

Klimaschutz in der Mammutssteppe

Ein Pleistozän-Park im hohen Norden Sibiriens soll den Dauerfrostboden vor dem Auftauen bewahren – mit Mitteln, die sich in Millionen Jahren bewährt haben.

VON ROLAND KNAUER

Der Unterschied sticht sofort ins Auge. Die Tundra des hohen Nordens weit im Osten Sibiriens macht mit ihren gelblich-braunen Farbtönen einen recht kargen Eindruck, während nicht weit davon Moschusochsen, Pferde, Elche, Bisons, Rentiere und sogar Kamele auf einem saftig-grünen Grasland weiden. „Mit dieser grünen Savanne kehrt eine für die Eiszeit typische Landschaft in den hohen Norden zurück, auf der vor etlichen Jahrtausenden Mammuts und andere große Säugtiere lebten“, erklärt Martin Heimann vom Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena. „Obendrein bewahrt diese Mammutssteppe den darunter liegenden Dauerfrostboden vor dem Auftauen im Klimawandel und entpuppt sich so als eine relativ preiswerte Klimaschutzmaßnahme.“

Sergej Zimov und sein Sohn Nikita von der Russischen Akademie der Wissenschaften holen diese mit der Eiszeit und den Mammuts verschwundene Landschaft am Kolyma-Fluss, ein wenig südlich der Kleinstadt Tscherski, seit 1988 in einem 160 Quadratkilometer großen „Pleistozän-Park“ wieder zurück. Heimann wiederum arbeitet mit den beiden bereits seit 20 Jahren zusammen und untersucht die jeweiligen Einflüsse der heutigen Tundra und der einstigen Mammutssteppe auf den Dauerfrostboden und das Klima. Die Forscher haben triftige Gründe für ihr Engagement: Diese im Sommer saftig grüne und im Winter eisig kalte Savanne, auf der in der Eiszeit ähnlich viele große Säugtiere wie heute in der Serengeti Ostafrikas weideten, war seit 2,6 Millionen Jahren eine der ausgedehntesten Landschaften der Erde. Vor den mächtigen Eisschilden über dem Norden Europas und Amerikas erstreckte sich die Mammutssteppe von der iberischen Halbinsel bis nach Nordamerika fast rund um den Globus. Das Ende dieser „Pleistozän“-genannten Epoche nahte, als vor mehr als 10.000 Jahren immer häufiger Menschen mit gefährlichen Speeren und anderen Waffen auftauchten. Sie jagten die großen Säugtiere so lange, bis einige Arten wie die Mammuts völlig ausstarben, während andere wie Wildpferde massiv dezimiert wurden.

Das Verschwinden der Großen und Giganten aber veränderte die Landschaft und das Klima enorm. So mampften die Mammuts und Bi-



Bisons tragen im Pleistozän-Park im Norden Sibiriens zum Erhalt des Permafrostbodens bei.

FOTO: NIKITA ZIMOV

sions neben Kräutern und Gräsern durchaus auch keimende Bäumen und Büsche oder warfen Bäume um und brachen Äste ab, um an die grünen Blätter zu kommen. „Die mächtigen Bisons reiben sich auch gern an den Stämmen großer Bäume und können so mit der Zeit die Rinde abschälen“, schildert Martin Heimann ein weiteres Verhalten, das auch große Bäume absterben lassen kann. In Gegenden mit Büffeln sollten die Gehölze also seltener werden, während zunehmend Gräser, Kräuter und Stauden auftauchen.

