

Moose gegen Feinstaub

Eckart Granitza 06.01.2017

Wegen seiner Eigenschaft, sich in Fugen und auf Rasenflächen auszubreiten, ist Moos bei vielen Hausbesitzern und Gärtnern nicht besonders beliebt. Dabei trägt es erheblich dazu bei, die **Luft sauber** zu halten. Moosforscher wissen schon länger, dass sich die Pflanzen auch an viel befahrenen Straßen wohlfühlen, und das nicht ohne Grund:

Wie ein **biologisches Mikrofaser-Staubtuch** schlucken sie große Mengen des gefährlichen Feinstaubs und verarbeiten ihn sogar in ihrem Stoffwechsel. Anders als bei den meisten Pflanzen sind die **Hauptvegetationsperioden bei Moosen das Frühjahr, der Herbst und frostfreie Perioden im Winter**. Im Winter ist die Feinstaubbelastung aufgrund von Inversionswetterlagen oftmals besonders hoch. Bei solchen Wetterlagen befindet sich wärmere Luft anders als sonst üblich in höheren Bereichen der Atmosphäre und die kalte Luft darunter. Solche Verhältnisse sind besonders in Ballungsräumen gefürchtet, weil sich die Luftschichten nicht durchmischen und die Luft sich mit Schadstoffen anreichern kann.



Moose mit ihren zahlreichen kleinen Blättchen haben eine **große Oberfläche**, mit der sie **viel Feinstaub aufnehmen** können. Unser Bild zeigt sogenanntes Haartragendes Frauenhaarmoos, wissenschaftlich als Polytrichum piliferum bezeichnet. (FR)

Millionen Tote durch Emissionen

Nach einer Studie des Max-Planck-Instituts für Chemie in Mainz, die im September 2015 im Fachjournal „Nature“ veröffentlicht worden ist, sterben weltweit pro Jahr etwa 3,3 Millionen Menschen infolge der Luftverschmutzung durch Feinstäube. Sollten die Schadstoffemissionen weiter wie bislang zunehmen, wäre der Studie zufolge im Jahr 2050 mit 6,6 Millionen Toten pro Jahr zu rechnen. In der Europäischen Union führt die Belastung der Atemluft mit Ozon und Feinstaub schon jetzt zu etwa 180 000 Todesfällen pro Jahr, **35 000 davon in Deutschland**. Feinstaub kann aus den unterschiedlichsten Quellen stammen – auch aus natürlichen. Rußpartikel aus dem Auspuff von Autos tragen ebenso zur Feinstaubbelastung bei wie der Abrieb von Bremsen, Reifen und Kupplungen sowie Emissionen von Industrieanlagen.

Auch Müllverbrennungsanlagen, Öfen und Heizungen sowie der Umschlag von Schüttgut, das heißt beispielsweise Sand oder Zement, zählen zu den Feinstaubquellen. Oft ist der Feinstaub natürlichen Ursprungs. Bei Vulkanausbrüchen gelangen große Mengen an Staub

in die Atmosphäre, aber auch durch Erosion, das heißt durch das Abtragen von Bodenmaterial, etwa durch den Wind.

Hoffnung für Ballungsräume

Moos könnte gerade in Ballungsräumen die Luftqualität entscheidend verbessern. Es ist eine **Kombination aus besonderen Eigenschaften**, der die Wirkung der Moose zu verdanken ist. Da ist zum einen die riesige Oberfläche. „**Ein Moospolster von einem Quadratmeter Größe hat Millionen kleinste Blättchen**“, erläutert der Botaniker Frank Müller von der Technischen Universität Dresden und ergänzt: „Moose nehmen ihre **Nährstoffe nicht wie höhere Pflanzen über die Wurzeln auf, sondern direkt über die Blattoberfläche.**“ Die Blättchen ziehen Mikropartikel aus der Luft wie Ammoniumionen, die etwa 40 Prozent des Feinstaubs ausmachen, an. Dies funktioniert nach dem elektrostatischen Prinzip – wie bei einem Mikrofaser-Staubtuch, sagt Müller. Dabei ist die **Moosoberfläche negativ geladen, während viele Feinstaubbestandteile wie etwa das Ammonium positiv geladen sind.**

