

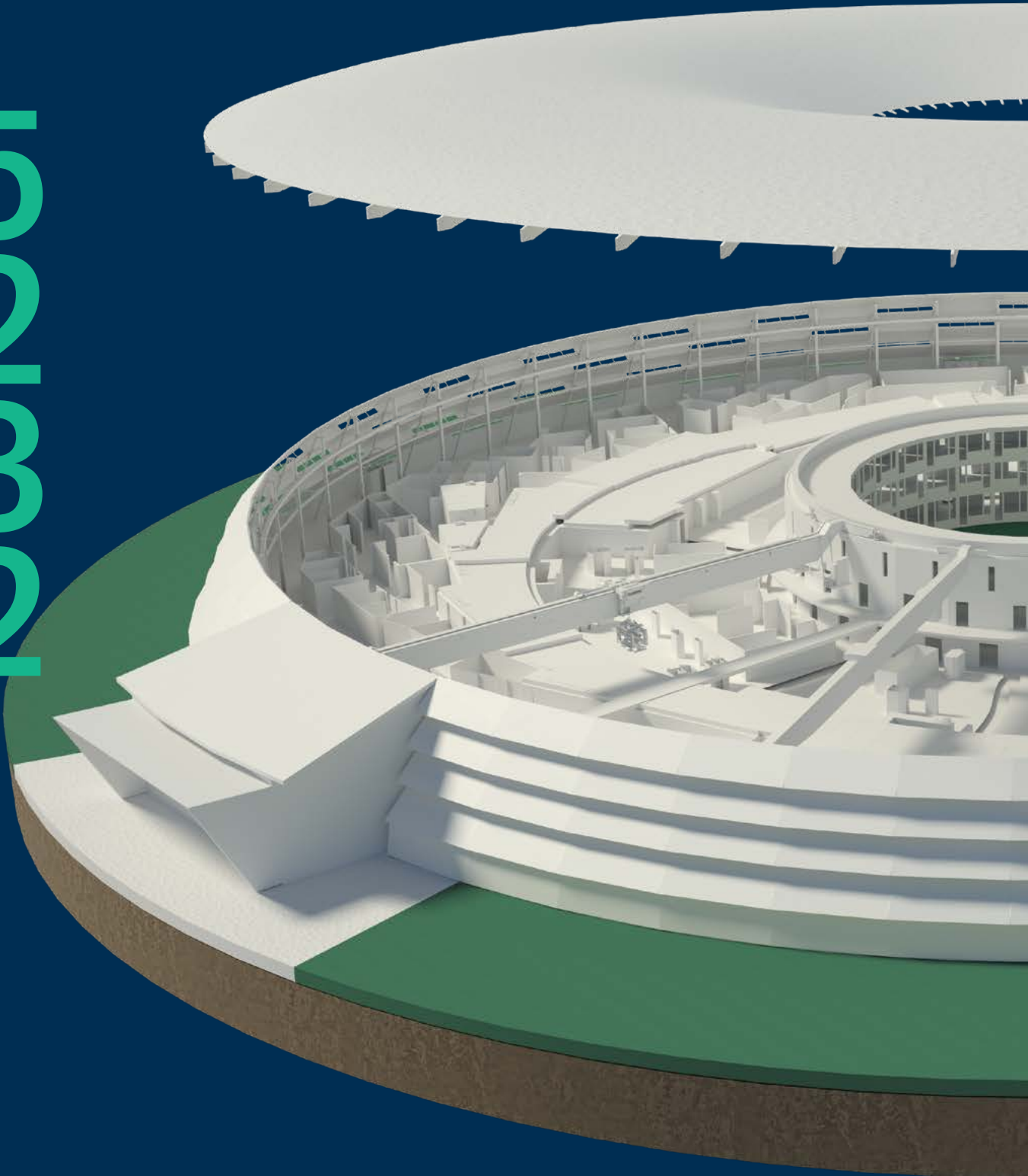
SCHWERPUNKTTHEMA

EINBLICKE IN 3-D

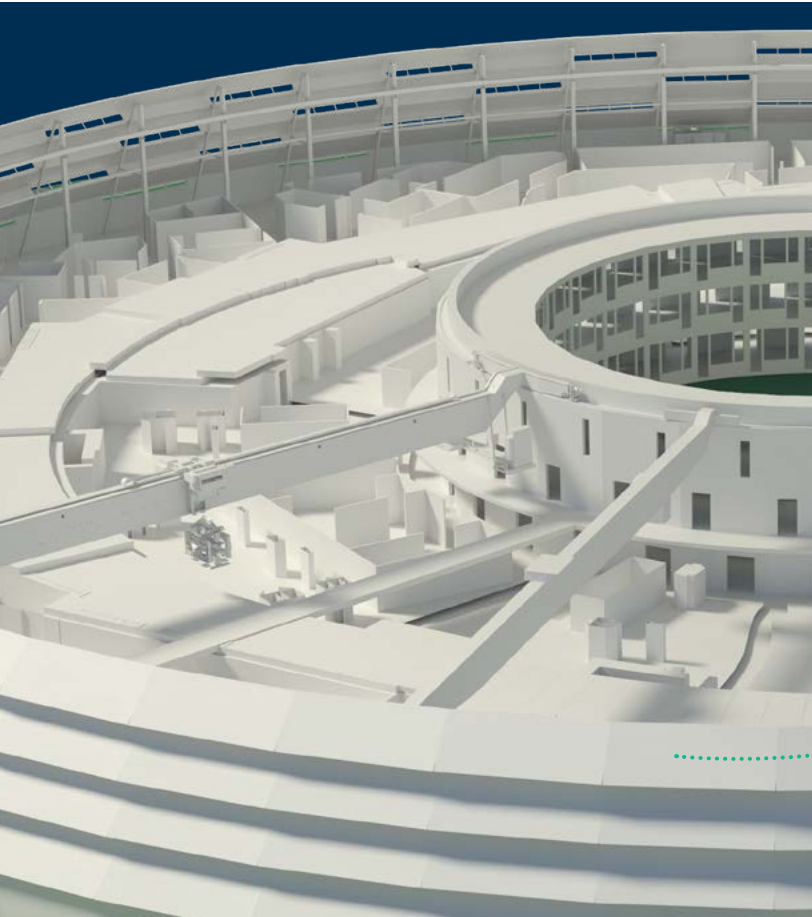
Das Magazin des Paul Scherrer Instituts

03 / 2021

2025



SCHWERPUNKTTHEMA: EINBLICKE IN 3-D



HINTERGRUND

Einblicke in 3-D

Zwei Grossforschungsanlagen am PSI produzieren intensives Röntgenlicht für die hochgenaue Untersuchung von Materialien, Proteinen und molekularen Prozessen: die kreisrunde SLS und der 740 Meter lange SwissFEL. Wir zeigen, welche Maschinen dieses besondere Röntgenlicht ermöglichen und wie Forschende es nutzen.

Seite 8

1

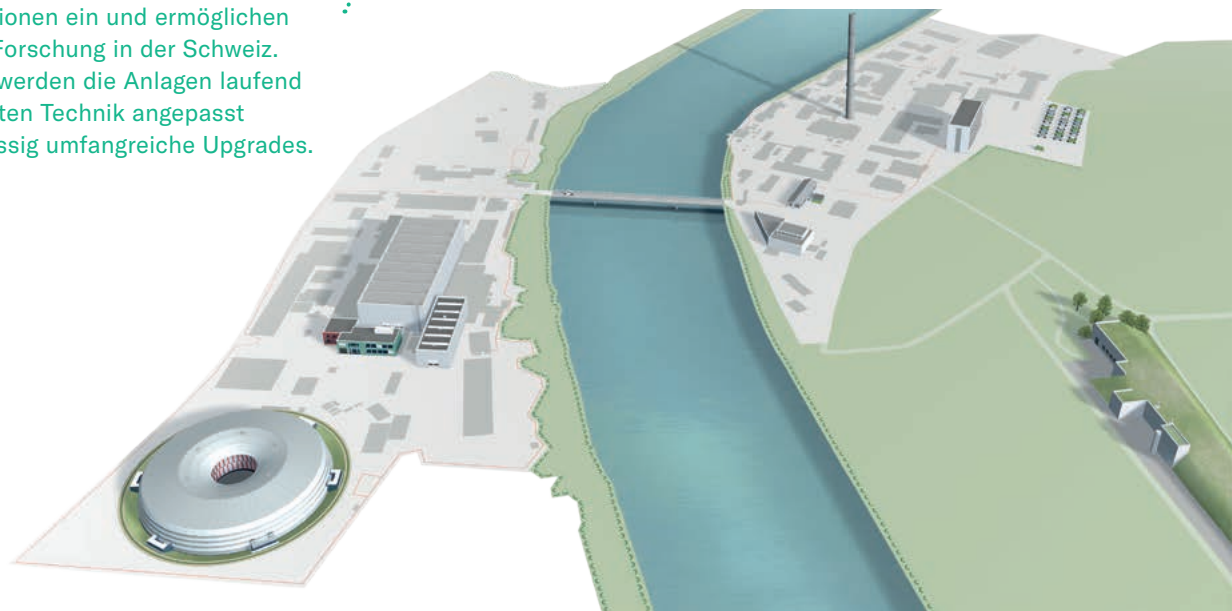
ZUKUNFTSPROJEKTE

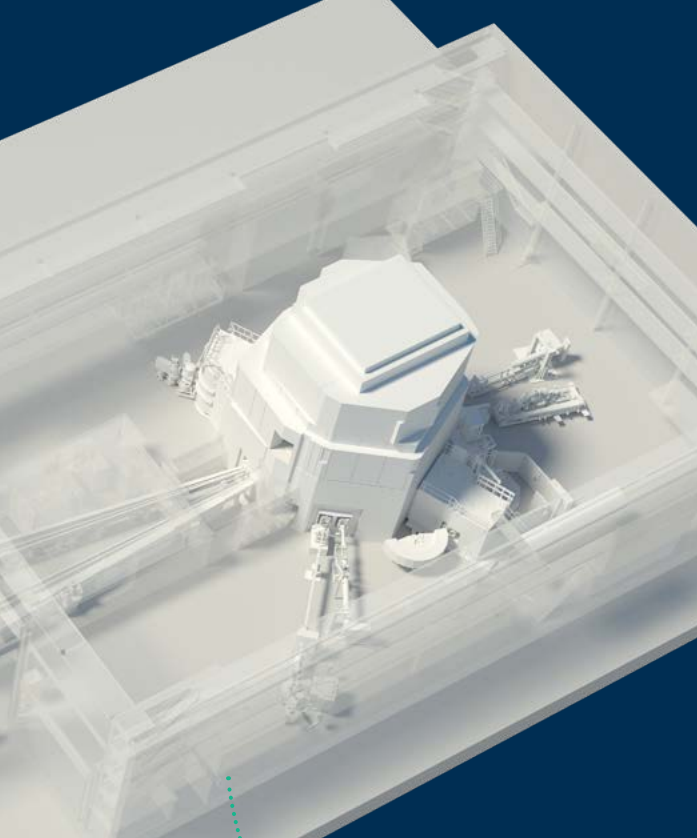
Upgrades für die Grossforschungsanlagen

Die Grossforschungsanlagen des PSI nehmen weltweit Spitzenpositionen ein und ermöglichen dadurch topaktuelle Forschung in der Schweiz. Damit dies so bleibt, werden die Anlagen laufend dem Stand der neuesten Technik angepasst und erhalten regelmässig umfangreiche Upgrades.

Seite 20

3





2

HINTERGRUND

Drei Anlagen dank Protonen

Die Protonenbeschleunigeranlage HIPA erzeugt einen weltweit einmaligen Protonenstrahl mit 1,4 Megawatt Leistung. Dieser beliefert die drei weiteren Grossforschungsanlagen des PSI: die CHRISP, an der Teilchenphysik betrieben wird, die μ S, an der mit Myonen geforscht wird, und die SINQ, wo Neutronen gewonnen und für die Forschung eingesetzt werden.

Seite 12

INHALT

NACHGEFRAGT	
Was machen Sie da, Herr Rüegg?	4
ALLTAG	
Spinnefeind	6
FORSCHUNG	
Friedlich vereint	7
1 SCHWERPUNKTTHEMA: EINBLICKE IN 3-D	8
2 HINTERGRUND Licht für die Forschung	9
3 HINTERGRUND Drei Anlagen dank Protonen	12
4 ZUKUNFTSPROJEKTE Upgrades für die Grossforschungsanlagen	20
IM BILD	
Modell und Wirklichkeit	21
IN DER SCHWEIZ	
Nachbar mit Unternehmergeist	22
Der Park Innovaare neben dem PSI expandiert und will Forschung und Industrie noch enger verzahnen.	
IN KÜRZE	
Aktuelles aus der PSI-Forschung	26
1 Für die Daten-Zukunft	
2 Ein Schweizer Quantencomputer	
3 Zellskelett als Ziel für neue Wirkstoffe	
4 Einmalig scharfer Röntgenblick	
GALERIE	
Was Protonen möglich machen	28
Am Zentrum für Protonentherapie werden jährlich Hunderte Tumorpatienten erfolgreich behandelt – die schonende Methode ermöglicht die Anwendung auch in kritischen Körperbereichen.	
ZUR PERSON	
Auf Gratwanderung	34
Thomas Mattle hat Physik studiert, am PSI promoviert und ist dann zu Forschung und Entwicklung übergegangen: Bei Geberit am Zürichsee ist er Leiter des Bereichs Technologie und Innovation.	
WIR ÜBER UNS	38
IMPRESSUM	40
AUSBLICK	41

Was machen Sie da, Herr Rüegg?

Das Paul Scherrer Institut ist darauf spezialisiert, Grossforschungsanlagen zu bauen, zu betreiben und für Forschung und Entwicklung einzusetzen. Auf seinem Areal in den Gemeinden Villigen und Würenlingen im Kanton Aargau befinden sich insgesamt fünf davon. Wozu diese Anlagen dienen und weshalb sie Forschenden aus aller Welt zur Verfügung stehen, erklärt Direktor Christian Rüegg.

Herr Rüegg, was ist eine Grossforschungsanlage und wofür braucht man sie?

Oh, das ist ja fast eine philosophische Frage! Nun, historisch haben Menschen natürlich zunächst Nahliegendes erforscht; also Alltagsphänomene und Dinge, Lebewesen oder Strukturen, die unseren Sinnen recht direkt zugänglich sind. Heutzutage aber wollen wir Moleküle, Atome oder noch kleinere Bausteine untersuchen, aus denen unsere Welt zusammengesetzt ist. Und um diese besonders kleinen Strukturen zu erforschen, braucht es besonders grosse, komplexe Anlagen. Eben das sind die Grossforschungsanlagen, die wir hier betreiben. Mit ihrer Hilfe erzeugen wir beispielsweise hochintensives Röntgenlicht oder extrem kurzlebige Zustände, die man im genau richtigen Moment messen muss. Das Wissen, das wir dadurch erlangen, hilft uns wiederum, neue Medikamente und Therapien für die Medizin oder innovative Produktionsverfahren und Materialien für die Industrie zu entwickeln.

Nun hat das PSI nicht nur eine Grossforschungsanlage, sondern sogar fünf – ist das nicht übertrieben?

Jede Grossforschungsanlage auf der Welt wird mit einem spezifischen Ziel gebaut. Das gilt auch für unsere fünf Anlagen: die SLS, der SwissFEL, die SpS, CHRISP und die SINQ. Der Stand der Forschung hat einen Detailgrad und eine Spezialisierung erreicht, bei der jedes Messergebnis ein Puzzlestück an Information für das grosse Ganze liefert. Dazu tragen wir mit unseren Anlagen bei. Es braucht viele Untersuchungen mit verschiedenen Methoden, die sich gegenseitig ergänzen. So machen wir weiter Fortschritte in der Forschung und auch in der Entwicklung neuer Technologien und immer besserer Verfahren.

Einmalig ist am PSI ausserdem das Ensemble unserer fünf Grossforschungsanlagen. Diese Kombination gibt es sonst nirgendwo auf der Welt. Auch damit stärken wir die internationale Wettbewerbs- und die Kooperationsfähigkeit der Schweiz.

Es können also auch Forschende anderer Institute und Universitäten diese Anlagen nutzen?

Ganz richtig. 70 Prozent der Messzeit wird an die Forschenden mit den besten Ideen vergeben; der Rest steht für die Zusammenarbeit mit der Industrie, für die Lehre und für technische Weiterentwicklungen zur Verfügung. Die PSI-Forschenden führen hier ihre eigenen Experimente durch und sie stehen zudem externen Forschenden zur Seite, die mit ihren Proben und wissenschaftlichen Fragestellungen zu uns kommen. Das sind Forschende aus der Schweiz, aber auch aus dem Rest der Welt. Dafür müssen sie sich zunächst um Messzeit bewerben. Dabei zeigt sich besonders deutlich, wie nachgefragt unsere Grossforschungsanlagen sind. Für manche Stationen haben wir eine vielfach grössere Nachfrage nach Messzeit, als wir zeitlich an Kapazität bieten können. Unabhängige Experten wählen dann nach Exzellenz aus. Unsere Grossforschungsanlagen stehen also wirklich für hochkarätige Wissenschaft.



