

Aufbäumen gegen die Dürre

Die neuere Forschung zeigt, dass das grüne Kleid der Erde enorm zur Kühlung und Befeuchtung beiträgt.

VON STEFAN SCHWARZER UND UTE SCHEUB

Wasser kühlt, das wissen wir alle. Und dennoch wird dieser Umstand in der Klimadebatte massiv unterschätzt. Viele glauben, es reiche, den CO₂-Gehalt in der Atmosphäre zu reduzieren. Dabei sind die Dinge viel komplexer, denn es gibt weitere, biophysikalisch sehr unterschiedlich wirkende Treibhausgase, zu denen auch Wasserdampf gehört. Neuere wissenschaftliche Studien legen nahe: Eine konsequente Wiederbegrünung und Wiederaufforstung unserer Erdkugel könnte die Klimakatastrophe entscheidend abmildern, Städte und Landschaften bodennah kühlen. Regional könnte das einen Unterschied von mindestens 1 °C ausmachen, lokal sind an heißen Tagen Unterschiede bis zu 20 °C messbar (siehe unten).

Bis vor kurzem erschien Wasserknappheit in Deutschland undenkbar. Doch die Dürresommer von 2018 bis 2020 ließen Unterböden so austrocknen, dass nun im Harz und anderswo der Wald stirbt, vor allem in Ostdeutschland, weil es von Westwinden und Tiefdruckgebieten weiter entfernt liegt. In Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Sachsen-Anhalt ist die Situation laut Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UfZ) anhaltend besorgniserregend, daran ändern auch die Niederschläge von 2021 nichts. In manchen Gebieten fehle die Hälfte des Jahresniederschlags, so UfZ-Forscher Dietrich Borchardt. Angesichts sinkender Grundwasserpegel warnte sogar das Bundesamt für Bevölkerungsschutz im Mai 2021 vor längerfristig drohender Knappheit von Trinkwasser.

Wie erklärt sich der Wassermangel im regenreichen Deutschland? Klimaforscherinnen und Meteorologen sagen, die wegen der Erderwärmung früher beginnende Vegetationsperiode verbrauche das Wasser im Boden schneller, so dass es im Sommer fehlte. Aber neue Studien zeigen, dass auch Abholzungen und Bodenversiegelungen enorm zur Zerstörung der Wasserkreisläufe beitragen.

Wasserkreisläufe - die natürliche Klimaanlage der Erde

Scheint die Sonne auf eine mit Vegetation bedeckte Fläche, werden über 70 Prozent der Sonnenenergie für die Verdunstung über die Blätter (»Transpiration«) verwendet. Auf einem unbedeckten Acker sind es nur 10 bis 20 Prozent - ein entscheidender Unterschied! Pflanzen nehmen Wasser über ihre Wurzeln auf, nutzen es als Transportmittel für Nährstoffe sowie als Kühlmittel und geben es über Spaltöffnungen ihrer Blätter an ihre Umgebung ab. Der Übergang von flüssigem Wasser zu Wasserdampf ist ein energieintensiver Prozess, der erdnah für Verdunstungskühlung sorgt. Die dabei aufgewandte Energie steigt als »latente Wärme« mit den Luftströmungen in die höhere Atmosphäre auf. Ein Teil der bei der Kondensation wiederum frei werdenden Energie diffundiert dann ins All.

Wenn der Boden nicht oder kaum von Vegetation bedeckt ist - was auf sorglos bewirtschafteten Äckern über mehrere Monate im Jahr der Fall sein kann -, entsteht statt der latenten Wärme »fühlbare Wärme«: Der Boden und die bodennahen Schichten heizen sich auf und strahlen in der Folge deutlich erhöht (langwellige) Wärmeenergie in die Atmosphäre.

Pflanzen leisten also einen entscheidenden Beitrag zum vertikalen Transfer von bodennaher Wärme und damit zur Kühlung des Planeten. Wir wissen alle, welchen Unterschied es macht, ob wir einen Hitzetag auf glühendem Asphalt in der Großstadt erleben oder im Wald. Auch ist starke Hitze unter einem Baum wesentlich erträglicher als unter einem Sonnenschirm, der zwar Schatten produziert, aber keine Verdunstungskühle.

