

**S**onia Seneviratne sah das Drama kommen, schon vor zwanzig Jahren. Denn die Umweltphytikerin von der ETH Zürich blickte früh dorthin, wo sonst niemand hinsah, weil dort scheinbar nichts zu sehen war: in den Boden. Doch sie hat einen Weg gefunden, das Unsichtbare sichtbar zu machen. Er führt an einen unscheinbaren Ort zwischen Zürich und St. Gallen. Dort kann sie zeigen, wie schlimm es um das Klima in Europa wirklich steht.

Eine halbe Autostunde entfernt von Zürich liegt in einem kleinen Tal auf 754 Meter Höhe die Forschungsstation Rietholzbach, benannt nach dem Rinnsal, der das Tal durchfließt. Seneviratnes Mitarbeiter Dominik Michel biegt in einen Feldweg ein, nach hundert Metern stellt er das Elektroauto ab. Es ist Mittag, die Sonne sticht, links neben dem Feldweg sieht man einen renovierten Bauernhof, rechts die umzäunte Station, in der Ferne bimmelt eine Kuhglocke. Die Forscher gehen durch das Tor und steuern eine in den Boden eingelassene Stahl Luke an. In drei Meter Tiefe erreichen sie das Betonfundament. Unten ist es kühl und dunkel. An der Wand hängt ein schwarzes Wählscheibentelefon, daneben ein rotes Display. In der Ecke steht die Sensation dieses Kellers: das Lysimeter.

Das zylindrische Gerät, zweieinhalb Meter hoch, zwei Meter weit, ragt in den Raum hinein. Es steht auf drei Betonsäulen, ausgestattet mit drei Waagen, sogenannten Wägezellen. Unten tropft Wasser heraus, das Sickerwasser. Alle fünf Minuten wird gewogen: So ermittelt das Lysimeter den Wasserhaushalt des Bodens. Er registriert, wie viel Regen ins Erdreich sickert und wie viel Wasser an der Oberfläche verdunstet. Die empfindlichen Instrumente registrieren jede Gewichtsänderung. „Sieht aus wie ein riesiger Blumentopf“, scherzt Sonia Seneviratne. Doch dieser Blumentopf misst eine Größe, die niemand sieht, die aber immer wichtiger wird: die Verdunstung, genauer: die Evapotranspiration.

Wie und wie viel Wasser vom Boden in die Atmosphäre gelangt, hat selbst Klimaforscher jahrzehntlang kaum interessiert. Solche Prozesse waren höchstens ein Thema für Biologen, welche die Auswirkungen auf Pflanzen und Tiere verstehen wollten, aber keines, das Physiker begeisterte, die in der Klimaforschung bis heute den Ton angeben. Man besaß sich lieber mit der Atmosphäre und den Niederschlägen. Bodenfeuchte war lediglich eine Randbedingung.

Dabei ist die Verdunstung einer von vier Faktoren der Wasserbilanz, neben Regen, Abfluss und Speicherung von Wasser im Boden. Und nur gesamtheitlich betrachtet zeigen sie, ob in einem Gebiet zu viel oder zu wenig Wasser vorhanden ist. So wurde aus der Verdunstung ein blinder Fleck der Klimaforschung: Das Unsichtbare wollte niemand sehen, und erst das Unübersichtbare hat vielen die Augen geöffnet: gelbe, ausgeörrte Landstriche. Doch wenn sich Wiesen und Wälder braun verfärben, wenn Wasser knapp wird und Ernten mickrig, heißt es auch bei Meteorologen bis heute: Hat halt zu wenig geregnet.

Sonia Seneviratne aber erkannte, dass dies nur ein Teil der Wahrheit ist, der weniger wichtigere Teil, wie sie sagt. Also schaute die 48-jährige Professorin mit der Bobfrisur dort nach, wo sonst keiner hinschaute – zum Beispiel in die Messreihen der Lysimeter. „Verdunstung ist nicht so intuitiv wie Regen“, sagt Seneviratne. Dabei sei die vor allem in Europa oft die entscheidende Größe für Trockenheit und Dürre. Man kennt das vom Wäscheaufhängen: Am schnellsten trocknen die Hemden, wenn es heiß, sonnig, trocken und windig ist.