Spinnefeind

Öl und Wasser mischen sich nicht. Das weiss jeder, der regelmässig Salatsossen zaubert: Auch wenn man Öl und Essig noch so gut miteinander verrührt, trennen sich die beiden Flüssigkeiten nach einer gewissen Zeit wieder voneinander und das Öl schwimmt als schimmernde Schicht oben auf.

Essig ist eine wässrige Flüssigkeit, besteht also zum grössten Teil aus Wassermolekülen, Formel H_2O . Ein Teil der Wassermoleküle (der Sauerstoff) ist negativ geladen, der andere Teil positiv (der Wasserstoff). Aufgrund dieser Ladungen ziehen sich die einzelnen Wassermoleküle gegenseitig an und möchten sich miteinander umgeben. Dabei schliessen sie das Öl buchstäblich aus. Denn Fettmoleküle haben weder positiv noch negativ geladene Stellen, man nennt sie «unpolar». Sie können sich schlichtweg nicht mit Wasser mischen. Weil Öl leichter und weniger dicht ist, schwimmt es oben auf dem Wasser.

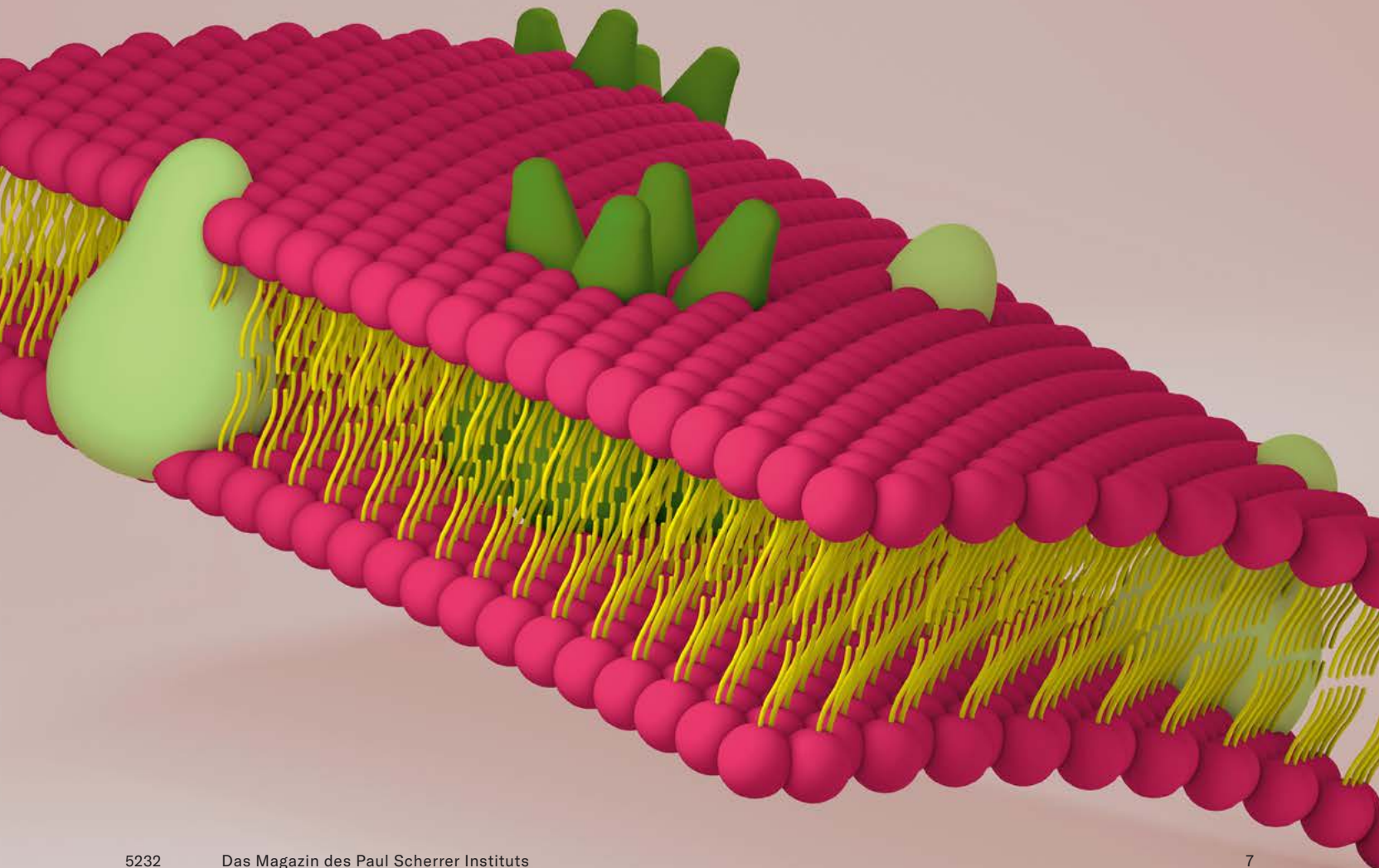
Möchte man die beiden Flüssigkeiten miteinander mischen, braucht man Emulgatoren: Substanzen mit sowohl geladenen als auch unpolaren Stellen in ihrem Molekülgerüst. Seife etwa: Sie kann auf molekularer Ebene sowohl mit dem Wasser als auch mit dem Öl wechselwirken und vereint die beiden so miteinander. Bei der Salatsosse hilft hingegen kräftiges Schütteln – und vor dem Servieren nicht zu lange zu warten.

Friedlich vereint

Membranen umgeben als ausgeklügelte Barrieren alle unsere Körperzellen. Sie trennen quasi das Unbelebte vom Lebendigen – ohne sie wäre kein Leben möglich. Biologische Membranen bestehen aus Molekülen, die sowohl Fett als auch Wasser lieben und an Streichhölzer erinnern: Der lange, gerade Teil ist unpolar und ein typischer Fettbestandteil, das «Köpfchen», hingegen ist teilweise geladen. In der Membran ordnen sich die Moleküle so an, dass der wasserliebende Teil in Richtung der Membranoberflächen schaut, der fettliebende Teil ins Innere.

Die Zellmembranen dienen aber nicht nur als Hülle: Sie sind auch Basis für vielfältige Lebensvorgänge. In ihnen sind nämlich wichtige Zellbausteine verankert, etwa Proteine. Am PSI untersuchen Forschende solche Proteine, die in Zellmembranen eingelagert sind (in der Grafik grün). Membranproteine befördern beispielsweise Substanzen ins Innere der Zelle oder binden Hormone und vermitteln so Nachrichten an die Zelle. Damit erfüllen sie lebensnotwendige Aufgaben im Körper.

Um die Proteine und ihre Funktion zu verstehen, untersuchen die PSI-Forschenden sie unter anderem direkt in ihrer natürlichen Umgebung. Auch beobachten sie Interaktionen innerhalb der Membran, etwa mit anderen eingelagerten Proteinen. Dieses Wissen hilft bei der Entwicklung von Medikamenten, auch gegen Covid-19.



Einblicke in 3-D

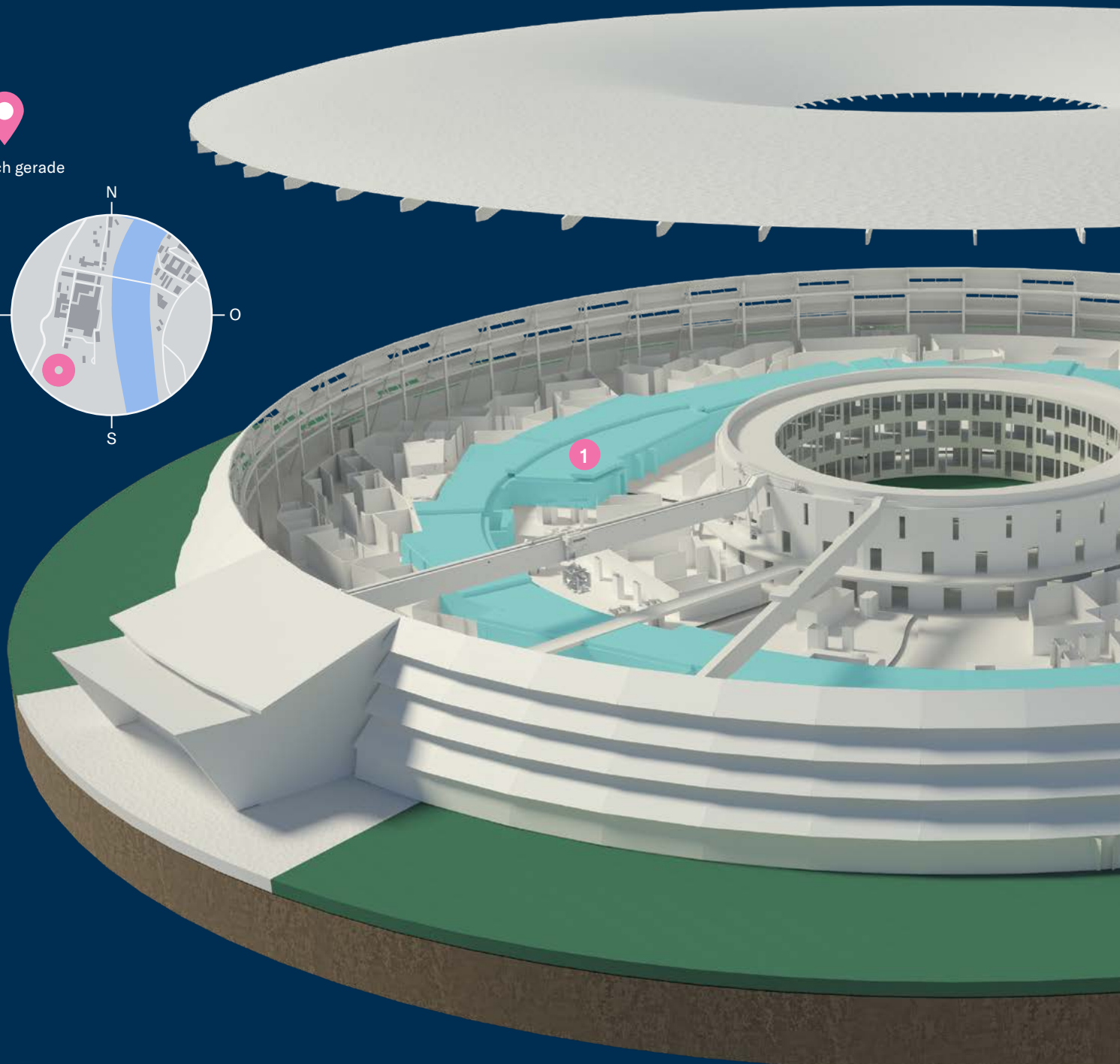
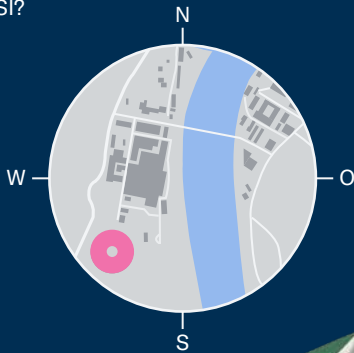
Eine Synchrotronlichtquelle, ein Freie-Elektronen-Röntgenlaser, die weltweit intensivste Protonenquelle, jeweils einzigartige Myonen- und Neutronenquellen – dass eine Institution gleichzeitig solche verschiedenen Grossforschungsanlagen betreibt, ist einmalig.

Texte: Laura Hennemann

3-D-Visualisierungen: Mahir Dzambegovic

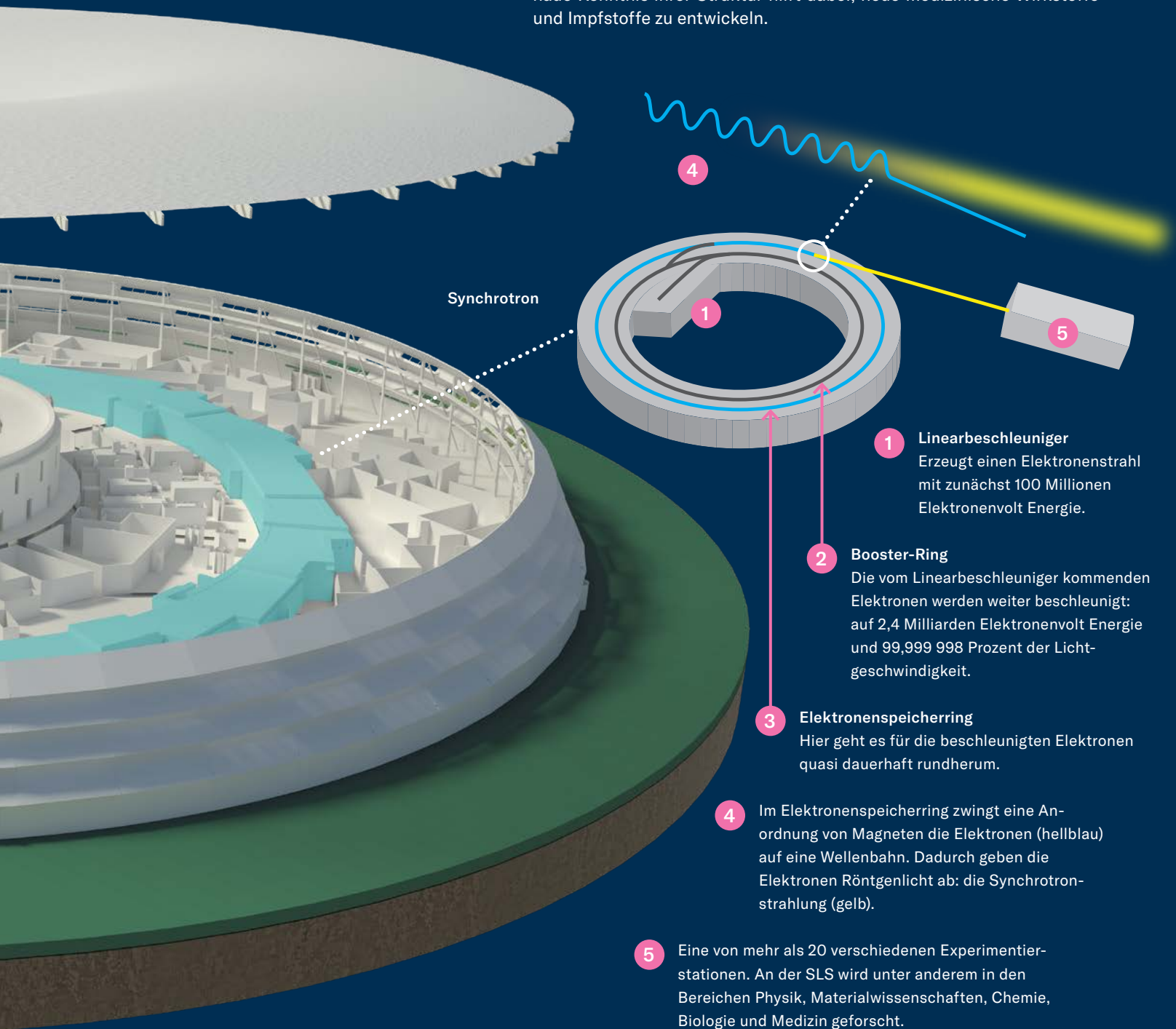


Wo bin ich gerade am PSI?



Die Synchrotron Lichtquelle Schweiz SLS

An der SLS wird mittels beschleunigter Elektronen Röntgenlicht erzeugt. Sie ging 2001 in Betrieb und wird unter dem Projektnamen SLS 2.0 von 2021 bis 2024 ein Upgrade für noch intensiveres Röntgenlicht erhalten. An den mehr als 20 Experimentierstationen der Anlage nutzen Forschende diese hochenergetische Strahlung jeweils sehr unterschiedlich: etwa um die elektronischen oder magnetischen Eigenschaften von Materialien zu untersuchen, die für die nächste Generation elektronischer Geräte nützlich sein können oder um zerstörungsfrei 3-D-Aufnahmen mit einer Auflösung von wenigen Nanometern zu machen. An anderen Experimentierplätzen werden Proteine erforscht, die Bausteine des Lebens. Die genaue Kenntnis ihrer Struktur hilft dabei, neue medizinische Wirkstoffe und Impfstoffe zu entwickeln.