An einem heißen Tag kann ein einziger Baum mehrere hundert Liter Wasser transpirieren und seine Umgebung mit 70 Kilowattstunden pro 100 Liter kühlen, was der Leistung zweier 24 Stunden lang laufender Klimaanlage entspricht. In Tschechien wurden laut einer in »Ecological Engineering« erschienenen Studie an einem Hitzetag in einem Wald 28 °C gemessen, während die Temperaturen auf einem nahen abgeernteten Feld 42 °C und über Asphalt 49 °C betragen - eine Differenz von gut 20 °C auf engem Raum (siehe Grafik rechts). Ein anderes Beispiel aus einer slowakischen Stadt: Auf einem Dach wurden an einem Sonnentag 30 °C gemessen, an Parkbaum-Wipfeln nur 17 °C - ein Unterschied von 13 °C, der für ältere und empfindliche Menschen über Leben und Tod entscheiden kann. Laut einer Studie der spanischen Gesundheitswissenschaftlerin Ana Maria Vicedo-Cabrera gab es 2018 in Deutschland rund 20 000 Hitzetote, vor allem in Großstädten. Durch aufgeheizten Asphalt und Beton werden diese im wahrsten Wortsinn zu »Hot Spots«.

Fast die Hälfte der Niederschläge über den Kontinenten werden durch Verdunstungsprozesse über dem Land bedingt, davon 60 bis 80 Prozent durch die Transpiration von Pflanzen. Das bedeutet, dass Abholzungen, Versiegelungen sowie Änderungen der Landnutzung Wasser- und Energieströme verändern. Schwundende Wälder und nackte Böden führen zu höheren Bodentemperaturen, zu weniger Niederschlag und längeren Trockenzeiten,



zu weniger Grundwasser und mehr Bodenerosion. Starkregen ändern nichts an der Gesamtsituation einer zunehmenden globalen Dürre, weil das Wasser – meist von Pflanzen ungenutzt – über Äcker, Gräben und Kanalisation in die Flüsse und Meere abfließt.

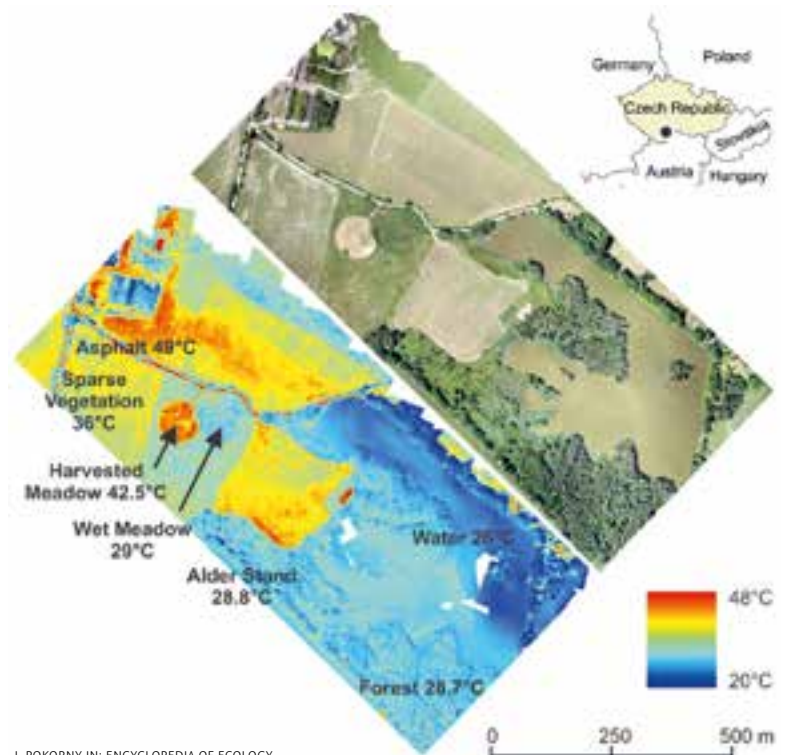
Seit Beginn der Landwirtschaft haben Menschen Wälder gerodet, um Platz für Äcker zu schaffen. Dadurch hat die Erde ungefähr die Hälfte ihrer Wälder verloren. Das hat laut einer 2017 von Aadrian Teuling et al. verfassten Studie zur Folge, dass die lokale Wolkenbedeckung und Niederschläge abnehmen. Zum Beispiel führte die Entwaldung auf dem indischen Subkontinent zwischen 1700 und 1850 zur Verringerung der Monsunregenfälle dort und im südöstlichen China.

