



Der Nebel, der von der Atlantikküste im Südwesten Marokkos ins Gebirge zieht, soll Trinkwasser liefern.

Schwebende Quellen

Seit 2000 Jahren ernten Menschen den Nebel über ihren Köpfen. Besonders in trockenen Regionen ergänzt diese Methode die Wasserversorgung. Doch Sturm zerstörte oft die Kollektoren. Jetzt entwickeln Experten Zapfanlagen mit längerer Lebensdauer.

TEXT: SEBASTIAN JUTZI

Die Rettung kommt beinahe lautlos – aber mit Macht. Wenn der Wind die Hänge des Mount Boutmezguida im Südwesten von Marokko hinaufegt, trägt er eine feuchte Fracht bis in die Gipfelregion auf 1225 Metern Höhe: Nebel. Die Tropfen, die durch die Luft treiben, sind so dick, dass man sie eher wie einen Regen von der Seite empfindet. Die Luft trägt zwar viel Feuchtigkeit. Doch wenn es aufklart, dann schweift der Blick von den Bergrücken des AntiAtlas, dem südwestlichen Ausläufer des Atlasgebirges, über karges Land, spärlich bewachsen von Kakteen und einigen Sträuchern. Der steinig-sandige Boden speichert kaum Feuchtigkeit, sollte es doch einmal regnen – und vom Nebel als einziger Wasserquelle können hier, unweit der Sahara, nur wenige Gewächse existieren. Man ahnt, wie mühsam Pflanzen, Tiere und Menschen um das kostbare Nass ringen müssen. Das wird sich ändern, denn hier sollen demnächst 45 sogenannte Nebel-Kollektoren die schwebenden Quellen anzapfen und die etwa 1500 Bewohner der umliegenden Dörfer mit Wasser versorgen.

Doch die größte Hoffnung unzähliger, unter Durst leidender Menschen weltweit ruht auf den sechs Nebel-Erntern inmitten der Anlage. Diese unterscheiden sich bereits auf den ersten Blick von den übrigen Tropfensammlern. Sie wurden unter der Regie der Entwicklungshilfeorganisation Wasserstiftung im November vergangenen Jahres in dem unwegsamen Gelände errichtet. In einer mehrmonatigen Testphase wollen Forscher und Ingenieure nun ermitteln, wie sich mit neuartigen Methoden Probleme bei dem Verfahren beheben lassen und die Ausbeute an Wasser optimiert werden kann.

Die Idee, den Nebel zu melken, hatten Menschen im Nahen Osten oder in Südamerika bereits vor mehr als 2000 Jahren. Um diese Wasserquelle zu nutzen, bauten sie beispielsweise ringförmige Steinmauern in den Weg der wabernden Schwaden – wie Archäologen herausfanden. Doch das uralte Wissen um diese Technik ging fast verloren. Zwar beschäftigten sich Anfang des 20. Jahrhunderts einige Forscher erneut damit, aber erst in den 1980er Jahren verhalf unter anderem der kanadische Meteorologe und Wolkenphysiker Robert Schemenauer dieser Form der Wassergewinnung zu neuem Ansehen.

In zahlreichen Publikationen erklärte er der Öffentlichkeit, dass Nebel-Ernten eine alte Kulturtechnik ist, die von zahlreichen Vorbildern in der Natur inspiriert wurde (s. Kasten S. 48). Um zu beweisen, dass sich damit eine ergiebige Wasserquelle erschließen lässt, entwarf Schemenauer mit Kollegen einige Prototypen an Kollektoren. Das Grundprinzip ist simpel: Ein Tröpf-

chensammler besteht aus einem Netz, das zwischen zwei Pfosten aufgespannt wird. Sammelt sich genügend Feuchtigkeit im Gewebe, tropft das Wasser Richtung Boden. Bevor es dort ankommt, fängt eine Rinne am unteren Ende des Netzes das kostbare Nass auf und leitet es in einen Sammelbehälter. Auf diese Weise, so die Idee, sollten Menschen in ausgedorrten Gebieten mit genügend Nebel zumindest ihren Durst stillen können.

