

NZZ

Die meisten Menschen wollen Moos einfach nur weghaben. Hier kommt eine Einladung, es zu lieben

Wer sich unter Biodiversität nichts vorstellen kann, der sollte mal ganz nah heran ans Moos. Es wirkt gegen den Klimawandel, könnte der Medizin helfen, ist extrem widerstandsfähig – und trotzdem bedroht.

Esther Widmann

20.05.2024, 05.30 Uhr ⌚ 11 min



Es gibt drei Gruppen von Moosen. Dieses hier, das Gewöhnliche Spatenlebermoos (*Scapania aequiloba*), gehört zu den Lebermoosen und kommt im Kanton Zürich fast nie vor. Doch auf einer Mauer in der Stadt gedeiht es – zusammen mit 25 weiteren Arten von Moos.

Heike Hofmann

Es ist eine Mauer, wie es in der Stadt Zürich viele geben könnte. In der Bauweise unterscheidet sie sich durch nichts von anderen Mauern. Behauene Kalksteine sind aufeinandergeschichtet, Mörtel gibt ihnen Halt. Auf alten Fotos kann man sehen, dass die Mauer schon vor hundert Jahren stand. Das Alter ist aber nicht wichtig. Das Wichtige ist: Die Mauer wird schon lange nicht mehr geputzt. Deshalb wächst hier etwas ganz Besonderes: Moos.

Auf den ersten Blick ist Moos einfach dieses Zeug, das man aus den Ritzen zwischen den Pflastersteinen des Gartenwegs pult, das hinter dem Haus statt des erwünschten Rasens wächst oder eben die Grundstücksmauer überzieht. Es gibt Unternehmen, die leben davon, Moos zu entfernen.

Moos ist unscheinbar, unbeachtet, unbeliebt. Aber es ist auch, und dafür braucht es einen zweiten Blick, extrem vielfältig, extrem genügsam, die älteste Pflanzenart der Welt. Unverändert seit 450 Millionen Jahren – Dinosaurier, Mammuts, Menschen, Kaltzeit, Warmzeit –, macht das Moos einfach weiter, auf allen Kontinenten und sogar in der Antarktis.

Es ist Lebensraum für ein Tier, das beinahe unsterblich ist, es könnte eine grosse Hilfe bei der Begrenzung des Klimawandels sein, und neuerdings macht sich sogar die Pharmaindustrie Hoffnungen auf Moos. Doch wie so viele andere Tiere und Pflanzen ist es bedroht.



Wenn Moos sich sexuell fortpflanzt, bildet es Sporenkapseln, die zwischen den Blättern emporragen und bei jeder Moosart etwas anders aussehen. Die des Gewöhnlichen Kriechmooses (*Amblystegium serpens*) sind zur Seite gebogen.

Heike Hofmann

Überlebenskünstler Moos

Aus einer Ritze zwischen den Steinquadern quillt eine blassrosa blühende Primel, ein Stück darüber hängen die Blätter eines Braunstieligen Streifenfarns und ein paar Meter weiter eine Mauerraute. Diese Pflanzen nehmen mit ihren Wurzeln Wasser auf und leiten es in Äste und Blätter weiter.

Das meiste, was hier gedeiht, ist ganz anders. Es hat keine Wurzeln und keine inneren Wasserleitungen, keine Blüten, keine Früchte, keine Samen. Das ist das Moos.

Wobei: «Das Moos», damit fängt es schon an. Als wäre das eine uniforme grüne Masse, als gäbe es nur eine Art. Fachleute wie Heike Hofmann vom Institut für Systematische Botanik der Universität Zürich sprechen nie von Moos, sondern immer nur von Moosen. Hofmann war es, die vorgeschlagen hat, sich die Mauer näher anzuschauen.

«Bis eine Mauer mit so vielen Arten bewachsen ist, dauert es Jahrzehnte», sagt sie und hängt einem als Erstes eine Lupe um den Hals. Wenn man stehen bleibt und genau hinschaut, kann man auch mit blossen Auge erkennen, dass das von weitem so uniform wirkende Grün nämlich keineswegs von ein und derselben Pflanzenart stammt.

Moose sind gesellig, manchmal wachsen auf einem Quadratcentimeter fünf verschiedene Arten. In der achtfachen Vergrösserung der Lupe sieht man die weissen Härchen an den Blattspitzen des Grünen Schraubenmooses, die gebogenen Sporenkapseln des Gewöhnlichen Kriechmooses, die braunen Pickelhauben auf denen des Goldhaarmooses.

