



Sophia Berg, Wüstenpflanzen
Ein Gespräch mit Elli Groner
Freitag, 5. Juli 2024 via Zoom

Im Frühjahr letzten Jahres zog ich nach Jerusalem, um Bildende Kunst zu studieren. Eine arabische Dame lud mich in ihr Steinhaus im christlichen Viertel der Altstadt ein. Einige Wochen nach meiner Ankunft musste ich Jerusalem und die Universität aus gesundheitlichen Gründen verlassen. Mitten in der Negev-Wüste fand ich eine Wohnung in der Nähe des Makhtesh Ramon. Der Biologe Dr. Elli Groner war die erste Person, die mich dort willkommen hieß. Schon im Winter sprachen wir über eine mögliche Zusammenarbeit zum Thema Wüstenboden. Er erlaubte mir, ihn und sein Team zu deren wöchentlichen Exkursionen zu begleiten und ich beteiligte mich daran, Erdproben und Käfer zur Erfassung der Bestandentwicklung zu sammeln. Während wir unterwegs waren, folgte ich Ellis Gedanken und Erzählungen mit Stift und Papier. Das folgende Gespräch ist eine digitale Fortführung unserer Gespräche in der Wüste, das deren Charakter weitestgehend beibehält.

Die im Gespräch vorkommenden Ortsnamen und lokale Begriffe orientieren sich zumeist an der Transliteration aus dem Hebräischen oder der internationalen Entsprechung, wobei einige dieser Begriffe ihren Ursprung im Arabischen haben.

Sophia Berg: Bevor wir beginnen, möchte ich Dich kurz vorstellen. Du forschst auf dem Gebiet der Wüstenökologie in verschiedenen Klimazonen, mit besonderem Augenmerk auf der Integrität von Ökosystemen. Du interessierst Dich für Bodeneigenschaften, für sogenannte Wüstenmosaiken und für Wechselwirkungen zwischen den Arten. Ein Insekt ist nach Dir benannt, der Käfer Brachycerus groneri. Bis 2016 warst Du Akademischer Direktor des Arava Institute of Environmental Studies, wo Du bis heute unterrichtest. Das Institut befindet sich an der Grenze zwischen Israel und Jordanien und bringt Studierende aus Palästina und Israel und den umliegenden Ländern zusammen. Es hat sich damit auch der Verbindung von Menschen durch gemeinsames wissenschaftliches Arbeiten verschrieben.

Elli Groner: Wir haben übrigens auch einige Studierende aus Deutschland.

Ein Studium das mich auch sehr interessiert hätte ... Zur Zeit bist Du Leiter des Dead Sea and Arava Science Centers in Mitspe Ramon, wo wir uns letztes Jahr getroffen haben. Der Standort beider Institute ist für Deine Forschung prädestiniert: Über hyper-aride Ökosysteme wurde bisher wenig geforscht, und Du hast es Dir zur Aufgabe gemacht, diese Lücke zu schließen. Wüstenökosysteme sind sehr empfindlich und werden vom Klimawandel besonders betroffen sein. Wissenschaftler äußerten bereits die Befürchtung, dass sie unter extremen Belastungen wie langen Dürreperioden, Sturzfluten und einer instabilen Lage kollabieren könnten.

Deine These jedoch ist, dass aride Klimazonen nicht notwendigerweise degenerieren, sondern ein neues Gleichgewicht finden, indem sie zu hyper-ariden Ökosystemen werden. Zu den Pflanzen, die diesen Umbruch meistern müssen und vielleicht auch können, möchte ich Dich befragen. Dabei werden wir uns auf das Fallbeispiel des Makhtesh Ramon beziehen, denn dort forschst Du, und dort habe ich im letzten Jahr gezeichnet.

Ja, und ich schlage vor, dass wir zunächst einige Begriffe klären sollten. Zunächst einmal, was bedeutet *hyper-arid*? Hyper-arid ist eine Beschreibung bestimmter Gebiete auf der ganzen Welt, die durch ihre außerordentliche Trockenheit gekennzeichnet sind. Trockenheit ist das Ergebnis des Wasserhaushalts, also der Menge an Wasser, die in das Ökosystem hereinkommt, und der Menge an Wasser, die hinausgeht. Wasser gelangt in der Regel durch Niederschlag herein, wie Tau oder Schnee, vor allem aber durch Regen. Der Regen kann abfließen, und abfließendes Wasser kann zu Überschwemmungen führen oder in den Boden einsickern. Das Wasser verlässt ein System über Verdunstung, aber auch durch Sturzfluten kann es aus dem konkreten Ökosystem abfließen. In der Wüste ist die Menge des eindringenden Wassers sehr gering und die potenzielle Menge des abfließenden Wassers sehr hoch.

