

**Staubwolken wirbeln auf und vernebeln die Sicht, als ein Landwirt im August 2018 im brandenburgischen Heinersdorf Rapssaat in den trockenen Ackerboden drillt.**



# Trockenheit und Sternenstaub



**Spätestens seit dem Sommer 2018 ist klar:  
Auch in Deutschland drohen  
Dürren. Mit kosmischen Strahlen und anderen  
kreativen Methoden untersuchen  
Leipziger Wissenschaftler das hierzulande  
kaum erforschte Klima-Phänomen.**

*TEXT: KATJA TRIPPEL*





Dieser Bootsanleger am nordhessischen Edersee liegt auch im Oktober 2018 noch auf dem Trockenen. Im Zuge der langen Trockenheit war die Wassermenge des Stausees auf ein Viertel abgesunken.









Das Cosmic-Ray-Messgerät im Kofferraum des UFZ-Land Rovers erfasst die Bodenfeuchte in einem Umkreis von 150 Meter und bis in eine Tiefe von etwa 50 Zentimeter.

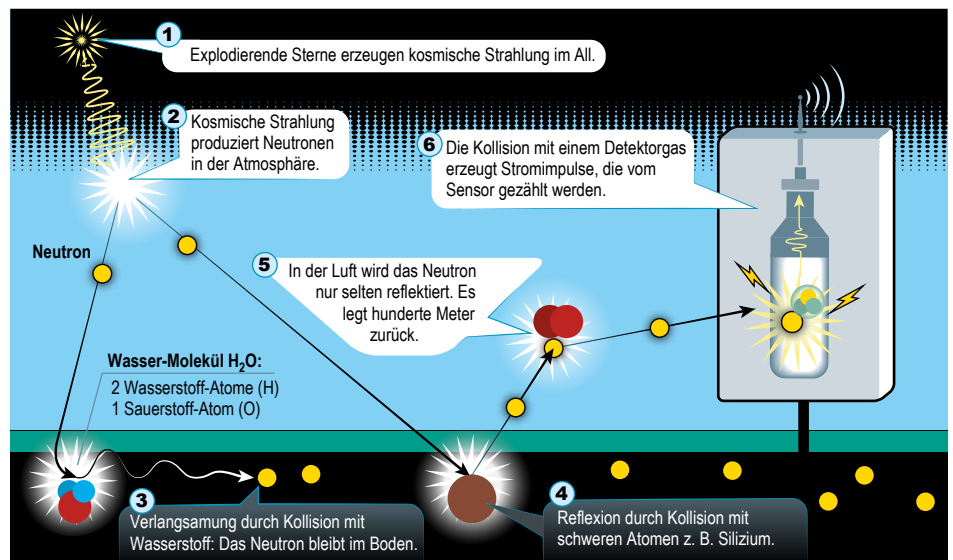
**Die Bilder des „Endlos-Sommers“ 2018** haben wir alle noch vor Augen: blauster Himmel, Sonne und Temperaturen, wie man sie eher aus Bella Italia kennt. Aber gleichzeitig auch: verdorrte Kornfelder, gestrandete Flussschiffe, Straßenbäume, die schon im August ihre Blätter abwarfen, sogar Waldbrände. In Mecklenburg-Vorpommern fielen Moore trocken, am Bingerer Rhein erreichte man den Mäuseturm, der normalerweise auf einer Insel steht, ohne nasse Füße zu bekommen – das ausgetrocknete Flussbett war in braune Kacheln aufgesprengt.

### Eine Frage der Bodenfeuchte

Tatsächlich stellte das vergangene Jahr mit seinen Rekordwerten fast den „Hitzesommer“ 2003 in den Schatten, den bislang heißesten seit Beginn der Wetteraufzeichnungen im Jahr 1881. Gleich Anfang April war das Thermometer im badischen Ohlsbach auf über 30 Grad geklettert, im Mai und Juni schwitzte das Land bei Werten bis 34 Grad, gefolgt von einer Hitzewelle, die selbst der eher frischen Ostseeinsel Greifswalder Oie 14 Tropennächte bescherte. 2018 kam allerdings hinzu, dass es von April bis November