Zwar verschwindet ein erheblicher Teil des Grüns rasch im Maul der immer hungrigen Säugtiere. Gleichzeitig hinterlassen diese aber auch reichlich Kot, und in darin steckenden Nährstoffe düngen die Mammutssteppe und beschleunigen so wiederum das Wachsen der Vegetation. Dieser ewige Kreislauf machte die Steppe der Eiszeit zu einem äußerst produktiven Ökosystem, das daher riesige Herden ernähren konnte. Auf einem Quadratkilometer Mammutssteppe am Kolyma-Fluss lebten in der Eiszeit 15 Rentiere, sieben oder acht Wildpferde, fünf Bisons und ein Mammut, rechnen Marc Macias-Fauria von der Universität in englischen Oxford und seine Kollegen anhand der dort gefundenen Fossilien vor. Dazu kamen noch Wollnashörner, Elche und natürlich auch Raubtiere wie Wölfe und Höhlenlöwen. Ähnlich viele Tiere lebten damals auch in anderen Landschaften des Nordens vom Lena-Strom bis in das heutige Großbritannien. Heute finden sich vergleichbare Dichten wilder Tiere nur

noch in Savannen-Schutzgebieten wie der Serengeti im Osten Afrikas.

Als am Ende der Eiszeit die Jäger und Sammler der Steinzeit die riesigen Herden auf den Savannen des Nordens massiv dezimierten und Arten wie die Mammuts und Wollnashörner völlig ausrotteten, brach dieses Ökosystem schlicht zusammen. Nach 2,6 Millionen Jahren blieb von der üppigen Mammutssteppe nichts mehr übrig. Im hohen Norden wich sie einer kargen Tundra, auf der statt vieler Gräser und Kräuter jetzt reichlich Moose, Flechten und Zwergsträucher wachsen. Und auch von den riesigen Tierherden blieben nur Rentiere und Elche übrig, auf der gleichen Fläche weiden heute nicht einmal ein Prozent der Tiere, die einst in der Mammutssteppe lebten.

Dieser Wechsel aber wirkt auch auf das Klima. So liegt der hohe Norden zwar nach wie vor acht Monate und länger unter einer dicken Schneedecke. Nur war die Mammutssteppe der Eiszeit in dieser Zeit blendend weiß und strahlte daher die Sonnenwärme fast vollständig in den Himmel zurück. „Heute dagegen ragen vor allem im Herbst und Frühling die Zwergsträucher aus dem Schnee heraus, und ihre dunkle Farbe nimmt viel mehr Sonnenergie als der Schnee auf“, erklärt Martin Heimann. Die Tundra wird also wärmer, und der Klimawandel beschleunigt diese Entwicklung.

Weil die Tundra kalte Füße hat, könnte das fatale Konsequenzen haben. Der Boden darunter ist dauerhaft gefroren, in Sibirien reicht dieser Permafrost mancherorts bis in

Auf einem Quadratkilometer Mammutssteppe am Kolyma-Fluss lebten in der Eiszeit 15 Rentiere, sieben oder acht Wildpferde, fünf Bisons und ein Mammut.

1500 Meter Tiefe. Seit jeher taut dieser Dauerfrostboden im Sommer an der Oberfläche einige Dezimeter tief auf. Da der Klimawandel die arktischen Breiten allerdings viel stärker als zum Beispiel Mitteleuropa aufwärmt, erreicht dieser „active layer“ inzwischen deutlich größere Tiefen. Wenn die im Frühjahr und Herbst aus dem Schnee ragenden Büsche mehr Sonnenwärme aufnehmen, verstärken sie diesen Effekt zusätzlich. Wenn der Boden auch noch unterschiedlich tief auftaut, beginnen die darauf stehenden Häuser zu kippen, Straßen, Schienen und Pipelines sind gefährdet.

Obendrein konserviert der Permafrost riesige Mengen an Überresten von Pflanzen, die in Jahrtausenden

auf der Mammutssteppe gewachsen sind. Da in diesen Resten das Kohlendioxid steckt, das die Gewächse einst aus der Luft geholt haben, ist in den Permafrostböden wie in einer riesigen Tiefkühltruhe mit 1600 Milliarden Tonnen rund doppelt so viel Kohlenstoff eingefroren als Treibhausgas schwebt. Taut die Oberfläche auf, zersetzen Mikroorganismen diese Überreste aus vergangenen Zeiten, und der erst gespeicherte Kohlenstoff blubbert in Form der Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Lachgas aus dem Boden und heizt das Klima weiter an. So entsteht ein Teufelskreis, weil die steigenden Temperaturen der Dauerfrost tiefer auftauen, dadurch mehr Treibhausgas freisetzen und die Temperaturen weiter steigen.

