

Morphologisches Modellieren

Ruth Richter

In der Onlineversion einer Notiz in der Fachzeitschrift «Nature» vom 13. Juli 2017 unter der Rubrik «News» berichtet Heidi Ledford von einem morphologischen Projekt der Arbeitsgruppe um Dan Chitwood am Donald Danforth Plant Science Center in St. Louis, USA. Dazu zitiert sie den Morphologen Yannick Städler von der Universität Wien mit einem sehr zuversichtlichen Blick auf die Zukunft der Pflanzenmorphologie:

«Es gab eine Zeit, in der die Bemühungen, die pflanzliche Gestalt zu verstehen auszusterben drohten, aber das Forschungsfeld erfährt eine Renaissance. Anstrengungen, pflanzliche Merkmale zu charakterisieren und zu verstehen, wie Genetik und Umgebungsbedingungen sie beeinflussen, sind weit verbreitet. Die Morphologie wird aktuell neu geboren, sie ist ein Feld, auf das die Biologie zusteuert. Und ich glaube, besonders in Verbindung mit genetischen Daten haben wir eine leuchtende Zukunft.»

(Ledford 2017, Übersetzung RR)

Die Mathematisierung der pflanzlichen Gestalt sieht auch Dan Chitwood als zukunftssträchtiges Anliegen. In der organismischen Morphologie liegt jede Menge Information über die Gene verborgen, die durch die Evolution moduliert worden sind und die spektakuläre Vielfalt der Pflanzen hervorgebracht haben, heisst es auf seiner Website. Das Forschungsprogramm seiner Gruppe zielt auf die Erkundung der Pflanzenmorphologie, ihrer Entwicklung und Plastizität und will innovative Denkmöglichkeiten über die Beschreibung, Quantifizierung und Anwendung von Form-Information in den Pflanzenwissenschaften und darüber hinaus anstossen. Mathematisch könne eine Pflanzengestalt anstatt als Serie von Formen, die sich in der Zeit entwickeln, sogar als eine einzige vierdimensionale Gestalt beschrieben werden.

In einer solchen Vision klingt mathematische Begeisterung an. Doch wie kann eine vierdimensional beschriebene Pflanze, die ja als mathematische Funktion einen blossen Möglichkeitsraum darstellt, zur Erkenntnis von Bezügen zwischen einzelnen, real erscheinenden Pflanzen beitragen?

In einem 2017 erschienenen Artikel macht Chitwood deutlich, dass sein Ziel nicht abstraktes Modellieren ist, sondern dass er einen Beitrag zu den zentralen Fragen der Biologie leisten will. Der Titel «Morphological Plant

Modeling: Unleashing Geometric and Topological Potential within the Plant Sciences» zeigt, dass das Erkenntnispotential, das in den raum-zeitlichen Relationen der Pflanzengestalt liegt, wahrgenommen und adressiert wird.

Die Autorengruppe stellt in Anlehnung an Kaplan (2001) die Morphologie als Schnittstelle dar, die alle biologischen Disziplinen verbindet.

«Sie kann deskriptiv oder kategorisierend sein, wie etwa in der Systematik, die im Fokus auf Homologien Organismengruppen zu unterscheiden sucht. In der Ökologie definiert die Morphologie von Pflanzengesellschaften Vegetationstypen und Lebensgemeinschaften in ihrer Beziehung zur Umwelt. Umgekehrt fließen die Ergebnisse von anderen Forschungsfeldern in die Pflanzenmorphologie ein, etwa aus der Physiologie, dem Studium von Funktionen, und aus der Genetik die Beschreibung von Vererbung und die molekularbiologische Darstellung der zugrundeliegenden Genregulation.»

(Bucksch et al. 2017, S. 2, Übersetzung RR)

In der Einleitung des zitierten Artikels wird Goethe als der Pionier erwähnt, der mit seinem «Versuch die Metamorphose der Pflanzen zu erklären» eine neue Perspektive eingeführt hat, wie Mathematiker über Pflanzenmorphologie denken können: Die Idee, dass das Wesen der Pflanzengestalt ein grundlegender, sich wiederholender Prozess der Transformation ist. Die Autoren leiten aus dieser Idee eine zu bearbeitende Aufgabe ab:

«Die aktuelle Herausforderung, die sich aus Goethes Paradigma ergibt, liegt darin, Transformationen, wie sie sich aus Unterschieden in den genetischen, entwicklungs- und umgebungsbedingten Reizen ergeben, quantitativ zu beschreiben.»

(ebd. S. 2, Übersetzung RR)

Aus mathematischer Sicht stelle sich das Problem, wie Formdeskriptoren zu definieren sind, um die Eigenschaften der Pflanzengestalt mit topologischen und geometrischen Techniken vergleichbar zu machen, und wie diese Formparameter in Simulationen der Pflanzenentwicklung integriert werden können.

Die aus Goethes Modell abgeleitete Herausforderung hat Dan Chitwoods Arbeitsgruppe zu ihrem Forschungsprogramm gemacht. Die Autoren sehen in dem Schatz an Informationen, die die Pflanzengestalt in ihren geometrischen und zeitlichen Relationen birgt, das Potential, ungelöste Probleme der modernen Biologie anzugehen. Dazu gehört die offene Frage, wie die Vererbung und Aktivität von Genen mit den beobachtbaren Phänotypen in