Um das zu illustrieren: Nimm einen Eimer Wasser und messe, wieviel Wasser den Eimer über ein Jahr verlässt. Bleibt weniger als 50 % zurück gilt das Land als trocken, zwischen 20 bis 5 % bezeichnen wir es als Wüste. Aber wenn die Wassermenge 5 % unterschreitet, beschreibt man das Klima als hyper-arid. Bei einer Trockenheit von unter 5 % können die Pflanzen nicht mehr überleben. Die Wüste wird im Grunde leer. Es sei denn, es gibt Mechanismen, die das Leben anderweitig erhalten, wie Oasen oder Grundwasser.

Ich arbeite an zwei Instituten, die beide entweder an der Grenze zu oder bereits in hyper-ariden Gebieten liegen. Hyper-Aridität ist ein wichtiges Forschungsfeld, weil es die Grenze des

Lebens definiert, und auch, weil die weltweit meisten Universitäten, die in Wüsten liegen, sich nicht in hyper-ariden Gebieten befinden. Es ist fast ein unbekanntes Thema, das wir versuchen müssen zu erschließen.

Soweit ich weiß, gibt es in hyperariden Klimazonen etwa 25 ml Regen pro Jahr - zum Vergleich, in Deutschland haben wir etwa 840 ml.

Die Regenmenge allein ist nicht entscheidend, es hängt auch von der Temperatur ab - die Trockenheit wird durch das Verhältnis von Verdunstung und Regen gemessen. Aber Du hast Recht, in der Arava zum Beispiel beträgt der Regeneintrag 25 mm im Jahr.

Vielleicht können wir jetzt speziell auf den Makhtesh Ramon zu sprechen kommen. Könntest Du uns ein wenig über seine Topographie und seine Eigenschaften erzählen?

Das hebräische Wort *Makhtesh* beschreibt ein regionales Phänomen im Negev und im Sinai, aber der Begriff wird inzwischen von Geologen in der ganzen Welt verwendet. Es handelt sich um eine bestimmte Art von Krater, der durch Erosion entstanden ist. Stelle Dir einen Laib Weißbrot vor: Man nimmt zuerst das weiche Innere des Brotes heraus, und was übrig bleibt ist die harte Kruste. Dann bricht der obere Teil der Kruste ein und alles, was übrig bleibt, ist der Rand des Brotes. Das Gleiche geschah bei einem Makhtesh: Über 100 Millionen Jahre hinweg wurde weicher Sandstein unter einer härteren Gesteinskruste hinweggespült. Durch Gravitation, Erdbeben und Plattentektonik begann sich der Boden zu bewegen und einzustürzen. Der endgültige Einsturz des Kraters erfolgte vor 20 Millionen Jahren, als sich der Große Afrikanische Grabenbruch bildete. Im Inneren des Makhtesh kann man viele geologische Perioden erkennen: Der Beginn der Formation liegt in der Trias, dann folgen weitere Perioden, bis man zur Oberen Kreidezeit kommt. Wir können hier also die Gesteinsschichten der letzten 250 Millionen Jahren erforschen. Der Ramon-Krater ist der größte der Makhteshim, er ist etwa 50 km breit und 100 km lang.

Hat der Klimawandel bereits ebenfalls Spuren in diesem Gebiet hinterlassen?

Ich lebe in Mitspe Ramon, einer kleinen Stadt am Rande des Kraters. Man braucht 10 Minuten, um in den Makhtesh hinunterzufahren, wobei man einen Höhenunterschied von 300 Metern überwindet. Die ganze Landschaft ist anders dort unten, wie Du beim Zeichnen gesehen hast. Früher fielen in Mitspe Ramon 100 ml Regen pro Jahr, heute sind es aufgrund des Klimawandels etwa 90 oder 85 ml. Wenn man zum Makhtesh hinunterfährt, steigt die Temperatur an und es regnet viel weniger, die Niederschlagsmenge sinkt innerhalb von weniger als 1 km von 90 ml auf 55 ml, bedingt durch die Topographie. Du hast es also mit völlig unterschiedlichen Klimazonen und Trockenheitsgraden zu tun.