Der Schweizer Freie-Elektronen-Röntgenlaser SwissFEL

Die Abkürzung FEL steht für Freie-Elektronen-Röntgenlaser. Am SwissFEL entsteht – ähnlich wie an der SLS – besonderes Röntgenlicht für Experimente. Auch hier sind es Elektronen, die dieses Licht aussenden. Allerdings werden in dem 740 Meter langen SwissFEL-Gebäude die Elektronen auf gerader Strecke beschleunigt. Zudem erzeugt der SwissFEL kein kontinuierliches Röntgenlicht, sondern dicht aufeinanderfolgende, kurze und dafür hochintensive Lichtpulse. Diese beleuchten die Proben wie ein enorm schnelles Stroboskop. Das ermöglicht es, extrem schnelle Vorgänge in winzigen Bausteinen der Materie abzubilden. Der SwissFEL ist damit zugleich hochauflösendes Mikroskop und Filmstudio für ultraschnelle Prozesse.



1 Elektronenquelle

Aus einer Halbleiterschicht werden Elektronen ausgeschlagen und sofort beschleunigt; schon innerhalb der ersten Zentimeter ihres freien Flugs gelangen die Elektronen beinahe auf Lichtgeschwindigkeit.

2 Linearbeschleuniger

Auf einer Strecke von insgesamt mehr als 300 Metern verleihen elektrische Felder den Elektronen noch mehr Bewegungsenergie.

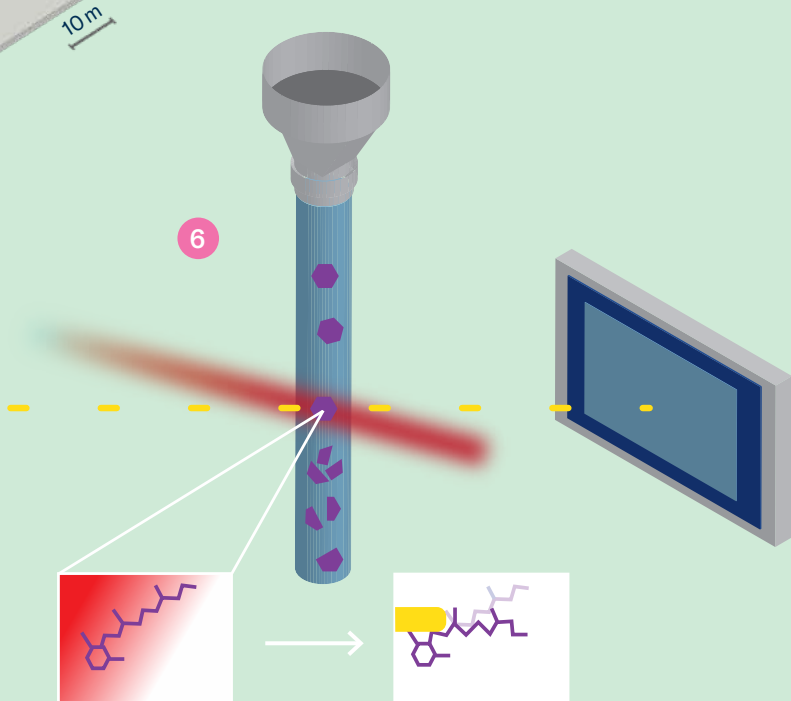
3 Undulatoren

Eine hochpräzise Anordnung von Magneten zwingt die Elektronen, Röntgenlichtpulse auszusenden.

4 Experimentierstationen der Strahllinie Athos
 Die Strahllinie Athos erzeugt sogenannte weiche Röntgenstrahlung. Diese nutzen Forschende an den beiden Experimentierstationen Furka und Maloja, um beispielsweise chemische Prozesse, Katalysatoren und Biomoleküle zu untersuchen oder um bestimmte Festkörpereigenschaften neuer Materialien zu vermessen.

5 Experimentierstationen der Strahllinie Aramis
 Aramis liefert mittelharte («tender») sowie harte Röntgenstrahlung. An den Experimentierstationen Alvra, Bernina und demnächst Cristallina lassen sich damit ultraschnelle Prozesse sichtbar machen. Dazu zählen Vorgänge in biologischen Molekülen und chemische Prozesse in Katalysatoren oder Photovoltaik ebenso wie Veränderungen der elektronischen Eigenschaften in Festkörpern und quantentechnologischen Materialien.

6 Am SwissFEL lassen sich ultraschnelle Verformungen in biologischen Molekülen gewissermassen filmen. Dafür nutzen Forschende eine Methode namens «zeitaufgelöste serielle Kristallografie». Hierfür werden zunächst aus biologischen Molekülen – den Proteinen – viele winzige Kristalle gezüchtet. Die Kristalle schwimmen in einer Trägerflüssigkeit. Diese fliesst so durch eine Apparatur, dass erst ein Lichtpuls eines gewöhnlichen Lasers (rot) und dann ein Röntgenlichtpuls des SwissFEL (gelb) die Kristalle treffen können. Das Laserlicht versetzt das Protein in einen anderen Zustand: Ein Teil des Proteins verformt sich blitzschnell und nimmt dabei verschiedene Zwischenstadien ein. Diese teilweise sehr kurzlebigen Zustände werden von den Röntgenpulsen des SwissFEL registriert. Die Messung zerstört zwar den einzelnen Kristall. Viele Messungen an jeweils neuen Kristallen lassen sich jedoch wie im Daumenkino zu einem Film zusammensetzen.



HIPA und die Experimentierhalle – Ein Protonenbeschleuniger für drei Gross- forschungsanlagen

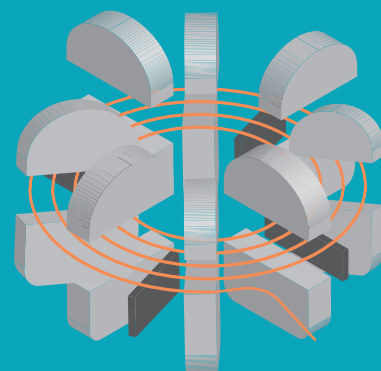
Der Startpunkt für gleich drei Grossforschungsanlagen des PSI ist die Protonenbeschleunigeranlage HIPA – «High Intensity Proton Accelerator». Sie ging bereits 1974 und damit 14 Jahre vor der Gründung des PSI an einem seiner beiden Vorgängerinstitute in Betrieb. HIPA diente schon damals der Forschung und zudem als Beschleuniger für die Tumorbehandlung am Zentrum für Protonentherapie ZPT; inzwischen hat das ZPT jedoch mit COMET einen eigenen Protonenbeschleuniger.

HIPA liefert heute mit 1,4 Megawatt einen der leistungsstärksten Protonenstrahlen weltweit. Dieser bedient die Grossforschungsanlagen SpS, CHRISP und SINQ (siehe kommende Seiten).

Die auf dieser Seite gezeigten Anlagen nehmen zusammen eine Fläche von rund 7000 Quadratmetern ein.

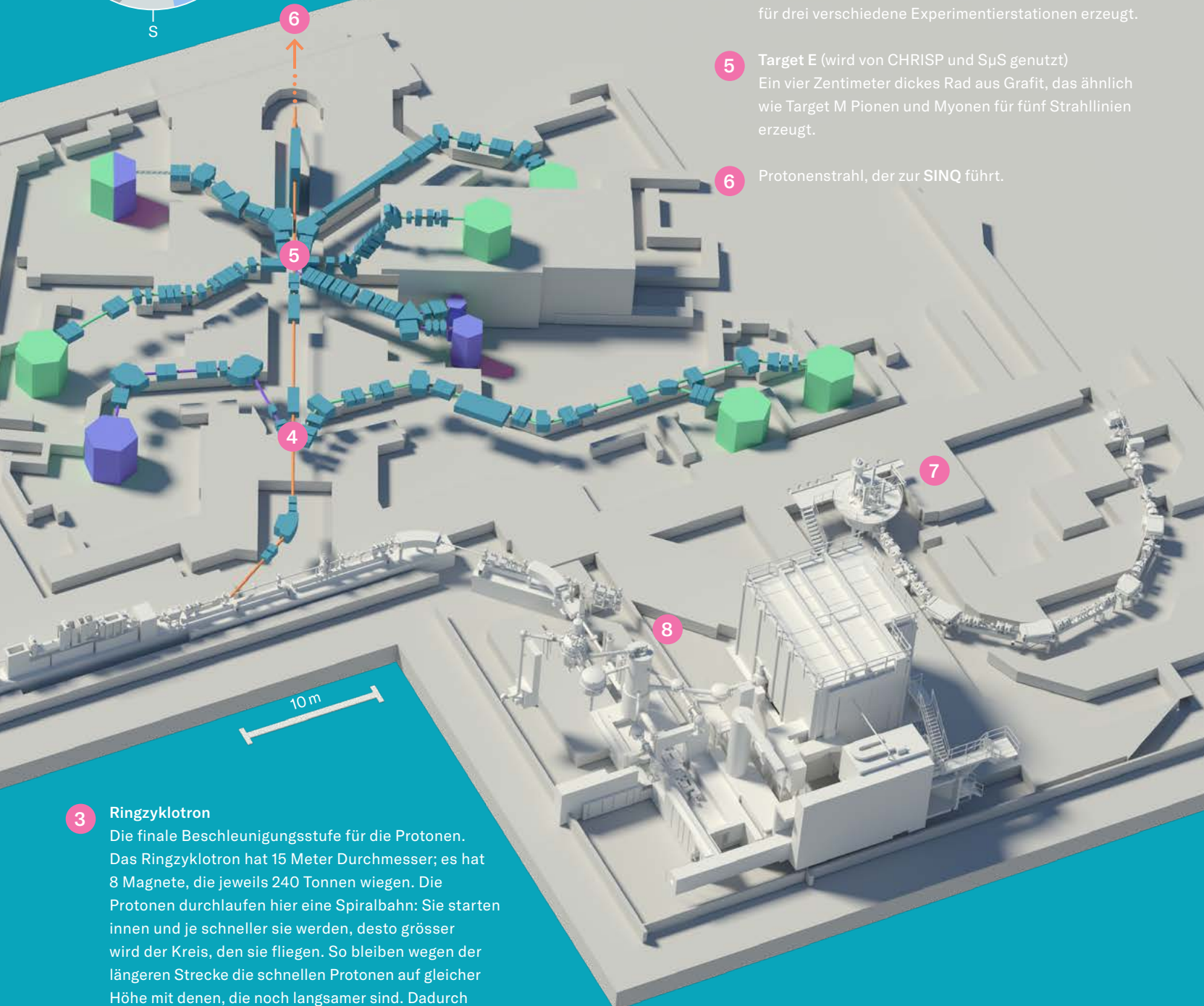
1 Cockcroft-Walton
Protonenquelle, liefert Protonen mit einer
Energie von 870 000 Elektronenvolt.

2 Injektor-2
Ein Zyklotron mit vier Magneten, das die Protonen von
870 000 Elektronenvolt auf 72 Millionen Elektronen-
volt beschleunigt. Die «2» im Namen kommt daher, dass
es früher in der Anlage auch einen Injektor-1 gab.





Wo bin ich gerade am PSI?



4 Target M (wird von CHRISP und S μ S genutzt)
Ein fünf Millimeter dünnes Rad aus Grafit, das mit Protonen aus HIPA beschossen wird und dadurch kurzlebige Teilchen namens Pionen und Myonen für drei verschiedene Experimentierstationen erzeugt.

5 Target E (wird von CHRISP und S μ S genutzt)
Ein vier Zentimeter dickes Rad aus Grafit, das ähnlich wie Target M Pionen und Myonen für fünf Strahllinien erzeugt.

6 Protonenstrahl, der zur SINQ führt.

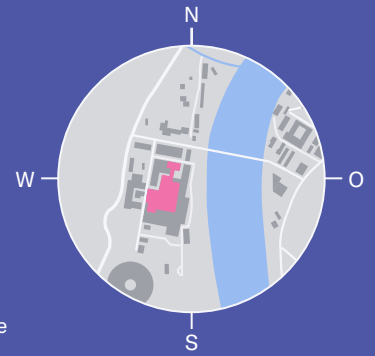
3 Ringzyklotron
Die finale Beschleunigungsstufe für die Protonen. Das Ringzyklotron hat 15 Meter Durchmesser; es hat 8 Magnete, die jeweils 240 Tonnen wiegen. Die Protonen durchlaufen hier eine Spiralbahn: Sie starten innen und je schneller sie werden, desto grösser wird der Kreis, den sie fliegen. So bleiben wegen der längeren Strecke die schnellen Protonen auf gleicher Höhe mit denen, die noch langsamer sind. Dadurch können alle Teilchen im gleichen Takt weiter und weiter beschleunigt werden. Am Ende haben die Protonen nach über 180 Umläufen eine Energie von 590 Millionen Elektronenvolt und sind auf 79 Prozent der Lichtgeschwindigkeit beschleunigt.

7 Protonenbeschleuniger COMET
(siehe nächste Doppelseite)

8 Ultrakalte Neutronenquelle UCN
(siehe nächste Doppelseite)

Die Schweizer Forschungsinfrastruktur für Teilchenphysik CHRISP

An der Grossforschungsanlage CHRISP geht es um die winzigen, grundlegenden Bausteine der Welt: Hier wird Teilchenphysik betrieben. CHRISP steht für «Swiss Research InfraStructure for Particle Physics». Forschende untersuchen unter anderem Protonen und Neutronen, also die beiden Teilchensorten, aus denen Atomkerne bestehen. Mithilfe von Myonen wird hier der Durchmesser des Protons immer genauer bestimmt. Ein anderes Langzeitexperiment an der Ultrakalten Neutronenquelle soll herausfinden, ob das Neutron ein messbares elektrisches Dipolmoment besitzt oder nicht. Mit solchen Messungen testen Forschende fundamentale physikalische Theorien und bestimmen Naturkonstanten so exakt wie möglich.



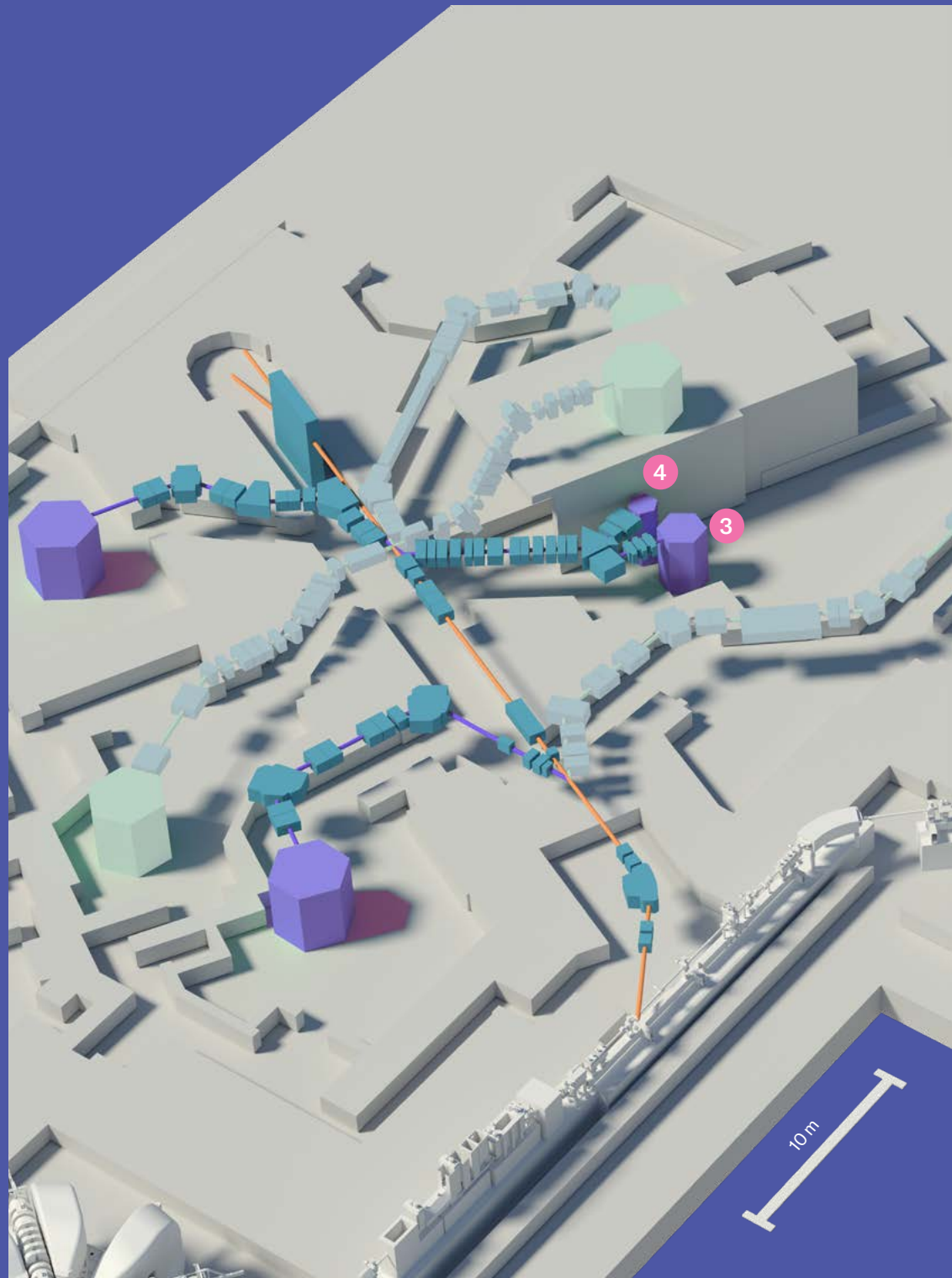
Wo bin ich gerade am PSI?

