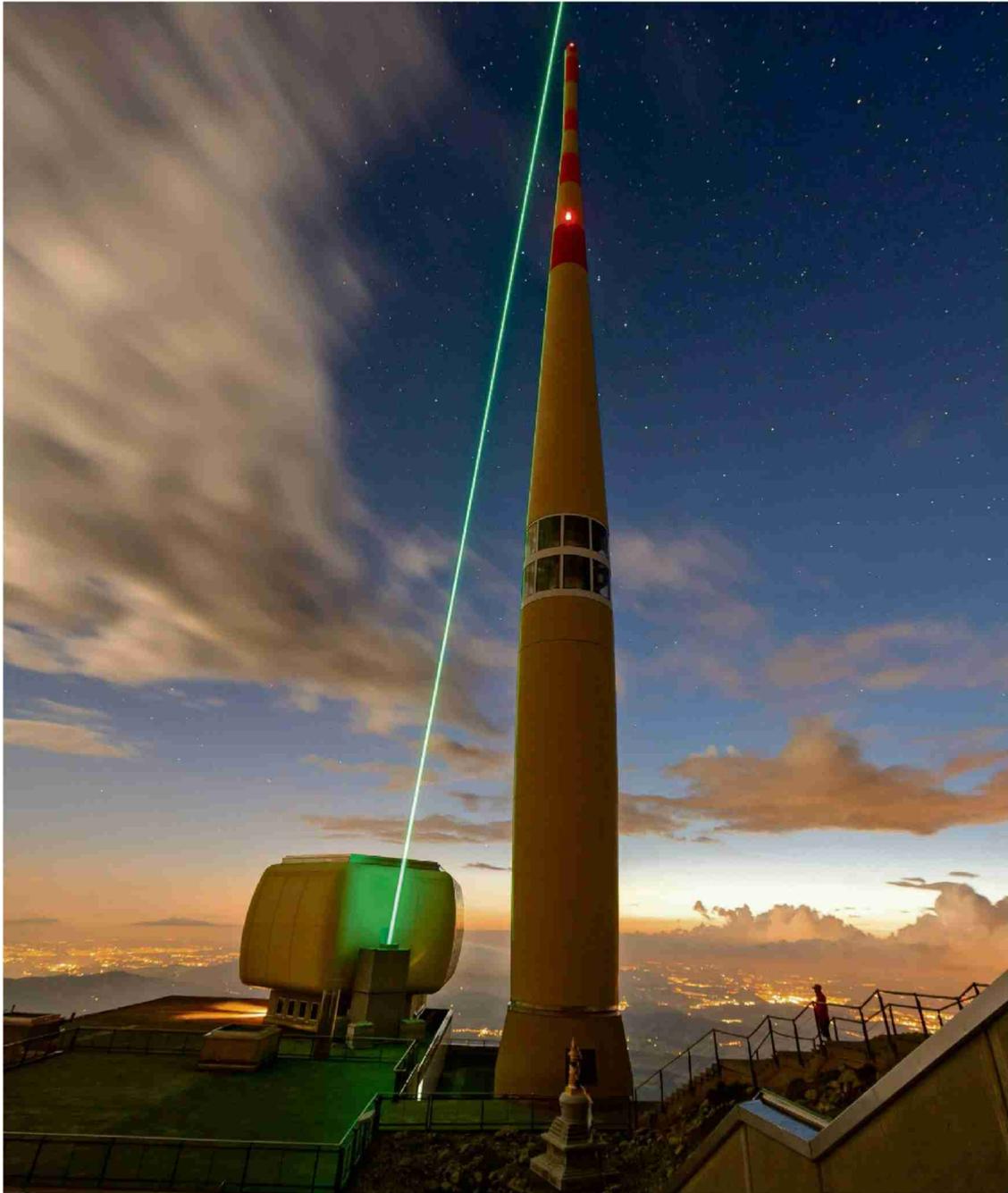




Endlich hats gekracht auf dem Säntis

Experiment mit Hochleistungslaser Die heftigen Gewitter vom Wochenende waren für Forscher auf dem Gipfel des Ostschweizer Wetterbergs ein Segen. Sie boten die Gelegenheit, um eine neuartige Blitzableitertechnologie zu testen. Ein Augenschein.



Säntis, 2502 Meter: Der Laser erzeugt an der Spitze des Sendeturms ein Plasma, das dem Blitz die Gelegenheit gibt, sich zu entladen. Foto: Trumpf



Martin Läubli

Eigentlich wünscht man sich auf dem Berg, ein Gewitter möge möglichst schnell vorbeiziehen. Bei Jean-Pierre Wolf ist das anders. Der Professor für Angewandte Physik an der Universität Genf hätte es am liebsten, wenn es in den nächsten Wochen über dem Säntis so richtig blitzt und kracht. Entspannt sitzt er am vergangenen Sonntagabend im Berggasthaus Alter Säntis. Er hat ein spannendes Wochenende hinter sich. Endlich war etwas los auf dem Wetterberg der Schweiz. «Am Samstag war die Hölle los, wenn der Blitz in den Sendeturm einschlug, hat es richtig geknallt – baraba», sagt der Genfer Blitzforscher.

