



Peter Jörg Plath und Ernst-Christoph Haß

Interdisziplinarität oder vernetzte Wissenschaft

Wenn man davon absieht, dass der Begriff der Interdisziplinarität zu einem oft missbrauchten politischen Begriff geworden ist, so stellt sich dennoch die Frage, ob es denn überhaupt eine interdisziplinäre Wissenschaft gibt und was man darunter zu verstehen hat.

Ist ein großer Betrieb wie der VW-Konzern, eine Universitätsklinik wie die Charité oder das Krebsforschungszentrum Heidelberg nicht bereits ein Musterbeispiel für Interdisziplinarität?

Beschränkt man sich auf die Wissenschaft an den Universitäten, so muß man sicherlich unterscheiden zwischen einzelnen Projekten in denen interdisziplinär geforscht wird und einer interdisziplinären Wissenschaft, wofür die Materialwissenschaften ein Beispiel wären. In jedem Fall aber setzt der Begriff der Interdisziplinarität den der Disziplinen voraus. Dies gilt ganz besonders auch für die Entwicklungen dieser neuen Gebiete. Es bedarf also eines Verständnisses der Dynamik der Einzeldisziplinen wie ihres interdisziplinären Zusammenwirkens, um den Begriff einer interdisziplinären Wissenschaft mit Inhalt zu füllen.

$\frac{dx}{dt} = pxy - lx$ $\frac{dy}{dt} = -pxy + cy$	(1)
--	-----

F. Müller [1] hat bereits 1972 unter Verwendung des Lotka-Modells [2] mit einem System gekoppelter nicht-linearer Differentialgleichungen die Eigendynamik einer Disziplin beschrieben (vgl. Gleichung (1)), wobei als die entscheidenden Variablen das aktuelle Wissen x der Disziplin bzw. der in einer Disziplin arbeiten Gruppe und ihre Probleme y zur Bestimmung des dynamischen Verhaltens verwendet wurden. Unter dem aktuellen Wissen bzw. den Kenntnissen x sollen solche verstanden werden, die einen Neuheitswert, einen Informationsgehalt haben, also veröffentlichungswürdig sind. Auf dieser Hypothese beruht die Müllersche Interpretation der experimentellen Ergebnisse von Dobrov [3], der versucht hatte, die Produktivität ausgezeichneter Wissenschaftler an Hand der Zahl ihrer Veröffentlichungen zu messen. Es sei hier betont, dass man weder auf diese Weise noch auch auf irgendeine andere Weise die wissenschaftliche Qualifikation messen kann, da diese nicht total geordnet ist.

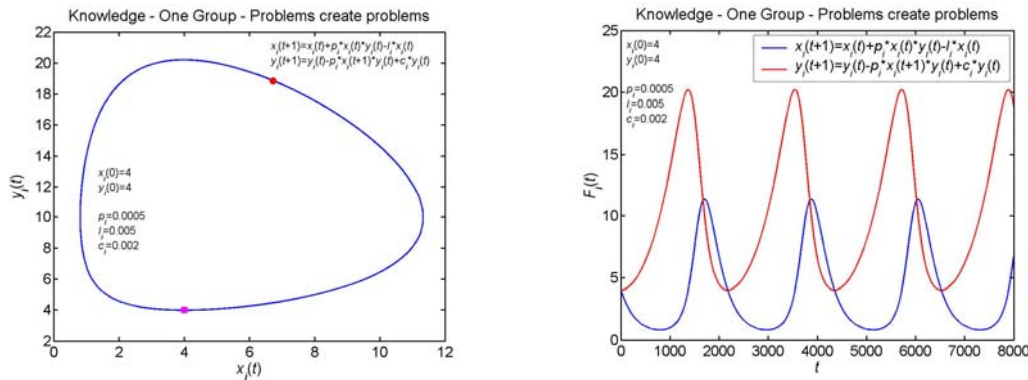


Abb. 1 Trajektorie und zugehörige Zeitreihen für das zeitdiskrete, iterative Lotka-System gemäß Gleichung (2)

$x(t+1) = x(t) + p(x(t)y(t) - lx(t))$ $y(t+1) = y(t) - px(t+1)y(t) + cy(t)$	(2)
---	-----

Das System der gekoppelten Differentialgleichung (1) kann man auch als System gekoppelter iterativer Gleichungen (2) schreiben [4] und auf mehrere, in verschiedenen Disziplinen arbeitenden Gruppen erweitern (3).