Hinzu kommt, dass Moose die für Menschen gefährlichen Feinstaubbestandteile nicht nur festhalten, sondern auch **verarbeiten. Eine Sättigung tritt dabei nicht ein.** Die Moose bauen viele **Schadstoffe aus dem Feinstaub während ihres Wachstums sogar vollständig ab.** So ist zum Beispiel das Ammonium ein wichtiger Nährstoff, der ihr Wachstum fördert.

„Untersuchungen haben ergeben, dass bestimmte Moosarten wie etwa die Lebermoose auch Schwermetalle in ihren Zellen einbauen können“, sagt Müller. Viele andere Bestandteile des Feinstaubs wie Salze und organische Kohlenwasserstoffe werden zudem **von Bakterien, Blaualgen und tierischen Einzellern, die auf den Moosblättchen leben, als Nahrung genutzt.** Zu diesen organischen Bestandteilen der Luft gehören neben Pollen und Sporen auch Erdölprodukte beziehungsweise deren Verbrennungsrückstände. Wenn sich die Bakterien zersetzen, werden sie von den Moosen aufgenommen und in Phytomasse verwandelt. Nach Untersuchungen des inzwischen verstorbenen Botanikers und Moosforschers Jan-Peter Frahm vom Institut für Biodiversität der Universität Bonn **können Moose pro Quadratmeter täglich Feinstaubmengen von 13 bis 22 Gramm aufnehmen.**

Vor dem Hintergrund dieser Erkenntnisse hat das Dresdner Start-up Green City Solutions (GCS) ein Produkt namens „City Tree“ (Stadtbaum) entwickelt. Dabei handelt es sich um eine frei stehende Wand, die von beiden Seiten mit Moos bepflanzt ist. „Nach unseren Berechnungen kann eine unserer **vier Meter hohen und drei Meter breiten Mooswände etwa ebenso viel Feinstaub aus der Luft filtern wie 275 Stadtbäume**“, sagt Victor Splittgerber, Technikchef des Unternehmens.

Wände nehmen Teilchen auf

Die Höhe der Wand trägt dem Umstand Rechnung, dass sich Feinstaub vor allem vom Boden bis in wenige Meter Höhe sammelt. Zurzeit stehen solche Wände in **Dresden, Berlin, Oslo, Paris und Klingenthal.** Auch in München, Hannover, Regensburg und Jena waren sie bereits im Einsatz. „Besonders gut eignen sich diese Mooswände für tiefe, enge Straßenschluchten, wo der Feinstaub sich naturgemäß sammelt, weil er schwer abziehen kann“, sagt Splittgerber. 70 Sensoren messen ständig die Feuchtigkeit in den Töpfen. Der Strom kommt von einer Solarzelle auf dem Gestell. Ein Tausend-Liter-Tank im Fuß des „City Trees“ sorgt für **ausreichend Wasser.** Bevor er leer ist, bekommt die jeweils verantwortliche Stelle eine E-Mail mit der Aufforderung, ihn aufzufüllen.

Moose sind nicht die einzigen Pflanzen, die für die Wände genutzt werden. „**Deckpflanzen** wie etwa Spinat oder Eukalyptus entschleunigen die Luft, sodass das Moos den Feinstaub besser aufnimmt. Außerdem entziehen die Deckpflanzen der Luft Kohlendioxid und Stickoxide und produzieren Sauerstoff“, erklärt Splittgerber. Wie alle Grünpflanzen, so **kühlt** auch der „City Tree“ **im Sommer seine Umgebung.**

Tests in Stuttgart

Auch über die Möglichkeit, Lärmschutzwände für Autobahnen mit Moos zu bepflanzen, ist bereits nachgedacht worden. In Stuttgart hat das städtische Amt für Umweltschutz Ende November das erste Teststück einer mit Moos gepolsterten Wand errichtet.