Um alle an dieser einen Mauer in Zürich gefundenen Moosarten genau zu bestimmen, braucht Hofmann ihr Mikroskop im Institut für Systematische Botanik. Es wird sich herausstellen: Es sind 26.

Moose waren die ersten Pflanzen, die es vor etwa 500 Millionen Jahren aus dem Meer ans Land schafften. Seitdem haben sie sich nicht verändert. Ihr Lebensmodell ist offensichtlich extrem erfolgreich.



Es gibt viele verschiedene Arten von Rotkäppchenmoos; alle zeichnen sich durch die rötlichen Deckel der Sporenkapseln aus. Dieses hier heisst Dickhaar-Rotkäppchenmoos; auch diese Art wurde auf der Mauer in der Stadt Zürich gefunden.

Michael Lueth

Sex und Klone

Auf der Mauer wächst auch das Glockenhutmoos. Zwischen den grünen Blättern sitzen rötlich-braune Fäden: Klone.

Sie bewohnen Orte, wo andere Pflanzen mangels Nährstoffen nicht wachsen können, Steine zum Beispiel oder Baumrinde. Moose sind klein, weil ihnen interne Strukturen fehlen, die sie bei höherem Wuchs stabilisieren könnten. Sie bilden kein Lignin – das ist der Stoff, der Holz hart macht. Sie leben in der Grenzzone zwischen Erde und Luft, wo es wärmer ist als weiter oben, windstill und feucht.

Moos hält sich mit kleinen Fädchen, den Rhizoiden, also Wurzelartigen, am Untergrund fest. Alle Teile des Mooses, Rhizoiden, Stengel und Blätter, nehmen Wasser auf. Die Blätter sind deshalb nur eine Zelle dick, so dass Feuchtigkeit sofort ins Innere geschleust werden kann. Moos kann das Dreissigfache seines eigenen Gewichts an Wasser speichern.

Wenn es denn Wasser gibt. Wenn es längere Zeit trocken ist, gehen Moose einfach schlafen. Auch Kälte macht ihnen nichts aus. Vor einigen Jahren haben Wissenschaftler ein Moos aus der Antarktis zum Wachsen gebracht, das 1530 Jahre lang eingefroren unter einem Gletscher lag. Es soll Moose geben, die Temperaturen von 100 °C überlebt haben und von minus 272 °C.

Die braunen Gebilde sind sogenannte Brutkörper oder Gemmen. Sie bestehen aus jeweils etwa einem Dutzend Zellen, die durch Regenwasser von der Elternpflanze wegtransportiert werden und innerhalb weniger Monate zu einer eigenen, aber genetisch identischen Pflanze heranwachsen.

Alle Moose haben die Fähigkeit, sich zu klonen, notfalls auch aus kleinen abgebrochenen Teilen. Das Glockenhutmoo macht von dieser Fähigkeit zur vegetativen Fortpflanzung mit Gemmen allerdings nur in tieferen Lagen Gebrauch. Im Gebirge nutzt es den anderen Weg: Es pflanzt sich sexuell fort.

Dabei ist es darauf angewiesen, dass Regenwasser die Spermien von einer Pflanze zur nächsten transportiert. Moose haben ja keine Blüten, um Insekten anzulocken. Die Spermien können deshalb nur wenige Zentimeter zurücklegen.

Sexuelle Reproduktion bedeutet mehr genetische Variation und ist ein Zeichen dafür, dass die Elternpflanze in einer unsicheren Umgebung lebt. Sie schickt ihren Nachwuchs in Form von Sporen hinaus in die Welt und hofft, dass er es einmal besser hat. Sie gibt ihm ausser dem Genmaterial allerdings nichts mit, was ihm helfen könnte. Mit wenig Aufwand produziert sie viele verschiedene Kandidaten. Die wenigsten kommen durch.

Wo die Bedingungen gut sind, investiert die Pflanze die Energie statt in genetische Vielfalt lieber in Nachkommen, die an der gleichen Stelle wachsen können – zum Beispiel auf einer ungeputzten Mauer in Zürich.



Wie kleine pelzige Hasenpfötchen sehen die Blätter von *Rhytidium rugosum* aus, und so heisst dieses Moos denn auch auf Deutsch. Keine andere der mehr als tausend in der Schweiz vorkommenden Arten gleicht ihm, und so ist es unter anderem an den abwärts gebogenen Blattspitzen ohne Verwechslungsgefahr erkennbar.