Während Deiner Zeit hier hast Du in der Umgebung von Mitspe Ramon gearbeitet. Du hast gesehen, dass das ganze Gebiet mit Sträuchern übersät ist. Es sieht zwar nicht aus wie ein Wald oder eine Wiese, denn in trockenen Gebieten kann man überall die nackte Erde sehen, aber man kann nicht weiter als 20 m gehen, ohne einen Strauch zu sehen. Die Pflanzendichte

beträgt weniger als 10 %, aber das gesamte Gebiet ist partiell bewachsen. Wenn man in den Krater hineingeht, ist der größte Teil des Gebiets unbewachsen. Die einzige Vegetation findet sich in einem Flussbett, in dem sich die abfließenden Wasser von den umliegenden Abhängen sammeln. Die Hänge sind eher steinig, weil die Erde ebenfalls in das Flussbett, das Wadi, gespült wird. Dank dieser Konzentration von Wasser und Erde können Pflanzen auch in hyper-ariden Zonen wachsen.

Mit dem Klimawandel werden die Temperaturen steigen, so wie es jetzt schon der Fall ist, und die Niederschläge werden zurückgehen. Mehr Extremereignisse werden auftreten. In Trockengebieten wie um Mitspe Ramon wird es weniger Wasser geben, und das Wasser wird schneller verdunsten, weil die Temperaturen steigen. Und was wahrscheinlich passieren wird ist, dass alle Sträucher absterben werden. Wenn die Sträucher absterben, wird das aride Gebiet zur hyper-ariden Zone. Die erste Veränderung, die ich erwarte, wird nicht innerhalb des Kraters stattfinden, sondern auf dem Gebiet darüber. Wenn die Sträucher absterben, werden wir eine Kaskade von Ereignissen erleben: Die Sträucher halten den Boden fest. Sobald die Sträucher absterben, wird der Boden erodieren, und dann wird sich die gesamte Ökologie des Gebiets verändern.

Der Klimawandel in hyper-ariden Gebieten dagegen bedeutet, dass die vorhandenen Sträucher noch schwierigere Lebensbedingungen haben werden, sodass es zu einer höheren Sterblichkeit kommen kann. Der Klimawandel bringt auch extreme Ereignisse wie stärkere Überschwemmungen mit sich. Die Wahrscheinlichkeit von Dürreperioden nimmt zu. Und wenn wir drei aufeinanderfolgende Dürreperioden haben, werden die Sträucher nicht überleben können, es könnten also alle Sträucher in einem Jahr absterben. In den hyper-ariden Gebieten ist das bisher noch nicht passiert, aber in einem semi-ariden Gebiet im nördlichen Negev gab es einmal zwei aufeinander folgende Dürrejahre. Im zweiten Jahr starben alle Sträucher ab, und es kam zu einem völligen Zusammenbruch des gesamten Gebiets, der Boden begann zu erodieren.

Wann war das?

Das war vor etwa 12 Jahren.

Nun ist es mit der Wissenschaft und dem Klimawandel so eine Sache: Wir können Veränderungen auf der Grundlage bisheriger Ereignisse vorhersagen, aber wir können nicht ... wir wissen nicht genau, wie die Ökosysteme auf den Klimawandel reagieren werden. Also machen die Leute Simulationen und Modelle und alle möglichen Experimente in ihren Laboren, aber niemand weiß wirklich, wie das ganze System reagieren wird.

*Was ist mit den Arten, die unter hyper-ariden Bedingungen überleben, insbesondere Pflanzen?
Was gibt es für pflanzliche Strategien, mit Dürren umzugehen?*

Es gibt viele Strategien, mit denen Pflanzen in der Wüste überleben können. Die einfachste ist, den Sommer zu meiden. Anders als in Deutschland stellen wir in Trockengebieten im Sommer die Regenschirme weg. Zwischen Mai und November gibt es keinen Regen. Die Pflanzen müssen also die Hälfte des Jahres ganz ohne Regen auskommen. Und dann fällt der Regen von

... nun, früher war es von September bis Mai, aber durch den Klimawandel verzögert sich der erste Regen. An dieser Stelle eine kulturelle Randnotiz: Im Hebräischen, ich vermute dass es keine Entsprechung im Deutschen dafür gibt, weil Ihr das nicht braucht, aber im Hebräischen haben wir ein Wort für den ersten Regen. Der erste Regen heißt *Yoreh* (יָרֵחַ). Und wir sehen, dass sich das Datum des Yoreh mit dem Klimawandel zeitlich nach hinten verschiebt. Früher war es der September, jetzt ist es der November und manchmal der Dezember. Die Zeit der feuchten Erde wird immer kürzer.