Die Universität Stuttgart will Messstationen einrichten, um mehr über die Wirkung des Moores im Freiland zu erfahren. „Mithilfe der Testwand wollen wir untersuchen, welche Moose sich für den Einsatz an der Straße besonders gut eignen“, sagt der Projektleiter Professor Jan Knippers von der Universität Stuttgart. Geklärt werden sollte auch, ob die ermutigenden Ergebnisse bei den Laboruntersuchungen zur Feinstaubaufnahme im Freiland bestätigt würden. „Die Luftströmungsbedingungen auf der Straße sind viel komplexer als unter Laborbedingungen“, erklärt Knippers. Außerdem wollen die Stuttgarter herausfinden, ob bestimmte Moose auch ohne Bewässerung überleben können. Bis Ende **März 2017 soll die Mooswand** in der baden-württembergischen Landeshauptstadt auf einer Länge von **etwa 100 Metern** stehen.

Wie vielfältig die Welt der Moose ist, lässt sich nicht zuletzt an der Tatsache ablesen, dass ungefähr 16 000 Arten bekannt sind. Die ersten Moose haben sich nach heutigem Kenntnisstand vor mehr als 400 Millionen Jahren entwickelt. Dass diese Pflanzen über eine besonders große Widerstandskraft verfügen, hat eine 2013 im Fachjournal „Proceedings“ der US-Akademie der Wissenschaften veröffentlichte Studie auf besonders eindrucksvolle Weise gezeigt. Moospflanzen können demnach Jahrhunderte unter einer dicken Schicht Gletschereis fast unbeschadet überstehen. Kanadische Forscher hatten festgestellt, dass die Pflanzen wieder zu wachsen beginnen, wenn sie durch den Rückzug des Gletschers ans Tageslicht kommen. Die Moose verfügten über sehr widerstands- und wandlungsfähige Zellen, aus denen neue Pflanzen hervorgehen könnten, erklärten die Wissenschaftler.

Catherine La Farge und ihre Mitarbeiter hatten die Flora am Sverdrup Pass auf der Ellesmere-Insel untersucht. Der dortige Teardrop-Gletscher hat sich im Verlauf des 20. Jahrhunderts immer weiter zurückgezogen. Den Wissenschaftlern fiel zunächst auf, dass die Moospflanzen (Bryophyta), die unter der weichenden Eisschicht zum Vorschein kamen, erstaunlich unversehrt aussahen. Sie schienen sogar neue grüne Äste oder Stämme zu bilden, also wieder zu wachsen. Um das genauer zu prüfen, bestimmten die Forscher zunächst das Alter der Moospflanzen. Tatsächlich zeigte die Radiokarbonmessung, dass die Pflanzen vor gut 400 Jahren im Eis eingeschlossen worden waren.

Die Forscher nahmen kleine Pflanzenstücke und versuchten, diese im Labor zum Wachsen zu bringen. Dies klappte erstaunlich gut. Aus sieben Proben zogen sie elf Kulturen mit vier verschiedenen Laubmoosen heran: ein Streifensterntmoos (*Aulacomnium turgidum*), das Berg-Zweizeilmoo (*Distichium capillaceum*), das Dach-Drehzahnmoo (*Syntrichia ruralis*) sowie die Art *Encalypta procera*.

Widerstandsfähige Pflanzen

Die Widerstandskraft von Moosen hängt nach Darstellung der Forscher unter anderem damit zusammen, dass sie Zellen besitzen, die sich in undifferenzierte Zellen verwandeln können. Aus diesen könnten dann ähnlich wie aus den Stammzellen bei Menschen oder Tieren viele verschiedene Gewebe hervorgehen. Schon lange ist bekannt, dass Moospflanzen lange Trockenperioden überstehen können und dann unter günstigen Bedingungen wieder anfangen zu wachsen.