

## **Interplay between trait variation, food web dynamics and maintenance of biodiversity**

*Prof. Dr. Ursula Gaedke, Dr. N.N., Toni Klauschies, from 2015 onwards), Tamara Thieser, Prof. Dr. Horst Malchow, Dr. Michael Sieber (advice)*

Inherent trait variation of individuals, populations and communities allows them to adjust to altering environmental conditions. Using mathematical models, we will contribute to a unifying theory that explicitly considers how such trait variation affects the dynamics and stability of food webs, and of predator-prey systems in particular. We postulate that (1) the available trait variation (functional diversity) influences biomass and trait dynamics and (2) this, in turn, influences the maintenance of trait variation in concert with the trade-off(s) among traits. We will consider the quantitative and qualitative dynamic properties, which are highly relevant for ecosystem functions and services. We aim at understanding not only eco-evolutionary dynamics but also the effects of trait changes resulting from mechanisms other than evolution – such as species sorting and phenotypic plasticity – that occur simultaneously in natural systems. We will use four different model approaches to account for the different properties of the food webs under consideration and to test the robustness of our results against model assumptions.

In particular, the role of trait variation in bi-trophic food web models differing in their structure, functional traits, trade-offs and source of trait variation will be compared to evaluate the extent to which generalizations are possible across systems with either inherited or plastic trait variation (or both) and different types of traits, trade-offs and mechanisms influencing the maintenance of trait variation. Extending this analysis to tri-trophic systems will bridge between more artificial but also more tractable predator-prey models and more realistic food web models. Furthermore, we address how the curvature of a trade-off between two traits, the trait range and the number of different species/clones influences population and community dynamics, the maintenance of trait variation and species/clonal coexistence.

The modeled food webs will also be experimentally studied by several other projects within this priority program (cf L. Becks, S. Moorthi et al., R. Tollrian). We will closely cooperate with them, e.g. via application of our models to their data. This will enable us to confront the upcoming theory with data and improve the realism of the mathematical models. In turn, it will help optimizing the experimental designs, establishing the generality of the experimental results and facilitating the comparison among findings derived from different experimental set-ups. To reduce the risk of drawing wrong conclusions from models unfettered with data, existing field and chemostat data will also be used to test the realism of model assumptions.

The anticipated results will stimulate a reconsideration of concepts in fundamental ecology that still form the basis for nature conservation. In addition, they will help unravelling mechanisms maintaining biodiversity that can then be implemented in applied, forecasting models to improve their validity.

### **Key publications:**

1. Bauer, B., M. Vos, T. Klauschies & U. Gaedke (2014) Diversity, functional similarity and top-down control drive synchronization and the reliability of ecosystem function. *Am. Nat.* 183: 394-409.
2. Boit, A., N.D. Martinez, R. J. Williams & U. Gaedke (2012) Mechanistic theory and modeling of complex food web dynamics in Lake Constance. *Ecol. Lett.* 15:594-602.
3. Tirok, K., B. Bauer, K. Wirtz & U. Gaedke (2011) Predator-prey dynamics driven by feedback between functionally diverse trophic levels. *PLoS ONE* 6(11): e27357.
4. Tirok, K. & U. Gaedke (2010) Internally driven alternation of functional traits in a multi-species predator-prey system. *Ecology* 91: 1748-1762

### **Home page Gaedke lab:**

<http://www.uni-potsdam.de/en/ibb/researchgroups/fullprofessors/ecology-and-ecosystem-modelling.html>

## Zusammenspiel zwischen funktionellen Eigenschaften, Nahrungsnetzdyamik und dem Erhalt von Biodiversität

Prof. Dr. Ursula Gaedke, Dr. N.N., Toni Klauschies (ab 2015), Tamara Thieser, Prof. Dr. Horst Malchow, Dr. Michael Sieber (beratend)