Weltweit finden sich mögliche Standorte für die Nebelfänger – von Kalifornien und Chile über Tasmanien oder Nepal bis hin zu Südafrika, Namibia oder Äthio-

Nebelernte ist an vielen Orten der Erde

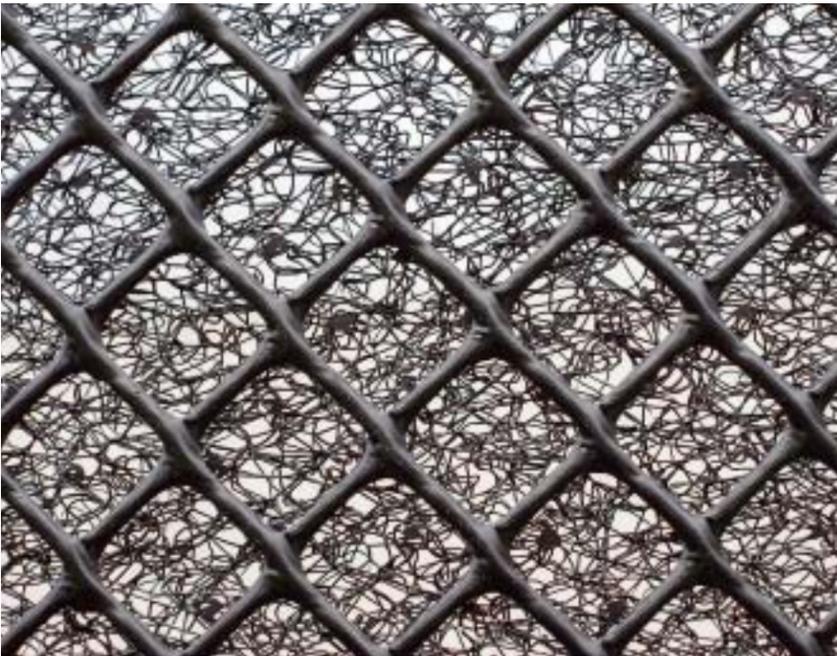
pien. Auch in Europa zapfen Menschen das Wasser aus der Luft an, zum Beispiel in Kroatien und in Spanien. Meist wird dort mit den von Schemenauer entwickelten Kollektoren Nebel aufgefangen.

Doch so gut die grundlegende Idee war – in der Realität funktionierte sie sehr oft nicht. Wie schwierig es sein kann, Wasser effektiv aus der Luft zu fischen, erfuhr beispielsweise Ernst Frost, Vorsitzender der Wasserstiftung, die sich in der Entwicklungshilfe engagiert. „Wir haben im Jahr 2007 im ostafrikanischen Eritrea Nebelkollektoren nach dem Vorbild der Prototypen von Robert Schemenauer aufgestellt.“ Zehn Geräte mit einer Fläche von jeweils vierzig Quadratmetern reckten sich bei der Ortschaft Arborobue in der Provinz Zoba Maakel in die feuchten Winde. Sie sollten bis zu ➤

Im ostafrikanischen Eritrea inspizieren Einheimische einen vom Sturm zerstörten Nebelkollektor. Dessen Konstruktion besitzt zu viele Schwachstellen.



Fotos: Munich Re, WasserStiftung



Das robuste Kunststoffgitter stabilisiert das feine Gewebe des Sammel-Netzes.

möglich – scheitert aber oft an der Technik Der Wind ist Freund und Feind zugleich – nur

1700 Liter Wasser pro Tag einsammeln und damit 7000 Menschen versorgen. Doch bald zeigte sich, dass ein entscheidender Helfer bei der Nebel-Ernte gleichzeitig als potenzieller Zerstörer wirkte: der Wind.

Für ein erfolgreiches Anzapfen der Schwaden muss vor Ort nicht nur genügend Feuchtigkeit in der Luft vorhanden sein. Das Lebenselixier muss sich auch in

Wasser für die Menschen

Seit 2000 engagiert sich die Wasserstiftung in der Entwicklungshilfe. Ihr Ziel: Die Wasserversorgung von Menschen in Trockengebieten zu verbessern. Dafür beschreitet sie auch ungewöhnliche Wege, zum Beispiel indem sie Esel stiftet. Mit Hilfe der Tiere können vor allem Frauen die oft kilometerlangen Wege zu ihren Brunnen besser bewältigen und mehr Wasser transportieren. Die Stiftung vergibt auch den Hundertwasser-Preis, benannt nach dem österreichischen Künstler, der Schirmherr der Stiftung war: www.wasserstiftung.de



den Netzen der Kollektoren verfangen. Dafür sorgt der Wind. Nur in Regionen mit ausreichenden Luftströmungen lohnt sich diese Art der Wassergewinnung. Wie ein Schäfer seine Herde in ein Gatter treibt, weht der Wind die Tropfen in die aufgestellten Sammelanlagen. Das Problem: Wo oft eine frische Brise übers Land zieht, braut sich auch schon mal ein Sturm zusammen.