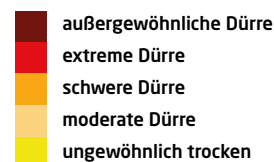
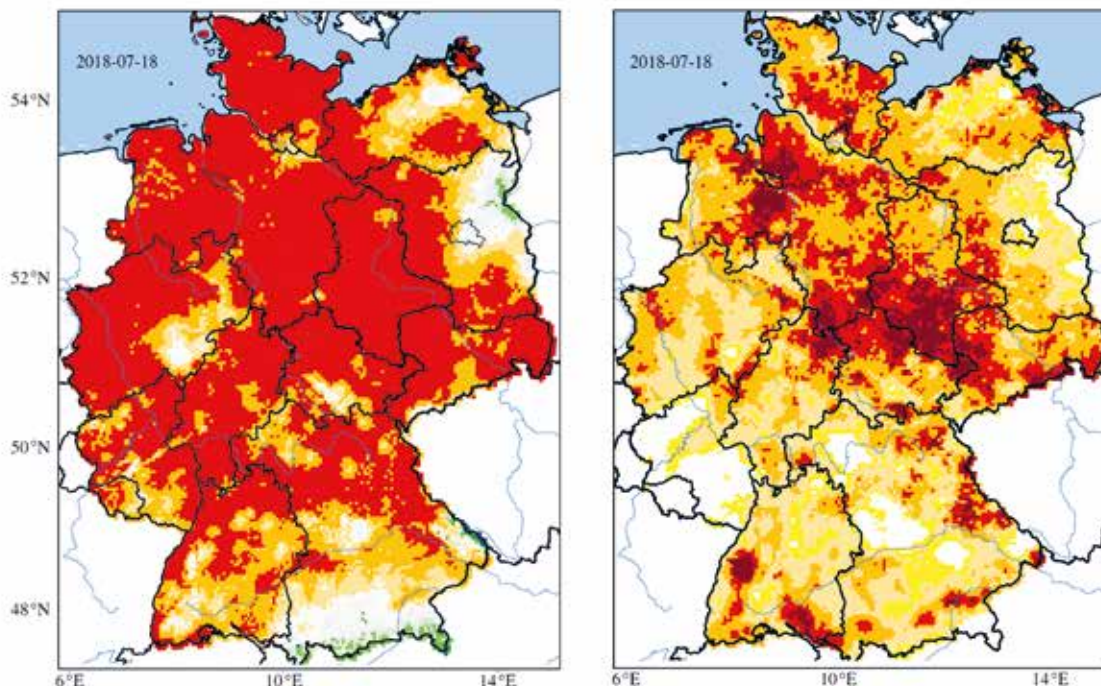
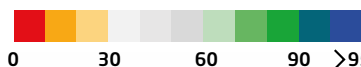
kaum regnete. Und so verschärfte sich die „Heißezeit“ – nicht umsonst Wort des Jahres 2018 – zu einer veritablen Dürre. Dürren, mitten in Europa? „Leider ja“, sagt Dr. Andreas Marx vom Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung in Leipzig (UFZ). Schon im Jahr 2008 begann er mit seinem Team, sich mit dem in Deutschland bislang wenig

beachteten Thema zu beschäftigen. Und klärt daher erstmal auf: „Nicht Hitze verursacht Dürren, sondern Trockenheit. Hitze beschleunigt allerdings die Verdunstung von Wasser auf und in den Böden.“ So können sich in Seen wie Gartenteichen an einem 30 Grad heißen Tag bis zu sechs Liter Wasser pro Quadratmeter quasi in Luft auflösen. In



Ein Cosmic-Ray-Messgerät zählt die Anzahl der Neutronen, die vom Untergrund reflektiert werden. Je mehr Feuchtigkeit das Erdreich enthält, desto mehr Neutronen verbleiben im Boden.

Bodenfeuchte in  
Prozent der nutzbaren  
Feldkapazität



#### DÜRREMONITOR:

Im August 2018 herrschte in großen Teilen Deutschlands eine außergewöhnliche bis extreme Dürre (rechte Karte). Die absolute Feuchte des Oberbodens, gemeint ist das für Pflanzen verfügbare Wasser, lag größtenteils bei unter 10 Prozent, wie die linke Karte zeigt. Nur zum Vergleich: Pflanzen geraten in der Regel ab einem Wert von unter 30 Prozent in Wasserstress.

