

# Der Star der Atmosphärenvermessung

WIRA-C ist eine unscheinbare Metallbox auf der Erde – und misst die Windgeschwindigkeit bis in 70 Kilometer Höhe. Gebaut wurde das weltweit einmalige Messgerät am Institut für angewandte Physik, Abteilung für Mikrowellenphysik. Die Forscher können dabei auf ein hauseigenes Team von Spezial-Handwerkern und Ingenieuren zählen, das ihre hochfliegenden Ideen umzusetzen weiss.

Von Kaspar Meuli

Matt glänzend steht das Messgerät auf dem Flachdach des Gebäudes für Exakte Wissenschaften – freier Blick in alle Himmelsrichtungen. Aussenstehende werden darin nicht mehr als eine lackierte Metallbox erblicken. Sorgfältig gebaut und versehen mit einem rohrartigen Vorbau, einem Periskop, das sich mit kaum vernehmbarem Surren bewegt. Zwei Kabel führen aus dem Gerät heraus und verschwinden in einem Gitterrost, ein oranges und ein schwarzes. Auch wer nun erfährt, dass dieses Gerät die Windgeschwindigkeit bis in 70 Kilometer Höhe über der Berner Uniterrasse misst, bleibt ziemlich ratlos.

Doch Atmosphärenphysiker auf der ganzen Welt horchen auf, wenn sie vom Berner Windradiometer – genannt WIRA-C – hören. Und für seine Entwickler und Erbauer ist die Anlage, ohne falsche Bescheidenheit, eine Meisterleistung. Die Forscher, Handwerker und Ingenieure haben damit erfolgreich Neuland betreten: Präzise und kontinuierlich misst ihr Gerät die Windgeschwindigkeit in Höhen, von denen es bis anhin nur Daten aus vereinzelt Messkampagnen und aus Modellvorhersagen gab. Und es ist so handlich (das «C» in WIRA-C steht für «compact»), dass es praktisch überall auf der Welt eingesetzt werden kann. Die einzigen Voraussetzungen dafür sind eine Steckdose – für das orange Stromkabel – und eine Internetleitung – schwarzer Anschluss.

## Von Ozonloch bis Schneesturm

Doch was bringt es uns zu wissen, wie der Wind weht bis in 70 Kilometer Höhe? «Wir wollen mit diesen Daten Atmosphärenphysik betreiben», sagt Physikprofessor Niklaus Kämpfer, die treibende Kraft hinter den Berner Mikrowellenmessgeräten. Das tönt lapidar, umfasst aber höchst komplexe Problemstellungen. Fragen wie: Was hat der Polare Vortex, das riesige Tiefdruck-

gebiet, das sich im Winter in den polaren Regionen bildet, mit dem Ozonloch zu tun? Oder: Wie kommt es zu wiederkehrenden plötzlichen Erwärmungen der Stratosphäre in der Polarregion im Winter, wie zum Beispiel im Dezember 2010, in deren Folge gewaltige Schneestürme in Mitteleuropa unter anderem in Paris und London den Verkehr lahmlegten?

Für Kämpfer, ein Spezialist für Atmosphären-Radiometrie und Mitglied des Oeschger-Zentrums für Klimaforschung, ist das Weltklassegerät mit dem unscheinbaren Äusseren ein Höhepunkt seiner Karriere. Wenn er 2018 in Pension geht, wird sich der grösste Teil seiner wissenschaftlichen Laufbahn um das Vermessen der Atmosphäre gedreht haben – vom Ozon- und Chloroxid-Gehalt bis zur Wasserdampfkonzentration und neuerdings dem Wind. Durch seine Messungen machte Kämpfer Bern zu einem wichtigen Knoten im internationalen Beobachtungsnetzwerk für Veränderungen in der Atmosphäre, dem Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC). Für jede ihrer Spurengasmessungen in der Atmosphäre haben der Physiker und sein Team eigene Messgeräte entwickelt und perfektioniert.