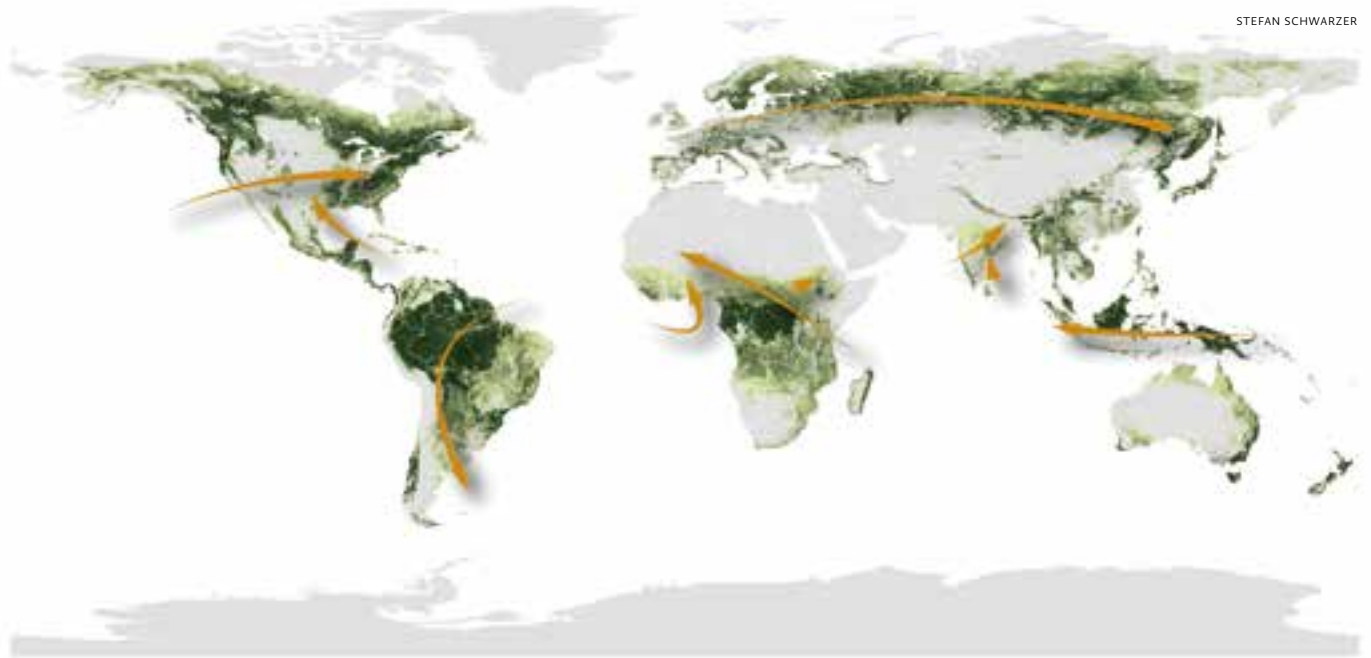
Nach 1945 begann weltweit eine zweite intensive Phase der Waldrodung. Auf Borneo führten die Abholzungen des Urwalds für Palmölplantagen zu signifikant weniger Regen. In Indonesien stieg die Temperatur über gerodeten Flächen um 10 °C, gleichzeitig wurden 15 Prozent weniger Niederschläge gemessen. Global ist die Verdunstung zwischen 1950 und 2010 um knapp 5 Prozent zurückgegangen. Die Veränderungen der Bodenbedeckung führten zeitgleich, aufgrund der reduzierten Verdunstung, zu einem weltweiten Anstieg der Temperatur um 0,3 °C – insgesamt lassen sich dadurch 18 bis 40 Prozent der bis 2015 verzeichneten globalen Erderwärmung erklären. Allein die derzeitige Abholzungsrate der Tropenwälder könnte bis 2100 für eine Klimaerhitzung um 1,5 °C sorgen.

Warum die Verdunstungskühlung in den Berichten des UN-Klimarats (IPCC) dennoch so wenig diskutiert wird, wissen wir nicht. Vermutlich liegt es daran, dass das Verhalten von Wasserdampf und die Wolkenbildung ungeheuer komplexe geophysikalische Phänomene sind, die wissenschaftlich immer noch nicht ausreichend verstanden werden, wie der Klimarat selbst zugibt. Der IPCC ist aber wohl mehrheitlich der Ansicht, dass der durch industrielle Prozesse verursachte Einfluss des Menschen auf den Wasserdampfgehalt in der Atmosphäre vernachlässigbar sei.

