

Was ist eigentlich Biomathematik?

Schnittstellenforschung im Wechselspiel

| MAREIKE FISCHER | So wie einst die Erfindung des Mikroskops die Biologie vorangebracht hat, so profitiert die Biologie heute von der Mathematik, die für biologische Fragestellungen tagtäglich zum Einsatz kommt.

Als Charles Darwin 1831 seine fünfjährige Schiffsreise auf der HMS Beagle antrat, die letztlich die Grundlage für seine Forschungsergebnisse in Bezug auf die Entstehung der Arten darstellte, hatte er es scheinbar noch leicht: Er beobachtete etliche Tierarten und beschrieb deren Verwandtschaftsverhältnisse einfach anhand der Ähnlichkeiten, die er sehen konnte. Tiere, die sich ähnlich sehen, müssen auch eng verwandt sein – das dachte er zumindest. Doch das, was zunächst einfach erscheint, ist leider zu vereinfachend, um detaillierte Fragen zu beantworten. Denn wie will man allein an äußerlichen Ähnlichkeiten erkennen, wann genau beispielsweise der letzte gemeinsame Vorfahre von Mensch und Schimpanse gelebt hat? Woher will man wissen, wie dieser Vorfahre genetisch aussah, wenn keine DNA von ihm erhalten ist? Und wieso geht man davon aus, dass der Mensch mit dem Gorilla enger verwandt ist als mit dem Orang-Utan, obwohl letzterer in seinem Heimatland doch als „Waldmensch“ bekannt ist? Das sind zwar alles Fragen mit Bezug zur Evolution; deren Antworten kann man aber nicht durch reines Beobachten der Unterschiede verschiedener Spezies finden. Wer solche

Fragen beantworten will, kommt heutzutage nicht umhin, sich mit DNA, RNA und Proteinen zu beschäftigen. Doch wenn man bedenkt, dass allein der Mensch schätzungsweise 23 000 Gene besitzt, so wird schnell klar, dass eine Auswertung systematisch und automatisiert erfolgen muss. Und genau hier kommen mathematische Modelle und Methoden ins Spiel, wie die Biomathematik sie liefert.

Moderne biologische Forschung ist ohne mathematische Methoden undenkbar. Haben Sie sich schon einmal gefragt, wie eine Grippeimpfung für die

»Moderne biologische Forschung ist ohne mathematische Methoden undenkbar.«

nächste Saison entwickelt wird, obwohl man noch gar nicht genau weiß, wie das extrem wandelbare Grippevirus bis dahin aussieht? Wie schaffen es Forscher, den Krankheitserregern hier einen Schritt voraus zu sein? Ganz einfach: Sie entwickeln mathematische Modelle anhand der beobachteten Veränderungen des Virus in der Vergangenheit und versuchen so, Vorhersagen für die Zukunft zu erstellen. Mathematik liefert also durch Modelle eine Ver-

einfachung der Realität, die das jeweilige Problem so überschaubar machen, dass überhaupt erst eine Vorhersage möglich wird. Doch Modelle können natürlich gerade wegen ihres vereinfachenden Charakters auch mal irren. Daher müssen stets neue biologische Erkenntnisse in das Modell einfließen, um es nach und nach zu verbessern. Genau diese Schnittstelle von Mathematik und Biologie ist das, was die Biomathematik ausmacht.