Weniger Regen kann die Bilder der verdorrten Landschaften jedenfalls nicht allein erklären, die auch in diesem Som-



Sieht aus wie die Serengeti, ist aber Sachsen. Ein abgestorbener Obstbaum an einem Feld nahe Krostitz am 5. Juli 2022.

Foto dpa

## Deutschland trocknet aus

**Eine Hitzewelle rollt heran. Doch eine größere Gefahr nähert sich schleichend und unsichtbar. Zu Besuch bei einer Schweizer Forscherin, die das früh erkannte.**

Von Andreas Frey

mer wieder Schlagzeilen schreiben: Am Po, im Tessin, in der Provence, in Südeuropa, aber auch schon wieder in Brandenburg und Berlin, in Franken, Thüringen und Sachsen-Anhalt. Halb Europa sieht Mitte Juli aus wie nach einem heißen, endlosen Sommer. Dabei dreht der Hochsommer jetzt erst richtig auf.

15,6 Tonnen zeigt das rote Display im kühlen Keller jetzt an, das Gewicht des Blumentopfs. In zwei Wochen hat er 140 Kilogramm verloren, sagt Dominik Michel. Sonia Seneviratne klappt ihren Laptop auf und geht die Diagramme durch. Die Verdunstungskurve des Junis schnellte fast kerzengerade in die Höhe, erst bei 140 Millimetern ist Schluss. Das bedeutet: 140 Liter Wasser sind im Juni verdunstet – pro Quadratmeter. „Das ist der höchste Wert, den wir je gemessen haben“, sagt sie. Selbst im Jahrhundertssommer 2003 lag der Wert niedriger, damals verdunsteten in einem Monat 134 Liter Wasser.

Schlimmer als im Jahrhundertssommer 2003 – so könnte es in ein paar Wochen kommen, sagt Seneviratne. Und man muss nur auf die andere Seite der Alpen schauen, um zu sehen, was damit droht: Wasser wird in Italien knapp und knapper, unter Androhung von Strafen verbieten etliche Kommunen, den Garten zu wässern, das Auto zu waschen oder den Pool zu füllen. Teilweise wird das Wasser zu bestimmten Zeiten ganz abgestellt. Dies droht auch nördlich der Alpen, wenn nicht bald flächendeckend Regen fällt. Doch danach sieht es in den Wetterkarten überhaupt nicht aus, im Gegenteil: Eine Hitzewelle rollt zu Wochenbeginn an, die Aussichten auf Regen sind verschwindend.

Dabei sind die Böden jetzt schon knochentrocken. Wie trocken, das möchte Sonia Seneviratne dem Besucher an der Oberfläche zeigen. Sie klettert die Metallleiter hinauf und stellt sich auf die eingezäunte Wiese, die den einzigartigen Messstandort beherbergt. Vor ihr erkennt man die Umrisse des Lysimeters, gleich daneben befindet sich der Regenmesser. Weitere Standardmessgeräte wie Temperatursensoren und Anemometer verteilen sich über das Observatorium am Rietholzbach. An einem zehn Meter hohen Mast am Rand des Geländes werden Turbulenzen vermessen, mit denen man in einem komplexen Verfahren den latenten Wärmestrom und damit die Verdunstung bestimmen kann. Einfacher geht es mit dem Lysimeter, der schon seit 1976 in Betrieb ist. Damit bietet der Standort eine der längsten Verdunstungsmessreihen der Welt.

Mit ihrer Sandale stochert die Forscherin im krümeligen Boden. Die Wiese wirkt auf den ersten Blick saftig grün, aber das täuscht. Erste braune Stellen schimmern durch die Halme, der Boden ist voller Trockenrisse. „So trocken war es hier noch nie“, ruft sie ihrem Mitarbeiter zu, der gerade zwei kleine Stäbe in den Boden bohrt, um die Bodenfeuchte zu messen. Das Ergebnis: 27,5 Prozent Bodenfeuchte in zwanzig Zentimeter Tiefe. Er schaut verblüfft, kann das stimmen? Dominik Michel sucht sich eine neue Stelle, um die Messung zu wiederholen. Diesmal sind es 24,3 Prozent – der Eindruck der Chefin stimmt. Zum Vergleich: Normal wären vierzig Prozent.

