



Die Schöpfung als Vorbild: sich selbst einbohrende Samen

Einige nicht miteinander verwandte Pflanzen besitzen eine erstaunliche Vorrichtung für eine Selbsteinpflanzung ihrer Samen. Der dafür erforderliche ausgeklügelte Bau von Grannen, Fruchtschnäbeln oder ähnlichen Einrichtungen muss mehrfach unabhängig entstanden sein. Nun haben Forscher einmal mehr die Schöpfung als Inspiration für eine technische Anwendung genommen und ebenfalls Gebilde konstruiert, die sich selbst ins Erdreich schrauben können.

Reinhard Junker

Abb. 1 Blüten des Reiherschnabels (*Erodium cicutarium*). (Foto: R. Junker)

Auf Pionierböden, an Wegrändern oder in Weinbergen ist hin und wieder ein unscheinbares Pflänzchen mit hübschen rosa oder lila Blüten zu finden: der Reiherschnabel (*Erodium cicutarium*; Abb. 1). Als Pionier ist er kurzlebig und wird schnell von einer nachfolgenden Vegetation verdrängt. Seinen Namen verdankt der Rei-

herschnabel seiner Frucht, deren oberer Teil bei der Reife schnabelartig verlängert ist (Abb. 2). Der Reiherschnabel ist nächst verwandt mit dem Storchschnabel (*Geranium*), hat aber gefiederte statt handförmig geteilte Blätter.

Versteckt hinter den Kelchblättern befinden sich die Teilfrüchte, die im unteren Teil jeweils einen einzigen Samen umschließen. Wenn die Frucht reift, lösen sich die Teilfrüchte vom Fruchtboden ab und die unteren Teile ihrer Schnäbel beginnen sich zu spiralisieren. In diesen Abschnitten sind Cellulosefasern in verschiedenen Richtungen angeordnet; beim Austrocknen entstehen dadurch Spannungen, die zur Spiralisierung führen. Dabei kann sich dieser Teil des Schnabels bis zu 10-mal um sich selbst drehen (Abb. 3). Das obere Ende spiralisiert sich jedoch nicht, sondern krümmt sich nur leicht sichelförmig. Irgendwann lösen sich die Teilfrüchte dann als ganze und werden bis zu 0,5 m weit fortgeschleudert. Schließlich verhaften sie sich mit dem nicht spiralisierten Ende irgendwo und bleiben hängen (vgl. EVANGELISTA et al. 2011). Bei feuchter Luft oder bei Benetzung (Regen) entrollt sich die Spirale wieder und wird kerzengerade. Bei Feuchtigkeit ist auch die Erde feucht genug, sodass sich der sa-

Abb. 2 Bei der Samenreife ist der obere Teil der Frucht zu einem langgestreckten, 5-teiligen Fruchtschnabel herangewachsen. (Foto: R. Junker)



mentragende Abschnitt der Teilfrüchte beim Entspiralisieren leicht in den Boden hineinbohren kann. Der Reiherschnabel pflanzt sich also selbst in den Boden! Gegen die Bohrrichtung gerichtete borstige Härchen verbessern die Verankerung. Die nur leicht gebogene Griffelspitze dient als Widerlager. Es ist also wichtig, dass der obere Teil des Griffels relativ gerade bleibt. Den Vorgang der mehrfachen Drehbewegung kann man sehr leicht in einem kleinen Experiment nachahmen, indem man eine reife Teilfrucht am samentragenden Ende mit viel Wasser zwischen Daumen und Zeigefinger einklemmt.¹

Die Idee der Selbsteinpflanzung ist unter den bedecktsamigen Blütenpflanzen mehrfach verwirklicht.

Interessanterweise ist die Idee der Selbsteinpflanzung mittels teilweise spiralisiertem Fruchtschnabel – oder teilweise spiralisierten Granne bei Gräsern – unter den bedecktsamigen Blütenpflanzen sogar mehrfach verwirklicht. Dasselbe Prinzip findet sich z. B. auch bei wildwachsenden Arten des Hafers (Abb. 4) oder in extremer Ausprägung beim Federgras (Abb. 5) – eines von ungezählten Beispielen für die Existenz eines frei in der Natur verteilten Baukastensystems.

Soweit ist das alles schon lange bekannt. Neuerdings haben nun aber findige Bioniker ein Auge auf die Reiherschnabelfrucht geworfen, um sich die darin verwirklichte Idee für die Aussaat von Pflanzen zunutze zu machen. Der Wissenschaftszweig der Bionik verbindet Biologie mit Technik. Es geht dabei um das Nachmachen von Konstruktionen der Lebewesen in der menschengemachten Technik. Was hat nun die spiralisierte, mit einem Samen beladene Reiherschnabelfrucht die Techniker gelehrt?