Wolf hat sich viel vorgenommen. Er arbeitet seit langem an einer neuen Blitzableitertechnologie. Nun hat er die Gelegenheit, in einem europäischen Forschungsprojekt auf dem 2502 Meter hohen Säntis einen Traum zu verwirklichen. Die ungeheure Kraft der Natur soll in die richtigen Bahnen gelenkt werden, bevor sie unkontrolliert den Boden erreicht. Seit einer Woche steht dafür ein Laser auf dem Säntis bereit, der darauf wartet, tausend Infrarotimpulse pro Sekunde in den aufgeladenen Himmel zu feuern.

Am Wochenende war es dann so weit. Die Meteorologen hatten vor allem für Samstagabend und Sonntagnachmittag heftige Gewitter vorhergesagt.

Wer am Sonntag touristisch auf dem Säntis unterwegs ist, bekommt allerdings wenig vom Laserspektakel zu sehen. Am frühen Nachmittag kommt Nebel auf, der Wind wird stärker, von weitem grollt es. Das Gewitter naht, erste Blitze zucken. Ab und zu tritt ein Forscher mit Schutz-

brille aus dem Container und blickt angestrengt auf die Turmspitze. Er prüft, ob sich am elektrisch aufgeladenen Top Lichterketten gebildet haben. Gebannt machen es Touristen auf der grossen Terrasse dem Forscher nach, doch sie sehen nichts.

Laserstrahl als verlängerter Arm des Blitzableiters

So muss man sich den Laserstrahl denken, weil er in der für unser Auge nicht sichtbaren Wellenlänge des Infrarot abgeschossen wird. Nur zu gerne hätte man diesen grünen Strahl gesehen, der das Experiment auf dem Säntis in den letzten Tagen auf Bildern in den Medien zum Spektakel machte. Dafür ist es jedoch zu neblig an diesem Tag. Gerne würden die Wissenschaftler diese kürzeren, für uns sichtbaren Wellenlängen einsetzen, weil sie als «Blitzableiter» gute Eigenschaften aufweisen. «Bei Nebel ist jedoch die Streuung an den Wassertröpfchen zu stark, wir müssen Kompromisse eingehen», sagt Jean-Pierre Wolf. So verlangt das Experiment viel Fantasie.

So fantastisch sich die Idee der Wissenschaftler anhört, das Spannende des Versuchs liegt im Verborgenen. Die Lasermaschine – 10 Meter lang und 5 Tonnen schwer – ist versteckt im Wissenschaftsgebäude der Swisscom, das wie ein Pilz neben dem 123 Meter hohen Sendeturm steht. Der Laserstrahl wird über ein Spiegelsystem in einen grauen Container neben dem Gebäude gelenkt, von wo er schliesslich aus einem glänzenden Metallrohr Richtung Turmspitze schiesst.

Die Wissenschaftler haben den Laserstrahl so justiert, dass er nur knapp den obersten Punkt des Turms verfehlt. Somit wird der Laserstrahl zum verlängerten

Arm des riesigen Blitzableiters auf dem Säntis.

Die Natur ist dabei Vorbild für das Prinzip des Verfahrens: Die Ionisierung der Luft ist das Geheimnis der Blitze. Die Auf- und Abwinde in den Gewitterwolken trennen die aufsteigenden Eiskristalle von den absinkenden Graupelteilchen. Dabei fliessen Elektronen von oben nach unten, die Wolke weist dann sozusagen einen Plus- und einen Minuspol auf. Es ist der Blitz, der diese elektrische Spannung ausgleicht. Dabei entsteht kurzfristig ein so

In Zahlen

100

Mal pro Jahr schlägt ein Blitz durchschnittlich in den mächtigen Sendeturm auf dem Säntis ein.

1000

Infrarotimpulse pro Sekunde feuert die 5 Tonnen schwere Lasermaschine, die sich im pilzförmigen Wissenschaftsgebäude befindet, in den Himmel. (red)

starkes elektrisches Feld, dass die Luftmoleküle in einen ionisierten Zustand geraten, bei dem Elektronen fliessen. Die Luft wird zu einem Plasma, das leitfähig ist – und der Blitz folgt diesem Plasmakanal.