Möglich war das nur Dank hochqualifizierten technischen Mitarbeitern in Werkstätten und Labors des Instituts. «Für die Umsetzung unserer Ideen», sagt Kämpfer, «sind wir auf das Können der Mechaniker, Elektroniker und Elektroingenieure angewiesen, ohne sie ginge nichts.» Für Daniel Weber vom Elektronik Labor des Instituts für angewandte Physik (IAP), einen der Entwickler des WIRA-C, ist das Gerät schlicht «die Krönung einer ganzen Serie von Radiometern, die wir hier gebaut haben».

Die Entstehungsgeschichte des Windradiometers WIRA-C ist also eine Geschichte der Zusammenarbeit von Menschen mit

ganz unterschiedlichem Know-how und beruflichen Erfahrungen, aber auch die Geschichte des Zusammentreffens von verschiedenen Mentalitäten und Arbeitskulturen. Eines allerdings verbindet diese Männer mit so ungleichem Hintergrund: Sie stellen sich mit Lust neuen Herausforderungen, und sie haben gelernt, dass sie nur eines ans Ziel führt – Flexibilität.

## Idee zündend, Plan realisierbar

Ganz am Anfang dieser Geschichte stand ein Geistesblitz. In seinem hellen Büro in den Tiefen des ExWi-Gebäudes erzählt Niklaus Kämpfer, wie er sich seit zwanzig Jahren damit beschäftigt, von Ozonmolekülen emittierte Mikrowellenstrahlung zu messen. «Man muss sich das vorstellen wie ein Atmosphärenradio, bloss dass wir es mit sehr schwachen Signalen und äusserst empfindlichen Empfangsgeräten zu tun haben.» Die zündende Idee: Mit Hilfe von Mikrowellen müssten sich eigentlich nicht nur Ozon-Konzentrationen messen lassen, sondern auch Windgeschwindigkeiten. Denn das Signal der Ozonmoleküle verschiebt sich, wenn sie durch den Wind verfrachtet werden. Ganz so, wie sich die Tonhöhe einer vorbeifahrenden Polizeisirene verändert – das bekannte Phänomen, mit dem Physiklehrer gerne den Doppler-Effekt erklären.

Die Idee war gut, und der Plan, ein völlig neues Windmessgerät zu bauen, erwies sich als realisierbar. Bereits ab 2010 wurden mit einem Windradiometer der ersten Generation, genannt WIRA, in mehreren Messkampagnen von den Tropen bis in die Arktis Windgeschwindigkeiten in einer Höhe zwischen 30 und 70 Kilometern gemessen, jeweils über mehrere Monate und im Abstand von vier Stunden. «In der Atmosphärenforschung möchte man wissen, wie sich Luftmassen verbreiten», erklärt Niklaus Kämpfer das grosse Interesse



© Manu Friederich

<p><b>Adrian Jenk, 35;</b> konstruierte und fertigte die Mechanik.</p>	<p><b>Nik Jaussi, 58;</b> lötete und verkabelte das Innenleben.</p>	<p><b>Daniel Weber, 59;</b> baute den Hochfrequenz-Empfänger.</p>	<p><b>Axel Murk, 48;</b> entwickelte die Antenne und die Mikrowellen-Technik.</p>	<p><b>Niklaus Kämpfer, 63;</b> geistiger Vater des Projekts und Wegbereiter der Atmosphären-Radiometrie.</p>	<p><b>Andres Luder, 40;</b> entwickelte Software und Elektronik.</p>	<p><b>Jonas Hagen, 25;</b> optimierte und testete das Radiometer in seiner Masterarbeit.</p>
--	---	---	---	--	--	--

seiner Kollegen an den publizierten Daten. «Wir kennen zwar das Hauptzirkulationsmuster der Winde, aber was im Detail geschieht, wissen wir noch zu wenig.»