Hintergrund ist zum Beispiel das Problem der Aufforstung größerer Flächen, insbesondere in unwegsamem Gelände. Man kann zwar aus der Luft Samen ausstreuen (z. B. von der Kiefer), aber der Keimerfolg ist gering, da die meisten Samen auf der Erde liegenbleiben, wo sie durch das Ultraviolett des Sonnenlichts geschädigt oder von Vögeln gefressen werden. Unter diesen Umständen wäre es praktisch, wenn die ausgestreuten Samen rasch in den Boden eindringen könnten. Und hier kommt die Reiherschnabelfrucht ins Spiel. Ein chinesisch-amerikanisches Forscherteam (LUO et al. 2023) ließ sich von der Reiherschnabel-Art *Erodium gruinum* inspirieren, um eine Selbsteinbohr-Einrichtung nachzubauen. Anders als beim natürlichen Vorbild bauten sie nicht nur *einen* Fortsatz, der sich bei Feuchtigkeit spiralförmig aufspreizt, sondern gleich drei davon. In kontrollierten Studien lag



Abb. 3 Eine der fünf Teilfrüchte des Reiherschnabels hat sich im unteren Teil bereits von der Mittelsäule (= Fruchtschse) gelöst. Der samentragenden Basis (rechts) folgt ein spiralisierte unterer und ein nicht spiralisierte oberer Teil des Fruchtschnabels. Zum Schluss löst sich die Teilfrucht komplett und wird bis zu 0,5 m weit fortgeschleudert. (Foto: R. Junker)



Abb. 4 Reife Früchte mit teilweise spiralisierten und abgeknickten Grannen des Flug-Hafers (*Avena fatua*). (Kostka Martin, CC0 1.0)

die Erfolgsquote des Eindringens in den Boden bei sehr guten 80 Prozent – deutlich höher als beim natürlichen Vorbild. Hier haben es die Bioniker geschafft, die Leistungsfähigkeit des natürlichen Vorbilds in einem für sie relevanten Parameter zu übertreffen. Dazu war natürlich ein enormer Einsatz an Planung und Steuerung bei der Herstellung erforderlich – mehr noch: Das verwendete Material haben sie nicht selbst hergestellt, sondern sie nutzten Eichenholz aus der Natur. Die Forscher weichten zunächst dünne Eichenholzstreifen durch Kochen mit Lauge und Natriumsulfit auf. Anschließend formten sie die Streifen, indem sie sie auf eine Schablone legten und die Holzfasern auf der Ober- und Unterseite unterschiedlich verformten, sodass sie sich beim Austrocknen einrollen und bei Befuchtung wieder entrollen. Im Laufe der Zeit verformt sich der Samenträger zu einer Oberfläche, die wie eine Bohrkronen aussieht.



Abb. 5 Unterer Teil der spiralisierten Granne des Federgrases. Das spitze Ende mit der Frucht und dem eingeschlossenen Samen steckte in der Erde (hier grau), die durch Ziehen an der Granne herausgerissen wurde. (Foto: R. Wiskin)

Abb. 6 Künstliche Selbst-einbohr-Einrichtung mit ausgekeimtem Samen, von der Forschergruppe um Luo (2023) entwickelt und hergestellt. (Foto: Carnegie Mellon University, mit freundlicher Genehmigung von Lining Yao)



Das verwendete Material haben die Forscher nicht selbst hergestellt, sondern sie nutzten Eichenholz aus der Natur.

Die Forscher ließen sich dabei von folgenden „Design-Kriterien“ leiten: 1. Ihr Produkt sollte sowohl auf ebenem als auch auf unwegsamem Gelände robust funktionieren. 2. Die Gesamtgröße und andere geometrische Faktoren sollten so einstellbar sein, dass sie eine Vielzahl von Samen von Kulturpflanzen und einheimischen Pflanzen aufnehmen können. 3. Die verwendeten Materialien sollten biologisch abbaubar sein. Und 4. sollte der Herstellungsprozess einfach und zugänglich sein.

Die künstlich hergestellten spiralisierten Grannen können mit unterschiedlicher Fracht versehen werden: Den Samen können auch eine Düngemittelschicht und nützliche Pilze beigegeben werden, was die Überlebenschancen weiter erhöht, oder sie können mit nützlichen Symbionten wie speziellen Pilzen oder Fadenwürmern beladen werden.

Ob die künstlich hergestellten Grannen als wirksames Instrument für Landbewirtschaftler eingesetzt werden können, steht allerdings noch nicht fest. Denn die Herstellung erfolgt bisher mühsam per Hand und müsste automatisiert werden, um effizient zu sein. Noch besser wäre es, einen Selbstaufbaumechanismus zur Verfügung zu haben. Das allerdings ist den genial designten lebendigen Vorbildern vorbehalten und daran wird sich auch in Zukunft sehr wahrscheinlich nichts ändern.

Anmerkung

- 1 Anschauliche Darstellungen des gesamten Vorgangs der Einbohrung der Samen in den Boden findet man z. B. in einer Zeitraffer-Aufnahme unter <https://en.wikipedia.org/wiki/File:Redstem-Filaree-Seed-Drills-into-Soil.webm> oder unter <https://www.youtube.com/watch?v=TOJG5mF6OLs>.

Literatur

- EVANGELISTA D, HOTTON S & DUMAIS J (2011) The mechanics of explosive dispersal and self-burial in the seeds of the filaree, *Erodium cicutarium* (Geraniaceae). *J. Exp. Biol.* 214, 521–529.
- LUO D et al. (2023) Autonomous self-burying seed carriers for aerial seeding. *Nature* 614, 463–470.