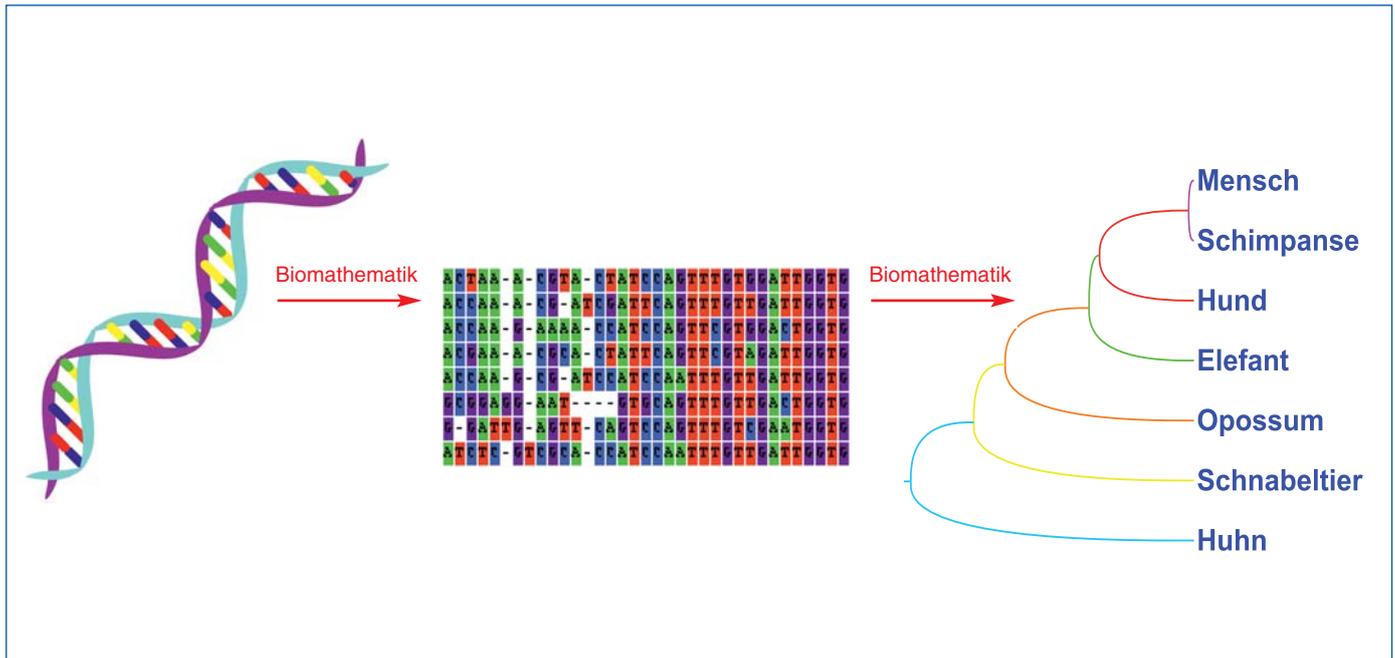
Biologie profitiert von der Mathematik

Im Jahre 2004 ist ein Artikel von Joel E. Cohen erschienen, dessen Titel seither zum bekannten Sprichwort in der Biomathematik geworden ist: „Mathematics is biology’s next microscope, only better; biology is mathematics’ next physics, only better.“ (PLoS Biol. 2004 Dec; 2(12): e439), was so viel heißt wie: „Die Mathematik ist das nächste Mikroskop der Biologie, nur noch besser; und die Biologie ist die neue Physik der Mathematik, nur noch besser“. Und es steckt tatsächlich viel Wahrheit in diesem Satz. Denn so wie einst die Erfindung des Mikroskops die Biologie vorangebracht hat, so profitiert die Biologie heute von der Mathematik. Manchmal ist das bei medienwirksamen Arbeiten der Fall, wie z.B. 2001 bei der ersten Sequenzierung des Humangenoms. Dabei muss – vereinfacht gesagt – die DNA zunächst vervielfältigt und in kleine Teile aufgetrennt werden, die man dann sequenzieren kann und anschließend wieder zusammenpuzzeln muss. Denn es ist technisch bislang unmöglich, lange DNA-Sequenzen wie etwa im Humangenom direkt zu sequenzieren. Wenn man aber tausende von DNA-Fragmenten hat, die man anhand

AUTORIN

Mareike Fischer ist Juniorprofessorin für Diskrete Biomathematik an der Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald.