Heike Hofmann

Zehntausende Arten und doch bedroht

Hasenpfötchen, Runzelbruder, Wolfsfuss, Drehzahn, später taucht sogar noch ein Rotkäppchen auf, ach was, Dutzende von Rotkäppchen. Damit man sie auseinanderhalten kann, werden die Rotkäppchen mit Adjektiven charakterisiert: dicklich, schön, schmutzig, verwirrend, elegant.

Es könnte das Personal eines Kinderbuchs voller liebenswerter Charaktere sein. Tatsächlich aber handelt es sich um Moosarten. Weltweit gibt es zwischen 15 000 und 25 000 Arten von Moos, alle eine Variation des sehr simplen Konzeptes von Stengel und Blatt. In der Schweiz leben mehr als 1100 von ihnen – noch. Erst im vergangenen Jahr haben Heike Hofmann und andere Spezialisten eine neue Rote Liste der Moose in der Schweiz erstellt. 102 Arten sind stark gefährdet, 121 Arten vom Aussterben bedroht oder bereits ausgestorben, 3 Arten sicher ausgestorben.

Das klingt zuerst nach einem Widerspruch zu der oben beschworenen Widerstandsfähigkeit von Moos. Aber Widerstandsfähigkeit reicht nicht aus, wenn der Lebensraum immer kleiner wird. Denn das haben die Moose mit den meisten anderen Pflanzen und Tieren gemeinsam: Was ihnen am meisten schadet, ist die Zerstörung von Lebensräumen. Bei den Moosen ist das nicht immer, aber oft die Trockenlegung von Feuchtgebieten. Und auch Moos profitiert, wie das ganze Ökosystem, davon, wenn Menschen weniger aufräumen: im Wald, wenn totes Holz einfach liegen bleiben darf, oder in bewohnten Gebieten, wenn Mauern nicht geputzt werden.

Man weiss ja beim Aufräumen auch gar nicht, welche Nische man da gerade beseitigt. Manche Arten können nur in einem ganz bestimmten Lebensraum gedeihen. Das Flaschenfrüchtige Schirmmoos zum Beispiel wächst nur nach einer Verkettung unwahrscheinlicher Ereignisse, zu denen im Sumpf defäkierendes Rotwild und schwangere Fliegen gehören. Rudolphis Trompetenmoos sitzt an alten Bergahornen, bevorzugt an waagerechten Ästen, aber nur in den nördlichen Alpen, vor

allem im Simmental im Kanton Bern. Und dann noch in Yunnan in
China. Man darf wohl sagen: Es ist selten.



Rudolphis Trompetenmoos (*Tayloria rudolphiana*) steht als stark gefährdet auf der Roten Liste, es ist geschützt. Es wächst nicht in Zürich, sondern nur an wenigen Orten wie dem Simmental – und in China.

Heike Hofmann

Allerdings muss man auf der Suche nach Raritäten nicht unbedingt frisch gelegten Rotwildkot aufspüren oder die Ahornbäume im Simmental abklappern. «Man kann überall seltene Moose finden», sagt Heike Hofmann, und sie sagt das nicht nur, wenn sie Teilnehmer einer Geländebegehung zum Zweck des Biodiversitätsmonitorings motivieren will. Es stimmt. Ein seltenes Moos, das zuvor nie in der Schweiz dokumentiert worden war, hat sie einmal entdeckt, als sie mit ihren Kindern auf dem Spielplatz war.

Die Art, die sie damals gefunden hat, heisst Kegeliges Grünspanmoos. Inzwischen ist dieses Moos an 26 Orten dokumentiert und breitet sich offenbar aus. Es profitiert vom wärmeren Klima und von der weniger verschmutzten Luft. Das alles lässt sich nachlesen in der nationalen Datenbank zu Moosen in der Schweiz, die Hofmann pflegt und die aus dem 1984 begonnenen Moos-Inventar des Landes entstanden ist, bei dem in per Zufallskoordinaten ausgewählten Flächen von jeweils hundert Quadratmetern alle Moose dokumentiert werden.

Jede Art hat einen lateinischen Vor- und Nachnamen, von denen Experten Hunderte herunterrattern können. Bei Pflanzen, über die auch andere Menschen regelmässig sprechen, gibt es zusätzlich deutsche Bezeichnungen. Gänseblümchen, Butterblume, Osterglocke, so Namen sind das dann. Aber Moose? Wer denkt sich dafür Namen wie Hasenpfötchen oder Runzelbruder aus, Namen, die man sich merken kann? «Die hat sich mein ehemaliger Chef Edi Urmi auf Grundlage eines Verzeichnisses der Moose in Deutschland überlegt», sagt Hofmann. «Und manchmal, wenn mir ein Name gut gefällt, schreibe ich den auch noch in die Datenbank, und dann steht das da, und dann heisst das so.»