Der beste Weg, die schwierigen Bedingungen zu umgehen, ist es nun, sie rechtzeitig zu meiden. Das nennt man Phänologie. Das Timing von Prozessen. Am einfachsten ist es, zu keimen wenn es regnet, und den gesamten Lebenszyklus vor dem Sommer schnell abzuschließen. Und dann den Sommer mit einigen speziellen Mechanismen zu überleben. Das ist es, was einjährige Pflanzen tun: Die gesamte Lebenszeit einer einjährigen Pflanze beträgt wenige Wochen, vielleicht vier bis acht Wochen. Wenn der Boden voller Wasser ist, bekommen die Samen das mit, sie keimen, sie wachsen sehr schnell, sie blühen, sie produzieren Früchte, die Früchte produzieren Samen und sie verbreiten die Samen entweder durch den Wind oder durch Tiere, und die Samen sind sehr hart und sie bleiben im Boden über die ganze Trockenzeit.

Eines der Phänomene in hyper-ariden Gebieten ist, dass die einjährigen Pflanzen in trockenen Jahren nicht keimen. In ariden Gebieten gibt es jedes Jahr einjährige Pflanzen, aber in hyper-ariden Gebieten nicht jedes Jahr. In welchen Monaten warst Du hier?

Ich kam Anfang April und bin bis Mitte Juli geblieben.

Richtig. Dann hast Du also vielleicht das Ende von den Einjährigen gesehen. Die Pflanzen, die Du sonst mitbekommen hast, waren Sträucher, also mehrjährige Pflanzen. Sie leben viele Jahre, und sie brauchen eine andere Strategie. Sie müssen während der heißen Jahreszeit weiterleben. Normalerweise verlieren Pflanzen ihr Wasser, wenn sie die so genannten *Stomata* öffnen, um Kohlendioxid zu sammeln, damit sie Photosynthese betreiben können. Stomata sind kleine Löcher, die wie Muskeln sind und sich öffnen und schließen. Wenn das geschieht, entweichen Sauerstoff und Wasser. Pflanzen in der Wüste haben eine Strategie entwickelt, um weniger Wasser zu verlieren als andere Pflanzen: Statt großer Spaltöffnungen, durch die viel Wasser entweicht, haben sie nur sehr kleine. Sie verstecken sie unter dem Blatt oder in allen möglichen Faltungen und versuchen, sie nicht zu sehr zu öffnen. Das ist also eine Möglichkeit. Eine andere Möglichkeit besteht darin, Wasser aus tieferen Bodenschichten zu holen. So können Pflanzen Wurzeln haben, die sich über mehrere Meter erstrecken, und sie können im Hochsommer Wasser aus vielleicht fünf Metern Tiefe holen. Pflanzen, die nicht in der Wüste wachsen, also aus so genannten mesischen Gebieten kommen, haben viele Zweige, aber nicht so viele Wurzeln. In der Wüste ist es genau umgekehrt. Die Pflanzen investieren viel in Wurzeln, damit sie sowohl horizontal als auch vertikal Wasser finden können.

Aber für mich besteht die beste Strategie der Pflanzen darin, den Wasserverlust durch die Stomata zu vermeiden, und zwar durch eine sehr gewitzte Erfindung, es sieht fast so aus, als ob ein Ingenieur oder eine Architektin... wer auch immer sie entworfen hat muss sehr klug gewesen sein... jedenfalls ist das, was sie erfunden hat, die Trennung der Sammlung von Kohlendioxid und dem Prozess der Photosynthese. Der Mechanismus ist folgender: Die Pflanze sam-

melt das CO₂ während der Nacht, speichert es und verwendet es dann am Tag, wenn es Licht gibt. Dann sind die Stomata geschlossen und kein Wasser kann austreten. Dies wird CAM (*Crassulaceen-Säurestoffwechsel*) genannt. Kakteen haben eigentlich den besten CAM, aber sie kommen nur in der Neuen Welt, in Amerika, vor. In der Alten Welt gibt es keine natürlichen Kakteen, aber es gibt einige Pflanzen in Israel, die das auch können. Sehr wenige, aber einige Pflanzen können das.

Als wir durch die trockenen Gegenden um Mitspe Ramon wanderten, erwähntest Du einmal einen Begriff, der Trade-Off genannt wird. Könntest Du erklären, was Du damit meinst?