1 n2EDM-Experiment

Hier findet ein Langzeitexperiment zum elektrischen Dipolmoment des Neutrons statt. Dafür werden die Teilchen der Ultrakalten Neutronenquelle UCN genutzt. Diese kann pro Sekunde knapp eine Milliarde ultrakalte – also für freie Teilchen sehr langsame – Neutronen erzeugen.

2 Protonenbestrahlungsanlage PIF

Hier werden Materialtests durchgeführt, beispielsweise werden Elektronikkomponenten der Raumfahrt mit Protonen beschossen, was den Teilchenbeschuss im Weltall simuliert. Diese Experimente an PIF finden nachts und am Wochenende statt, denn die Protonen werden von COMET geliefert. COMET ging 2007 in Betrieb und dient hauptsächlich der medizinischen Tumorbehandlung am Zentrum für Protonentherapie.



3 MEG-II-Experiment

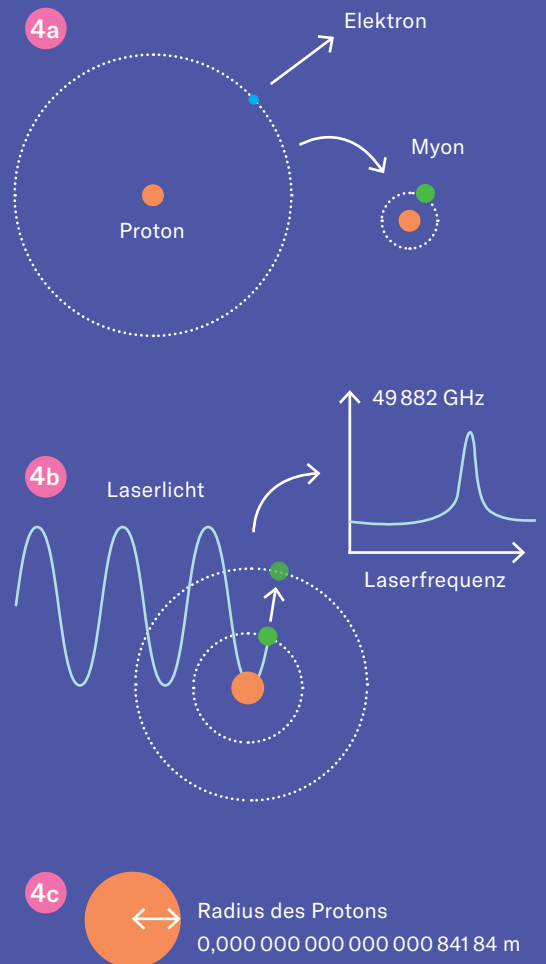
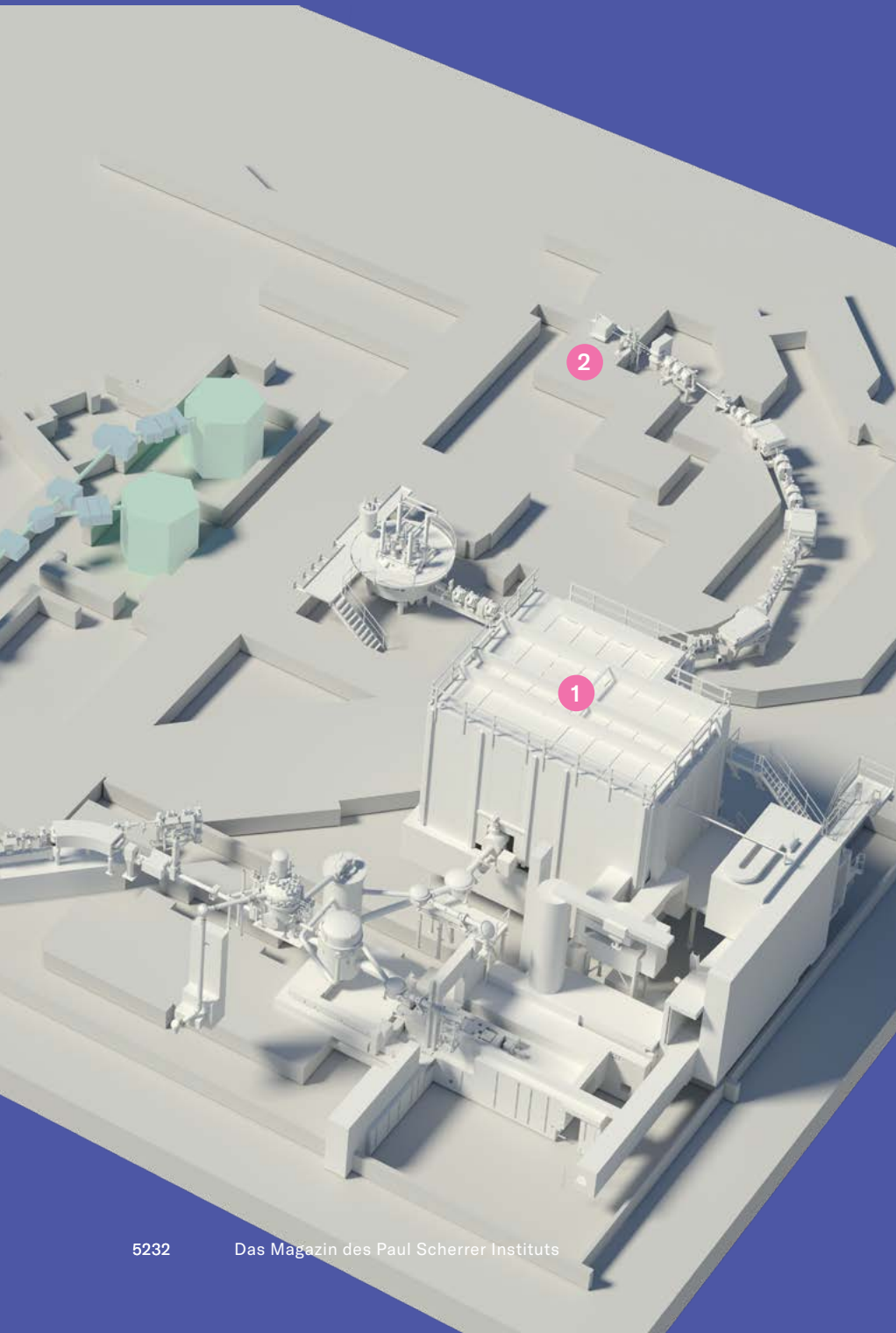
Hier suchen Forschende nach einem bestimmten Zerfallsprozess des Myons in andere Teilchen. Einigen theoretischen Modellen zufolge ist er praktisch verboten, laut anderen aber sollte er möglich sein. Das Experiment soll herausfinden, wie unwahrscheinlich genau dieser Zerfall ist, und somit helfen, zu entscheiden, welche der konkurrierenden physikalischen Theorien richtig ist.

4 Messung des Protonenradius mit Myonen

a Um das Proton zu vermessen, greifen Forschende zu Wasserstoff-Atomen. Bei diesen besteht der Atomkern nur aus einem Proton. Die Forschenden feuern Myonen auf die Wasserstoffatome und können das Elektron des Atoms durch ein Myon ersetzen. Weil das Myon rund zweihundert Mal schwerer ist als das Elektron, rückt es viel näher an den Atomkern heran.

b Als nächstes schießen die Forschenden Laserpulse auf diesen myonischen Wasserstoff. Hat das Laserlicht die richtige Frequenz – die sogenannte Resonanzfrequenz –, befördert es das Myon in einen höheren Energiezustand weiter weg vom Kern.

c Aus der ermittelten Resonanzfrequenz können die Forschenden den Ladungsradius – also den halben Durchmesser – des Protons berechnen.

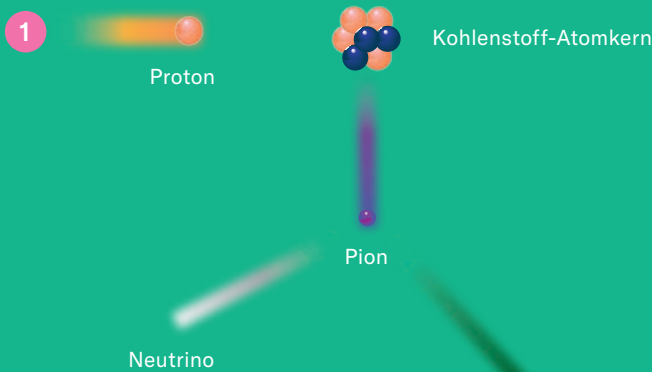


Die Schweizer Myonen- quelle SμS

An der SμS (ausgesprochen: Es-Mü-Es) nutzen Forschende exotische Elementarteilchen namens Myonen. Myonen kommen nicht in üblichen Atomen vor. Sie existieren jedoch als Zerfallsprodukte anderer Teilchen namens Pionen.

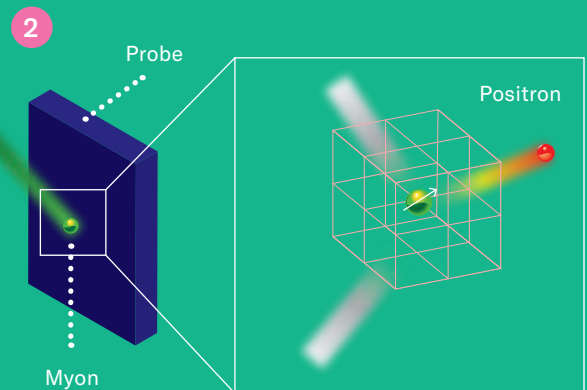
An der SμS werden die Myonen genutzt, um Proben mittels Myonenspin-spektroskopie zu untersuchen. Damit lassen sich beispielsweise Quantenphänomene, magnetische Vorgänge oder sehr detailliert chemische Eigenschaften eines Materials erforschen. Dabei ist es zudem möglich, gezielt in verschiedene Tiefen einer Probe zu blicken. Die SμS liefert 500 Milliarden Myonen pro Sekunde und ist damit die weltweit leistungsstärkste Anlage ihrer Art.

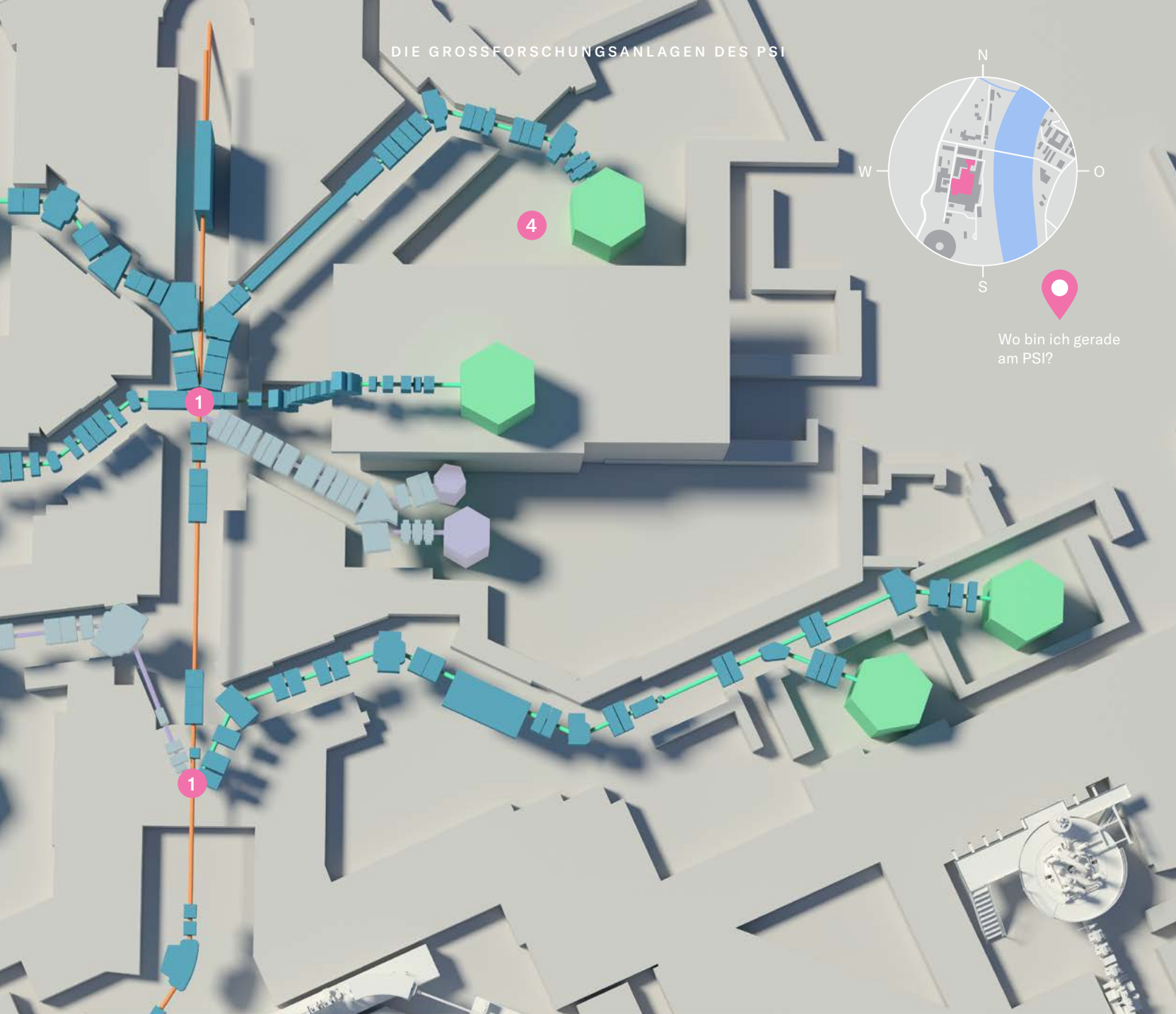
Viele der hiesigen Experimentierstationen haben jeweils einzigartige Apparaturen, um die Proben während der Messung unterschiedlichen extremen Bedingungen auszusetzen: An manchen lässt sich ein Druck von bis zu 30000 Bar anlegen, anderswo sind Magnetfelder von bis zu 9,5 Tesla möglich. Wenn nötig, können die Proben zudem auf minus 273 Grad Celsius gekühlt beziehungsweise auf 700 Grad Celsius erhitzt werden.



1 Wie Myonen entstehen

Trifft ein beschleunigtes Proton auf einen Atomkern im Grafit-Target, entstehen dabei unter anderem extrem kurzlebige Teilchen namens Pionen. Ein Pion zerfällt in weitere Partikel, unter anderem in ein Myon. Auch das Myon existiert nicht lange, sondern zerfällt innerhalb von nur wenigen Millionstel Sekunden in ein Elektron und weitere Teilchen. Diese Zeitspanne genügt jedoch, um mit den Myonen Materialien zu untersuchen.