↑ Nebel über einem Wald. Die Verdunstungsleistung von Bäumen ist für das menschliche Auge nicht sichtbar, der von den Blättern transpierte Wasserdampf wird erst als Wolken erkennbar. Auch die für die Wolken- und Niederschlagsbildung nötigen Kondensations- und Eiskerne werden von Wäldern emittiert.

↓ Das an einem heißen Tag aus der Luft aufgenommene Thermobild einer tschechischen Landschaft offenbart Temperaturunterschiede von bis zu 20 °C auf engem Raum: Am heißesten ist die Oberfläche der Asphaltstraße (49 °C), gefolgt von einem gemähten Rasen (40 °C); der Wald misst – trotz dunkler Oberfläche – vergleichsweise kühle 29 °C und das Wasser des Sees 26 °C.





STEFAN SCHWARZER

Fliegende Flüsse und fliegende Dürren

Große Wälder scheinen wahre biochemische Reaktoren zu sein. Sie lassen Bakterien, Pilzsporen und Pollen hoch in die Luft steigen, wo diese als Kondensations- und Eiskerne für die Bildung von Wolken und Niederschlag dienen. Ohne diese Partikelchen würde das Wasser in den Wolken erst ab etwa minus 15 °C gefrieren – mit diesen Eiskernen bereits bei nahe 0 °C. Das begünstigt Wolkenbildung und lokalen Regen. Umgekehrt aber lässt sich etwa von Nahost bis China immer öfter eine Feuchte in der Atmosphäre beobachten, die nicht mehr abregnet – anscheinend, weil die biologischen Kondensationskerne fehlen. Stattdessen befinden sich menschenverursachte Staub- und Schwefelpartikel in der Luft, die die Bildung großer Regentropfen verhindern.

Wälder produzieren somit ihren Regen selbst. Sie dienen womöglich auch als globale Wind- und Wettermacher, als »biotische Pumpen«, die das Nass über die Kontinente transportieren, sagt die russische Klimaforscherin Anastassia Makarieva. Millionen von Bäumen erzeugen in Form von Wasserdampf und Wolken riesige Wasserflüsse in der Luft, »fliegende Flüsse«. Der von Bäumen erzeugte Wasserdampf kann dabei in acht bis zehn Tagen 500 bis 5000 Kilometer zurücklegen, wobei etwa die über Eurasien aufsteigende Feuchtigkeit hauptverantwortlich ist für die Niederschläge im Osten Chinas (siehe Grafik oben). Umgekehrt führt Entwaldung zu stärkeren Aufwinden und höheren Wolken, die Niederschläge geringerer Menge, aber stärkerer Intensität produzieren. Mancherorts gibt es sogar »fliegende Dürren«. Im brasilianischen Pantanal, einem der größten Feuchtgebiete der Erde, herrscht seit 2019 historische Trockenheit. Wahrscheinliche Ursache: Der Pazifik westlich der USA hat sich in den letzten Jahren stark erwärmt und verändert globale Luftströmungen.

Deshalb ist es so wichtig, Wälder, Vegetation und Wasserkreisläufe als globales »Kühlsystem des Planeten« zu erhalten. Die globale Abholzung sollte gestoppt, der Holz- und Papierhunger der reichen Nationen verringert und naturnahe Wiederaufforstung gefördert werden. Große Waldökosysteme wie am Amazonas oder am Kongobecken sollten unter Schutz gestellt und als globale Commons behandelt werden. Die besten Naturschützer sind erwiesenermaßen indigene Gemeinschaften.

»Fliegende Flüsse«: Die Hauptquelle für die Niederschläge im Kongobecken ist die über Ostafrika verdunstete Feuchtigkeit, diese ist zugleich eine wichtige Quelle für die Niederschläge in der Sahelzone. Der westafrikanische Regenwald sorgt für Wasser im Nil. Das Amazonasgebiet lässt Regen über dem Nordwesten der USA entstehen. Die über Eurasien aufsteigende Feuchtigkeit ist hauptverantwortlich für die Niederschläge im Osten Chinas.

Das »neue Wasserparadigma«

Der slowakische Hydrologe Michal Kravčík formulierte 2007 ein »neues Wasserparadigma«: Wasser werde zu sehr auf Gewässer reduziert, dabei sei es überall – in Böden, Pflanzen, Tieren. Kravčík vergleicht die globalen Wassersysteme mit »Blutbahnen des Lebens«, weil das Wohlergehen aller Lebewesen von ihnen abhängt. Wetterextreme würden vor allem durch die Störung der großen und kleinen Wasserkreisläufe verursacht. Durch Wassermanagement und Begrünung könnten sie aber regeneriert werden.