ausgetrockneten Böden wiederum fällt es den Wurzeln von Pflanzen und Bäumen zunehmend schwer, ausreichend Wasser zu pumpen, um ihre Stämme, Stiele, Blätter oder Früchte zu versorgen. „Das entscheidende Maß für das Bestimmen einer Dürre ist daher die Bodenfeuchte“, sagt Marx. „Wenn diese trockener ist als in 20 % der langjährigen Werte an einem bestimmten Ort im jeweiligen Monat, sprechen wir dort von Dürre.“

#### Dürremonitor gibt Überblick

Um ihre Erkenntnisse mit der Öffentlichkeit zu teilen, stellten die Dürreforscher 2014 auf der Website des UFZ den „Dürremonitor“ online. Ein Klick, ein Blick, und auf der Deutschlandkarte zeigen Färbungen von blau bis dunkelrot, wie es aktuell um die Bodenfeuchte steht und ob Dürre vorherrscht. Ende August 2018 beispielsweise waren über 95 Prozent des Landes rot gefärbt, sprich: Dort waren die Böden staubtrocken - so trocken wie in keinem Sommer seit 1951, dem ersten Jahr, das in den Dürremonitor einging. Im Herbst kühlte es zwar ab, doch mangels Regen verschärfte sich die Dürre noch weiter.

„Der Dürremonitor stößt vor allem bei Land- und Forstwirten auf Interesse“, sagt Klimatologe Marx. „Aber auch bei Menschen, die in der Flussschifffahrt oder Trinkwasserversorgung arbeiten.“ Regelmäßig rufen beim UFZ zudem Hobby-Gärtner an, die wissen wollen, wie häufig sie ihre Beete sprengen müssen. Oder weil sie sich über die Karten des Dürremonitors wundern. So fragten im Herbst 2018 mehrere Brandenburger, warum ihre ausgetrocknete Heimat auf der Monitor-Karte nicht tiefrot gefärbt sei. Da könne doch nur ein Fehler vorliegen! Antwort Marx: Die Brandenburger Sandböden sind fast jeden Sommer so stark ausgetrocknet, dass die Abweichung vom Normalwert 2018 weniger extrem war als anderswo. Genau andersherum im Harz, Deutschlands nassester Gegend: Dort zeigte die Karte tiefrot, obwohl es durchaus geregnet hatte - aber sehr viel weniger als normalerweise.

„Um das Missverständnis zwischen relativer und absoluter Bodenfeuchte aufzuklären, haben wir nun auch eine Karte mit absoluten Feuchtwerten online gestellt. Sie zeigen die jeweils aktuelle Situation und nicht den Vergleich mit dem Normwert“, berichtet

der Klimatologe. Ihr Messwert ist demzufolge nicht die Abweichung, sondern die sogenannte nutzbare Feldkapazität (nFK). Sie zeigt das pflanzenverfügbare Wasser an und kann Werte zwischen einem und circa 300 Prozent annehmen. Bei Werten unter 50 Prozent nutzbare Feldkapazität beginnen Landwirte, ihre Flächen künstlich zu beregnen. Bei unter 30 Prozent zeigen die meisten Pflanzen Wasserstress.

„Nachfragen wie diese motivieren uns sehr, für die Zukunft noch bessere Basisdaten zu gewinnen“, sagt Marx. Begonnen haben die Wissenschaftler am UFZ ihre Dürreforschung einst mit Niederschlagswerten, die seit jeher gemessen werden. Anhand derer lässt sich mit Hilfe von Modellierungen berechnen, wie viel Wasser im Boden gespeichert ist, zumindest zurück bis ins Jahr 1951.

Direkte Bodenfeuchtemessungen sind spärlich und nicht lange in die Vergangenheit verfügbar. Auch sogenannte Bodenkerzen, die punktuell an mehreren Orten die Feuchte gemessen hatten, erwiesen sich als wenig repräsentativ.

