

**Zeitschrift:** Horizonte : Schweizer Forschungsmagazin  
**Herausgeber:** Schweizerischer Nationalfonds zur Förderung der Wissenschaftlichen  
Forschung  
**Band:** 26 (2014)  
**Heft:** 101

**Artikel:** Noch längst kein altes Eisen  
**Autor:** Koechlin, Simon  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-967988>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

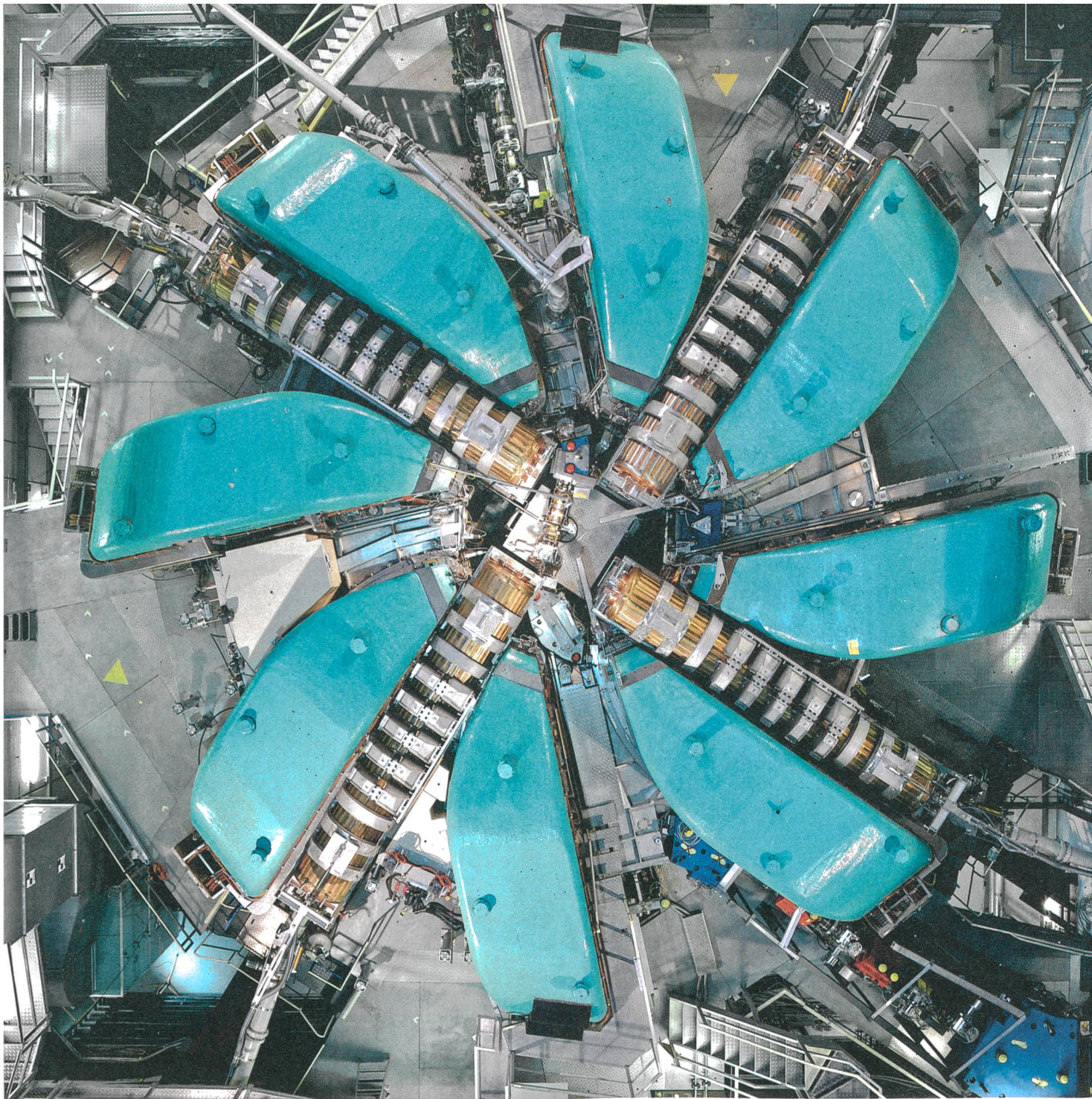
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 30.01.2025

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



Was hält die Welt zusammen? Das Ringzyklotron des PSI-Protonenbeschleunigers von oben. Bild: Paul-Scherrer-Institut, Markus Fischer