### Handlich und leicht

Doch das war erst der Anfang. An einer Besprechung im September 2014 werden im Elektronik Labor des IAP erste Ideen für den Bau eines neuen Geräts diskutiert. Vorgestellt hat sie der Student Jonas Hagen, der für seine Masterarbeit eine Anlage weiterentwickeln soll, die vom Physiker Rolf Rüfenacht im Rahmen einer Dissertation konzipiert worden war. Vom etwas schwerfälligen WIRA-Gerät zum kompakten WIRA-C also. Wichtigste Vorgabe: Das Gerät muss sich von zwei Personen anheben lassen, darf also nicht schwerer als 50 Kilogramm sein, und es darf nicht grösser werden als eine Transportpalette.

Der Ehrgeiz aller Beteiligten war geweckt. Der Berufsstolz des Feinmechanikers Adrian Jenk etwa, der Dinge sagt wie: «Jedes Gerät, das wir bauen, muss etwas besser werden als das vorhergehende.» Oder: «Mein persönliches Ziel ist, wenn jemand die Haube abnimmt, soll er sagen: Wow, das ist aber eine coole Lösung!» Oder der Ansporn von Andres Luder, Elektroingenieur. «Wir entwickeln Geräte nie weiter als bis zum Prototyp»,

erklärt er, «trotzdem müssen sie so gut sein, dass man sie in der Arktis oder in den Tropen aufbauen und dann zwei Jahre lang autonom laufen lassen kann.»

Was in den folgenden zwölf Monaten geschah, bis das handliche Windradiometer im Herbst 2015 den Messbetrieb aufnahm, lässt sich nicht in ein paar Sätzen erzählen. Sicher ist, dass vieles ganz anders kam, als ursprünglich gedacht und mit Bestimmtheit nicht so, wie es die Berufsleute an ihren früheren Arbeitsstellen in der Industrie gewohnt waren. «Was wir tun, lässt sich nicht in einem Pflichtenheft festhalten», meint der Elektroingenieur Daniel Weber, «da braucht es den permanenten Dialog mit den Forschern.» Bereits die Beschaffung der elektronischen Bestandteile ist ein Abenteuer. Bauteile für einen Mikrowellenempfänger zum Beispiel, der auf einer Frequenz von über 140 Gigahertz arbeitet, stellen weltweit nur eine Handvoll Kleinstfirmen her. Dies lediglich auf Bestellung und in ständig wechselnden Abmessungen. Das sind Rahmenbedingungen, die jeden Konstruktionsplan über den Haufen werfen können.

### Auf nach La Réunion

Doch jetzt, da das neue Gerät stabil funktioniert und demnächst für seine erste Messkampagne ins Observatoire du Maïdo auf die Insel La Réunion im Indischen

Ozean verschickt wird, sind alle Hürden und Schwierigkeiten beim Bau vergessen. Die Pionierentwicklung verspricht ein voller Erfolg zu werden. Das WIRA-C lässt sich via Internet von Bern aus fernsteuern, immer nachts werden die gemessenen Winddaten ans IAP übermittelt. Und sollte je ein Defekt auftreten, muss nicht das ganze Gerät demontiert, sondern lediglich eines der Module ausgetauscht werden. Eine äusserst elegante Lösung, darüber sind sich alle Beteiligten einig.

Wenn wir die Dynamik in der Atmosphäre bald besser verstehen, dann nicht zuletzt dank diesem Messgerät, das hochmotivierte Spezialisten in den Werkstätten, Labors und Denkstuben des Berner ExWi-Gebäudes erdacht und konstruiert haben.

**Kontakte:** Prof. Dr. Niklaus Kämpfer, Institut für angewandte Physik (IAP), niklaus.kaempfer@iap.unibe.ch; Daniel Weber, Institut für angewandte Physik (IAP), daniel.weber@iap.unibe.ch  
**Autor:** Kaspar Meuli ist Leiter Kommunikation des Oeschger-Zentrums für Klimaforschung, kaspar.meuli@oeschger.unibe.ch