Um diesen Kreislauf zu durchbrechen, wollen Sergej Zimov und sein Sohn Nikita die einstige Mammutssteppe wieder zum Leben erwecken. Dazu holen sie Moschusochsen von der Wrangel-Insel, Bisons aus einem dänischen Tierpark, Rentiere aus der Tundra der Umgebung, Jakutische Pferde und Kalmücken-Rinder aus der Region und Yaks aus dem Gebiet um den Baikalsee, sowie Baktrische Kamele und eine spezielle Ziegenrasse von einer Farm im Südwesten Sibiriens. Zusammen mit den bereits vorher im Gebiet lebenden Elchen haben diese Tiere zwischen einen winzigen Bruchteil der einstigen Mammutssteppe zurück gebracht, auf dem Gras und Kräuter viel saftiger und schneller als auf der Tundra wachsen, während die Sträucher deutlich weniger

werden. Neben der Biodiversität profitiert aber auch das Klima. Und das bei weitem nicht nur durch den Rückgang der Sträucher. So ist die Mammutssteppe auch heller als die Tundra und reflektiert daher deutlich mehr Sonnenwärme in den Himmel. Vor allem aber trampeln die zurückgekehrten Herden in der kalten Jahreszeit die Schneedecke nieder, die bisher den Boden gut gegen die beißende Kälte der Winterluft mit durchschnittlichen Temperaturen unter minus dreißig Grad isoliert. „Durch die zertrampelte Schneedecke dringt die Kälte viel besser in den Untergrund und kühlt den vorher minus sieben Grad kalten Permafrost bis auf minus zwanzig Grad ab“, erklärt Martin Heimann, „der den Pleistozän-Park wissenschaftlich begleitet und gleichzeitig wissenschaftlicher Beirat der gemeinnützigen „Pleistocene & Permafrost Stiftung“ ist, die den Park aus Deutschland unterstützt. Steht die Sommersonne dann rund um die Uhr am Himmel und schmilzt den Schnee, braucht der abgekühlte active layer erheblich länger zum Auftauen und schützt so den darunter liegenden Permafrost.“

Zwar rülpfen die Bisons und anderen Wiederkäuer im Park auch einige Mengen von Methan aus, das als Treibhausgas das Klima viel effektiver als Kohlendioxid anheizt. Gleichzeitig aber düngt der Kot der Tiere die Mammutssteppe und lässt so das Grün viel schneller wachsen. Ein Teil des dabei aus der Luft eingesammelten Kohlendioxids landet schließlich als Kohlenstoff im Untergrund und fällt so als Treibhausgas aus. „In der gesamten Bilanz wird durch diese Effekte im Pleistozän-Park die Klimaerwärmung deutlich stärker gebremst als das Methan aus den Rinderpannen sie anheizt“, fasst Martin Heimann seine ersten Untersuchungen dazu zusammen.

Die genauen Zusammenhänge untersucht der Max-Planck-Forscher derzeit gemeinsam mit einigen Kollegen noch. Aber schon jetzt zeichnet sich ab, dass der Pleistozän-Park eine recht preiswerte Maßnahme sein könnte, um die Auswirkungen des Klimawandels abzufedern. Zwar kostet der Transport der Tiere in den abgelegenen Park einiges. „Sobald die Herden aber gut etabliert sind, könnte man durchaus das Fleisch entnommener Tiere verkaufen und so sogar Einnahmen erzielen“, überlegt Martin Heimann. Auch könnten Touristen die zurückgeholte Welt der Eiszeit besuchen und so weiteres Geld in die Kassen spülen. Auf einem kleineren Pleistozän-Park-Abteiler südlich von Moskau funktioniert das bereits gut. Und vielleicht gibt es irgendwann in der Zukunft auch Geld für das Kohlendioxid, dessen Freisetzen der Pleistozän-Park verhindert. Da Permafrost rund ein Viertel aller Landflächen der Nordhalbkugel einnimmt, könnte die Mammutssteppe so ein wichtiger, finanzierbarer Baustein für den Klimaschutz werden.