Kontinente würden Kravčík zufolge auf Dauer regelrecht austrocknen – durch Entwaldung, Monokulturen, Bodenversiegelungen, denaturierte Feuchtgebiete, Stauungen und Begradigungen von Flüssen sowie durch städtische Kanalisationssysteme. In der Folge könnten Böden nicht mehr genug Feuchte aufnehmen. Zu viel Wasser verdunstet nicht mehr an Ort und Stelle, um dann wieder abzuregnen, sondern gelange über Kanalisation und Flüsse in die Ozeane. Europa habe dadurch in den vergangenen 50 Jahren ungefähr eine Billion Kubikmeter Wasser verloren, das früher Böden und Grundwasser speiste.

Der Meeresspiegel steigt laut Kravčík nicht nur wegen der Eisschmelze, sondern vor allem aufgrund dieser schleichen den Entwässerung der Landmassen – in 100 Jahren um schätzungsweise 10 Zentimeter. Die in die Ozeane fließenden Mengen fehlten dann immer dramatischer in den »kleinen Wasserkreisläufen« über den Kontinenten. Aus dem Gleichgewicht geraten, produzierten sie Dürren oder Überflutungen. Doch mit strikt dezentralen Auffang- und Speichermaßnahmen könne man dem entgegenwirken.

Von Baumfeldwirtschaft ...

Wenn Pflanzen und Bäume so existenziell wichtig für das lokale, regionale und globale Klima sind, dann beinhaltet das die frohe Botschaft: Klimaschutz durch Wiederbegrünung ist hochwirksam! Konkret bedeutet das, dass Entwaldung auf allen Ebenen gestoppt und Wiederaufforstung – mit natürlich wachsenden Mischwäldern – betrieben werden sollte.

Auch ist es unabdingbar, die Landwirtschaft auf regenerative Praktiken umzustellen. Der Boden sollte mit Mulch, Zwischenfrüchten und Untersaaten immer bedeckt und begrünt werden. Ausgeräumte Agrarlandschaften – wie vielfach in Ostdeutschland anzutreffen – sollte es nicht länger geben dürfen. Hecken, Baum- und Blühstreifen sollten Pflicht werden, damit die Feuchte im Boden erhalten, von den Pflanzen transpiriert und wieder zu Niederschlag umgewandelt werden kann. In dem Dorf Alt-Madlitz im Odervorland demonstriert etwa der nach seinem Geschäftsführer Benedikt Bösel benannte Biohof »Gut und Bösel«, dass sich dadurch selbst im trockensten Flecken Brandenburgs die Böden noch feucht und fruchtbar halten lassen.

Maßnahmen zur Wasserrückhaltung wie das »Keyline Design« sind ebenfalls hochwirksam. Der Permakulturist Sepp Holzer hat in Österreich, in Kasachstan, im portugiesischen Ökodorf Tamera und anderswo gezeigt, wie man in verdorrten Landschaften wieder Teiche und Seen entstehen lassen kann.

Ebenso zukunftssträchtig sind Agroforstsysteme. Sie halten Feuchte in der Landschaft, speichern CO₂ in Form von Holz und Humus und bringen Landwirten und Bäuerinnen Mehrerträge durch Holz, Nüsse, Erosionsschutz und positives Kleinklima. Patrick Worms vom EU-Agroforstverband schwärmte in einem Webinar von »WeMoveEU«, Baumäcker erwirtschafteten rund 30 Prozent mehr als herkömmliche Äcker. Und Ivo Degn von den »Climate Farmers« ergänzte optimistisch, Agroforstsysteme besäßen das Potenzial, global rund eine Tonne CO₂ pro Hektar und Jahr zu speichern. Angenommen, auf sämtlichen landwirtschaftlich genutzten Flächen würden von heute auf morgen große Bäume gepflanzt, dann würde das – rein rechnerisch – bedeuten, die Klimakrise in fünf Jahren erledigen zu können.