Auch auf der Mauer in Zürich wachsen seltene Arten. *Scapania aequiloba*, das Gewöhnliche Spatenlebermoos, kommt im Kanton Zürich fast nie vor. Und sogar eine potenziell gefährdete Art findet Hofmann: *Pseudoleskeella tectorum*, das Dach-Kettenmoos. Es sieht gar nicht so besonders aus, wie Moos eben; kein Mensch würde denken, dass es diese Pflanze immer seltener gibt.

Wird eine Mauer geputzt, verschwinden auch die bedrohten Arten, die unbemerkt auf ihr wachsen. Ist das erlaubt? «Es prüft ja niemand nach», sagt Hofmann schulterzuckend. Es klingt resigniert.



Moose sind klein und mit dieser Strategie seit 450 Millionen Jahren extrem erfolgreich. Unter dem Mikroskop sieht man, dass die Blätter aller Moosarten, hier das Kegelige Grünspanmoos (*Zygodon conoideus*), nur eine Zelle dick sind.

Heike Hofmann

Ein Regenwald im Miniaturformat

Natürlich sieht man nichts, nur Grün. Es ist, als würde man aus zehn Kilometern Höhe auf den Regenwald schauen. Trotzdem kann man sich sicher sein, dass diese Mauer in Zürich dicht besiedelt ist und wie der Regenwald von Leben nur so wimmelt.

Der Vergleich mit dem Wald stammt von der Biologin Robin Wall Kimmerer. In ihrem Buch «Das Sammeln von Moos» beschreibt sie, wie es ist, Moos unter dem Mikroskop zu betrachten, und welchem Netzwerk von Lebewesen sie dabei begegnet. Denn obwohl Moos nur wenige Zentimeter hoch wächst, bietet es eine Vielzahl unterschiedlicher Lebensräume. Wie im Wald gibt es Pflanzenfresser und Beutegreifer, es gibt solche, die die bodennahe Zone bewohnen, und solche, die sich in den trockeneren Wipfeln wohlfühlen.

Wenn man sie alle herauslockt und zählt, kommt man auf 200 Mückenlarven, 400 Milben, 500 Nematoden, 800 Rädertierchen, 3000

Springschwänze, 132 000 Bärtierchen und 150 000 sogenannte Protozoen, eine sehr diverse Gruppe von Einzellern. 286 000, das ist nicht die Zahl von Organismen, die auf der zehn Meter langen Mauer leben. Das ist die Zahl der Lebewesen, die sich im Schnitt in einem Gramm Moos finden, einem Klumpen von der Grösse einer Faust.

Springschwänze fressen Rädertierchen, Milben jagen Protozoen. Hinzu kommen noch Würmer, Pseudoskorpione und Laufkäfer, die sich an diesem Buffet bedienen, Algen, die als Epiphyten auf dem Moos leben, und Eier von Mücken und Libellen.



Bärtierchen kommen in Moos besonders häufig vor. Wie das Moos lieben sie Feuchtigkeit – und wie Moos halten sie es problemlos über Monate ohne Wasser aus.

Robert Pickett / Corbis / Getty

Die bemerkenswertesten Mitglieder dieser Gemeinschaft sind aber die Bärtierchen, die nicht nur, aber besonders gern im Moos leben. Als sie im

18. Jahrhundert erstmals beschrieben wurden, nannte man sie Kleine Wasserbären, wegen ihres tapsigen Ganges. Sie sind kaum einen halben Millimeter gross, durchscheinend und haben acht Stummelbeinchen, und vor allem überstehen sie extrem lebensfeindliche Situationen. Temperaturen nahe dem absoluten Nullpunkt, ionisierende Strahlung, Vakuum, Kochen – das Bärtierchen macht, sobald die Bedingungen wieder besser sind, einfach weiter wie zuvor.

Keines dieser extremen Szenarien ist in freier Wildbahn besonders häufig. Das Bärtierchen übersteht aber auch komplettes Austrocknen, und damit passt es perfekt zum Moos. Wenn es kein Wasser gibt und das Moos die Fotosynthese einstellt, verwandeln sich die Bärtierchen in sogenannte Tönnchen und fahren ihren Stoffwechsel so weit herunter, dass er nicht mehr nachweisbar ist. In diesem Zustand lassen sie sich auch vom Wind transportieren – über Strecken, die sie auf ihren kleinen Beinstummeln niemals schaffen würden, zur nächsten Moos-Oase.