von Überlappungen wieder möglichst in die richtige Reihenfolge bringen soll, dann will man diese Tätigkeit von einem Computer erledigen lassen – und der benötigt dafür ein biomathematisches Modell. Doch solche Modelle kommen auch bei weit weniger medienwirksamen biologischen Fragestellungen tagtäglich zum Einsatz: Sei es bei der Frage nach der Faltung von Proteinen, die eine Auswirkung auf deren Funktionalität hat, oder bei der Systembiologie, die sich mit Organismen in ihrer Gesamtheit befasst. Wer heute biologische Forschung betreibt, kommt an Mathematik nicht vorbei – es werden biologische Daten statistisch ausgewertet, Computersimulationen durchgeführt oder biologische Vorhersagen mit Hilfe mathematischer Methoden gemacht. Dies betrifft in gleicher Weise die Medizin, in der beispielsweise Kettenreaktionen, die durch die Wirkung neuer Medikamente im Körper ausgelöst werden können, mathematisch modelliert, Tumorbestrahlungseinheiten optimiert oder Aufnahmen aus dem Computertomographen mit biomathematischer Bilderkennungsoftware ausgewertet werden.

Mathematik profitiert von der Biologie

Doch das Zitat von Joel E. Cohen beinhaltet noch eine andere Aussage: Nämlich dass die Biologie die neue Physik für die Mathematik ist. Damit wird darauf angespielt, dass viele physikalische

Fragestellungen, die man schon zu Newtons Zeiten mit mathematischen Methoden zu beantworten versuchte, tatsächlich auch die mathematische Forschung vorangetrieben haben. Denn ein mathematisches Modell wird in der Regel nur entwickelt und erforscht, wenn es als Erklärungsansatz für irgendein Szenario benötigt wird. Cohens These, dass die Biologie hier tatsächlich sogar noch höhere Anforderungen an die Mathematik stellen könnte als die Physik es traditionell tut, begründet er

»Es besteht kein Zweifel daran, dass Biomathematiker gebraucht werden.«

damit, dass biologische Systeme ungleich diverser und variabler sind als unbelebte Materie. In jedem Fall ist heute klar, dass es in der Biologie noch etliche Probleme gibt, für deren Lösung es neuer mathematischer Modelle bedarf, so dass die Quelle an offenen Fragen, die die Biologie für die Mathematik darstellt, noch lange nicht versiegen wird.

Es besteht also kein Zweifel daran, dass Biomathematiker gebraucht werden. Weshalb das Fachgebiet und die entsprechenden Studiengänge dennoch im Vergleich zu anderen Gebieten der angewandten Mathematik, wie etwa Wirtschafts- oder Technomathematik, immer noch relativ unbekannt sind, ist nicht wirklich nachvollziehbar. Denn natürlich ist ein Quereinstieg in die

biomathematische Forschung aus der reinen Mathematik oder der Biologie möglich – viel einfacher ist es jedoch, wenn man sich schon während des Studiums entsprechend spezialisiert, wie es aber deutschlandweit nur an wenigen Hochschulen möglich ist. Die wenigen Absolventen dieser Studiengänge haben demnach beste Berufsaussichten. Denn während es viele Biologen und auch relativ viele Mathematiker gibt, findet ein Arbeitgeber nur schwer einen Vermittler zwischen diesen beiden Positionen, der sozusagen von vornherein beide Sprachen spricht – ein Biomathematiker kommt da oft sehr gelegen.

An so manchem Tag seiner fünfjährigen Seereise wäre Charles Darwin sicher froh gewesen, wenn er die Möglichkeit gehabt hätte, seine biologischen Fragen systematisch mit den Mitteln der Mathematik zu beantworten anstatt durch Beobachtung. Denn diese war mit harter Arbeit und körperlichen Strapazen verbunden, zumal Charles Darwin schwer sekrank war. Da hätte er vielleicht der Arbeit mit ein paar Formeln doch den Vorzug gegeben.