Auch der Kühleffekt ist beachtlich. Laut der Modellierung eines Wissenschaftsteams um die Meteorologin Merja Toelle aus dem Jahr 2014 könnte die Bepflanzung von nur 9 Prozent der Ackerflächen Norddeutschlands mit simplen Pappelstreifen die regionale Landschaft um 1 °C herunterkühlen. Die Temperaturmessung zum Nachweis der globalen Erderwärmung wird zwei Meter über dem Boden durchgeführt – und wenn es dort durch Bepflanzung kühler ist, macht das für diese Durchschnittstemperatur wie auch für das Wohlergehen der Menschen einen beträchtlichen Unterschied aus. Zudem entstehen durch die erhöhte Verdunstung mehr Wolken. Ein Teil der durch die Kondensation des Wasserdampfs freiwerdenden Energie entschwindet wie beschrieben ins Weltall. Zudem werden eintreffende Sonnenstrahlen durch mehr Wolken stärker zurück ins All reflektiert. Dies sind wichtige Faktoren, die sich positiv aufs Klima auswirken.

Die Studie eines Teams um David Ellison von 2017 zeigte, dass die höchste Neubildung von Grundwasser in Landschaften mit lichtigem Gehölzbestand stattfindet, wie er in der Baumfeldwirtschaft üblich ist (siehe Seite 38). Die Wasserbildung ist dort sogar noch größer als in dichten Waldlandschaften.

Allerdings sind Baumstreifen in Deutschland bisher nur sehr eingeschränkt in Form einer »Dauerkultur« möglich. Bauern stöhnen über die enormen Schwierigkeiten, dafür EU-Subventionen zu erhalten, denn hierzulande packen die Ämter Äcker und Wälder in völlig verschiedene Schubladen und Zuständigkeiten. Ein von der Großen Koalition verabschiedeter Bundestagsbeschluss vom Januar 2021 sieht zwar vor, das ab Anfang 2023 zu ändern, aber die Details sind noch unklar.

... und Schwammstädten

Auch Stadtregierungen und zivilgesellschaftliche Gruppen können sehr viel tun. Berlin, Hamburg, Leipzig und andere Metropolen haben begonnen, sich in »Schwammstädte« zu verwandeln, auch wenn das Tempo der Umsetzung noch zu wünschen übrig lässt. Das Konzept beinhaltet, kostbaren Regen nicht länger in die Kanalisation abzuleiten, sondern zu speichern – mittels Auffangbecken, Flächenentsiegelungen, Ausweitung von Parks und Grünflächen, flutbaren Plätzen oder Mulden unter jedem einzelnen Stadtbaum. Dadurch kann Starkregen für Dürreperioden genutzt und der Grundwasserspeicher wieder aufgefüllt werden.

In einem Leipziger Neubauviertel wird das Konzept derzeit unter den scharfen Augen des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung umgesetzt. Auf 25 Hektar entsteht hier das Stadtviertel »Leipzig 416« mit rund 2100 Wohnungen und viel Grünflächen. Im Berliner Bezirk Mitte plant die neue grünrote Bezirksverwaltung »coole Straßen«, die mit Pflanzen, Wassersprinklern und Verweilmöglichkeiten im Sommer für Abkühlung sorgen.

In Berlin und überall können Häuser zudem grundsätzlich mit Gründächern und Grünfassaden ausgestattet, Terrassen mit Pergolas gekühlt werden. Urban Gardeners auf jeder Branche und in jeder Straße können dafür sorgen, dass diese begrünt und begärtnert werden. Hier gibt es noch unendlich viel zu tun. Kleine Gruppen sind zwar nicht in der Lage, den CO₂-Gehalt der Atmosphäre messbar sinken zu lassen, aber sie können Beispiele setzen, die anderswo Nachahmung finden, und das lokale Klima deutlich abkühlen. Das heißt: Weniger Hitzetote, mehr Gesundheit und gutes Leben für menschliche und viele mehrals-menschliche Wesen. Jede einzelne Pflanze und jeder einzelne Baum zählen! //

Ute Scheub (66) ist freie Autorin in Berlin. Gemeinsam mit Stefan Schwarzer hat sie das 2017 erschienene Buch »Die Humusrevolution – Wie wir den Boden heilen, das Klima retten und die Ernährungswende schaffen« verfasst. utescheub.de

Stefan Schwarzer (49) ist Physischer Geograf und Permakulturdieser im Ökodorf Schloss Tempelhof, hat lange für das Umweltprogramm der UNO gearbeitet und dort einen Fachartikel zum Thema dieses Beitrags veröffentlicht (kurzelinks.de/Klimakuehlung). aufbauende-landwirtschaft.de, lebensraum-permakultur.de