Auch das Flaschenfrüchtige Schirmmoos (*Splachnum ampullaceum*) ist eine seltene und als «verletzlich» eingestufte Moosart.

Michael Lueth

Das Moos und der Mensch

Vor ein paar Jahren überlegte die Stadt Zürich, eine Mooswand zu bauen, und fragte Hofmann um Rat. In Stuttgart hatten Ingenieure das an einer Strasse mit starker Luftverschmutzung ausprobiert. Die Idee: Das Moos sollte die Luft reinigen. Aus der Wand in Zürich ist nichts geworden, und auch die Wand in Stuttgart ist sang- und klanglos wieder verschwunden, sie war wohl zu trocken, um gut zu funktionieren.

Dabei filtern Moose tatsächlich Feinstaub und Schwermetalle aus der Luft und eignen sich daher gut für die Messung und Überwachung entsprechender Belastungen. Aber um das durch Autos entstehende Schadstoffproblem zu lösen, müssten solche eigens aufgestellten Mooswände unrealistisch gross sein – und das Moos würde die Partikel nicht beseitigen, sondern wäre am Ende so voll davon, dass es als Sondermüll behandelt werden müsste. Hofmann findet, man könne das einfacher haben, nämlich indem man aufhöre, Mauern zu putzen.

Denn nutzlos ist Moos ganz und gar nicht. Vor der Erfindung von Plastik verwendeten Menschen es für Windeln, zum Auffangen von Menstruationsblut oder zum Polstern von Schuhen. Heute testen sie am anderen Ende des technologischen Spektrums, ob Moos Medikamente herstellen kann.

Bis anhin lässt man Antikörper und andere menschliche Proteine vor allem in Zellen aus den Eierstöcken von Hamstern produzieren. Nun gibt es Versuche mit genverändertem Moos, das diese Stoffe ebenfalls synthetisieren kann, so etwa ein Enzym, das Patienten mit der seltenen Stoffwechselkrankheit Morbus Fabry gespritzt werden muss.

Ausserhalb des Labors tut das Moos aber noch viel mehr. Im vergangenen Jahr zeigten Ökologen, wie viele Vorteile ein von Moos besiedelter Boden gegenüber einer unbewachsenen Fläche hat. Der Boden unter dem Moosbewuchs enthält mehr Stickstoff, Phosphor, Magnesium und Enzyme und weniger Erreger, die Pflanzen krank machen.

Vor allem aber: Allein die auf dem Erdboden wachsenden Moose bedecken weltweit eine Fläche so gross wie China; die Moose aus den borealen Wäldern sind dabei noch nicht einmal eingerechnet. Dieses gewaltige Moosland speichert 6,4 Gigatonnen mehr Kohlenstoff als eine unbewachsene Fläche.

Und das wäre in den meisten Fällen wohl die Alternative, denn Moose wachsen vor allem dort, wo Pflanzen mit Wurzeln es (noch) nicht aushalten. Moose sind Pioniere – Keimlinge von Bäumen und anderen Pflanzen, die Wurzeln und Gefässe haben, können das Moos als Substrat nutzen.

So wird das Moos zur Grundlage weiteren Wachstums, ein Strang im weltumspannenden Netz der Biodiversität, so unersetzlich wie jede andere Pflanze und jedes andere Tier, die Primeln und die Bärtierchen.

Man muss Moos nicht lieben, man muss es nicht einmal ansehen oder beachten. Man muss es nur lassen. Den Rest macht es dann schon allein.

Ein Artikel aus der «NZZ am Sonntag»

Passend zum Artikel



INTERVIEW

Ohne Insekten gibt es kein Obst, keinen Kakao und keinen Kaffee: Ein Biologe erklärt, warum die Artenkrise alle interessieren sollte



BILDSTRECKE

Insekten sind für die Biodiversität unersetzlich. Diese Grossaufnahmen zeigen ihre Schönheit

04.01.2023 ⌚ 5 min



«Der Verlust von Biodiversität ist ein schleichender Prozess – ohne grossen Knalleffekt»

22.05.2023 ⌚ 4 min



Moore könnten eine wichtige Rolle beim Klimaschutz spielen. Stattdessen wurden sie über Jahrzehnte ausgetrocknet. Besuch bei einem, der um ihre Rückkehr kämpft

10.09.2022