Es ist ein bisschen wie bei kommerziellen und wirtschaftlichen Fragen. Wenn man ein Geschäft hat, muss man sich entscheiden, ob man sich spezialisieren will, oder ob man in alles ein bisschen investiert. Ein Supermarkt hat zum Beispiel alles. Dies ist die Strategie des "Ich werde in keiner Sache hervorragend sein, aber ich biete alles an". Denk an einen Käseladen, der nur Käse hat: Du kannst dort kein Gemüse bekommen, aber sie haben ausgezeichneten Käse. Auch Pflanzen müssen sich entscheiden, ob sie Generalisten oder Spezialisten sein wollen. Die Bedingungen in der Wüste sind so hart, dass man Strategien entwickeln muss, um mit ihnen fertig zu werden. Wenn man die ganze Energie in die Wurzeln steckt, dann geht das auf Kosten von etwas anderem, zum Beispiel weniger Samen zu haben. Wenn man eine Pflanze mit vielen Wurzeln mit einer Pflanze mit wenig Wurzeln vergleicht und beide in ein Labor setzt und ihnen viel Wasser gibt, wird die Pflanze mit den wenigen Wurzeln eine große Menge an Samen produzieren. Die andere Pflanze mit vielen Wurzeln wird weniger Samen haben. Nach ein paar Generationen, vielleicht 20 Generationen, wird nur noch die Pflanze mit den vielen Samen übrig sein, weil sie viel mehr Kinder hatte. Die Pflanze mit den Wurzeln war also keine gute Konkurrentin. Dasselbe gilt für Wüstenpflanzen, sie sind keine guten Konkurrentinnen. Die Abwägung lautet also: "Soll ich ein guter Konkurrent sein oder ein guter Überlebenskünstler in der Wüste?". Wüstenpflanzen freuen sich über Wasser, es ist nicht so, dass Wasser etwas Schlechtes für sie ist. Wenn man Wüstenpflanzen in ein Gebiet setzt, das keine Wüste ist, sind sie glücklich - aber sie werden immer gegen die city people, die anderen Pflanzen verlieren. Wenn Du aber Pflanzen, die nicht in der Wüste wachsen, in die Wüste setzt, werden sie dort nicht überleben. Es ist also ein ungleicher Wettbewerb.

Diese Vermeidung von Konkurrenz - hier möchte ich auf ein Phänomen zu sprechen kommen, das Trittsteine, stepping stones, genannt wird.

Das ist ein komplizierteres Thema, denn wir haben es mit einem Trend in zwei entgegengesetzte Richtungen zu tun. Der menschliche Einfluss nimmt zu: Auf der einen Seite haben wir den Klimawandel, einschließlich der Wüstenbildung ganzer Regionen. Auf der anderen Seite wächst die Bevölkerung, und mit den modernen Technologien sind Menschen zunehmend mobiler. Was wir sehen ist die Auswirkung der Einwanderung von Menschen in die Wüste. Es gibt immer mehr landwirtschaftlich genutzte Flächen, und immer mehr Menschen siedeln sich in der Wüste an. Die Forstbehörde der israelischen Regierung versucht, die Wüste zu bekämpfen, indem sie sie für die Menschen komfortabler macht; sie pflanzt Bäume in Gebiet-

en, in denen es nie Bäume gab. Zusammen mit Gemüsefarmen und privaten Gärten entstehen so grüne Inseln mitten in der Wüste. Und diese grünen Inseln werden zu Trittsteinen. Sie sind ein Zuhause für mesische Arten, also Arten, die nicht in der Wüste leben. Nimm zum Beispiel eine Krähe - eine graue Krähe kann nicht in der Wüste leben. Aber wenn sie diese Trittsteine, diese grünen Inseln hat, kann sie dort ein Nest bauen. Und dann sucht sie um die Insel herum nach Nahrung. Es gibt also wüstenfremde Arten, die in die Wüste eindringen. Pflanzen, Vögel, andere Tiere. Sie kommen und verdrängen die Wüstenarten, weil sie bessere Konkurrenten sind.

Es gibt also zwei gegenläufige Trends, die gleichzeitig stattfinden: Die Wüste wächst, aber die Trittsteine häufen sich in Wüstenregionen. Manche Leute glauben, dass sich die beiden Trends gegenseitig aufheben, aber das stimmt nicht, sie verüben einen umso größeren Druck auf die Arten, auszusterben.