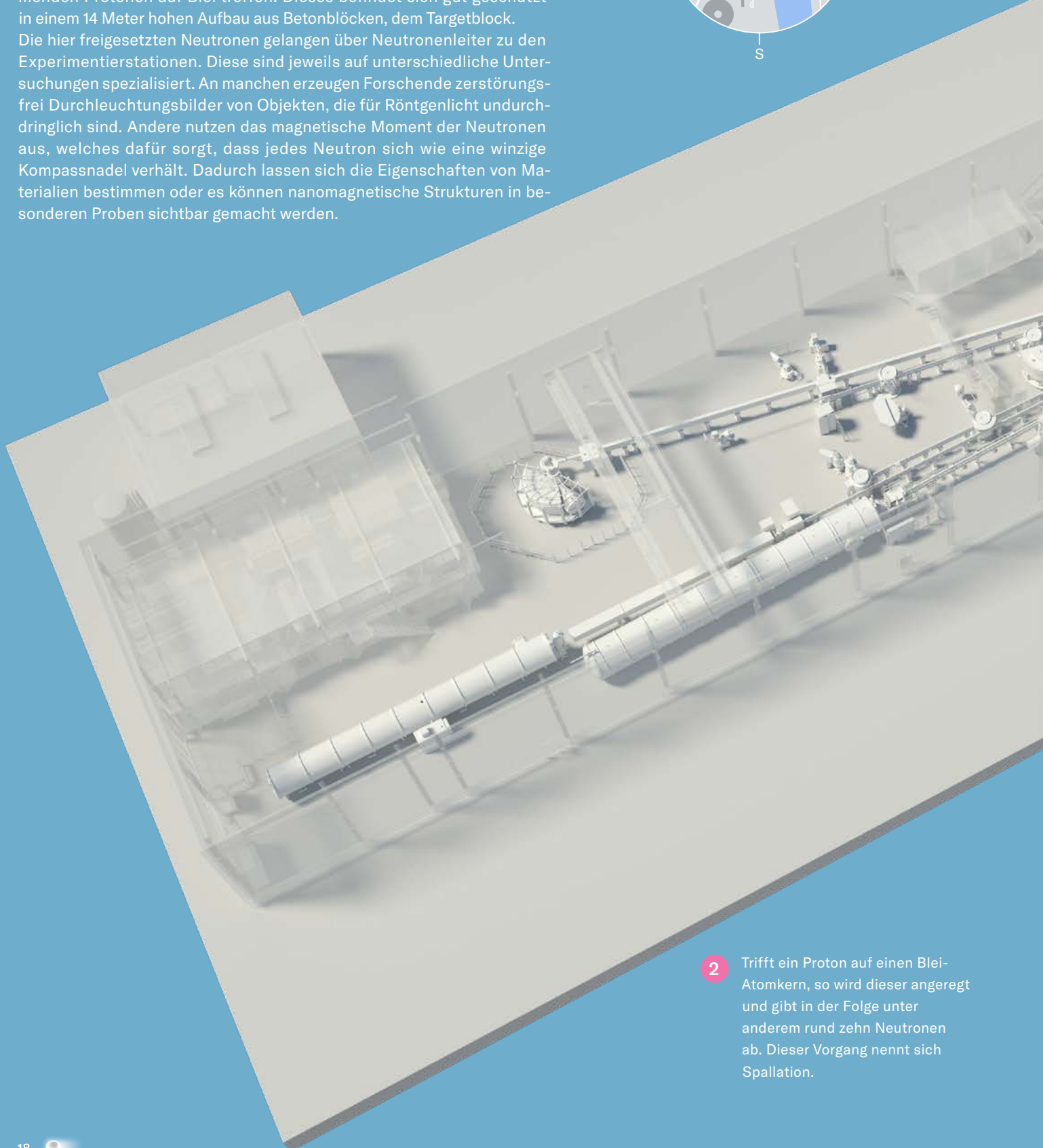
2 Myonenspinspektroskopie – Myonen als «Detektive»
 Werden Myonen auf eine Probe geschossen, suchen sie sich dort schon in extrem kurzer Zeit einen Platz im Atomgitter. Hier «beobachten» sie ihre nächste Umgebung, vor allem das lokale Magnetfeld. Denn Myonen haben eine Eigenschaft namens Spin, was bedeutet, dass sie wie winzige magnetische Kreisel auf Magnetfelder reagieren. Zerfällt ein Myon in andere Teilchen, schießen diese in verschiedene Richtungen wieder aus der Probe heraus. Eine der dabei entstehenden Teilchensorten, die Positronen, wird dann mit Detektoren registriert. Die Richtung, in die die Positronen ausgestrahlt werden, gibt den Forschenden Aufschluss über die von den Myonen gesammelte Information zum lokalen Magnetfeld.

3 Experimentierstation LEM («low energy muons»)
 Eine weltweit einmalige Anlage, die langsame Myonen erzeugt. Mit diesen lassen sich sogenannte Dünnschichtsysteme untersuchen: Proben, deren Materialschichten nur rund 0,00001 Millimeter dick sind.

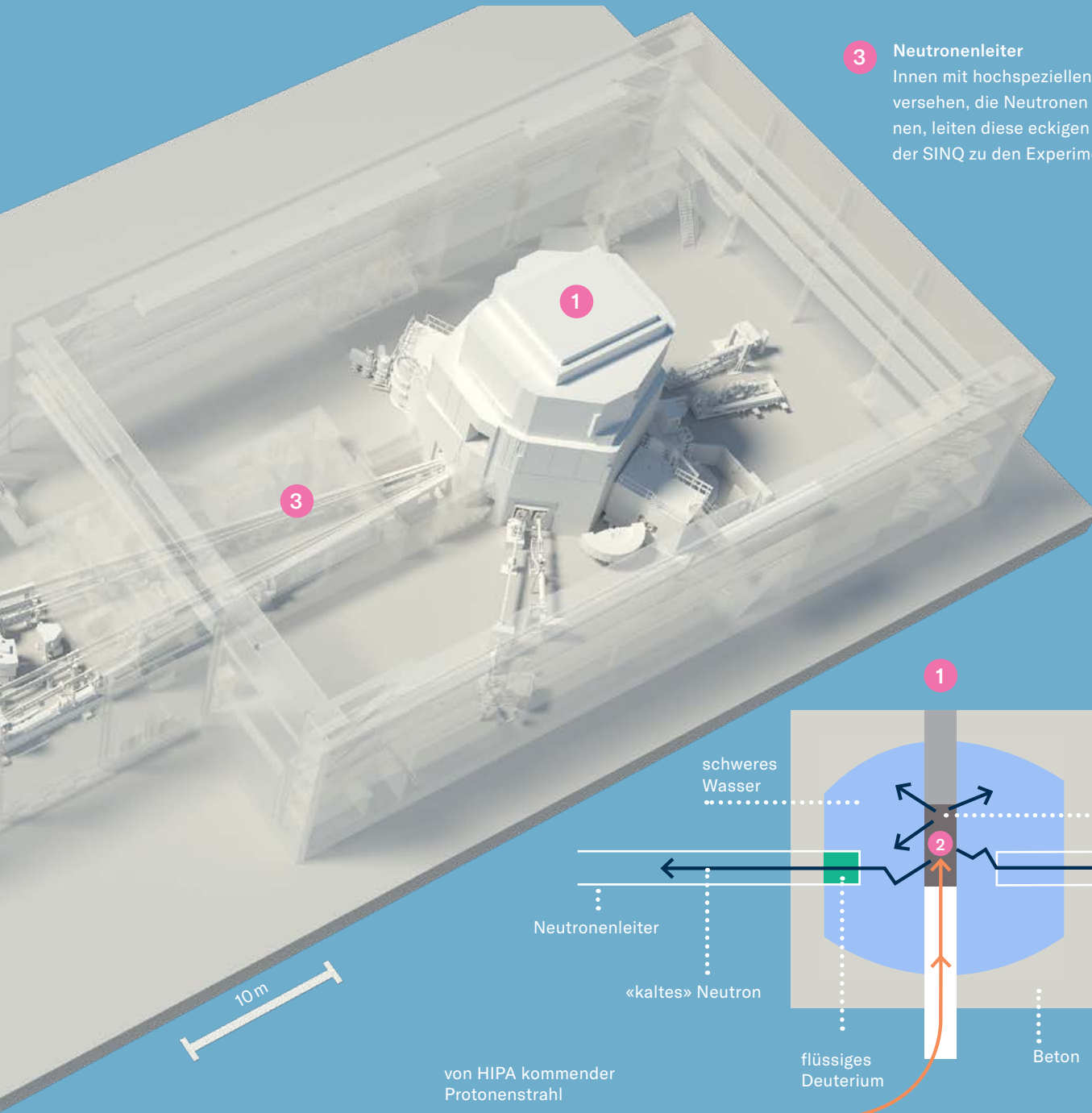
4 Experimentierstation GPD («general purpose decay-channel spectrometer»)
 Nirgendwo sonst auf der Welt kann Myonenspinspektroskopie unter so hohem Druck durchgeführt werden – 30 000 Bar sind hier möglich.

Die Schweizer Spallations-Neutronenquelle SINQ

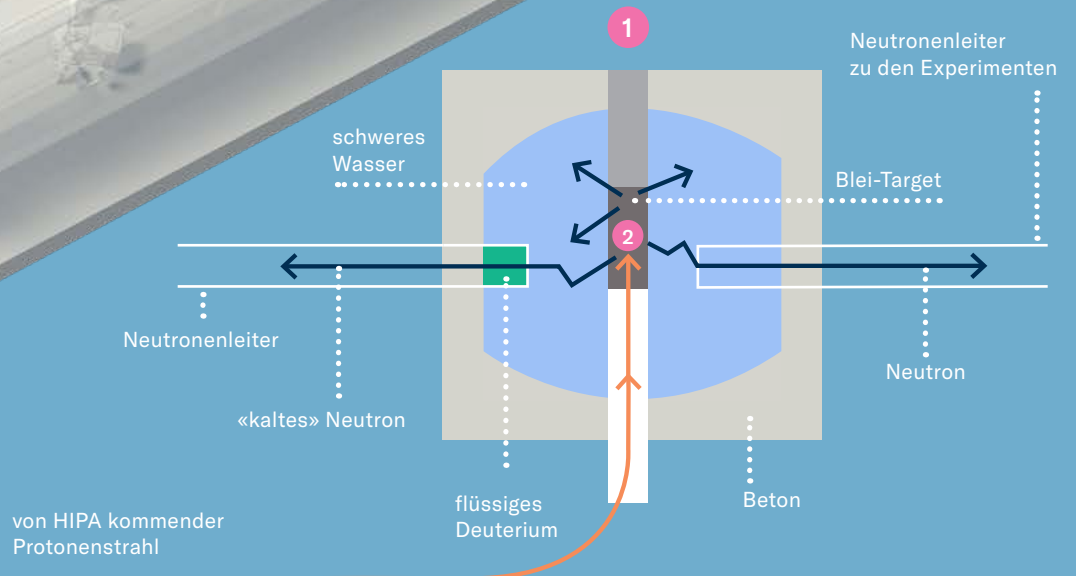
Die SINQ erzeugt rund 100 Billionen Neutronen pro Quadratmeter und pro Sekunde. Die Neutronen entstehen, indem die von HIPA kommenden Protonen auf Blei treffen. Dieses befindet sich gut geschützt in einem 14 Meter hohen Aufbau aus Betonblöcken, dem Targetblock. Die hier freigesetzten Neutronen gelangen über Neutronenleiter zu den Experimentierstationen. Diese sind jeweils auf unterschiedliche Untersuchungen spezialisiert. An manchen erzeugen Forschende zerstörungsfrei Durchleuchtungsbilder von Objekten, die für Röntgenlicht undurchdringlich sind. Andere nutzen das magnetische Moment der Neutronen aus, welches dafür sorgt, dass jedes Neutron sich wie eine winzige Kompassnadel verhält. Dadurch lassen sich die Eigenschaften von Materialien bestimmen oder es können nanomagnetische Strukturen in besonderen Proben sichtbar gemacht werden.



- 2 Trifft ein Proton auf einen Blei-Atomkern, so wird dieser angeregt und gibt in der Folge unter anderem rund zehn Neutronen ab. Dieser Vorgang nennt sich Spallation.



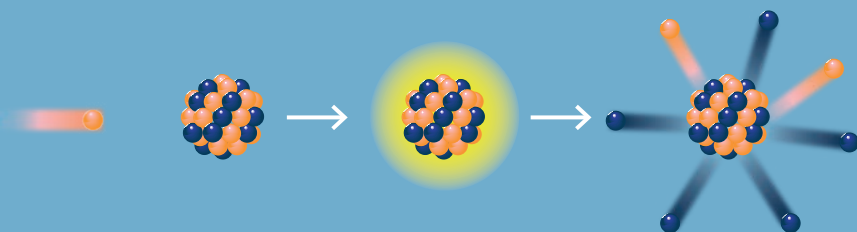
3 Neutronenleiter
 Innen mit hochspeziellen Hightech-Spiegeln versehen, die Neutronen reflektieren können, leiten diese eckigen Rohre die Neutronen der SINQ zu den Experimentierstationen.



10 m

1 Im Targetblock
 An der SINQ entstehen Neutronen, indem Protonen aus HIPA (siehe Seite 12–13) auf ein Target aus Blei geschossen werden. Die Neutronen treten daraufhin mit hoher Geschwindigkeit in alle Richtungen aus. In einem 6000-Liter-Tank voll sogenanntem schwerem Wasser wird ihr Flug verlangsamt. Gelangen sie weiter in einen der Neutronenleiter, können sie für Experimente genutzt werden. Alle Neutronen, die in andere Richtungen entweichen, werden von Schutzschichten und schliesslich der Betonverkleidung des Targetblocks gestoppt. Einige der Experimente arbeiten mit noch langsameren, sogenannten «kalten» Neutronen. Als weiterer «Bremsklotz» dient dafür ein 20-Liter-Tank mit rund minus 250 Grad kaltem flüssigem Deuterium.

2
 ● Neutron
 ● Proton



Upgrades für die Grossforschungsanlagen

Die Grossforschungsanlagen des PSI nehmen weltweit Spitzenpositionen ein und ermöglichen dadurch topaktuelle Forschung in der Schweiz. Damit dies so bleibt, werden die Anlagen laufend dem Stand der neuesten Technik angepasst und erhalten regelmässig umfangreiche Upgrades.

1 SLS 2.0

Das Projekt SLS 2.0 ist in vollem Gange: Von 2021 bis 2024 werden einige ausgewählte Experimentierstationen umgebaut und der Elektronenspeicherring komplett erneuert. Unter anderem wird es eine verbesserte Anordnung neuer Magnete geben, die einen deutlich kompakteren Elektronenstrahl ermöglicht. Dadurch wird die SLS zukünftig Röntgenstrahlung mit 40-fach verbesserter Qualität liefern. So wird hier auch in den kommenden Jahrzehnten hochaktuelle Forschung möglich bleiben und die SLS hält ihre Position im internationalen Spitzenbereich. Budget dieses Upgrades: 129 Millionen Schweizer Franken.

2 Ausbau des SwissFEL

Der SwissFEL ging im Jahr 2016 in Betrieb und ist damit die jüngste Grossforschungsanlage des PSI. Bisher umfasst er die zwei Strahllinien Athos und Aramis, die nach zwei der Musketiere aus Alexandre Dumas' Roman «Die drei Musketiere» benannt sind. Athos hat zwei Experimentierstationen und Aramis bekommt derzeit eine dritte. Weitere zwei Stationen sind in Planung. Schon beim Bau des SwissFEL wurde zudem die Möglichkeit geschaffen, in einigen Jahren eine dritte Strahllinie zu installieren. Diese würde den Namen des dritten Musketiers Porthos erhalten und supraleitende Komponenten nutzen.