„In Eritrea fegten Böen mit einer Geschwindigkeit von 120 Stundenkilometern über unsere Kollektoren“, sagt Wasserstiftungs-Gründer Frost. Bei solch gewaltigen Kräften versagte die Konstruktion. Vor allem die Netze erwiesen sich als Schwachstelle – sie rissen. „Dass das Material so starken Winden nicht standhält, ist lange bekannt“, sagt Peter Trautwein, Industriedesigner und Mitinhaber der Design-Agentur ergon3. Von der Wasserstiftung um eine Lösung gebeten, verkleinerte er die Netzfläche.

Doch selbst eine Reduzierung um die Hälfte führte noch nicht zum gewünschten Erfolg. Immer noch erwies sich der Wind als übermächtig. Auch die Versuche, die Netze durch quergespannte, mit Kunststoffummantelte Stahlseile zwischen den Haltepfosten zu stützen, waren bereits bei anderen Anlagen gescheitert. „Der Wind lässt das Netz andauernd an diesen Drähten scheuern, bis es schließlich reißt“, erklärt Trautwein. „Mir wurde klar, dass man daher die Kollektoren generell anders konzipieren musste.“ In monatelanger, akribischer Arbeit entwickelte der Designer ein neues Modell. Das Ergebnis sind die sechs speziellen Kollektoren, die heute am Mount Boutmezguida stehen.

Grundlage des verbesserten Systems ist ein stabiles Betonfundament, auf dem die Hauptstützen verankert sind. Die nächste Komponente musste ebenfalls unbedingt verstärkt werden: die Haltepfosten. „In manchen Regionen“, erzählt Trautwein, „rissen nämlich nicht die Netze, sondern der Wind knickte die Pfosten einfach um.“ Dicke Stahlrohre, zusätzlich durch gespannte Stahlseile gesichert, bilden ein Grundgerüst. Daran befestigt der Designer dann das Sammelnetz. Dessen Fläche wurde auf letztlich neun Quadratmeter verkleinert.

Anders als der Laie erwarten würde, soll die Befestigung des Netzes nicht starr sein, sondern flexibel. Trautwein weiß: Nur wer dem Wind nachgibt, kann ihm widerstehen. Deshalb halten Gummibänder das Netz in Position. Sollte der Wind doch einmal zu stark wehen, dann geben sie so lange nach, bis sie reißen – und nicht das Netz. „Diese Sollbruchstelle ist viel >



Designer Peter Trautwein lässt von der Spitze der Montageleiter eines der Nebel-Netze herab (oben). Das Gelände der Pilotanlage (r.u.) ist so unwegsam, dass Material teilweise mit Eseln transportiert werden muss (rechts). Die Auswertung des Tests (unten) durch die TU München wird das effektivste Netz ermitteln.



Fotos: WasserStiftung



Vorbild Natur

Viele Lebewesen, die in trockenen Landstrichen ihr Leben fristen müssen, nutzen Nebel als Wasserquelle. Sowohl Pflanzen als auch Tiere zapfen das schwebende Nass an. Die Kanarische Kiefer (*Pinus canariensis*) streckt ihre Wipfel üblicherweise bis in maximal 25 Meter Höhe und erntet Wasser aus der Luft auf den Kanarischen Inseln. Der Nebeltrinker-Käfer (*Onymacris unguicularis*) klettert auf die Dünenkämme in den Wüsten Namibias und reckt seinen Hinterleib in aufziehenden Nebel. Das kondensierende Wasser rinnt zum Kopf, und das Insekt stillt seinen Durst. Im Lebensraum des etwa zwei Zentimeter kleinen Krabblers sammeln viele Kreaturen den Nebel, zum Beispiel auch Gräser – und das ebenso effektiv wie der Käfer.

Der Dornteufel (*Moloch horridus*) bevölkert die Trockengebiete von Zentral- und West-Australien. Die schuppige Haut der bis zu 20 Zentimeter langen Echse weist eine spezielle Mikrostruktur auf. Mit diesen, nur wenige Mikrometer feinen Rillen erntet das Reptil winzige Tröpfchen aus der Luft. Das gesammelte Wasser wird von der Haut in Richtung Maul geleitet.



Not macht erfinderisch: Wo es an Wasser mangelt, hat die Evolution rund um den Globus Nebel-Ernter hervorgebracht.

einfacher und kostengünstiger zu ersetzen als ein komplettes Netz“, erklärt Trautwein.