Für die aktuelle Generation der Rechenmodelle, z. B. das mesoskalige Hydrologische



# EXPERTENHILFE IN DER NOT

**Marion Gensel leitet gemeinsam mit ihrem Vater den Land- und Forstwirtschaftsbetrieb Forsthof Sörgel in Grabow, Mecklenburg-Vorpommern. Auf circa 50 von insgesamt 670 Hektar Land ließen sie in den vergangenen Jahren einen jungen Mischwald pflanzen, der 2018 massiv unter Dürrestress geriet.**

► **Frau Gensel, warum forsten Sie so großflächig auf?**

Wir führen im Auftrag des Straßenbauamts Schwerin ökologische Ersatzmaßnahmen durch, die aufgrund des Baus der A14 notwendig sind. Im Herbst 2015 haben wir begonnen, auf unrentablen Ackerflächen sowie auf der ehemaligen Ziegelei in Malliß eine Mischkultur aus Feldahorn, Bergahorn, Spitzahorn, Kiefern, Robinien, Eichen, Lärchen, Streuobstbäumen, Tannen etc. zu pflanzen sowie bunte Waldränder mit Hecken und wilden Obstbaumarten anzulegen. 2018 sollten die letzten Flächen aufgeforstet werden.

► **Doch dann kam ihnen die Dürre dazwischen?**

Ja, leider. Vor allem von den Jungbäumen, die wir im Herbst 2017 und im Frühjahr 2018 gepflanzt haben, sind aufgrund der Trockenheit im vergangenen Sommer und Herbst viele eingegangen: bei den Nadelbäumen über 50 Prozent, auf manchen Flächen erlitten wir einen Totalverlust, weil die Jungpflanzen mit ihren Wurzeln noch nicht in

tiefere, feuchtere Bodenschichten gelangt waren. Auch von den im Vorjahr gepflanzten Bäumen sind viele verdorrt.

► **Weshalb haben Sie daraufhin den Dürremonitor konsultiert?**

Wir mussten unserem Auftraggeber belegen, dass die Schäden auf abiotischen Faktoren beruhen - in diesem Fall auf der überdurchschnittlichen Trockenheit - um neue Mittel beantragen zu können sowie einer Vertragsstrafe zu entgehen. Denn wir haben uns ja verpflichtet, pünktlich einen gesunden Jungwald zu liefern. Als ich vom Dürremonitor hörte, bat ich die Experten in Leipzig um detaillierte Bodenfeuchtedaten für unsere Flächen. Sie zeigten minimale Werte an und waren der Beweis, dass wir nichts falsch gemacht haben, sondern die Dürre schuld war. Unter anderem dank dieser fachmännisch aufbereiteten Datenanalyse sagten uns die Auftraggeber die Kostenübernahme zu. Nun können wir die gesicherten Kulturen nochmals pflanzen. Bleibt zu hoffen, dass 2019 ein feuchteres Jahr wird! ■

Modell (mHM), nutzen Wissenschaftler um den Hydrologen Dr. Luis Samaniego vom UFZ Temperatur-, Niederschlags- und Verdunstungswerte als Antrieb. Des Weiteren fließen Satelliten- und geologische Daten über den jeweiligen Untergrund ein. Denn je nach Geländetyp (Gebirge, Flachland), Bodenart (Sand, Fels, Schwarzerde) oder Landnutzung (Wald, Kornfeld, asphaltversiegelt) unterscheiden sich die Wasseraufnahme-, Wasserspeicher- bzw. Verdunstungskapazitäten.

**Mithilfe kosmischer Strahlung**

Den Nachweis, dass ihre Bodenfeuchte-modellierungen zuverlässig sind, erlangten die Dürre-Experten allerdings mit Hilfe von Sternen. „Nicht durch Astrologie“, lacht Marx, „sondern mit Hilfe von Supernovas.“ Wie bitte? „In Deutschland ermitteln seit 2014 rund 30 sogenannte Cosmic-Ray Geräte die Bodenfeuchte“, bestätigt Dr. Martin Schrön, Physiker am UFZ in Leipzig. „Sie sind etwa so groß wie ein Handgepäckkoffer und an Messpunkten des TERENO-Netzwerks stationiert.“

Zum Glück ist Schrön als deutscher Science-Slam-Meister des Jahres 2015 geübt, komplexe Sachverhalte wie Sternenstaub-Messungen einfach darzustellen. „Wenn Sterne explodieren, entsteht kosmische Strahlung“, erklärt er. „Landen ihre hochenergetischen Teilchen in der Erdatmosphäre, lösen sie wilde Reaktionen aus. Dabei entstehen elektrisch neutrale Neutronen, die ungestört zu Boden rieseln und sogar tief in das Erdreich eindringen, weil sie sich unterwegs kaum für Atome interessieren. Nur bei Wasser werden sie schwach - und das nutzen wir aus!“

