

Ein Klimaschlüssel liegt im Boden

Olivier Maire/Keystone

Wie sich Wetter und Klima verändern, hängt entscheidend von der Bodenfeuchtigkeit ab. Dieser lange unterschätzte Parameter wird im Projekt Swisssmex genauer untersucht.

VON OLIVIER DESSIBOURG

Es liegt im Wesen des Offensichtlichen, dass es unbemerkt bleibt.» Das Zitat des französischen Schriftstellers Jean Paulhan hat auch in der Wissenschaft Gültigkeit. Seit geraumer Zeit ist in der Klimatologie bekannt, dass Wechselwirkungen zwischen der Erdoberfläche und der Atmosphäre in klimatischen Systemen eine entscheidende Rolle spielen. Dazu gehört auch der Wassergehalt des Bodens – ein entscheidender Faktor sowohl für die Entwicklung der Vegetation als auch für meteorologische Voraussagen und Klimamodelle. Dennoch wird die Bodenfeuchtigkeit heute weltweit noch nicht routinemässig gemessen.

Um diesem Ziel näher zu kommen, haben Forschende der ETH Zürich, der Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon und von MeteoSchweiz mit Unterstützung des Schweizerischen Nationalfonds das Projekt Swisssmex ins Leben gerufen. «Die in drei Jahren erwarteten Ergebnisse werden in einer Welt mit zunehmend fiebrigem Klima besonders nützlich sein: Die Bodenfeuchtigkeit könnte sich als Schlüsselfaktor für das Verständnis der Klimaerwärmung erweisen», hofft Sonia Seneviratne, Assistenzprofessorin an der ETH Zürich.

Die Leiterin des Projekts muss nicht von Grund auf beginnen. 2006 konnte ihre Gruppe mittels Computersimulationen erklären, weshalb klimatische Extremereignisse wie die Hitzewelle im Sommer 2003 bis zum Ende des Jahrhunderts immer häufiger auftreten werden. Die Ursache liegt im Austausch von Feuchtigkeit zwischen Boden und Atmosphäre. Wenn die Erde wasserdurchtränkt ist, führt die einfallende Sonnenenergie in erster Linie zu Evapotranspirationsprozessen, der Verdunstung von Wasser aus Boden und Pflanzenschicht. Dadurch wird die Atmosphäre weniger schnell aufgeheizt. Wenn der Boden dagegen völlig ausgetrocknet ist, führt die gesamte Sonnenstrahlung ausschliesslich zu einer Erhitzung der Luft wie in einem Backofen. Zwischen diesen beiden Extremen liegt die Schwelle der im Boden verbliebenen Feuchtigkeit, unter der sich Hitzeperioden auszubilden beginnen. «Im Jahrhundertsommer 2003 wurde diese Schwelle unterschritten, da der Frühling niederschlagsarm war und der Boden dadurch austrocknete», erinnert sich Sonia Seneviratne. Wenn das Klima wärmer wird, kann die Atmosphäre ausserdem auf Kosten des Bodens mehr Feuchtigkeit aufnehmen. Die erwähnte Schwelle, bei der eine Hitzewelle beginnt, könnte also immer häufiger durchbrochen werden.



Standorte der Swisssmex-Messtellen
Grafik: Swisstopo/Studio25, LoD

Vorläufig sind diese Erkenntnisse noch theoretischer Natur. Doch konnten sie kürzlich in «Nature» publiziert werden. «In den letzten Jahren hat die Wissen-

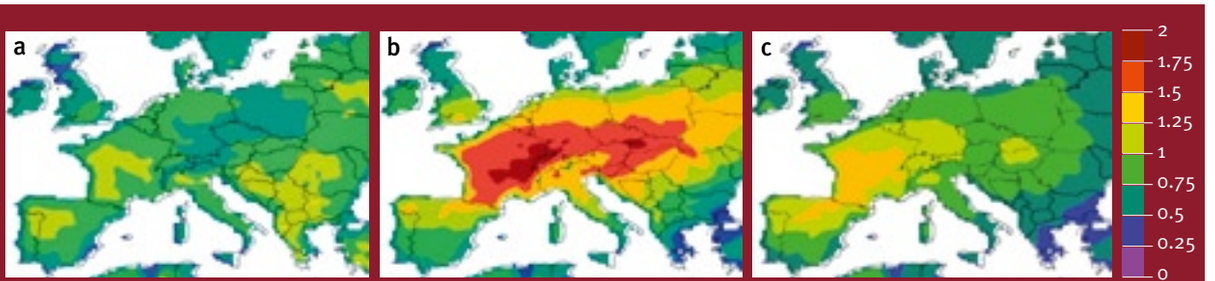
Keine Archäologinnen, sondern Klimatologinnen: Forschende richten beim solothurnischen Oensingen eine Messstelle ein, mit der sie die Feuchtigkeit und die Temperatur des Bodens erfassen können. Bilder: Peter Rüegg/ETHZ







