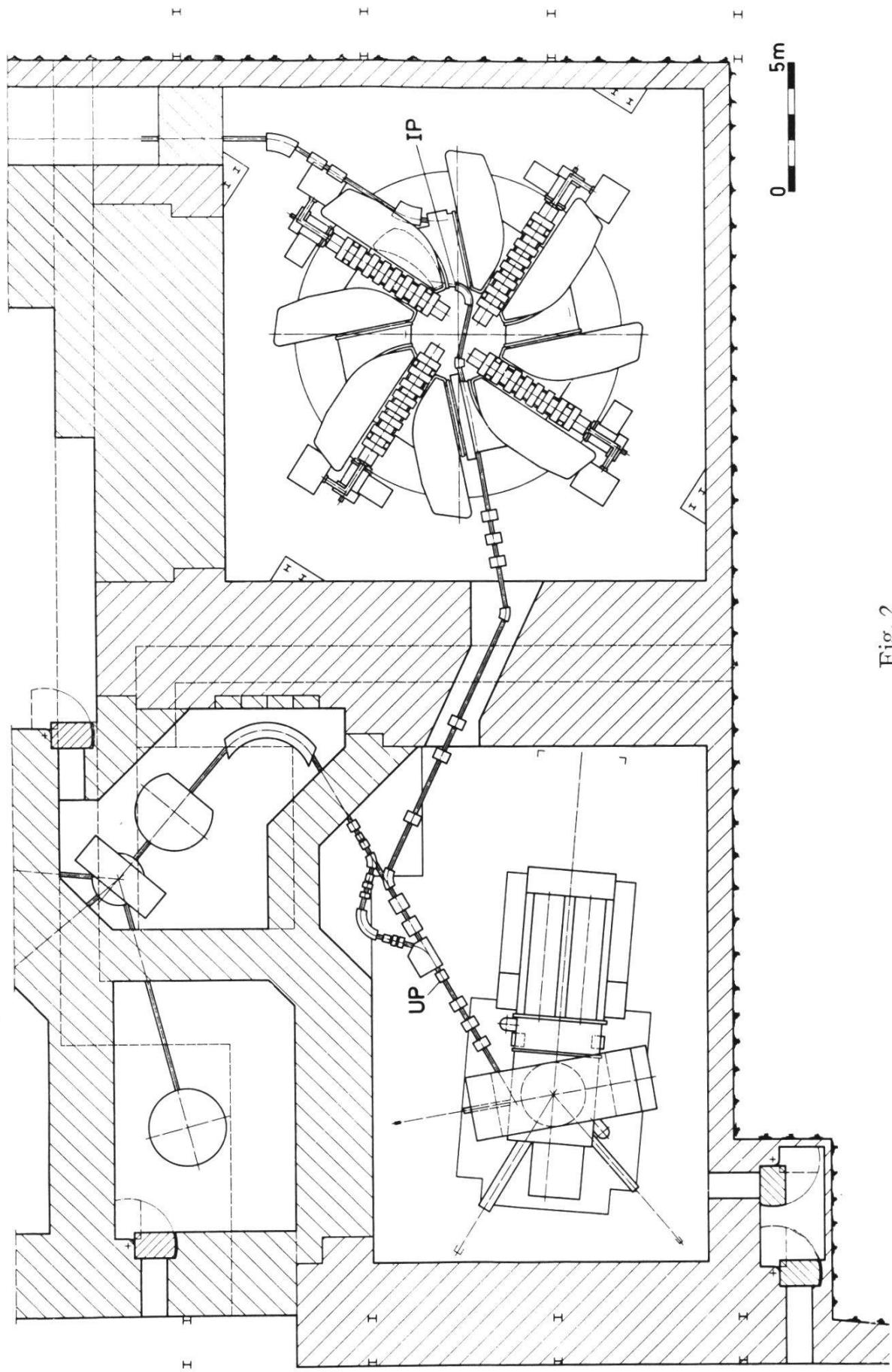


Fig. 2

Die in der Abteilung Physik untersuchten und vorzubereitenden Forschungsgebiete sind durch die von der Maschine erzeugten Teilchenstrahlen hoher Intensität gegeben. Besonders die Verwendung von  $\pi$  Mesonen und  $\mu$  Mesonen (Myonen), die in bisher unerreichter Intensität zur Verfügung stehen («Mesonenfabrik»), steht für Forschung und Anwendungen im Vordergrund. Ein uns interessierendes Gebiet ist das Studium der Wechselwirkung von Myonen mit Atomkernen. Das Myon ist ein Elementarteilchen, dessen Halbwertszeit  $2.2 \cdot 10^{-6}$  sec beträgt. Es hat die gleichen Eigenschaften wie ein Elektron, außer einer ca 207 mal größeren Masse. Das Myon wird gebildet beim Zerfall des  $\pi$ -Mesons, das seinerseits durch eine Reaktion des Protonenstrahles von 590 MeV mit Atomkernen erzeugt wird. Dieses Myon kann nun in der Atomhülle ein Elektron ersetzen. Wir erhalten damit ein myonisches Atom. Infolge der größeren Masse des Myons, verglichen mit der des Elektrons, werden die Bohrschen Radien entsprechend kleiner und die Energiedifferenzen zwischen den einzelnen Bahnen entsprechend größer. Es tritt eine starke gegenseitige Beeinflussung zwischen Kern und Myonbahnen auf, die es erlaubt, wesentliche Aussagen über die Kernstruktur zu erhalten durch die Messung der vom myonischen Atom ausgesandten  $\gamma$ -Strahlung.

Diese kurze Zusammenfassung ist nur sehr unvollständig. Es sei daher auf die angegebenen Referenzen verwiesen, die eine eingehende Darstellung der behandelten Themen geben.

#### *Referenzen:*

- S.I.N. Tätigkeitsbericht 1969, Schweizerisches Institut für Nuklearforschung, Neubrunnenstraße 85, Zürich.
- A. Brunner, das Projekt einer eidgenössischen Forschungsanlage für Hochenergie und Kernphysik. Neue Zürcher Zeitung, Beilage Technik, 28.6. 1967, Nr. 2817.
- C.S. Wu u. U.L. Wilets, Muonic atoms and nuclear structure, Annual Review of Science, Vol. 19, p. 527, 1969.