

und sind mit zehn Punkten nun signifikant.

Das stagnierende Interesse an den Naturwissenschaften konstatierte auch der Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultätentag (MNFT) der Hochschulen in Deutschland in einer aktuellen Resolution.<sup>4)</sup> Der MNFT setzt sich daher nachdrücklich für eine bundesweite Stärkung des Unterrichts

der Mathematik und Naturwissenschaften an Schulen ein. Diese Forderung steht im Einklang mit der DPG-Studie, die das Land Sachsen als „Best-Practice“-Beispiel mit insgesamt 280 Physikstunden in der Sekundarstufe I nennt. Das mangelnde Interesse der Schülerinnen und Schüler an den Naturwissenschaften trotz unzähliger MINT-Initiativen relativiert Ingolf Hertel

aber. Dieses Desinteresse betreffe auch die anderen Schulfächer und spiegele einen gesamtgesellschaftlichen Trend wider. „Schließlich interessieren sich die Schüler nicht etwa stärker für Goethe oder alte Geschichte, sondern für Smartphones und soziale Netzwerke“, bringt er es auf den Punkt.

Maike Pfalz

4) Resolution des MNFT für eine Stärkung des Unterrichts der Mathematik und der Naturwissenschaften (5. Dezember 2016) auf [www.mnft.de/veroeffentlichung](http://www.mnft.de/veroeffentlichung)

## ■ Röntgenblitze im Wald

Am Paul-Scherrer-Institut in Villigen wurde der Freie-Elektronen-Laser SwissFEL eingeweiht.

Freie-Elektronen-Laser (FEL) erzeugen extrem kurze Röntgenpulse mit den vorteilhaften Eigenschaften von Laserlicht. Damit lassen sich nicht nur extrem schnelle Vorgänge wie die Entstehung neuer Moleküle bei chemischen Reaktionen verfolgen, sondern auch die detaillierte Struktur biologisch oder medizinisch relevanter Makromoleküle entschlüsseln.

Am 5. Dezember 2016 hat das Paul Scherrer Institut (PSI) in Villigen den SwissFEL in einem Festakt mit rund 400 Gästen aus Politik, Wirtschaft und Wissenschaft in Anwesenheit des Schweizer Bundespräsidenten Johann Schneider-Ammann eingeweiht.<sup>#)</sup> Damit ist die Schweiz das vierte Land weltweit, das einen leistungsstarken Freie-Elektronen-Laser beheimatet. Vergleichbare Anlagen befinden sich in den USA (LCLS), Japan (SACLA) und Deutschland, wo am 6. Oktober in Hamburg der European XFEL in Betrieb gegangen ist.<sup>8)</sup>

Die Erzeugung des Röntgenlichts beginnt im Inneren einer Elektronenkanone: Ein Lichtblitz setzt Elektronen aus einer Metallplatte frei, die ein elektrisches Feld in einem Linearbeschleuniger auf sechs Gigaelektronenvolt beschleunigt. Bis zu 100 Pulse lassen sich pro Sekunde abfeuern, wobei ein Puls aus rund einer Milliarde Elektronen besteht. Der 60 Meter lange Undulator aus insgesamt 26 400 Magneten zwingt die Elektronen auf einen Slalomkurs, auf



Der Injektor mit Elektronenquelle ist der erste Teil des SwissFEL-Beschleunigers.

dem sie energiereiches Synchrotronlicht abgeben. Die Wellenlänge der Röntgenstrahlung liegt beim SwissFEL zwischen 0,1 und 7 Nanometern, die Pulse sind wenige Femtosekunden kurz. Die Brillanz, eine Kenngröße für die Qualität der Strahlung, ist rund zehn Milliarden Mal höher als bei der ebenfalls am PSI beheimateten Synchrotronlichtquelle SLS.

Die Kosten des SwissFEL betragen rund 275 Millionen Franken und werden zum größten Teil vom Bund getragen. Der Kanton Aargau beteiligte sich mit 30 Millionen Franken aus seinem Swisslos-Fonds an der Finanzierung. „Der SwissFEL ist das ehrgeizigste Projekt, das wir je am PSI umgesetzt haben“, betonte PSI-Direktor Joël Mesot, der insbesondere der Gemeinde Würenlingen für die Unterstützung dankte. Aufgrund der extrem hohen Empfindlichkeit des SwissFEL auf Erschütterungen und Vibrationen

erwies sich nämlich nur der jetzige Standort im Würenlinger Unterwald als geeignet. Hier galt es aber, umfangreiche Naturschutzinteressen zu berücksichtigen.

Um den Lebensraum für Tiere und Pflanzen zu bewahren oder sogar neu zu schaffen, wurden große Teile des insgesamt 700 Meter langen SwissFEL unterirdisch gebaut. Der oberirdische Teil ist größtenteils mit Erde überdeckt und bepflanzt. Der Verkehr zur Anlage soll auf ein Minimum reduziert bleiben, und zwei Übergänge stellen einen ungestörten Wildwechsel über die Anlage sicher. Der SwissFEL ist zudem der weltweit erste energieoptimierte Freie-Elektronen-Röntgenlaser. Seine Energiebilanz fällt im Vergleich zu anderen Anlagen deutlich besser aus, weil die entstehende Abwärme in das Wärmenetz des Paul-Scherrer-Instituts eingespeist wird.

Alexander Pawlak / PSI

#) [www.psi.ch/swissfel](http://www.psi.ch/swissfel)

8) Physik Journal, November 2016, S. 7