

Systembiologie

Die medizinische und technische Nutzung molekularbiologischer Erkenntnisse erfordert ein ganzheitliches Verständnis zellulärer Systeme. Dieses ist zur Zeit bestenfalls ansatzweise vorhanden, da sich die biologische Forschung der vergangenen Jahre eher auf das molekulare Detail und auf eine qualitative Analyse der zellulären Prozesse konzentriert hat. Ein notwendiger Schritt auf dem Weg zu einer quantitativen und ganzheitlichen Verhaltensbeschreibung ist jedoch eine system- und signalorientierte Betrachtungsweise solcher Systeme. Diese Betrachtungsweise wird von einer neuen Forschungsrichtung, der Systembiologie, verfolgt. Diese versucht über einen interdisziplinären Ansatz mit Methoden und Konzepten aus der Molekularbiologie, den Systemwissenschaften und der Informatik zu einem verbesserten Verständnis der in einer Zelle ablaufenden Prozesse zu gelangen. Dabei steht nicht die Untersuchung einzelner Gene oder Proteine im Vordergrund, vielmehr soll das Verhalten und die Wechselwirkungen aller Komponenten des Systems erfasst werden.

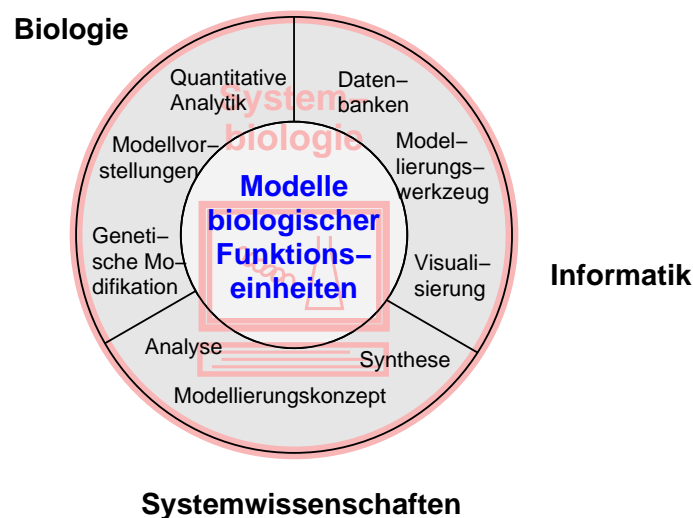


Abb. 1: Systembiologie: Interdisziplinäre Zusammenarbeit der Forschungsrichtungen Biologie, Informatik und Systemwissenschaften.

Von seiten der Biologie sind dazu die Entwicklung von Messverfahren und von Modellvorstellungen notwendig. Der Informatik kommt dabei die Aufgabe zu, möglichst das gesamte verfügbare Wissen in einer geeignet strukturierten Form bereitzustellen, die auch Aussagen über Genauigkeiten und Gültigkeitsbereiche experimenteller Daten beinhaltet. Die Erstellung von Werkzeugen für Modellierung und Visualisierung bilden weitere wichtige Arbeitsbereiche dieser Disziplin. In diesem fächerübergreifenden

Verbund haben die Systemwissenschaften unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen: Sie müssen zunächst die Methoden bereitstellen, die für eine Beschreibung, Analyse und Gestaltung biologischer Funktionseinheiten geeignet sind. Aufgrund ihrer abstrahierenden Denkweise können die Systemwissenschaften auch wesentlich zum Zusammenwachsen der unterschiedlichen Fachgebiete beitragen.

Eine zentrale Rolle spielt die mathematische Modellierung der komplexen zellulären Netzwerken. Wie Abbildung 1 verdeutlicht, stellen die mathematischen Modelle den integrierenden Faktor der Teildisziplinen dar. Der Modellierungsvorgang ist als iterativer Prozeß zu verstehen, der dafür sorgt, dass das Verhalten der Modellwelt möglichst weitgehend gegen das der realen Welt konvergiert. Modellierung erfordert daher stets eine sorgfältige Evaluierung aller Annahmen und Hypothesen durch das biologische Experiment.

Die Systembiologie ist noch eine sehr junge Disziplin, die erst in den vergangenen drei Jahren ihren Aufschwung genommen hat. Vor allem in den USA (Institut für Systembiologie in Seattle von Leroy Hood, Alliance for cellular signaling von A. Gilman) und in Japan (Systems biology group von H. Kitano) sind eine Reihe von Initiativen gestartet worden. Auch in Deutschland hat man mittlerweile die Bedeutung dieses Forschungsansatzes erkannt und mit der Förderung von Projekten begonnen (BMBF, Ausschreibung des Forschungsprogramms "Systeme des Lebens – Systembiologie").

Die Aktivitäten im Bereich der Systembiologie sollen langfristig in die Entwicklung eines in Forschung und Lehre einsetzbaren "Virtuellen biologischen Labors" münden. Mittels computergestützter Modellierung und Simulation wird man in diesem Virtuellen Labor in ähnlicher Weise experimentieren können wie an realen Systemen im biologischen Labor.