Die Vielfalt nimmt also ab? Gibt es auch positive Wechselwirkungen zwischen neuen Arten und den Wüstenveteranen?

In der Wissenschaft halten wir uns mit Bewertungen wie Positiv und Negativ zurück. Der allgemeine Ansatz des Naturschutzes ist, daß die Natur ihre eigenen Regeln hat und sehr langsame Anpassungszeiten, natürliche Selektion und Evolution. Jede Veränderung der natürlichen Prozesse ist diesem Ansatz zufolge schlecht, und der Mensch kann keinen positiven Einfluss auf die Natur haben. Naturschutz ist die Reduzierung von Störungen. Er ist also positiv, weil er das Negative reduziert. Aber man kann die Natur nicht verbessern.

Verstehe. Also bleiben wir bei dem Begriff der Interaktion. Wie interagieren Wüstenpflanzen, die normalerweise keine Konkurrenz riskieren, untereinander? Ich weiß, das ist eine sehr allgemeine Frage, aber vielleicht hast Du ein Beispiel.

Ja, das beste Beispiel ist, wenn man sich ein Bild von oben macht. Wenn man eine Luftaufnahme von einem trockenen Gebiet betrachtet sieht es so aus, als hätte jemand die Sträucher gepflanzt. Es sieht sehr nach einem Obstgarten aus, unglaublich organisiert. Wenn man den Abstand zwischen den Sträuchern misst, sieht es so aus, als ob jemand bestimmt hätte, dass alle fünf Meter ein Strauch gepflanzt werden soll, weil der Abstand zwischen den Sträuchern fast derselbe ist. Das nennt man Selbstorganisation. Selbstorganisation bedeutet, dass die Natur die Dinge von unten nach oben, bottom-up, organisiert. Sie ist das Ergebnis des Wettbewerbs um Wasser. Stell Dir einen alten Strauch mit vielen Wurzeln vor. Wenn in der Nähe des alten Strauches ein neuer Strauch keimt, können die jungen kleinen Wurzeln kein Wasser bekommen, weil darunter die Wurzeln des älteren großen Strauches liegen. Die Keimung und der Standort des Samens sind zufällig, sie sind nicht geplant. Alle Samen, die um die Sträucher herum fallen, werden sterben. Aber fünf Meter vom Strauch entfernt kann ein neuer Same überleben. Aufgrund der Wasserkonkurrenz kommt es zu einer Raumkonkurrenz, so dass eine schöne Formation von Sträuchern entsteht, die sich gegenseitig ausweichen.

Und diese Sträucher zum Beispiel, die können auch ein kleines Ökosystem für sich werden, wenn

sie anderen Arten ermöglichen, mit ihnen zusammenzuleben?

Wenn man von den einjährigen Pflanzen ausgeht, die sehr schnell keimen, blühen, aus-säen und wieder verschwinden, könnte man meinen, dass sie auch die Konkurrenz durch die Sträucher vermeiden, aber eigentlich passiert das Gegenteil. Der Bereich zwischen den Sträuchern wird langsam mit einer Kruste bedeckt. Diese Kruste besteht aus Cyanobakterien, einem Bakterium, das Photosynthese betreiben kann. Sie sind der Ursprung aller Pflanzen. Wir haben also diese kleinen Mikroben, die sich auf dem Boden befinden und die über eine ausreichende Menge Wasser verfügen, um Photosynthese zu betreiben. Sie bedecken die gesamte Fläche und bilden eine Kruste, die gegen das Eindringen von Wasser in tiefere Schichten immun ist. Wenn der Regen fällt, perlt er ab wie von einer Plastiktüte oder Nylon, und läuft weiter. Jeder Samen, der auf diese Kruste fällt, kann nicht keimen, weil er nicht genug Wasser bekommt. Sträucher bilden jedoch ein Loch in dieser Kruste, durch das Wasser eindringen und versickern kann. Daher ist es für die einjährigen Pflanzen einfacher, neben einem Strauch zu wachsen. Jeder Strauch ist wie ein Ökosystemingenieur, der um sich herum einen neuen Mikrolebensraum schafft. Die Art und Weise, wie sie das Wasser nutzen können, ohne mit den Sträuchern zu konkurrieren, ist, dass ihre Wurzeln im Allgemeinen sehr flach und kurz sind. Sie nutzen also das Wasser aus der oberen Schicht, während die Sträucher das Wasser aus der unteren Schicht nutzen.

