

Das unbekannte Wesen der Pflanze tiefer zu ergründen ist das Ziel des SystemsX.ch Projektes «Plant Growth in a Changing Environment».

Thomas Müller

Bern. Eine Pflanze ist ganz anders als wir. Sie hört nie auf zu wachsen, bis sie stirbt. Sie kann nicht flüchten und hat deshalb ganz andere Selbstverteidigungsmechanismen entwickelt als bewegliche Vielzeller. Pflanzen sind die erfolgreichsten Produkte der Evolution, zumindest, was ihre Masse anbelangt, sie stellen nämlich etwa 99 Prozent der Biosphäre. Sie sind genügsam, mehr als Licht, Luft, Wasser und ein paar Mineralien brauchen sie nicht zum Wachsen. Und nicht zuletzt leben wir Menschen von Pflanzen und atmen den Sauerstoff, den sie produzieren.

«Die Gene können sich nicht über die Physik stellen.»

Aber wie funktionieren Pflanzen eigentlich, die in der Schweizer Verfassung immerhin zu den «Kreaturen» zählen und denen gar eine gewisse Würde zugesprochen wird? Wie wachsen und entwickeln sie sich in einer ständig ändernden Umwelt? Wie schafft es die Ingenieurin Natur, dass zum Beispiel die Pflanzenzellwand mitwachsendes Gerüst, Stütze, Schutzhülle, Filter, Druckbehälter und vieles mehr gleichzeitig sein kann. Unsere sogenannten funktionalen Gewebe sind eine bescheidene Angelegenheit dagegen.

Modellierer widerlegen Biologen

Diesen und andere Fragen stellen sich 18 Forschungsgruppen in der ganzen Schweiz, die sich am SystemsX.ch Projekt «Plant Growth in a Changing Environment» beteiligen. «Wir wollen das Wesen der Pflanze auf verschiedenen System-Ebenen betrachten», erklärt Projektleiter Cris Kuhlemeier, Professor an der Uni Bern, und Geschäftsleiter des Uni-eigenen Instituts für Pflanzenwissenschaften.

Eine zentrale Rolle wird dabei die Modellierung der verschiedenen Ebenen im Computer spielen. Was er sich davon verspricht, erhellt Kuhlemeier anhand eines Beispiels: wie eine Pflanze den



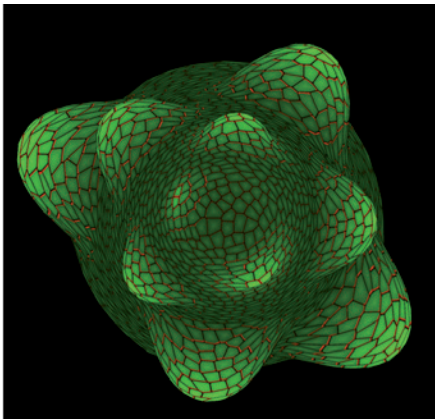
Cris Kuhlemeier mit seinem Versuchsobjekt, der Ackerschmalwand.

Photo Thomas Müller

Bau eines Blattes auslöst. Die intuitiven und lange gehegten und gepflegten Erklärungsversuche der «klassischen» Biologen erwiesen sich im kalten Licht der mathematischen Formulierungen der Modellierer als unzulänglich. «Auch in anderen Bereichen wollen wir dank des Wechselspiels von Computermodellen und praktischen Experimenten auf neue Erkenntnisse stossen», erklärt

Kuhlemeier seine Strategie. Weitere System-Ebenen, die in «Plant Growth» angegangen werden, sind die Pflanzenzelle und die ganze Pflanze in ihrer Umwelt.

Um die Zahl der zu untersuchenden Variablen nicht ins Kraut schiessen zu lassen, beschränkt sich «Plant Growth» auf die Lieblingspflanze der Pflanzenbiologen: das Ackerschmalwand (Arabi-



Computersimulation eines Meristems, der äussersten Spitze eines Sprosses. Bild Richard Smith

dopsis thaliana), das ein kleines Genom auf nur fünf Chromosomen und einen kurzen Generationszyklus aufweist.

Ist das Ziel also eine virtuelle Pflanze, eine iPlant gewissermassen? «Das ist ein Modebegriff, der nicht viel aussagt», bescheidet er. So falsch kann der Begriff aber nicht sein, heisst doch ein amerikanisches Forschungsprogramm, das zum Teil ähnliche Ziele verfolgt, genau so.