$x_i(t+1) = x_i(t) + \sum_i p_i(x_i(t)y_i(t) - l_i x_i(t))$ $y_i(t+1) = y_i(t) - \sum_i p_i x_i(t+1)y_i(t) + c_i y_i(t)$	(3)
--	-----

Der Ansatz von Müller beinhaltet, daß Probleme Probleme erzeugen. Ergänzt man diesen Ansatz um die Annahme, dass Wissen das Entstehen neuer Probleme reduziert (vgl. (4)), so lässt sich die Beobachtung Dobrovs leicht beschreiben und interpretieren. Es handelt sich bei dieser Erweiterung um eine Anpassung an die Realität in dem Sinn, daß i.a. im Laufe des Lebens eines Wissenschaftlers / Institutsleiters oft nur eine Problemklasse abgearbeitet wird.

$x_i(t+1) = x_i(t) + p_i(x_i(t)y_i(t) - l_i x_i(t))$ $y_i(t+1) = y_i(t) - p_i x_i(t+1)y_i(t) + c_i y_i(t) - d_i x_i(t+1); \quad y_i \geq 0$	(4)
---	-----

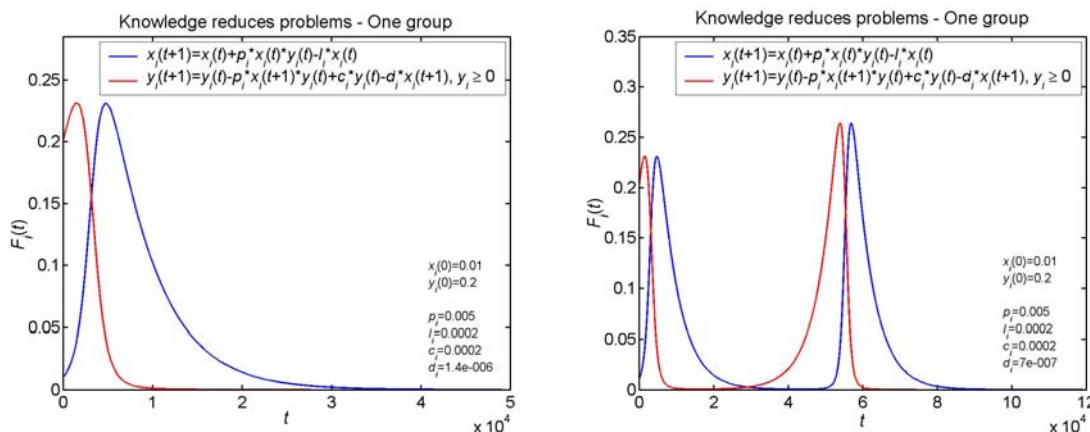


Abb. 2 Trajektorien der durch Wissen gedämpften Lotka-Systeme.

Nun zeigt aber die Erfahrung, dass es durchaus Wissenschaftler gibt, die zwei oder mehrere größere Themenkomplexe in ihrem wissenschaftlichen Leben erfolgreich bearbeiten und dass ihre Publikationskurven mitnichten nur ein ausgeprägtes Maximum aufweisen. In dem erweiterten mathematischen entspricht dies einer Verringerung der „Dämpfung“ der Problemfunktion y durch das Wissen x . Etwas provokant ausgedrückt, heißt dies, um in mehreren Feldern erfolgreich wissenschaftlich tätig zu sein, darf man das Entstehen von Problemen nicht durch „altes Wissen“ unterdrücken.

In der gesellschaftlichen Diskussion spielt die Frage eine Rolle, ob durch Interdisziplinarität neue Erkenntnisse entstehen. Umgesetzt in die Terminologie dieses Modells bedeutet das, daß Kreuzterme der Art (5) eine Rolle spielen.

$p_{n,m}x_n(t)y_m(t)$ mit $n \neq m$ und $n,m \in [1, \dots, N]$	(5)
--	-----

Die Kenntnisse in der Disziplin 1 nehmen zu, indem sie mit ihren Kenntnissen auch Probleme der Disziplin 2 löst. Auf diese Weise kann es zu Bursts – zu seltenen Ausbrüchen der wissenschaftlichen Produktivität – in dem gezeigten Fall z.B. der Disziplin 1 kommen. (vgl. Abb. 3). Die eingangs gestellte Frage muß entschieden mit einem „Ja –es ist möglich“ beantwortet werden, doch muß mit Nachdruck darauf verwiesen werden, dass es sich dabei um seltene „Bursts“ handelt.