Wie man Mikroorganismen vor Mikroorganismen schützt

Um Algen zu produzieren, muss das System vor Parasiten sicher sein. An der Hochschule Anhalt in Köthen forscht man zu möglichen Schutzvorkehrungen.

VON THOMAS SCHÖNE

Wissenschaftler an der Hochschule Anhalt in Köthen forschen zu Möglichkeiten einer sicheren Produktion von Algen. Speziell geht es darum, parasitäre Mikroorganismen fernzuhalten. „Insbesondere werden manche Anlagen durch Wasserpilze, die sich in der Luft be-

finden, bedroht“, sagte die Leiterin der Arbeitsgruppe, Professorin Carola Griehl. Das passiere aber nur bei bestimmten Algen, wenn zum Beispiel ungünstige Wachstumsbedingungen herrschen. Dringt dann der Pilz in die Anlage ein, dann sei das ganze System innerhalb von ein paar Tagen tot, und die Schläuche färbten sich braun.

„Wir wollen wissen, wie die Algen im einzelnen reagieren und wie hoch ihr Abwehrmechanismus ist. Dafür werden die Algen mit Mikroorganismen kontaminiert“, sagt Griehl und erklärt: „Eine Möglichkeit, das Infektionsrisiko zu senken, könnte das Ansetzen von Algenmischkulturen sein.“

Eine Möglichkeit, um Mikroalgen zu produzieren, sind Tannenbaumreaktoren. Der Name bezieht

sich auf die kegelstumpfförmige Geometrie des Gestells, das von einem Schlauchsystem umwickelt ist und einem Tannenbaum ähnelt. In den Schläuchen befindet sich die Algenanfröhrung, und auf diese Art wird das Sonnenlicht effektiv genutzt. Ist eine gewisse Biomassendichte erreicht, kann ein Teil der Algenlösung abgelassen werden. Mittlerweile können die Schlauchsysteme auch temperiert werden. Diese Reaktoren arbeiten ganzjährig. Allerdings wachsen die Algen im Winter aufgrund der Lichtverhältnisse nicht so schnell wie im Sommer.

Im Biosolarzentrum der Hochschule Anhalt in Köthen steht eine derartige Anlage zu Forschungszwecken. In Kooperation mit der Gicon-Gruppe (Dresden) arbeiten die Wissenschaftler an der Sicherheit der

Algenproduktion. Aus Algen können Treibstoffe, Nahrungsmittel, aber auch chemische und pharmazeutische Produkte gewonnen werden. Ein großer Vorteil: Mikroalgen wachsen fünf- bis 20-mal schneller als Feldfrüchte wie Mais oder Raps. Algen brauchen keine Landfläche, sie können überall mit Wasser, Licht, Kohlendioxid und Nährsalzen gedeihen.

Neben der Verwendung in der Chemieindustrie, der Pharmaindustrie und der Textilindustrie, kann aus Algen auch eine erdölähnliche Substanz gewonnen werden. Das Laborprojekt heißt „Algentankstelle“. Aber die Flüssigkeit muss nicht als Benzin verfeuert werden – daraus können Schmieröle für die Kosmetikindustrie oder andere Wirkstoffe gewonnen werden. (dpa)



In sogenannten Tannenbaumreaktoren werden im Biosolarzentrum der Hochschule Anhalt in Köthen Algen kultiviert.

FOTO: HENDRIK SCHMIDT/DPA