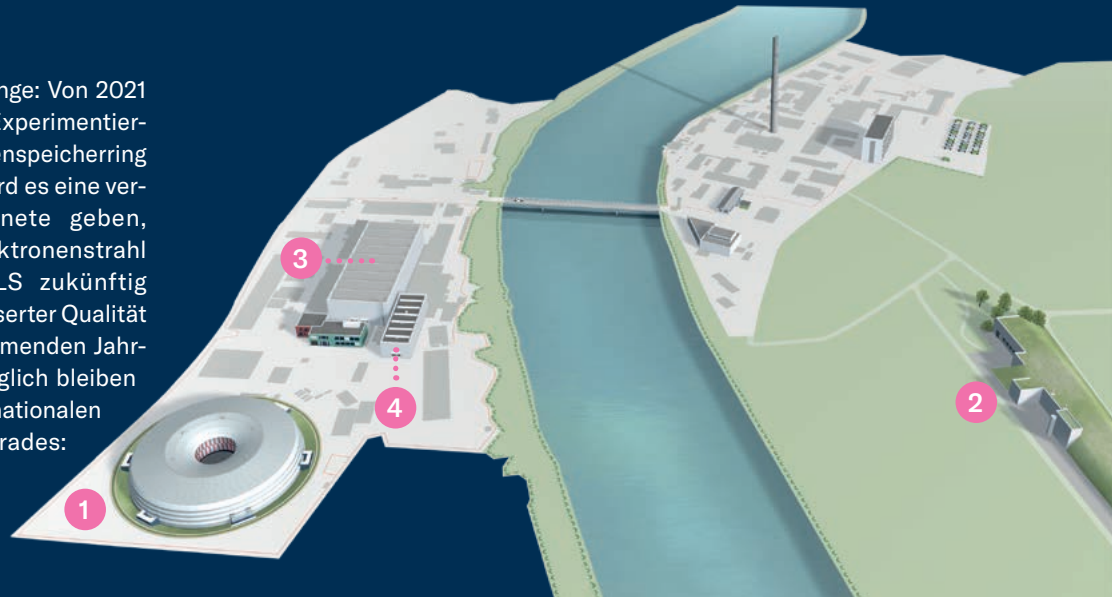
3 IMPACT

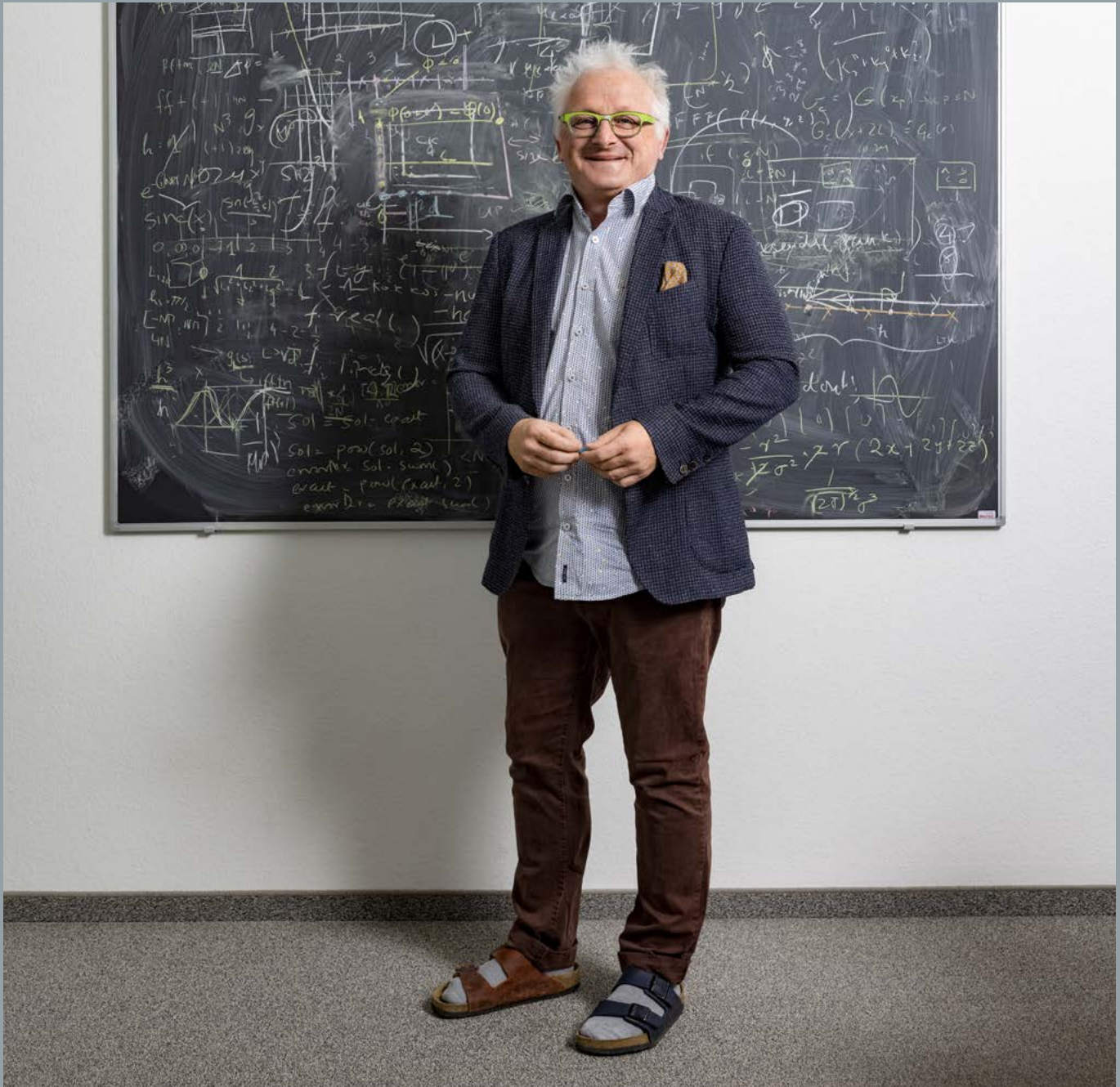
Seit der Inbetriebnahme der Protonenbeschleunigeranlage HIPA im Jahr 1974 wurde die Anlage immer weiterentwickelt und hat mehrere Upgrades erfahren. Das heutige Injektorzyklotron und viele weitere Verbesserungen der Beschleunigungsstrukturen ermöglichten einen immer höheren Protonenstrom, also die Anzahl der Protonen pro Sekunde. Bis heute hält HIPA einen weltweiten Spitzenwert bei der Strahlleistung und der Produktion sekundärer Teilchen. Das nächste geplante Projekt trägt den Namen IMPACT: «Isotope and Muon Production with Advanced Cyclotron and Target Technology». Die Umsetzung soll im Zeitraum 2025 bis 2028 er-

folgen. IMPACT besteht aus zwei Teilen: HIMB und TATTOOS. HIMB («High-Intensity Muon Beams») wird die verfügbaren Myonenraten bis zu 100-fach erhöhen, was sowohl der Teilchenphysikforschung als auch den Materialwissenschaften zugutekommt. TATTOOS («Targeted Alpha Therapy using Terbium and Other Oncological Solutions») hat das Ziel, Radionuklide für die gleichzeitige Diagnose und Therapie von Krebs zu produzieren.

4 Das SINQ Guide Upgrade

Die SINQ ging im Jahr 1996 in Betrieb. Seit Mitte 2020 ist sie mit einer Verbesserung am Start: Die SINQ erhielt drei neue Messinstrumente sowie ein neues, hochmodernes optisches Neutron-Transportsystem. Dafür wurden alle Neutronenleiter ausgetauscht. Neutronenleiter sind evakuierte Glas- oder Metallrohre, deren Innenseite mit hauchdünnen Metallschichten versehen sind, um für Neutronen eine Art Spiegel zu bilden. So führen diese Rohre die Neutronen von der Quelle bis zu den verschiedenen Experimentierstationen. Das Upgrade brachte für die diversen Experimentierplätze eine Verbesserung des Neutronenflusses um den Faktor zwei bis 30. Das gesamte Upgrade kostete 17 Millionen Schweizer Franken.





Modell und Wirklichkeit

Andreas Adelman produziert mit seinem Team Ergebnisse, noch bevor das Experiment stattgefunden hat: Der Leiter des Labors für Simulation und Modellierung übersetzt relevante Faktoren, die bei einem geplanten Experiment eine Rolle spielen, in mathematische Gleichungen. Diese werden mithilfe eines Computerprogramms gelöst und stellen als Modell ein Abbild des Experiments dar. Die Ergebnisse können dann unter anderem zur Prognose verwendet werden, um Experimente zu optimieren, wissenschaftliche Instrumente zu verbessern oder Phänomene der Material- und Biowissenschaften vorwegzunehmen.

Die Bauarbeiten laufen nach Plan – davon überzeugen sich Benno Rechsteiner, CEO des Park Innovaare (links), und Gesamtprojektleiter Daniel Leber persönlich vor Ort.

Nachbar mit Unternehmergeist

Das Technologieparknetzwerk von Switzerland Innovation wächst weiter: Der Park Innovaare direkt neben dem PSI expandiert – mit dem bewährten Ziel, Schweizer Spitzenforschung in konkrete Anwendungen und profitable Unternehmen zu überführen.

Text: Brigitte Osterath

IN DER SCHWEIZ



«Das hier wird die Reinraumhalle – hier können Arbeiten mit besonders empfindlichen Materialien stattfinden», sagt Architekt Daniel Leber und betritt eine weitläufige Halle aus Stahlbeton auf der Baustelle des Park Innovaare. Noch erinnert der Raum eher an eine Tiefgarage, aber als der Projektleiter weitererzählt, kann man sich mit etwas Fantasie leicht ausmalen, wie hier bald Forschende in Schutzanzügen an nanostrukturierten Hightech-Materialien werkeln werden. «Hier werden später Reinraumboxen eingesetzt», erklärt er. «LüftungsfILTER halten dort die Menge an Partikeln in der Luft gering.» Das ist für bestimmte Forschungs- und Produktionsarbeiten unerlässlich, etwa in der Halbleiter- oder Pharmaindustrie.

Leber ist Architekt beim Schweizer Bauunternehmen ERNE und Gesamtprojektleiter für die Errichtung des Innovationscampus Park Innovaare in direkter Nachbarschaft zum PSI-Gelände. Seit November 2019 wird hier der Erweiterungsbau errichtet; Ende 2023 sollen die Gebäude mit rund 23 000 Quadratmetern Nutzfläche an Büros, Laboren und Werkstätten bezugsfertig sein.

Stolz zeigt Daniel Leber, wie weit die vier Gebäude des Innovationscampus bereits gediehen sind. «Eine wirklich spannende Aufgabe», nennt er das Projekt. «Es gibt viele spezielle Anwendungen, mit immer neuen bautechnischen Herausforderungen.» Den Röntgenraum etwa umschliessen 50 Zentimeter starke Stahlbetonwände; ausserdem benötigt man einen Brückenkran, um die schweren Gerätschaften darin zu montieren. Die Temperatur einiger Physiklabore muss bis auf 0,1 Grad Celsius konstant regelbar sein, dafür braucht es eine umfangreiche Lüftungstechnik. Die Betonwände der Reinraumhalle wiederum sind über eine spezielle Trennlage aus Nylon-Drahtgeflecht von den Wänden der angrenzenden Nebengebäude entkoppelt: So übertragen sich Vibrationen aus einem Gebäude nicht auf das nächste – wichtig für knifflige Arbeiten, bei denen es auf Nanometer ankommt.

Rundumversorgt

Auch die Basics abseits von Hightech dürfen nicht fehlen: ein Restaurant etwa, in dem bis zu 200 Mittagessen serviert werden können. Hier werden in Zukunft Forschende und Innovationsmanagende aus Industrie und akademischem Betrieb gemeinsame Forschungsprojekte bei Salat, Spaghetti oder Rösti diskutieren. «Der Park Innovaare ist seit seiner Gründung 2015 eine Begegnungsstätte zwischen Innovationsmanagenden aus innovativen Unternehmen einerseits sowie führenden Wissenschaftlern und Wissenschaftlerinnen des PSI oder der Hochschulen andererseits», sagt Benno Rechsteiner,

«Wir suchen Firmen, die wirkliche technologische Sprünge machen wollen.»

Benno Rechsteiner, CEO Park Innovaare

CEO des Park Innovaare. «Wir bringen Innovationen in den Markt, schaffen neue Arbeitsplätze und generieren einen Mehrwert für den Kanton Aargau und die Schweiz.»

Grosse Industrieunternehmen können im Erweiterungsbau ganze Etagen bei Bedarf selber gestalten; kleine Start-ups können schon fertig eingerichtete Labore und Büros mieten. Alle eingemieteten Firmen können gegen Bezahlung Infrastrukturen wie Reinräume mitbenutzen, deren Bau und Unterhalt sie sich ansonsten nicht leisten können.

Bei Bedarf stehen natürlich auch Einrichtungen auf der anderen Seite der Strasse, am PSI selbst, zur Verfügung. «Die Nähe zum PSI mit seinen Grossforschungsanlagen und seiner internationalen Ausrichtung macht den Park Innovaare zu etwas Besonderem», sagt Rechsteiner. «Wir suchen daher Firmen, die wirkliche technologische Sprünge machen wollen.»

Warten auf den Umzug

17 Unternehmen, zum Teil Spin-offs des PSI, sind schon am Park Innovaare angesiedelt. Bis die neuen Gebäude bezugsfertig sind, residieren sie im deliveryLAB, einem zweigeschossigen Holzpavillon auf dem Westteil des PSI-Geländes, oder auf dem PSI-Gelände selbst. «Wir freuen uns schon sehr, möglichst bald in den Innovationscampus umziehen und weiter wachsen zu können», sagt Michael Hennig, CEO und Mitgründer von leadXpro. Das Unternehmen hat ein komplettes Stockwerk in einem der künftigen Gebäude angemietet.

LeadXpro ist spezialisiert auf die Charakterisierung von Membranproteinen – wichtige Schaltstellen und damit beliebte Zielstrukturen für Medikamente. Das PSI-Spin-off nutzt für seine Arbeit die Synchrotron Lichtquelle Schweiz SLS und den Schweizer Freie-Elektronen-Röntgenlaser SwissFEL. Zu den Mietern im Park Innovaare zählt auch das Technologietransferzentrum ANAXAM, das Firmen Materialanalytik mit Neutronen- und Synchrotronstrahlung anbietet. Seine Dienstleistung reicht von der Beratung über Messungen mit massgeschneiderter Infrastruktur der Datenanalyse bis zum abschliessenden Bericht.

Nicht nur die Spin-offs, auch das PSI profitiert von einer intensiven Verzahnung zwischen For-

Schweizweites Netzwerk von Switzerland Innovation. Die sechs Standortträger können zusätzliche Antennen in andere Regionen ausbilden; so betreibt der Innovationspark Zürich beispielsweise auch eine Niederlassung in der Zentralschweiz sowie eine im Tessin.



Park Innovaare, Villigen



Park Biel/Bienne



Park Basel Area



Park Zürich



Park West EPFL, Lausanne



Park Ost, St. Gallen

schung und Industrie: Erfindungen und technologische Entwicklungen können so schneller auf den Markt gelangen. «Die enge örtliche Anbindung ermöglicht eine schnelle und unkomplizierte Kommunikation – vieles lässt sich sogar kurzfristig bei einem gemeinsamen Mittagessen besprechen», erzählt Jens Rehanek, CEO von Advanced Accelerator Technologies, einer gemeinsamen Initiative des PSI und mehrerer Industriepartner. Das Unternehmen kommerzialisiert Entwicklungen des PSI im Bereich der Beschleunigeranlagen und anderen Experimentiereinrichtungen.

Warum Innovationsparks?

«Die Schweiz ist absolute Spitze in der Grundlagenforschung», sagt Raphaël Tschanz, stellvertretender Geschäftsführer der Stiftung Switzerland Innovation in Bern. Sie ist die Trägerorganisation des nationalen Netzwerks von Innovationsparks, zu dem auch der Park Innovaare gehört. «Wenn es aber darum geht, diese Forschungsergebnisse in konkrete Anwendungen und Produkte zu überführen, verliert die Schweiz international an Boden. Es gibt zu wenige Angebote im Technologietransfer, zu wenig Zusammenarbeit zwischen Industrie und Universitäten.»

Das soll sich ändern, beschlossen im Jahr 2012 die eidgenössischen Räte und schufen die gesetzlichen Grundlagen, um ein Netzwerk von Innovationsparks zu ermöglichen. Von Anfang an gesetzt waren die beiden Standortträger um die ETH Zürich und die EPFL in Lausanne, weitere Standortträger konnten sich bewerben. Neben dem Park Innovaare

waren der Park Biel und der Park Basel Area erfolgreich. Dieses Jahr gab der Bundesrat zudem grünes Licht für einen sechsten Standortträger in Sankt Gallen.

«Jeder Standortträger hat eine thematische Ausrichtung», erklärt Tschanz, «also Schwerpunkte, die sich aufgrund der Forschungskompetenzen der jeweiligen Institute, Universitäten, Hochschulen oder Unternehmen in der Region ergeben.» Die Basel Area beispielsweise steht klar für Biotechnologie und Biomedizin. Schwerpunkte des Park Innovaare sind Beschleunigertechnologie, Materialien, menschliche Gesundheit und Energie.

Vorbild Romandie

Als Vorbild für die noch jüngeren Parks gilt laut Tschanz der Park Network West EPFL. Mit Standorten in Lausanne, Sion, Genf, Neuchâtel und Fribourg deckt er die ganze Westschweiz ab. «Es hat dort stets grosse Nachfrage durch die Privatwirtschaft gegeben», sagt Tschanz. «In Lausanne hat man bereits vor über zwanzig Jahren damit begonnen, die Zusammenarbeit zwischen Industrie und den akademischen Einrichtungen aktiv zu fördern.»

Entstehen müsse ein florierendes Ökosystem, das den Unternehmergeist belebt. Raphaël Tschanz ist zuversichtlich, dass das in Villigen mit dem Neubau noch konzentrierter gelingen wird – gerade auch, weil das PSI im Innovationscampus ebenfalls Mieter sein wird. «Es gibt nur wenige Orte auf der Welt, wo so viel geballte Kompetenz an einem Ort vorhanden ist wie am PSI.» Unternehmen jeglicher Art können davon profitieren. ♦

Aktuelles aus der PSI-Forschung

1 Für die Daten-Zukunft

Das PSI hat offiziell die eigenen Schwerpunkte erweitert und einen neuen Forschungsbereich gegründet: «Computergestützte Wissenschaften, Theorie und Daten». Hier werden sich Forschende vermehrt mit der Entwicklung neuer Computer- und Datentechnologie und deren Einsatz für die Wissenschaft beschäftigen. Der Forschungsbereich kommt als sechster zu den bisherigen fünf Bereichen «Biologie und Chemie», «Forschung mit Neutronen und Myonen», «Nukleare Energie und Sicherheit», «Energie und Umwelt» sowie «Photonenforschung» hinzu. Computergestützte Wissenschaften, die Nutzung von Hochleistungsrechnern wie denjenigen am CSCS in Lugano, Datenwissenschaften, Simulationen und Modellierungen sowie die Anwendung von künstlicher Intelligenz spielen schon lange eine Rolle am PSI. Nun bekommen sie ein angemessenes und auf die Zukunft ausgerichtetes Fundament in der Organisationsstruktur.

Der neue PSI-Forschungsschwerpunkt zeichnet sich durch eine starke Vernetzung im ETH-Bereich aus. Unter anderem sind mehrere Laborleiter bereits EPFL-Professoren; mit ihrer doppelten Zugehörigkeit führen sie die beiden Institutionen stärker zusammen.