## Noch längst kein altes Eisen

Vor 40 Jahren bauten Ingenieure und Forscher am Paul-Scherrer-Institut (PSI) einen Protonenbeschleuniger. Noch heute gehört er zu den besten Forschungsanlagen auf dem Gebiet der Physik. Von *Simon Koechlin*

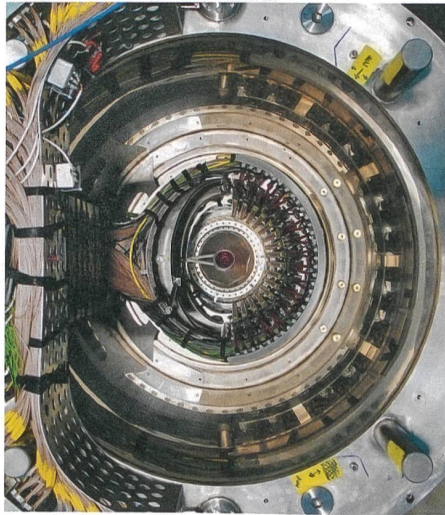
**W**er nicht wagt, der nicht gewinnt. Die Redensart gilt auch in der modernen Physik. In den 1960er Jahren wollte eine Gruppe um Jean-Pierre Blaser und Hans Willax von der ETH Zürich einen neuartigen Beschleuniger für Protonen bauen, die positiv geladenen Bestandteile jeden Atomkerns. Vierterorts stiess das Ansinnen auf Kopfschütteln. «Namhafte Physiker sagten: Das kann nicht funktionieren», erzählt Klaus Kirch, der Leiter des Labors für Teilchenphysik am Paul-Scherrer-Institut (PSI). Doch Blaser und Willax liessen sich nicht beirren: Der Protonenbeschleuniger wurde (mit einem Kredit von rund 100 Millionen Franken) trotzdem gebaut, ging vor 40 Jahren in Betrieb - und ist heute eine der erfolgreichsten Forschungsanlagen der Welt.

Das ist einerseits dem Mut und dem Ehrgeiz Blasers und Willax' zu verdanken, andererseits aber auch der kontinuierlichen Weiterentwicklung des Beschleunigers. Dessen Qualität liege darin, dass er nicht nur für die Teilchenphysik, sondern auch für viele andere Forschungsgebiete eingesetzt werden konnte, schreibt Andreas Pritzker im Buch «Geschichte des SIN», in dem er die Entwicklung des Protonenbeschleunigers am Schweizerischen Institut für Nuklearphysik (SIN), einem Vorläufer des PSI, nachzeichnet.

Gebaut wurde der Protonenbeschleuniger für die «Mittelenergiephysik». Ziel war es, so genannte Pionen zu erzeugen. «Diese Teilchen sind wichtig für den Zusammenhalt von Protonen und Neutronen im Atomkern», sagt Klaus Kirch. Um Pionen zu erzeugen und zu untersuchen, entnimmt man zuerst einer Wasserstoff-Gasflasche die Wasserstoffmoleküle und splittet sie auf; so entstehen Protonen. Diese werden dann durch drei Beschleuniger geschickt, am Schluss durch das so genannte Ringzyklotron. In diesem sorgen acht Magnete dafür, dass die im Kreis herumfliegenden Teilchen zwischen ihnen beschleunigt werden können. Diese zu Zeiten Blasers und Willax' revolutionäre Beschleunigerart benötige deutlich weniger Energie als Apparate, in denen Teilchen linear beschleunigt würden, sagt Kirch. «Punkto Effizienz ist der Protonenbeschleuniger des PSI wohl der beste der Welt.»

#### Fast verlustfreier Protonenstrahl

Insgesamt etwa 180 Mal durchlaufen die Protonen den Kreisbeschleuniger. Dann haben sie eine Geschwindigkeit von rund 80 Prozent der Lichtgeschwindigkeit erreicht und werden aus dem Beschleuniger



Wie Myonen zerfallen, weisen Physiker mit diesem Gerät nach. Bild: Paul-Scherrer-Institut, Malte Hildebrandt

«extrahiert», wie die Forscher sagen. Die Protonen werden zuerst auf so genannte Kohlenstoff-Targets geleitet. Bei dieser Kollision entstehen Pionen und Myonen, die schweren Brüder der Elektronen. Danach setzen sie ihren Weg fort zu einem Blei-Target, aus dem sie Neutronen schlagen. Kämen die Protonen mit einem anderen Material in Kontakt, würde dieses radioaktiv. Es sei eine Kunst, den Protonenstrahl ohne solche Verluste aus dem Beschleuniger zu leiten, sagt Kirch. Im Lauf der Jahre verbesserten die PSI-Physiker die Effizienz der Anlage immer mehr. Heute läuft sie so «sauber», dass 99,99 Prozent der beschleunigten Protonen tatsächlich für Experimente zur Verfügung stehen.