Die natürlicher Weise vorhandene Variabilität in den Eigenschaften (funktionelle traits) von Individuen, Populationen und Gemeinschaften ermöglicht es ihnen sich an verändernde Umweltbedingungen fortwährend anzupassen. Mit mathematischen Modellen wollen wir die Auswirkungen dieser ökologischen Systemen inhärenten trait Variabilität auf die Dynamik und Stabilität von Nahrungsnetzen und insbesondere Räuber-Beute Systemen untersuchen und damit zur Theoriebildung in der Ökologie beitragen. Wir nehmen an, dass (1) die verfügbare trait Variabilität (funktionale Diversität) die Dynamiken der Biomassen und traits beeinflussen und dass (2) diese Dynamiken wiederum zusammen mit den *trade-offs* zwischen den traits den Erhalt der trait Variabilität und damit das zukünftige Anpassungspotenzial bestimmen. Wir betrachten quantitative und qualitative Eigenschaften dieser Dynamiken, die für die Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen relevant sind. Wir möchten ein tieferes Verständnis über die wechselseitigen Auswirkungen von ökologischen (bspw. Populationsdichte) und trait Dynamiken aufeinander erlangen, welche auf Evolution, Verschiebungen der Arten bzw der klonalen Zusammensetzung und/oder phänotypische Plastizität basieren. Um diese verschiedenen Aspekte zu berücksichtigen und die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse und deren Unabhängigkeit von spezifischen Modellannahmen zu testen, werden vier verschiedene Modellierungsansätze verwendet.

Wir möchten Räuber-Beute Systeme miteinander vergleichen, die sich in ihrer Struktur und den aufgeführten Aspekten unterscheiden, um herauszufinden wie die stark Systemeigenschaften von den betrachteten funktionellen traits, den der trait Variabilität zugrundeliegenden Ursachen (genetische Vielfalt oder phänotypische Plastizität) und den *trade-offs* abhängen. Um die Realitätsnähe zu steigern, wird die Analyse auf tri-trophische Systeme erweitert. Zudem wollen wir untersuchen, wie die Form des *trade-offs* zwischen zwei traits, der Wertebereich der traits und der Artenreichtum Einfluss auf Populations- und Gemeinschaftsdynamiken, die Koexistenz von Arten und den Erhalt der trait Variabilität nimmt.

Die betrachteten Nahrungsnetzmodelle werden innerhalb des Schwerpunktprogramms in verschiedenen mit uns kooperierenden Projekten auch experimentell untersucht. Die Gegenüberstellung von modellgestützter Theorie und Daten ermöglicht die Verbesserung der Modelle und trägt dazu bei, die empirischen Ergebnisse zu vergleichen und zu verallgemeinern. Um das Risiko von falschen Vorhersagen zu minimieren, werden die Modellannahmen mit Hilfe von Freiland- und Chemostatdaten getestet.

Die zu erwartenden Ergebnisse werden eine Überprüfung der etablierten Konzepte in der Ökologie stimulieren, welche auch ein Fundament für den Naturschutz bilden. Zudem tragen sie dazu bei Mechanismen, die dem Erhalt der Biodiversität zugrunde liegen, besser zu verstehen, wodurch angewandte Modelle und deren Vorhersagen verbessert werden können.

### Ausgewählte Publikationen:

1. Bauer, B., M. Vos, T. Klauschies & U. Gaedke (2014) Diversity, functional similarity and top-down control drive synchronization and the reliability of ecosystem function. *Am. Nat.* 183: 394-409.
2. Boit, A., N.D. Martinez, R. J. Williams & U. Gaedke (2012) Mechanistic theory and modeling of complex food web dynamics in Lake Constance. *Ecol. Lett.* 15:594-602.
3. Tirok, K., B. Bauer, K. Wirtz & U. Gaedke (2011) Predator-prey dynamics driven by feedback between functionally diverse trophic levels. *PLoS ONE* 6(11): e27357.
4. Tirok, K. & U. Gaedke (2010) Internally driven alternation of functional traits in a multi-species predator-prey system. *Ecology* 91: 1748-1762

### Home page AG Gaedke:

<http://www.bio.uni-potsdam.de/professuren/oekosystemmodellierung>