Von der Architektur zum Bau

Kuhlemeier interessiert sich dafür, wie ein Pflanzenorgan, sei dies nun ein Blatt oder eine Blüte tatsächlich gebaut wird. So wenig wie der Plan eines Architekten darüber Auskunft gibt, wie die Maurer, Zimmermänner, Schreiner, Maler, Gipser und Sanitär-Installateure ein Haus bauen, ist aus dem genetischen Bauplan einer Pflanze ersichtlich, wie ein Blatt tatsächlich gebaut wird. «Wir wollen nun wissen, wie eine Pflanze sich die Gerüste stellt, die Zellwände fertigt und bestimmt, in welchem Winkel ihre Triebe und Schosse in den Himmel wachsen. Eines ist dabei klar. Dass

viele Pflanzen ihre Blätter in Winkelabständen von 137,5 Grad anordnen, steht nicht in den Genen geschrieben.

Mechanik und die Statik werden deshalb wichtige Rollen in «Plant Growth» spielen. «Die Gene können sich nicht über die Physik stellen», sagt Kuhlemeier schmunzelnd. Deshalb sollen die Kräfte, die bei der Blattbildung auftreten, zum ersten Mal am lebenden Objekt gemessen werden. Dazu wird mit der Firma Femto-Tools zusammengefasst, welche die entsprechenden Sensoren baut (siehe Kasten «Sensibles Kräftemessen in Pflanzen»).

«Wir werden versuchen, unser Pflanzenmodell an die Klimamodelle anzukoppeln.»

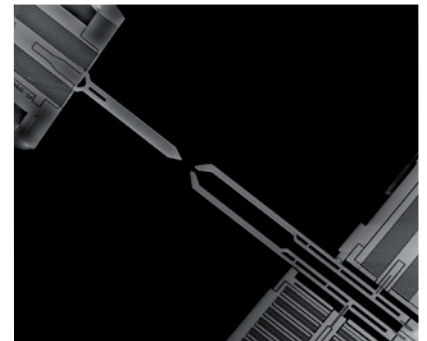
Die ganz grossen Zusammenhänge sollen in einer zweiten Phase angegangen werden. Kuhlemeier träumt davon, den Pflanzen den ihnen gebührenden Platz in der Klimadiskussion zu verschaffen. «Wie so oft spielen die Pflanzen auch in dieser Diskussion eine kleine Rolle, obwohl sie für die Zusammensetzung der Atmosphäre eine wesentlich bedeutendere Rolle spielen als Tiere», ereifert sich Kuhlemeier beinahe.

Natürlich dürfe nicht von einer Modellpflanze auf die gesamte Erde extrapoliert werden. Und doch könne ein gutes Modell Ideen liefern, was auf globaler Ebene vor sich geht. «Deshalb werden wir versuchen, unser Pflanzenmodell an die Klimamodelle der Atmosphärenphysiker anzukoppeln» Heute berücksichtigen deren Klimamodelle erst die Atmosphäre und die Ozeane. «Plant Growth» will ihnen nun Leben einhauchen.

Sensibles Kräfte-Messen an Blättern und Stengeln

Zürich. Femtotools heisst die Firma, die hilft die Kräfte zu messen, die beim Wachstum von Pflanzenzellen oder deren Zellteilung wirken. Die vier Personen zählende Spin-off Firma des ETH-Proessors Bradley Nelson ist unter anderem auf Mikrosensoren spezialisiert, die sehr kleine Kräfte messen können. So klein wie die Kraft, die ein zehntel Milligramm «schweres» Staubkorn auf ein Blatt Papier ausübt.

Als Sensor dient ein biegsamer Siliziumsstift, der direkt in einen Chip integriert ist. Die Firma hofft mit der Technologie eine «Messlücke» zwischen den aufwendigen Rasterkraftmikroskopen und konventionellen Kräftemessern zu füllen. «Mit unserer Beteiligung an 'Plant Growth' wollen wir zeigen, dass unsere Sensoren nicht nur im Ingenieurbereich verwendet werden können, sondern auch in der Biologie», beschreibt Geschäftsführer Felix Beyeler die Motivation der Firma, bei «Plant Growth» mitzumachen. thm



Ein Silizium-Kraftsensor mit einer Mikro-Pinzette zur Handhabung von Objekten der Grösse 0.001mm bis 0.1mm. Photo Femtotools

«Plant Growth in a Changing Environment» auf einen Blick



Plant Growth
in a Changing
Environment

Leiter:	Prof. Cris Kuhlemeier, Universität Bern
Beteiligte Institutionen:	Universität Bern, Universität Zürich, ETH Zürich, Universität Basel, Universität Fribourg, Universität Genf, EPF Lausanne, Universität Neuenburg, Universität Lausanne, Schweizerisches Institut für Bioinformatik
Industrie-Partner:	Femtotools GmbH, Zürich.
Anzahl Forschungsgruppen:	18
Forschende / Verwaltung:	74 / 1
Biologen zu Nicht-Biologen	= 3:1
Gesamtbudget (2008-2011):	14, 778 342 Mio. Fr.
davon SystemsX.ch Mittel:	5, 87 Mio. Fr.