Du hast mir einmal gesagt, daß manche Sträucher Hunderte von Jahren überleben können, oder daß zumindest ihre Wirkung noch lange nachwirkt, auch wenn sie selbst nicht mehr leben. Und deshalb sind Wüsten so empfindliche Landschaften, denn wenn man einmal mit einem Auto durch die Wüste fährt, werden all diese alten kleinen Sträucher komplett entwurzelt.

Jetzt hast Du ein paar Themen angesprochen. Bleiben wir zunächst bei der biologischen Kruste: Wenn ein Geländewagen auf die Kruste fährt, bricht sie auf, und es kann viele Jahre dauern, bis sich das Ökosystem wieder erholt. Die Selbstregulierung erfolgt über Jahrzehnte, und wenn es immer wieder zu Störungen durch Fahrzeuge oder Menschen kommt, die darauf herumtrampeln, kann sich das Ökosystem nicht erholen. Im Gegensatz zu Gebieten, in denen es viel regnet und viele Bakterien aktiv sind und alles viel schneller reagiert, ist die Wüste langsam. Als Du hier gelebt hast, hast Du mitbekommen, dass alles langsamer ist, jeder nimmt sich Zeit, keine Eile, das Gleiche gilt für die Natur. Was die Sträucher tun, wenn sie das Ökosystem gestalten, ist, dass sie etwas schaffen, das *Nebka* genannt wird, das ist ein kleiner Erdhügel, der sich um den Strauch herum ansammelt. Selbst wenn der Strauch abstirbt, gibt es diesen kleinen Hügel, in den das Wasser immer noch eindringen kann, und in dem die einjährigen Pflanzen weiter wachsen können. Jede Störung dieses feinen Gleichgewichts wird also alles kaputt machen, was dort vorhanden ist, und Störungen dieser Art zerstören Wüsten viel schneller als der Klimawandel. Deshalb ist der Makhtesh Ramon ein Naturschutzgebiet, in dem man nur auf den Wegen gehen darf, nicht überall. Für Wissenschaftler ist das ein bisschen anders, und Du bist mit uns gekommen, also hast Du Glück gehabt.

Es hat mich beeindruckt, diese alten Landschaften zu sehen, die größtenteils noch unberührt sind.

Letztes Jahr hast Du eine Arbeit mit dem Titel "Towards an extreme world. The hyper-arid ecosystem as a natural model" veröffentlicht, in der Du und Deine Kolleginnen die These diskutieren, dass aride Systeme durch den Klimawandel irgendwann zu hyper-ariden Ökosystemen werden. Ihr erwähntet, dass aride Ökosysteme, die dagegen einfach als degradiert gelten, weniger Schutzmaßnahmen erhalten.

In der Geschichte unserer Spezies, der Menschen, vor allem in jüngster Zeit, gibt es viele Fälle, in denen Menschen gute Dinge im Naturschutz versuchen und dabei Schlimmeres angerichtet haben als das, was sie zu beheben versuchten. Der Weg zur Hölle ist mit guten Vorsätzen gepflastert. Wir müssen sehr vorsichtig sein, besonders wenn wir drastische Maßnahmen ergreifen.

Wie gehen wir zum Beispiel mit der Wüstenbildung um? Die Desertifikation in Gebieten, die schon Wüsten sind, führt zu einer Verringerung der Produktivität des Ökosystems. Manche Naturschützerinnen sagen, dass wir das in Ordnung bringen müssen. Sie pflanzen beispielsweise Bäume. Dahinter steht die Überlegung, dass man, wenn die Sträucher sterben, etwas anderes pflanzen muss, um die Erosion des Bodens zu stoppen, damit wir das System irgendwie aufrechterhalten können. Aber das ist nicht nachhaltig. Denn wir haben weniger Wasser, und schließlich werden auch die neuen Sträucher absterben. Anstatt zu versuchen, dagegen anzukämpfen und noch mehr Schaden anzurichten, indem wir Trittsteine in das System einbringen - was vielleicht noch schlimmer ist als die Wüstenbildung -, müssen wir uns den Prozess ansehen. Was passieren könnte ist, dass die Sträucher absterben, der Boden erodiert und der größte Teil des Gebietes viel weniger produktiv ist. Aber weil die Hänge felsiger werden, wird die Kraft der Abflüsse stärker werden, mehr Wasser und Erde werden sich am Boden des Flussbettes ansammeln. Die Pflanzen des Wadi werden dann bessere Bedingungen haben als vorher, und wir sehen in dem hyperariden Gebiet viele Bäume, vielleicht sogar mehr Bäume als in den ariden Gebieten.