Das Netz selbst wird durch ein sogenanntes Rasenschutzgitter gestützt. Dieses Gitter, das üblicherweise zum Schutz von Rasenflächen genutzt wird, stemmt sich dem Wind entgegen und entlastet das empfindliche Gewebe der Kollektorenfläche. Zusätzlich verhindert die Konstruktion, dass sich das Netz im Wind zu stark ausbeult und ein Großteil der gesammelten Wassertropfen an der Auffangrinne am unteren Ende der Netze vorbeifällt.

Ein weiterer Kniff sorgt ebenfalls für eine längere und ergiebigere Nebel-Ernte: Die Rinne besteht aus flexiblem Kunststoff und ist mit dem unteren Ende des Netzes verbunden. Durch seine Elastizität kann das Material der Luftströmung leicht nachgeben. Sollte sich das Netz im Wind bewegen, folgt ihm die Rinne und erntet zuverlässig die Tropfen, die vom Kollektor herabregnen.

Alle sechs Kollektoren sind nach demselben Prinzip konstruiert. Verschieden sind dagegen die Netztypen. So fällt eine Bauart mit Ausbeulungen auf, die an Darmzotten erinnern. Ein anderes Muster zeigt besonders feine Verästelungen in der Maschenstruktur, ein weiteres besteht aus einem ungewöhnlich dicken Faden.

Der mehrmonatige Test am Mount Boutmezguida soll zeigen, welcher Gewebetyp die beste Wasserausbeute ermöglicht. Noch lässt sich diese Frage nicht eindeutig beantworten. Erste Zwischenresultate deuten aber auf die Netze „Hagelschutznetz“ und „Abstandsgewirke“ hin, die sich unter anderem durch besonders feine Gewebestrukturen auszeichnen.

Das kostbare Nass, das mit dieser Methode gewonnen wird, hat übrigens beste Qualität, wie zahlreiche Studien belegen. Die Befürchtung, das Trinkwasser aus Nebel könnte zu wenig Mineralien enthalten, bestätigte sich nicht. Prinzipiell besteht Nebel aus verdunstetem Wasser, das – ähnlich wie destilliertes Wasser – kaum Mineralien enthalten dürfte. Doch Analysen von geerntetem Dunst aus Eritrea ergaben: Die Konzentration an Mineralien ähnelt der von herkömmlichem Trinkwasser. Möglicherweise wird der Nebel durch den Staub in der Luft mit den anorganischen Nährstoffen angereichert.

Bei den neu entwickelten Kollektoren verbessert sich die Qualität des gewonnenen Wassers zusätzlich. „Alle Komponenten, die damit in Berührung kommen, bestehen aus lebensmittelechten Materialien“, betont Ingenieur Trautwein. Ein wichtiger Gesichtspunkt, der im Rahmen der meisten Projekte aber oft vernachlässigt wird. Außerdem sind alle Materialien unempfindlich gegen die intensive UV-Strahlung. Denn wenn sich der Nebel lichtet, brennt die Sonne über dem Mount Boutmezguida erbarmungslos vom Himmel. Die aggressive Strahlung gefährdet sowohl die Haltbarkeit der Kollektorenkonstruktion als auch die Wasserqualität.

Mit all den Verbesserungen hoffen die Organisatoren des Pilotprojektes am Mount Boutmezguida, durchschnittlich bis zu 13 Liter Wasser pro Tag und Quadratmeter Netzfläche ernten zu können. Üblicherweise lassen sich dort bislang nur etwa zehn Liter pro Tag und Quadratmeter aus der Luft fischen.

Welches der am Mount Boutmezguida aufgespannten Versuchsnetze sich auch immer als besonders ergiebig und widerstandsfähig erweist: Auf das Resultat dieses Pilottests dürfen sich alle Menschen rund um den Globus freuen, denen es an Wasser mangelt. „Wir werden die schriftliche Bauanleitung für nichtkommerzielle Zwecke kostenlos im Internet zur Verfügung stellen“, kündigt Wasserstiftungs-Vorstand Frost an. Er hat die gesamte Bauphase auf Video dokumentieren lassen. „Die daraus resultierende filmische Anleitung zum Bau entsprechender Kollektoren hilft zusätzlich und macht es sogar Analphabeten möglich, die entscheidenden Schritte nachzuvollziehen.“

Fotos: mkaurlitius images (2)/imagebroker/Minden Pictures, Getty Images/Jorben Photography/Christ Paddick