Völlig ausgedorrte Böden Ende Juni im Alpenvorland, dem früheren Wasserschloss Europas. Wenn jetzt sogar die Alpen austrocknen und die Gletscher schmelzen, müssten wir auch hierzulande eigentlich beunruhigt sein. Doch kaum jemand nimmt die Bedrohung wahr, die sich seit Wochen anbahnt. Stattdessen genießen die Menschen das endlose Badewetter, sonnen sich auf verdorrten Wiesen und kühlen sich in Flüssen, die immer weniger Wasser führen. Braun gebrannt sehen die Deutschen ihrem Land beim Austrocknen zu.

Die selektive Wahrnehmung betrifft auch das viel größere Thema, den Klimawandel. Noch immer wird eine Dürre wie jetzt in Deutschland und seinen Nachbarländern als Ausnahme gesehen, nicht als der neue Normalzustand, auf den sich das Land schleunigst einstellen sollte. Die Dringlichkeit der Anpassung belegen die Dürren der vergangenen Jahre, allein von 2018 bis 2020 erlebte Europa eine seit 250 Jahren beispiellose Hitze- und Trockenphase, wie Forscher vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Leipzig im März in der Fachzeitschrift *Earth's Future* zeigten. Ähnliche Schlüsse ziehen Hydrologen auch aus Daten der beiden Grace-Satelliten, die seit zwanzig Jahren das Schwerefeld der Erde überwachen und damit Wasserschwankungen auf den Landmassen sichtbar machen. Mittel- und Westeuropa sind dabei die Weltgegenden, die seither am meisten Wasser verloren haben. Und das ist erst der Anfang.

Sonia Seneviratne überrascht dieser Trend schon lange nicht mehr. Sie war immer an Pflanzen interessiert, studierte zunächst sogar Biologie in Lausanne, ihrem Geburtsort, als Tochter einer Schweizerin und eines Sri-Lankers. Doch bald zog sie es zu den Klimaforschern in Zürich. Dort schloss sie Anfang 2003 ihre Dissertation über den Wasser-

haushalt von Landflächen ab, war mit dem Thema am Zürcher Klimahochhaus aber ziemlich allein. Und nicht nur dort: Selbst bei den Hydrologen und Botanikern fühlte sich für das Thema Verdunstung niemand so richtig zuständig, selbst dann nicht, als die Hitzewelle 2003 halb Europa in eine Staubwüste verwandelte. Seneviratne wechselte zu Randal Koster von der NASA, einem Pionier des Fachs. 2005 kam sie zurück nach Zürich, ein Jahr später veröffentlichte sie in *Nature* eine Studie über die Rolle der Verdunstung im Klimawandel. Diese Arbeit war ihr Durchbruch in der Fachwelt, doch in Politik, Medien und Gesellschaft drangen ihre Botschaften kaum durch.

Dabei ist der Befund derselbe wie heute: „Wir erleben eine allgemeine Tendenz zur Austrocknung der Landflächen“, sagt Sonia Seneviratne. Am meisten Wasser gehe bei uns in den mittleren Breiten verloren – und zwar hauptsächlich im Sommerhalbjahr. Und die Hauptsache dafür ist nicht die Abnahme der Niederschläge, sondern die Zunahme der Verdunstung. Höhere Temperaturen und eine stärkere Einstrahlung trocknen die Böden aus und beschleunigen den Wasserfluss in die Atmosphäre. Die Pflanzen saugen infolge der längeren Vegetationsperiode mehr Wasser aus dem Boden. Und fällt doch einmal Regen im Sommer, prasselt er häufig als Starkregen nieder. Das Wasser fließt dann in Bäche und Flüsse ab, statt in den Boden zu sickern und neues Grundwasser zu bilden. An der Station in Rietholzbach beispielsweise landet pro Jahr nur ein Drittel des gefallenen Regens im Boden, zwei Drittel werden in den Bach gespült. Die Folgen sind fatal: Mit der Bodenfeuchte geht der kühlende Effekt auf die Biosphäre verloren. Das Land heizt sich noch stärker auf.