Stoßen Neutronen nämlich auf den Atomkern von Wasserstoff, geben sie ihre Energie, ähnlich wie Billardkugeln, fast vollständig ab und bleiben im Boden stehen. Mit einem Zähler für reflektierte Neutronen über der Erde kann man so den Bodenwasser-gehalt ableiten. Und weil Neutronen in der Luft viel Platz zur Ausbreitung haben, erlaubt die Messung einen repräsentativen Durchschnittswert über viele Hektar Land. Doch auch Wasser oberhalb des Bodens lässt sich mit der Methode messen. Am



## VORAUSSGEDACHT

Ich möchte herausfinden, ob die Neutronenmessung auch aus der Luft funktioniert, etwa mit Drohnen. Dann wären wir nicht an Straßen gebunden und könnten auch schlecht zugängliche Landschaftsabschnitte wie bewachsene Felder, Naturschutzgebiete oder Flussufer in kürzerer Zeit vermessen.

MARTIN SCHRÖN  
Physiker am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)

Mickrig und ausgedörrt steht der Mais im August 2018 auf einem Feld in Ostwestfalen-Lippe. Entsprechend hoch waren deutschlandweit die Ernteaufträge infolge der Dürre.

TERENO-Intensiv-Testgebiet „Hohes Holz“ bei Oschersleben in Sachsen-Anhalt hat Schrön beispielsweise je ein Cosmic-Ray-Gerät über und unter das Kronendach eines Waldes gehängt. „Bäume bremsen Regen auf dem Weg nach unten und reduzieren damit die Nässe im Boden“, erklärt er. „Wie viel Wasser genau hängen bleibt, ist schwer zu messen, aber vielleicht gelingt es mit Hilfe der Neutronen-Zählung.“

### Messfahrten mit Land Rover

Ein etwas größeres Gerät hat der Wissenschaftler 2014 erstmals in den Kofferraum eines UFZ-Land Rovers gepackt und ist damit kreuz und quer durch Deutschland gefahren; durch Fichtenwälder, über Wiesen und Kartoffeläcker, Autobahnen und Bergstraßen. „Unser Ziel war herauszufinden, wie das Gerät auf verschiedenen Untergründen arbeitet. Zum Glück ist es unglaublich zuverlässig“, schwärmt der Physiker. „Ich muss nur den Startknopf drücken, und schon sendet es Daten

über die Bodenfeuchte in einem Radius von etwa 150 Meter und bis circa 50 Zentimeter tief in den Boden hinein. Vielleicht klemmen wir das Gerät auch mal an einen ICE oder einen Fernreisebus und können so in kurzer Zeit sehr große Flächen vermessen.“

Dieses Jahr will Schrön mit seinem Cosmic-Ray-Rover vor allem dort entlangfahren, wo die Macher des Dürremonitors bessere Daten benötigen. Oder wo Landwirte bei Hitzewellen wissen wollen, wie es um ihre Ackerböden steht. „In Nebraska, der Maisammer der USA, wird auf diese Weise

bereits entschieden, ob oder wie viel die Felder bewässert werden müssen“, weiß Schrön. In der Klimaforschung wiederum können die Bodenfeuchtedaten verwendet werden, um bei verschiedenen Erwärmungsszenarien das Risiko von Überschwemmungen oder Dürren zu berechnen - je nachdem, ob die globalen Temperaturen in den nächsten Jahrzehnten um 1,5 Grad oder 3 Grad steigen. Ob 2019 wieder eine Dürre droht, kann jedoch weder der Dürremonitor noch der Cosmic-Ray-Rover vorhersagen. „Diese Antwort steht wirklich in den Sternen“, sagt Andreas Marx.

## KOMPAKT

- 2018 war mit einer Mitteltemperatur von 10,4 Grad Celsius das wärmste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen 1881. Außerdem hat es zuvor nur in zwei anderen Jahren weniger geregnet.
- Eine Dürre herrscht dort, wo die aktuelle Bodenfeuchte niedriger ist als in 20 % der langjährigen Werte zur selben Zeit im Jahr.
- Die Bodenfeuchte lässt sich mit „Cosmic Ray-Messgeräten“ ermitteln. Diese erfassen die Anzahl von Neutronen, welche als Folge von Sternexplosionen vom Himmel fallen.