Weitere Informationen:
<http://psi.ch/de/node/45903>

6 Forschungsbereiche hat das PSI nun: Zu den vorherigen fünf ist neu der Bereich «Computergestützte Wissenschaften, Theorie und Daten» hinzugekommen.

Rund **3,6** Petabytes (also 3,6 Milliarden Bytes) an Forschungsdaten werden derzeit jährlich am PSI generiert – Tendenz steigend.

25 Petaflop (also 25 Milliarden Rechenoperationen pro Sekunde) beträgt die Leistung des Supercomputers PIZ Daint am nationalen Hochleistungsrechenzentrum CSCS in Lugano, das zur ETH Zürich gehört und das auch PSI-Forschende nutzen.

2 Ein Schweizer Quantencomputer

Die ETH Zürich und das Paul Scherrer Institut PSI haben ein neues gemeinsames Forschungszentrum eröffnet, den «ETH Zurich – PSI Quantum Computing Hub». Hier werden parallel zwei derzeit konkurrierende Prinzipien zur Realisierung von Quantenbits – sogenannter Qubits – erforscht: Ionenfallen und supraleitende Qubits. Mittelfristig soll mit mindestens einem dieser beiden Konzepte auf dem PSI-Gelände ein funktionierender experimenteller Quantencomputer realisiert werden. Dieser wird dann einerseits weiterentwickelt und andererseits auch schon von den Forschenden genutzt werden: Komplexe Datenverarbeitung und Simulationen werden darauf in bestimmten Fällen um ein Vielfaches schneller ablaufen können, als das mit bislang üblichen Rechnern der Fall ist.

Sowohl das PSI als auch die ETH Zürich haben bereits Erfahrung in der Erforschung von Quantenzuständen und in der Herstellung von Qubits. Die Zusammenarbeit der beiden hochkarätigen Institutionen soll es ermöglichen, in Sachen Quantencomputern von Anfang an führendes Expertenwissen in der Schweiz aufzubauen.

Weitere Informationen:
<http://psi.ch/de/node/44890>

3 Zellskelett als Ziel für neue Wirkstoffe

Mit einer einzigartigen Kombination aus Computersimulationen und Laborexperimenten haben PSI-Forschende neue Bindungsstellen für Wirkstoffe – etwa gegen Krebs – an dem lebenswichtigen Protein Tubulin entdeckt, einem zentralen Baustein des Zellskeletts. Dieses gibt Zellen ihre Form, hilft dabei, Proteine und grössere Zellbestandteile zu transportieren, und spielt eine entscheidende Rolle bei der Zellteilung. Tubulin interagiert dafür mit zahlreichen Substanzen in der Zelle; auch viele Medikamente docken an ihm an und verhindern beispielsweise die Zellteilung bei Tumoren. In Computersimulationen in Zusammenarbeit mit dem Istituto Italiano di Tecnologia in Genua identifizierten die PSI-Forschenden im Protein Stellen, an denen andere Moleküle besonders gut andocken können. Anschliessend suchten sie im realen Laborexperiment nach weiteren Bindungsstellen. Insgesamt fanden die Forschenden 27 Bindungsstellen am Tubulin, 11 davon wurden zuvor noch nie beschrieben. Es sind Ausgangspunkte, um neue Medikamente zu entwickeln.

Weitere Informationen:
<http://psi.ch/de/node/45064>

4 Einmalig scharfer Röntgenblick

Forschenden des PSI ist es erstmals gelungen, mit der Methode des namens «Transient Grating Spectroscopy» ins Innere von Stoffen zu blicken. Dazu nutzten sie die Röntgenstrahlen des Schweizer Freie-Elektronen-Röntgenlasers SwissFEL. Das Experiment ist ein Meilenstein, um Vorgänge innerhalb der Materie noch genauer zu beobachten als jemals zuvor. So ist es damit erstmals möglich, in Werkstoffe hineinzuschauen, mit einer Auflösung bis hinunter zu einzelnen Atomen, mit ultrakurzen Belichtungszeiten von Bruchteilen von Femtosekunden (eine millionstel Milliardstelsekunde). Das erlaubt es sogar, Videos von atomaren Vorgängen aufzunehmen. Ausserdem ist die Methode elementselektiv, das heisst, man kann gezielt bestimmte chemische Elemente in einem Gemisch aus Stoffen vermessen. Die neue Methode könnte beispielsweise dabei helfen, die technische Miniaturisierung weiterzutreiben, weil man mit ihrer Hilfe erforschen kann, wie Wärme durch ein Halbleitermaterial wandert oder was genau passiert, wenn einzelne Bits in einer Computerfestplatte magnetisiert werden.

Weitere Informationen:
<http://psi.ch/de/node/44815>

Was Protonen möglich machen

Am Zentrum für Protonentherapie des PSI werden jährlich Hunderte Tumorpatienten erfolgreich behandelt. Die besonders schonende Bestrahlung mit Protonen macht es möglich, Gewebe auch in besonders kritischen Körperbereichen zu entfernen – zur Freude der Patienten und ihrer Angehörigen.

Text: Sebastian Jutzi



Immer voran

Ute aus Malix bei Chur war eigentlich Sportmuffel. Im Dezember 2014 wurde bei ihr ein Sarkom am Oberschenkel festgestellt. Wegen der Nähe des Tumors zu einem wichtigen Nerv konnte nicht das komplette Tumorgewebe entfernt werden. Deshalb unterzog sie sich im April 2015 einer sechswöchigen Therapie am Zentrum für Protonentherapie – und begann zu laufen. Heute macht sie Bergläufe und absolviert immer wieder mal einen Halbmarathon.

Glück im Garten

Konrad aus St. Urban erhielt nach einer Operation an einem Tumor der Ohrspeicheldrüse 42 Tage lang eine Behandlung am Zentrum für Protonentherapie. Eine noch grössere Operation, die als Alternative anstand, scheute er. Parallel dazu stellte er seine Ernährung auf gemüsereiche Kost um. Heute freut er sich deshalb umso mehr, wenn er in seinem Garten reiche Ernte einfahren kann.



Gewandt auf dem Catwalk

Zoe aus Unterägeri erhielt ihre Diagnose 2009 kurz vor ihrem neunten Geburtstag: eine seltene Tumor-Art im Kopfbereich. Von Oktober bis November erhielt sie dann Bestrahlungen am Zentrum für Protonentherapie. Heute freut sie sich über ihre Heilung und kann in ihrer Freizeit wieder als Model zu Fotoshootings. In diesem Jahr will sie ihre Fachmaturität absolvieren und sich dann entscheiden, was sie studiert.



Immer dem Asphalt nach

Paul Joseph aus Horgen ist ein Kämpfer und sieht immer nach vorne. Das ist auch gut so, denn als Fern- und Busfahrer muss er immer im Blick haben, was vor ihm liegt. Obwohl er seit 2017 in Pension ist, bringt er immer noch sechs bis sieben Tage im Monat mit einem Bus der AHW-Betriebe am Zürichsee Fahrgäste sicher an ihr Ziel. Das kann er, weil sein Tumor im Kopfbereich am PSI erfolgreich behandelt wurde.

Stets am Ball

Lisa aus Adlikon kickt leidenschaftlich gerne. Auch von der Diagnose eines Weichteiltumors im Halsbereich liess sie sich nicht auskontern. Die Behandlung über sieben Wochen am Zentrum für Protonentherapie im Jahr 2013 war ein voller Treffer – und so dürfen ihre Teamkameradinnen wieder auf den strammen Schuss der Schülerin zählen.



Auf Gratwanderung

Wegen der Berge kam Thomas Mattle in die Schweiz zurück. Seit 2020 ist der ehemalige PSI-Doktorand Leiter des Bereichs Technologie und Innovation bei Geberit in Rapperswil-Jona am Zürichsee. Für den Arbeitsgeist ist es ihm wichtig, seinen Mitarbeitenden stets auf Augenhöhe zu begegnen.

Text: Christina Bonanati

Beim Rundgang durch die Sanitär- und Prüflabore rauscht und gluckert es. Prototypen von Spülkästen, Rohrsystemen und neuartigen Beschichtungen werden hier hunderttausendmal getestet. «Es ist erstaunlich, wie unterschiedlich gut WCs spülen», sagt Thomas Mattle und lacht. Der promovierte Physiker bewegt sich gelassen durch diese Welt aus Röhren und weissem Porzellan und plaudert dabei vergnügt mit den Kolleginnen und Kollegen. Für Aussenstehende wäre nicht zu erahnen, dass er ihr Vorgesetzter ist: Seit 2020 ist Mattle Leiter des Bereichs Technologie und Innovation bei der Geberit International AG, dem europäischen Marktführer für Sanitärprodukte.

Es ist nicht das erste Mal, dass Mattles Ausbildungs- und Berufsweg ihn an unerwartete Orte führt: Aufgewachsen im Kanton St. Gallen besucht er als Jugendlicher die Kantonsschule Heerbrugg und arbeitet dort bei der Sternwarte mit. Zwischen Matura und Militär fliegt er für vier Monate nach Australien. Dort verbessert er sein Englisch und lernt auf einer Rinderfarm nicht nur eine Bewässerungsanlage zu bauen, sondern «auch ordentlich zu fluchen».

Sein Physikstudium dann an der Universität Zürich zu absolvieren, sei eine gute Entscheidung gewesen, ist Mattle überzeugt, denn dort teilten sich damals nur fünfzehn Studierende pro Jahrgang die Labore. «Wir konnten einfach bei den Professoren ins Büro laufen und sie kannten uns», erinnert er sich. Er vertieft sein Studium im Bereich Festkörperphysik und analysiert als studentische Hilfskraft elektrische Detektoren für das CERN.

Während eines Erasmus-Jahres im schwedischen Uppsala konzentriert er sich auf sein Nebenfach Chemie, verbringt viel Zeit im Labor und lernt nebenbei die Landessprache.

Eine Landschaft zum Wohlfühlen

Nach dem Master bewirbt sich Mattle für das «Young Graduate Trainee Programme» der europäischen Weltraumorganisation ESA. Er habe nie so viel Spannendes gelernt wie in diesem Jahr im niederländischen Noordwijk, als er an Batterien für einen Marsroboter arbeitete. Trotzdem wollte er nicht für immer dortbleiben: «Holland ist flach und hat wüstes Wetter», erklärt Mattle. «Die Schweiz ist meine Heimat, hier habe ich die Berge und Sonne, um mich wohlfühlen.»

Recht pragmatisch sei daher die Entscheidung gewesen, ein Doktorat am Paul Scherrer Institut zu machen. Hier forscht der Physiker von 2009 bis 2013 an einem Herstellungsprozess von chemischen Sensoren. Mithilfe eines durch Linsen fokussierten Lasers werden diese mit Zinnoxid bedruckt. So lässt sich sehr exakt die elektronische Struktur, in diesem Fall eine chemische Aktivschicht, auftragen. Ursprünglich auf der Suche nach einem produktorientierten Thema fesselt ihn dann überraschenderweise ein theoretisches: «Bei den Überlegungen, warum der Transfer eines Substrats nicht funktioniert, bin ich auf ein spannendes Buch aus den 1960ern zum Überschalleffekt gestossen und total in die Materie eingetaucht», erinnert er sich.





«Meine Mitarbeitenden laufen immer noch ungeniert in mein Büro.»

Thomas Mattle, Leiter Technologie und Innovation, Geberit International AG

Nach seinen geistigen Hochleistungen für die Doktorarbeit reist Mattle fünf Monate durch Ostafrika. Er besteigt den Kilimandscharo und lernt die Tierwelt kennen. «Wenn das nächste Boot erst in zwei Tagen fährt und der Sturm naht oder ein Elefant vor dem Zelt den Abfall auseinandernimmt, lernt man Geduld. Und man lernt die eigenen Ängste richtig gut kennen», resümiert er nachdenklich seine Abenteuer.

Nach seiner Rückkehr bewirbt sich Mattle im Sommer 2014 um eine Stelle als Entwicklungsingenieur bei Geberit. Die Arbeit in dem Unternehmen mit seinen weltweit zwölftausend Mitarbeitenden interessiert ihn vor allem wegen der angewandten Tätigkeit. Beim Bewerbungsgespräch überzeugt ihn zudem die familiäre, offene Grundstimmung.

Im Bereich Technologie und Innovation unterstützen Experten aus verschiedenen Fachgebieten die Entwicklung und Optimierung von Geberit-Produkten und Herstellungsprozessen. Mattle steigt als Entwicklungsingenieur Werkstofftechnik ein, wobei seine Verantwortung in den Bereichen Kleben, Elastomere und Beschichtungen liegt. «Ich hatte von Kleben keine Ahnung und musste anders als bisher in Arbeitsprozessen denken», erinnert sich Mattle. Glücklicherweise kann er unter anderem auf die Erfahrung aus seiner Doktorandenzeit zurückgreifen: «Wenn du es nicht kannst, dann liest du dir Wissen an und lernst es.» Bald leitet Mattle ein kleines Technologieprojekt und liefert am Ende ein gelungenes Ergebnis ab.

Als nach acht Monaten dann seine Chefin befördert wird, kristallisiert sich schnell heraus, dass Mattle ihre Stelle als Laborleitung für Werkstofftechnik übernehmen soll. Hinzu kommt die stellvertretende Leitung des Geberit-Prüflabors, eine akkreditierte Prüfstation für Rohrleitungs- und Sanitärsysteme. «Plötzlich gehörten neben meinen alten Aufgaben auch solche wie Personalführung und Budgetverantwortung. Da bin ich geschwommen», so Mattle. Doch dank hilfreicher Unterstützung durch seinen damaligen Chef und Besuchen von Managementkursen bekommt er auch diese Position bald gut in den Griff. «Cool» findet er es dann, als er nach einem Jahr Entwicklung einen neuen Toilettendeckel in der Hand hält. «Ich wusste, an dem Lack haben wir ein dreiviertel Jahr gearbeitet – und jetzt funktioniert es.»

Vom Bergsteigen gelernt

Vor über einem Jahr steigt er weiter auf und ist nun Bereichsleiter. Die Gratwanderung, wichtige von dringenden Dingen zu trennen und rechtzeitig zu bearbeiten, das könne er als Freizeitbergsteiger gut, sagt Mattle. Derzeit arbeiten sein Team und er daran, die Rohrproduktion in einer Anlage zu

beschleunigen. Auch bei Zusammenarbeiten mit Start-ups oder Forschungseinrichtungen ist es seine Aufgabe, die Ressourcen und Finanzen zu steuern, zum Beispiel bei einem Forschungsprojekt mit der Universität Zürich zu Legionellen-Bakterien im Wasser und Hygiene.

Der Physiker betont, er sei noch immer gerne ab und an im Labor, wo er Informationen aus erster Hand bekomme: «Ich nehme mir die Zeit, um mit den Leuten zu sprechen und von ihren Fortschritten zu hören; aber auch von ihren Anliegen und Sorgen.» Als Chef möchte er weiterhin die Technik verstehen. Aber er sieht seine Aufgabe nicht mehr darin, Lösungen selbst zu erarbeiten, sondern den Mitarbeitenden die richtigen Fragen zu stellen und sie so in die richtige Richtung zu lenken. Seinen ehemaligen Labormitarbeitern und Bürokolleginnen begegnet er dabei auf Augenhöhe. «Da hat sich durch meine Beförderung nicht viel geändert, sie laufen immer noch ungeniert in mein Büro», bemerkt er fröhlich.

Informationsfluss durch Kaffee und Sport

Dadurch, dass nun pandemiebedingt die meisten im Homeoffice sind, fehle ihm der Kaffeeklatsch. Mattle weiss: «Am Kaffeeautomaten fliesst bei einer zufälligen Begegnung wertvolle Information.» Auch der soziale Kit, der durch gemeinsame Sportaktivitäten entsteht, sei unersetzlich. Er zeigt durch sein Bürofenster auf eine Sporthalle und fügt hinzu: «Auf dem Badmintonplatz oder bei einer Skitour lernt man Leute aus den verschiedensten Abteilungen und Hierarchiestufen richtig gut kennen. Man wird viel hilfsbereiter und ruft sich ungeniert mal an.» Es freut ihn zu hören, dass es mittlerweile auch am PSI eine Kletterwand und ein Sportzentrum gibt. Das habe er zu seiner Zeit vermisst.

Vom Geberit-Gebäude kann man über den oberen Zürichsee hinweg bis zu den Bergen sehen. Im Sommer leitet Mattle zwei bis drei Bergtouren für den Schweizer Alpenverein. Seine Feierabende verbringt er gerne mit Freunden in der Kletterhalle oder beim Essen. Mattle tätschelt sein kleines Bäuchlein und stellt fest, dass ihm in der neuen Position nicht mehr so viel Zeit für seinen Sport bleibt – vorläufig. ♦



Im Aargau zu Hause
forschen wir für die Schweiz
in weltweiter Zusammenarbeit.