In Bruchteilen einer Sekunde fliessen 7000 Ampere

Diese Funktion soll nun der Laser übernehmen. Er erzeugt an der Spitze des Sendeturms ein Plasma, das weit in die Gewitterwolke ragt und dem Blitz Gelegenheit gibt, sich zu entladen. Wie weit das Plasma reicht, wissen die Wissenschaftler noch nicht. Es gibt aber Versuche, die



zeigen, dass ein Laser eine Plasmastrecke aufbauen kann, die weiter als einen Kilometer lang ist. «Am Samstag konnte man den hellen Schimmer des Plasmas zuoberst am Turm sehen», sagt Wolf. «Wenn die Sensoren am Mast synchron zum Laser ein erhöhtes elektromagnetisches Feld messen, ist das eine gute Indikation, dass der Laser einen Effekt hatte», sagt Physiker Jean-Pierre Wolf. Aber festlegen will er sich noch nicht. Die elektrische Feldstärke kann an der Turmspitze so gross sein, dass im Schnitt in Bruchteilen einer Sekunde ungefähr 7000 Ampere und mehr Strom fließen. Das hat ein EPFL-Forscherteam um den Blitzforscher Farhad Rachidi gemessen. Zum Vergleich: Bei einer 100-Watt-Glühbirne fliesst knapp ein halbes Ampere.

Blitzeinschläge verursachen gemäss dem amerikanischen National Lightning Safety Institute weltweit Milliarden Schäden: Abstürze von Computersystemen, Ausfälle von Windkraftanlagen, Waldbrände, Hausschäden, Umleitungen von Flügen. Das seit Jahrhunderten bekannte Prinzip des Blitzableiters hilft zwar, den elektrischen Strom direkter Blitzeinschläge in den Boden abzulenken. Elektronische Systeme können aber auch allein durch das elektromagnetische Feld, das bei einem Blitzereignis aufgebaut wird, zerstört werden. Forscher des Instituts für solare Energieversorgungstechnik in Kassel

zeigten zum Beispiel, dass Rotorblätter von Windanlagen zwar nur in 7 Prozent der Fälle betroffen sind, aber im Schadenfall Kosten in Millionenhöhe entstehen können. Jean-Pierre Wolf erhofft sich nun, Blitze mithilfe von Lasern von teurer Infrastruktur wegzulenken.

Noch ist es allerdings nicht so weit. Zuerst müssen die Wissenschaftler auf dem Säntis viele Daten sammeln, um statistisch sicherzugehen, dass die Lasermethode erfolgreich ist. Dabei helfen ihnen auch zwei Hochgeschwindigkeitskameras im Tal auf der Schwägälp und auf dem nahen Kronberg, die hunderttausend Bilder pro Sekunde schießen können. Hundertmal schlägt der Blitz durchschnittlich im Jahr in den mächtigen Sendeturm. Seit der grosse Mast 1997 errichtet wurde, haben gemäss einer EPFL-Studie die Gewittertage um den Säntis markant zugenommen. Seit 2010 wird auf dem Säntis Blitzforschung betrieben, seither hat es rund tausendmal eingeschlagen – vor allem von Juli bis September.

Geschlossener Luftraum bei Lasereinsatz

Dennoch ist Wolf noch etwas skeptisch, ob sie bis September genügend Messungen vornehmen können. Nicht nur die Natur kann ihm einen Strich durch die Rechnung machen. Die Wetterprognosen spielen bei diesem Experiment eine grosse Rolle. Die Wissenschaftler orientieren sich

an den Daten von Meteo Schweiz. Einen Tag vor einem geplanten Lasereinsatz muss die Luftüberwachung Skyguide in Kloten informiert werden. Während der Laser schießt, muss der Luftraum über dem Säntis geschlossen werden. Der Grund: Piloten könnten durch den Strahl geblendet werden. Aber auch das Militär hat Ansprüche. Bis 15 Uhr darf kein Laser im Einsatz sein. «Das ist nicht ideal», sagt Wolf. Am letzten Sonntag verpassten die Forscher das Hauptereignis des Gewitters, die Zelle passierte den Berg bereits um 14 Uhr.

Der Genfer Physiker ist ein gebranntes Kind. Bereits vor zwölf Jahren musste er ein Laserexperiment in den USA abbrechen. Die Zeit war noch nicht reif: Der damalige Laser konnte nur zehnmal pro Sekunde in die Luft feuern. Das war zu wenig Energie, um den erforderlichen Blitzkanal zu öffnen. Inzwischen hat die Lasertechnik grosse Fortschritte gemacht. Das deutsche Unternehmen Trumpf hat nach jahrelanger Entwicklungsarbeit einen Ultrakurzpuls-Laser auf dem Säntis montiert, der zu den weltweit stärksten seiner Klasse gehört.

Das vergangene Wochenende scheint für die Blitzforscher ein Erfolg gewesen zu sein. Der Genfer Physikprofessor Jean-Pierre Wolf hält sich dennoch bedeckt. Allzu viel will er nicht sagen. «Ende September wissen wir mehr.»