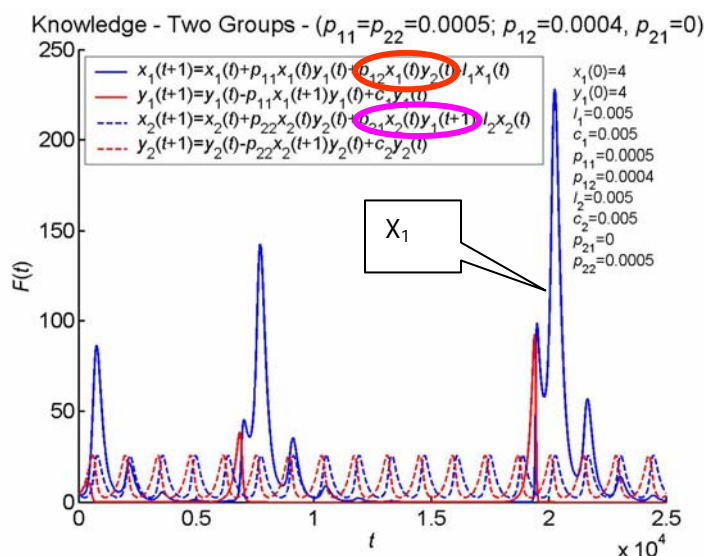


Abb. 3 Zeitreihen für das interdisziplinäre Lotka-System basierend auf den Gleichungen (3) und (5) unter der Voraussetzung von nur zwei interagierenden Disziplinen

Erweitert man das iterative Gleichungssystem (3) durch die Einführung eines Kurzzeitspeichers z um die Gleichung (6) derart, dass aktuelles Wissen mit einer gewissen zeitlichen Verzögerung τ gespeichert wird, dann wird der Zugriff auf diesen Speicher zu einem wesentlichen Moment der Dynamik der wissenschaftlichen Produktion.

$z_n(t+1) = z_n(t) + k_n x(t-\tau) - l_n z_n(t)$	(6)
--	-----

Es zeigt sich dabei sehr deutlich, dass sofort gespeicherte Kenntnisse – also übereiltes Publizieren – nur zu einer sehr langweiligen Wissenschaft führen. **Es entsteht dadurch nichts Neues!**

Gehen wir nicht mehr – wie im ursprünglichen Modell – davon aus, dass Probleme Probleme erzeugen, sondern nur das Lösen von Problemen uns zu neuen Problemen verhilft, dann können wir

den Begriff der wissenschaftlichen Kreativität im Rahmen dieses Modells mathematisch fassen. Dies eröffnet eine Möglichkeit, durch im wissenschaftlichen Prozeß wachsende Probleme immer neue Probleme zu generieren.

Da aber der Problemlösungsprozeß zum entscheidenden Faktor der Problemproduktion wird, gewinnt die Rolle der Individuen, die an diesem Prozeß direkt beteiligt sind, eine zentrale Bedeutung. Nicht die abstrakte Forderung nach Interdisziplinarität sondern die konkrete personelle Ausgestaltung der sich spontan bildenden wissenschaftlichen Netzwerke die unbedingt interdisziplinär zusammengesetzt und vor allem auch mit jungen Wissenschaftlern ausgestattet sein sollten, ermöglicht es, Wissenschaft auf hohem Niveau zu betreiben.

Literatur:

- 1.) F. Müller; *Wiss. U. Fortschritt* 22 (1972) 162 -165
- 2.) A. Lotka; *Z. phys. Chemie* 72 (1910) 508
- 3.) G.M. Dobrov; *Wissenschaftswissenschaft*, Akademie-Verlag Berlin, (1970)
- 4.) P.Plath; „Jenseits des Moleküls“, Reihe Facetten, Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft, mbH, Braunschweig/ Wiesbaden (1997)

Anschrift des Verfassers: Institut für Angewandte und Physikalische Chemie, AG. Chemische Synergetik, Universität Bremen
e-mail: plath@zfn.uni-bremen.de