Akazienbäume?

Genau. Sie sind viel produktiver als Sträucher. Wenn man nur die Produktivität und das Kohlendioxid betrachtet, kann es sein, dass sich die Situation eher verbessert, weil wir plötzlich Bäume haben, die mehr Kohlendioxid aufnehmen können. Das nennt man die *Kompensationshypothese*. Wir gehen also davon aus, dass wir den größten Teil der Sträucher in dem Gebiet verlieren werden, aber das wird durch eine höhere Produktivität im unteren Teil des Flussbettes kompensiert.

Das führt mich zu meiner letzten Frage: Was bedeutet die Wüstenbildung für den Menschen - oder zumindest für homöothermische Organismen, denen unter anderen wir angehören? Ich sehe, daß die Natur unter welchen Bedingungen auch immer arbeitet, aber was bedeutet das für uns?

Wir sind Menschen. Es ist also in Ordnung, zwischen uns und dem, was wir brauchen und was wir wollen, und all den anderen Arten zu unterscheiden. Es gibt keine elementare Trennung

zwischen Nagetieren, Schakalen und Käfern. Ich unterscheide definitiv nicht, denn wenn ich es täte, würde ich die Käfer an die Spitze setzen. Es gibt ein relativ neues Konzept des 21. Jahrhunderts, das sich *Ökosystemdienstleistungen* (ÖSD) nennt. ÖSD sind Leistungen, die die Natur für den Menschen erbringt. Dieses Konzept ist sehr anthropozentrisch. Es stellt die Frage, was die Natur für uns tut. Viele Menschen mögen das nicht, denn wer sind wir, dass wir eine solche Frage stellen? Wir sind nur eine Spezies und die Natur ist ein Ganzes. Aber dieses neue Konzept kann gut für die Natur sein, denn es ermöglicht den Menschen zu erkennen, wie wichtig die Natur ist, sogar für Prozesse, die uns sonst nicht bewusst wären, wie die Bindung von Kohlendioxid, die Regulierung des Bodens und die Bildung von Bodenleben.

Das größte Thema in Zukunft wird meiner Meinung nach die Zunahme der menschlichen Bevölkerung sein. Solange sie zunimmt, und das wird noch ein paar Jahre so bleiben, werden die Städte dichter werden, das Leben in der Stadt wird unangenehm werden, die Menschen werden sich Räume suchen, die bequemer sind, und sie werden anfangen, in den Wüsten zu leben. Und das wird sich viel schneller auswirken als der Klimawandel. Es gibt eine kulturelle Einstellung zur Wüste als leerem und feindlichem Ort. Die Menschen versuchen also, die Wüste zu bekämpfen. Das erste, was sie tun, ist, Wasser herbeizuschaffen und zu versuchen, die Wüste zu begrünen, sie ein wenig mehr wie Europa zu gestalten, damit sie für das Auge angenehm ist. Ich würde sagen, egal was passiert, egal wieviele Menschen hier sind, egal wie groß der Druck der Menschen ist, zu kommen und zu gehen, das Wichtigste ist, keine Angst vor der Wüste zu haben und nicht zu versuchen, sie zu verändern. Einfach in ihr zu leben. Und zu versuchen, die Geheimnisse der Wüste, die Magie der Wüste und die Mechanismen der Wüste zu erlernen, sie zu respektieren und sie so zu lassen, wie sie ist. Es ist in Ordnung, in einer kleinen Stadt zu leben, und es ist in Ordnung, Landwirtschaft zu betreiben, um sich selbst zu ernähren, aber sei bescheiden und bleibe in Deinem Gebiet. Versuche nicht, die Wüste zu erobern. Lass die Wüste so, wie sie ist, und wenn man nur einen kleinen Bereich beeinträchtigt, ist das nicht so dramatisch. Vielleicht ist es ein Anfang für die Trittsteine, aber ein wenig Zerstörung ist hinnehmbar, wenn man den Rest der Gegend in Ruhe lässt, wenn man nicht versucht, die Wüste zu bekämpfen und sie für sich bequem zu machen.

Ich denke, das war ein gutes Schlusswort. Vielen Dank für diesen Einblick in Deine Arbeit, für Deine Bilder und Ausführungen. Dann schließe ich die Aufnahme an dieser Stelle.