#### Verfeinertes Standardmodell

Mit einem Durchmesser von rund 15 Metern ist der Ringbeschleuniger ein eindrücklicher Brocken. Verglichen mit andern Grossanlagen in der Teilchenphysik nimmt er sich allerdings bescheiden aus - und zeigt, dass auch jenseits der gewaltigen Dimensionen von Teilchenbeschleunigern wie dem LHC am Cern in Genf gute Forschung möglich ist: Nur der Protonenbeschleuniger am PSI erzeugt so viele Myonen, dass die Suche nach bestimmten seltenen Zerfällen dieser Teilchen Ergebnisse liefern kann. «Die Resultate dieser Experimente sind fundamental», sagt Kirch. «Sie helfen, das Standardmodell der Elementarteilchenphysik zu testen und zu verfeinern.» Und nur am PSI gibt es Myonen, die langsam genug sind, dass man damit dünne Materialsichten untersuchen kann. Myonen werden dabei auf die Oberfläche eines Materials gebracht, zum Beispiel, um dessen magnetische Eigenschaften zu untersuchen. Wenn das Myon zerfällt, können die Forscher aus der «Flugrichtung» der Zerfallsteilchen auf die Magnetfelder im untersuchten Material schliessen. «Auch bei diesen Experimen-

ten geht es meist nicht unmittelbar um praktische Anwendungen, sondern werden Materialien untersucht, die vielleicht für Supraleiter oder für neue Speichermedien und Festplatten gebraucht werden können», sagt Kirch. Insgesamt benutzen jedes Jahr über 500 Forschende den Protonenbeschleuniger, um Experimente mit Myonen durchzuführen.

Ebenso viele Benutzer hat die Spallationsneutronenquelle SINQ, in der mit den Neutronen geforscht wird, die durch Protonen aus dem Blei herausgeschlagen wurden. Weil die Neutronen für die Experimente abgebremst werden müssen, befindet sich die ganze Apparatur in einem Tank voll schweren Wassers. Die Neutronen sind einzigartige Hilfsmittel, um magnetische Strukturen in Materialien zu untersuchen. Auch kann man mit ihrer Hilfe Bilder des Inneren von archäologischen Objekten erzeugen, ohne diese zerstören zu müssen. Sogar «Heilkraft» kommt aus dem Beschleuniger. Vor genau 30 Jahren fing man am PSI an, mit dem Protonenstrahl Patienten zu behandeln, die an bestimmten Krebsarten erkrankt sind. «Anfangs stammten die Protonen für diese Protonentherapie direkt aus dem Beschleuniger», sagt Kirch. Mit dem Erfolg der Therapie - bei den Augentumoren beträgt die Heilungsrate rund 98 Prozent - wuchsen auch die Ansprüche. Heute verfügt die Protonentherapie über einen eigenen Beschleuniger.

Am Protonenbeschleuniger beeindruckte ihn, dass er mehr denn je eine Forschungsanlage auf hohem Niveau sei, sagt Kirch. «Wie kann ein Gerät 40 Jahre alt sein und noch nicht zum alten Eisen gehören?» Dazu beigetragen habe das Forschungsumfeld in der Schweiz, das eine gewisse Kontinuität ermögliche. Das habe es motivierten Wissenschaftlern am PSI erlaubt, den Protonenbeschleuniger über die Jahre zu verbessern und auszubauen. Das neuste Beispiel ist die 2011 in Betrieb gegangene hochintensive Quelle ultrakalter Neutronen. Anpassungen und Verbesserungen wird es auch in den nächsten Jahren geben. Revolutionäre Umbauten sind zunächst nicht geplant. Vielmehr gehe es darum, die Anlage noch zuverlässiger zu machen, sagt Kirch. Damit der Protonenbeschleuniger auch für eine nächste Forschergeneration unverzichtbar bleibt.

Simon Koechlin ist Chefredaktor der «Tierwelt» und Wissenschaftsjournalist.

#### Literatur:

Andreas Pritzker: Geschichte des SIN. Munda-Verlag, Brugg 2013.