5232 ist die Adresse für Forschung an Grossforschungsanlagen in der Schweiz. Denn das Paul Scherrer Institut PSI hat eine eigene Postleitzahl. Nicht unge-rechtfertigt, finden wir, bei einem Insti-tut, das sich über 342000 Quadratmeter erstreckt, eine eigene Brücke über die Aare besitzt und mit 2100 Beschäftigten mehr Mitarbeitende hat, als so manches Dorf in der Umgebung Einwohner.

Das PSI liegt im Kanton Aargau auf beiden Seiten der Aare zwischen den Gemeinden Villigen und Würenlingen. Es ist ein Forschungsinstitut für Natur- und Ingenieurwissenschaften des Bun-des und gehört zum Eidgenössischen Technischen Hochschul-Bereich (ETH-Bereich), dem auch die ETH Zürich und die ETH Lausanne angehören sowie die Forschungsinstitute Eawag, Empa und WSL. Wir betreiben Grundlagen- und angewandte Forschung und arbeiten so an nachhaltigen Lösungen für zentrale Fragen aus Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft.

Komplexe Grossforschungsanlagen

Von der Schweizerischen Eidgenossen-schaft haben wir den Auftrag erhalten, komplexe Grossforschungsanlagen zu entwickeln, zu bauen und zu betreiben. Unsere Anlagen sind in der Schweiz ein-zigartig, manche Geräte gibt es auch weltweit nur am PSI.

Zahlreiche Forschende, die auf den un-terschiedlichsten Fachgebieten arbeiten, können durch Experimente an solchen Grossforschungsanlagen wesentliche Erkenntnisse für ihre Arbeit gewinnen. Gleichzeitig sind Bau und Betrieb derar-tiger Anlagen mit einem so grossen Auf-wand verbunden, dass Forschergruppen an den Hochschulen und in der Industrie an der eigenen Einrichtung solche Mess-geräte nicht vorfinden werden. Deshalb stehen unsere Anlagen allen Forschenden offen.

Um Messzeit für Experimente zu er-halten, müssen sich die Forschenden aus dem In- und Ausland jedoch beim PSI bewerben. Mit Experten aus aller Welt besetzte Auswahlkomitees bewerten diese Anträge auf ihre wissenschaft-liche Qualität hin und empfehlen dem PSI, wer tatsächlich Messzeit bekom-men soll. Denn obwohl es rund 40 Mess-plätze gibt, an denen gleichzeitig Ex-perimente durchgeführt werden können, reicht die Zeit nie für alle eingegan-genen Bewerbungen. Rund die Hälfte bis zwei Drittel der Anträge müssen abgelehnt werden.

Etwa 1900 Experimente werden an den Grossforschungsanlagen des PSI jährlich durchgeführt. Die Messzeit ist am PSI für alle akademischen Forschenden kostenlos. Nutzer aus der Industrie können für ihre proprietäre Forschung in einem besonderen Verfahren Messzeit kaufen und die Anlagen des PSI für ihre

5

schweizweit einzigartige
Grossforschungsanlagen

800

Fachartikel jährlich, die auf
Experimenten an den
Grossforschungsanlagen beruhen

5000

Besuche jährlich von Wissen-schaftlern aus der ganzen Welt, die an diesen Grossforschungs-anlagen Experimente durchführen

angewandte Forschung verwenden. Das PSI bietet dafür spezielle Forschungs- und Entwicklungsdienstleistungen an.

Insgesamt unterhält das PSI fünf Grossforschungsanlagen, an denen man in Materialien, Biomoleküle oder technische Geräte blicken kann, um die Vorgänge in deren Innerem zu erkunden. Dort «leuchten» die Forschenden bei ihren Experimenten mit unterschiedlichen Strahlen in die Proben, die sie untersuchen wollen. Dafür stehen Strahlen von Teilchen – Neutronen bzw. Myonen – oder intensivem Röntgenlicht – Synchrotronlicht bzw. Röntgenlaserlicht – zur Verfügung. Mit den verschiedenen Strahlenarten lässt sich am PSI eine grosse Vielfalt an Materialeigenschaften erforschen. Der grosse Aufwand hinter den Anlagen ergibt sich vor allem daraus, dass man grosse Beschleuniger braucht, um die verschiedenen Strahlen zu erzeugen.

Drei eigene Schwerpunkte

Das PSI ist aber nicht nur Dienstleister für externe Forschende, sondern hat auch ein ehrgeiziges eigenes Forschungsprogramm. Die von PSI-Forschenden gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei, dass wir die Welt um uns besser verstehen, und schaffen die Grundlagen für die Entwicklung neuartiger Geräte und medizinischer Behandlungsverfahren.

Gleichzeitig ist die eigene Forschung eine wichtige Voraussetzung für den Erfolg des Nutzer-Programms an den Grossanlagen. Denn nur Forschende, die selbst an den aktuellen Entwicklungen der Wissenschaft beteiligt sind, können die externen Nutzer bei ihrer Arbeit unterstützen und die Anlagen so weiterentwickeln, dass diese auch in Zukunft den Bedürfnissen der aktuellen Forschung entsprechen.

Unsere eigene Forschung konzentriert sich auf drei Schwerpunkte. Im Schwerpunkt Materie und Material untersuchen wir den inneren Aufbau verschiedener Stoffe. Die Ergebnisse helfen, Vorgänge in der Natur besser zu verstehen und liefern die Grundlagen für neue Materialien in technischen und medizinischen Anwendungen.

Ziel der Arbeiten im Schwerpunkt Energie und Umwelt ist die Entwicklung neuer Technologien für eine nachhaltige

und sichere Energieversorgung sowie für eine saubere Umwelt.

Im Schwerpunkt Mensch und Gesundheit suchen Forschende nach den Ursachen von Krankheiten und nach möglichen Behandlungsmethoden. Im Rahmen der Grundlagenforschung klären sie allgemein Vorgänge in lebenden Organismen auf. Zudem betreiben wir in der Schweiz die einzige Anlage zur Behandlung von spezifischen Krebserkrankungen mit Protonen. Dieses besondere Verfahren macht es möglich, Tumore gezielt zu zerstören und dabei das umliegende Gewebe weitgehend unbeschädigt zu lassen.

Die Köpfe hinter den Maschinen

Die Arbeit an den Grossforschungsanlagen des PSI ist anspruchsvoll. Unsere Forscherinnen, Ingenieure und Berufsleute sind hoch spezialisierte Experten. Uns ist es wichtig, dieses Wissen zu erhalten. Daher sollen unsere Mitarbeitenden ihr Wissen an junge Menschen weitergeben, die es dann in verschiedenen beruflichen Positionen – nicht nur am PSI – einsetzen. Deshalb sind etwa ein Viertel unserer Mitarbeitenden Lernende, Doktorierende oder Postdoktorierende.

IMPRESSUM

5232 – Das Magazin des Paul Scherrer Instituts

Erscheint dreimal jährlich.
Ausgabe 3/2021 (September 2021)
ISSN 2504-2262

Herausgeber
Paul Scherrer Institut
Forschungsstrasse 111
5232 Villigen PSI
Telefon +41 56 310 21 11
www.psi.ch

Redaktionsteam
Monika Gimmel, Christian Heid,
Dr. Laura Hennemann,
Sebastian Jutzi (Ltg.),
Dr. Brigitte Osterath,
Dr. Mirjam van Daalen

Design und Art Direction
Studio HübnerBraun

Fotos
Désirée Good, ausser:
Seiten 4/5, 21, 22/23:
Scanderbeg Sauer Photography;
Seite 25: Basel Area
Business & Innovation/
Mark Niedermann (Park Basel),
Park Innovaare (Park Innovaare),
Switzerland Innovation (Park Zürich),
Aumivi (Park Ost), EPFL Innovation
Park (Park West EPFL), Switzerland
Innovation (Park Biel/Bienne);
Seiten 26/27: Adobe Stock;
Seite 38: PSI/Markus Fischer.

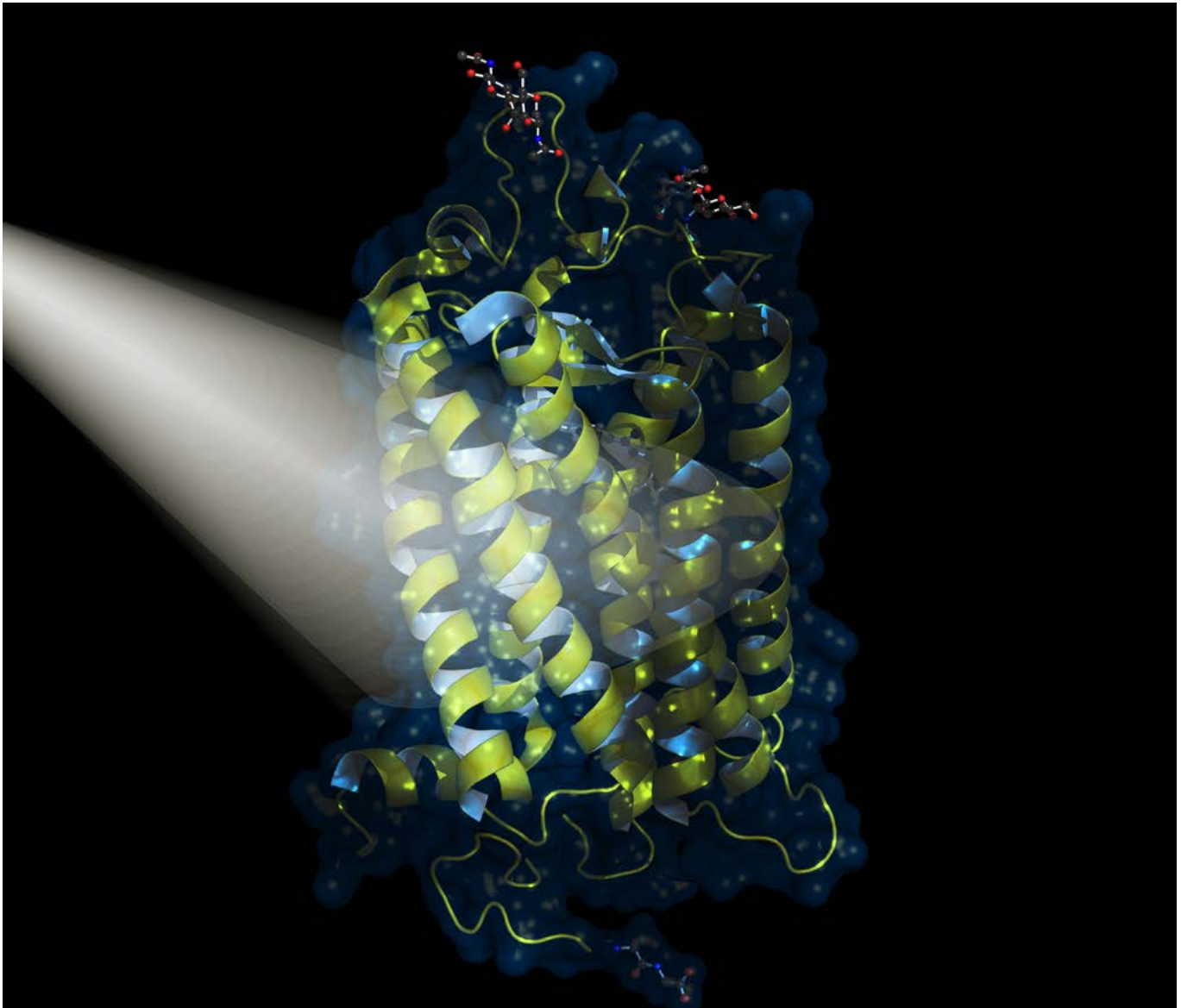
3-D-Visualisierungen und Grafiken
PSI/Mahir Dzambegovic, ausser:
Seiten 2, 20: Bruno Muff;
Seiten 6/7: Daniela Leitner;
Seite 25: Switzerland Innovation;
Seite 41: Paul Scherrer Institut.

Mehr über das PSI lesen Sie auf
www.psi.ch

5232 steht im Internet zur Verfügung und kann kostenlos abonniert werden unter
www.psi.ch/de/5232

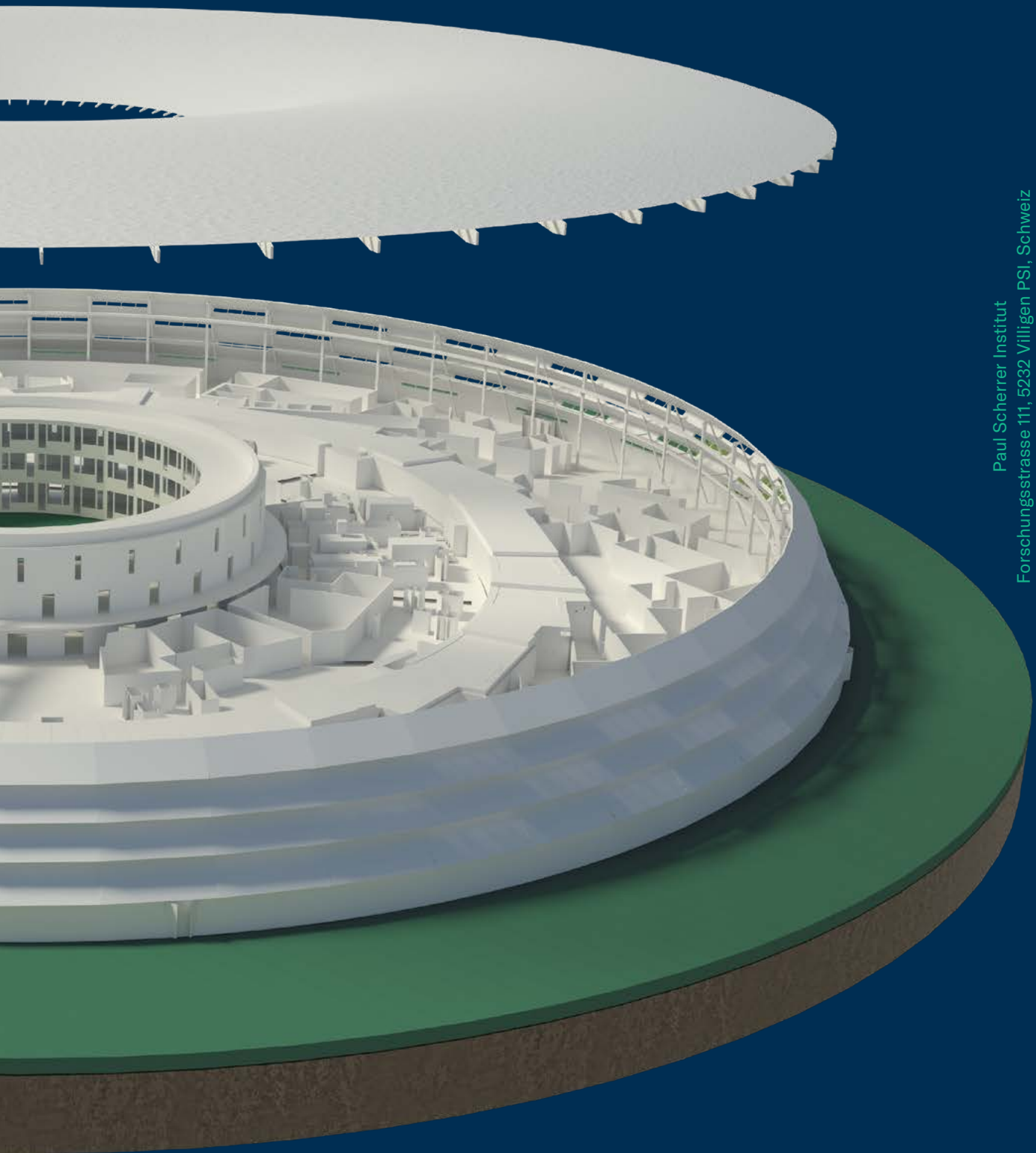
5232 ist auch auf Französisch erhältlich
www.psi.ch/fr/5232

PAUL SCHERRER INSTITUT

Das erwartet Sie in der nächsten Ausgabe

Ohne sie könnten wir und andere Lebewesen nicht sehen: lichtempfindliche Proteine in den Membranen unserer Zellen. Bis heute sind viele Fragen rund um diese Rezeptoren ungeklärt. Wie funktionieren sie genau? Was macht sie so effizient? Die Grossforschungsanlagen des PSI helfen, die letzten grossen Geheimnisse dieser aussergewöhnlichen Zellbestandteile zu lüften. Dabei ist das Unterscheiden von hell und dunkel nur eine wundersame Fähigkeit dieser molekularen Tausendsassas. So dienen sie auch als Kraftwerk für Ionenpumpen. Forschende des PSI arbeiten jetzt im internationalen Team daran, mithilfe dieser Proteine Prozesse in Zellen präzise an- und abzuschalten – mit dem Fernziel, die Entstehung von Krankheiten besser zu verstehen und neue Therapien zu entwickeln.



Paul Scherrer Institut
Forschungsstrasse 111, 5232 Villigen PSI, Schweiz
www.psi.ch | +41 56 310 21 11