Foto: Markus Waltri



Leserfoto des Monats

Wenn Markus Waltri aus Bottmingen in der Schweiz vor seinem Haus im Gras liegt und Verrenkungen anstellt, macht sich seine Frau über ihn lustig. Dabei ist sie schuld an seinen Akrobatikübungen. Ihr Kräutergarten ist es, der den Fotografen in ihm weckt. Um diese Borretsch-Blüte in Szene zu setzen, wartete er lange, bis sie im Gegenlicht wie ein filigranes Schmuckstück leuchtete. Seine Frau interessiert eher die praktische Seite. Sie nutzt den Borretsch, um Kosmetika herzustellen. Das Öl der Samen enthält Linolensäure, gut für sensible Haut. Diese Blüte wiederum ist später übrigens im Magen eines Degus gelandet. Seine Frau züchtet die chilenischen Nager. „Und Borretsch ist die Leibespeise der Tiere“, erzählt Waltri. Für seine faszinierende Aufnahme erhält er von uns den „Großen KOSMOS-Naturführer Tiere und Pflanzen.“

➔ Mehr Fotos finden Sie auf www.natur.de

In der Bilddatenbank können auch Sie Ihre schönsten Fotos einstellen!

Impressum

ISSN 1615-3928

Herausgeberin: Katja Kohlhammer

Verlag: Konradin Medien GmbH, Ernst-Mey-Straße 8, 70771 Leinfelden-Echterdingen, Germany

Geschäftsführer: Peter Dilger

Redaktionsdirektor: Wolfgang Hess

Chefredakteur: Sebastian Jutzi

Redaktion: Susanne Friedmann (Porträts), Peter Laufmann (Natur), Karin Schlott (Umwelt)

Layout: Mike Berwanger/Tausendblauwerk

Redaktionelle Mitarbeit: Doro Bitz-Volkmer (besser leben), Frank Brunner, Karsten Dörfer (Dokumentation), Agnes Fazekas (Fundstücke, Reportagen), Tania Greiner (Bücher, Essays, Reportagen), Dr. Horst Hamm (Sonderprojekte), Albrecht Heinz (Schlussredaktion), Sonja Pesina (Bildredaktion)

Redaktionsanschrift: Bretonischer Ring 13, 85630 Grasbrunn, Phone +49 89 45616-220, Fax +49 89 45616-300, E-Mail: redaktion-natur@konradin.de

Anzeigen: Katja Mueller, Anzeigenleitung, Phone +49 711 7594-368, Fax +49 711 7594-1368, E-Mail: katja.mueller@konradin.de

Auftragsmanagement: Larissa Wörner, Phone +49 711 7594-591, Zurzeit gilt Preisliste Nr. 32 vom 1.1.2013.

Abonnementbetreuung, Probehefte, Einzelverkauf, Adressänderungen: Leserservice natur, Postfach 810580, 70522 Stuttgart, Phone +49 1805 72 7252-207, Fax +49 1805 72 7252-399, E-Mail: natur@zenit-presse.de

Vertrieb: Anja Füller, Phone +49 711 7594-485, Erscheinungsweise: monatlich

Bezugspreise: Jahresabonnement: Inland 63,00 € inkl. MwSt. und Versandkosten. Ausland 72,00 €/112,80 CHF inkl. Versandkosten. Für Schüler, Studenten, Auszubildende gegen Nachweis: Inland 47,40 € inkl. MwSt. und Versandkosten. Ausland 55,20 €/92,40 CHF inkl. Versandkosten. Einzelverkaufspreis: Inland 5,90 €, Ausland 6,80 €/10,80 CHF. Kündigungen von Abonnements sind dem Leserservice natur, Postfach 810580,

70522 Stuttgart, schriftlich mitzuteilen. Ausgabe für Blinde: Blindenzeitung ATZ e.V., Phone +49 55 31 7153. Die Mitglieder von B.A.U.M. erhalten natur im Rahmen ihrer Mitgliedschaft.

Gekennzeichnete Artikel stellen die Meinung des Autors, nicht unbedingt die der Redaktion dar. Für unverlangt eingesandte Manuskripte keine Gewähr. Alle in natur erscheinenden Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, auch Übersetzungen, vorbehalten. Reproduktionen, gleich welcher Art, nur mit schriftlicher Genehmigung des Verlages.

Erfüllungsort und Gerichtsstand ist Stuttgart.



Druck: Konradin Druck GmbH, Leinfelden Echterdingen Printed in Germany, gedruckt auf 100% Recyclingpapier

© 2012 by Konradin Medien GmbH, Leinfelden-Echterdingen



Erhältlich im Zeitschriften- und Bahnhofsbuchhandel und beim Presse-Fachhändler mit diesem Zeichen

konradin
mediengruppe