Entscheidende Wechselwirkung: Unter Berücksichtigung des Feuchtigkeitsaustauschs zwischen Boden und Atmosphäre zeigen die simulierten Sommertemperaturen von 2070 bis 2099 (b) grosse Schwankungen im Vergleich zum Zeitraum 1960 bis 1989 (a). Wird dieser Austausch ausgeklammert, ist die Bandbreite der Temperaturen geringer (c).
Karten: Sonia Seneviratne/EPFZ



schaft die Bedeutung der Bodenfeuchtigkeit immer mehr erkannt. Nun laufen Initiativen mit umfassenden regelmässigen Messungen. Die Daten werden in unsere Modelle eingespeist und können entscheidend zu ihrer Verbesserung beitragen.» In der Schweiz sind diese Experimente an 16 Standorten vorgesehen, an denen sich bereits meteorologische oder klimatologische Messstationen befinden.

Mitte August dieses Jahres installierten die Forschenden die nötigen Anlagen vor dem Gebäude von MeteoSchweiz in Payerne. Zuerst hoben sie ein etwa ein Meter tiefes Loch aus. Anschliessend setzten sie in die Erdwand auf verschiedenen Höhen kleine verkabelte Fühler. Dann schlossen sie die Grube wieder. «Nun wird Strom in die Spitzen der Fühler geschickt und die Zeit gemessen, bis der Strom vom Boden reflektiert wird und er die Fühler wieder erreicht», erklärt die Doktorandin Heidi Mittelbach. «Alle zehn Minuten wird so die Dielektrizitätskonstante des Bodens gemessen – eine Grösse, die Auskunft darüber gibt, wie gut der Boden elektrischen Strom leitet. Je grösser diese Konstante ist, desto mehr Wasser enthält der Boden. Auf diese Weise lässt sich die Bodenfeuchtigkeit bestimmen.»

16 solche Stationen sind zugleich viel und wenig, um sich ein zuverlässiges Bild eines so grossen Gebietes wie der Schweiz zu machen. Wenig, da es zahlreiche Bodenarten gibt und diese sehr unterschiedlich genutzt werden. «Wir haben jedoch nicht den Anspruch, genaue Vergleiche zwischen den an den verschiedenen Standorten gemessenen Feuchtigkeiten anzustellen. Wir beobachten nur, wie die Klimamotoren – Sonneneinstrahlung oder Niederschläge etwa – die Bodenfeuchtigkeit ortsabhängig und längerfristig verändern», erklärt Sonia Seneviratne. «Die Herausforderung liegt darin, die Ursachen für lokale Variationen – Bodeneigenschaften, geografische Gegebenheiten usw. – von regionalen Entwicklungen wie den Auswirkungen einer Trockenperiode zu unterscheiden. In diesem Sinne sind 16 Standorte recht viel, zumindest für eine erste Evaluation.» Ausserdem gibt es dieselben Experimente überall in Europa; die Schweizer Ergebnisse lassen sich so in einen grösseren Zusammenhang stellen.

Daten zur Satellitenüberprüfung

Diese Forschungsarbeiten wiederum können zur Validierung der Klimamodelle verwendet werden, die längerfristige klimatische Entwicklungen wie auch Hitzeperioden vorausagen. Die Wissenschaftler werden die gesammelten Daten auch verwenden, um die Zuverlässigkeit des europäischen Smos-Satelliten zu überprüfen. Dieser Satellit, der 2009 starten soll, hat die Aufgabe, vom Weltraum aus den Salzgehalt der Ozeane und die Bodenfeuchtigkeit der Erde zu bestimmen. «Das Problem ist, dass Smos die Bodenfeuchtigkeit nur bis zu einigen Zentimetern Tiefe misst und bei dichtem Bewuchs ungenauer wird», erläutert Sonia Seneviratne. «Durch unsere Forschung lässt sich die Aussagekraft der Daten von Smos für die Schweiz besser abschätzen.»

Auch hier auf der Erde warten konkrete Anwendungen auf die Daten. Die Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ist an den Daten interessiert, da sie Vergleiche der Feuchtigkeitsentwicklung von Böden mit ihren landwirtschaftlichen Modellen ermöglichen. Auch für MeteoSchweiz und seine Kundschaft hat dieser Parameter eine zunehmende Bedeutung. «Uns sind alle Daten willkommen, mit denen wir die Genauigkeit unserer Modelle für meteorologische Prognosen verbessern können», meint Yves-Alain Roulet, Leiter des Projekts SwissMetNet bei MeteoSchweiz. «Die Bodenfeuchtigkeit hat insbesondere einen Einfluss auf die bodennahen Schichten der Atmosphäre, da die Evapotranspiration dort umfangreiche Turbulenzen und Hitzebewegungen auslöst.» Es braucht jedoch noch Zeit, bis die Bodenfeuchtigkeit als Parameter wirklich in die Prognosemodelle integriert ist. «Bevor wir diesen Schritt wagen, müssen wir sicher sein, dass die Daten kontinuierlich und zuverlässig fliessen. Das Projekt Swisssmex ermöglicht einen Schritt in diese Richtung.» ■