Was sich dagegen tun lässt? Zwei Dinge, sagt Sonia Seneviratne. Die Emissionen schnell verringern, um die schlimmsten Folgen zu vermeiden. Und sich auf das Unvermeidliche vorbereiten, indem man Dürren vorhersieht. An Letzterem arbeitet die Klimaforscherin, seit sie 2005 an die ETH zurückkehrte. Denn Echtzeitmessungen in Dürrezeiten sind wichtiger denn je, um schnell reagieren zu können. Also baute sie ein experimentelles Messnetz auf, zu dem auch der Standort Rietholzbach gehört, schob Projekte wie das Dürreportal [drought.ch](http://drought.ch) an, kooperierte mit anderen Fachrichtungen und appellierte an die Politik, ein Warnsystem aufzubauen, um früh auf Dürren reagieren zu können.

Während dieser Zeit ist Sonia Seneviratne zu einer wichtigen Stimme der Klimaforschung aufgestiegen. Ihr Wort findet weltweit Gehör, die Nachrichtenagentur *Reuters* wählte sie auf Platz neun der tausend einflussreichsten Klimaspezialisten, für die *New York Times* war sie eine von zehn Klimaforschern, denen man unbedingt folgen sollte.

Stolz ist sie aber auf das Frühwarnsystem: Nach jahrelangem Drängeln wurden die Gelder nun im Mai bewilligt. Spätestens von 2025 an sollen Bevölkerung und Behörden in der Schweiz mehrere Wochen im Voraus gewarnt werden, wenn sich eine kritische Trockenphase anbahnt. Die Warnungen sind bitter nötig, denn häufig reagieren Behörden, Bauern, Fischer, Trinkwasserversorger oder Naturschützer zu spät. Schäden lassen sich dann nicht mehr vermeiden.

Das Warnsystem soll die Vorbereitungszeit nun deutlich verlängern. Möglich wird das, weil die Bodenfeuchte im Gegensatz zu anderen meteorologischen Größen sehr träge auf Änderungen reagiert. Dadurch sehen die Hydrologen ausdörrenden Böden schon im Frühjahr an, ob sich in eine paar Wochen eine Dürre anbahnt. Sind die Böden schon früh im Jahr sehr trocken, ist die Wahrscheinlichkeit für eine Dürrephase erhöht. Außerdem studieren die Forscher zusätzlich Großwetterlagen, um mögliche Regenarmut abzusehen. Das Ziel ist am Ende, Zeit zu gewinnen: Schon zwei Wochen Vorwarnzeit helfen den Betroffenen, um Gegenmaßnahmen zu koordinieren und einzuleiten, wie beispielsweise die Menschen bei einer sich anbahnenden Dürre zum Wassersparen aufzufordern. Davon profitiert am Ende die ganze Gesellschaft.

In Deutschland allerdings herrscht weiterhin eine erstaunliche Sorglosigkeit im Umgang mit dem wertvollen Gut, obwohl das Wasser in vielen Regionen knapp ist. Der Wasserhaushalt ist Ländersache, daher ist ein bundesweites Frühwarnsystem wie in der Schweiz bislang nicht geplant, nur unter Wissenschaftlern gibt es erste Überlegungen, ein solches System zu entwickeln.

Dabei gibt es eigentlich keine Zeit mehr zu verlieren. Dürren sind längst Realität und werden sich weiter verschärfen, wie auch der aktuelle Weltklimabericht, in dem Sonia Seneviratne als Leitautorin fungierte, herausstellt. Bei einem ungebremsten Klimawandel muss sich Deutschland auf Sommer gefasst machen, wie sie am südlichen Mittelmeer üblich sind. Der Jahrhundertssummer 2003 käme dann jedes zweite Jahr.



Der Po, Italiens größter Fluss, am 5. Juli. In der Region Veneto ist das Wasser rationiert.

Foto AFP



Eine Ackerfläche in der Nähe des österreichischen St. Leonhard am Forst sah am 21. Juni so aus.

Foto APA