

**Ökosystem Teeplantage – Arten, Mechanismen und Aspekte im Rahmen des Schädlingsbefalls**

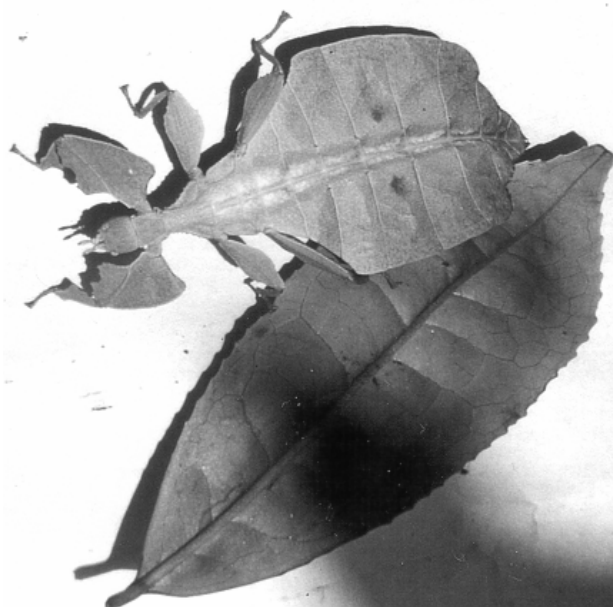
Diplom-Agraringenieur Alexander Wirsig, Institut für Agrarökologie in den Tropen und Subtropen, Universität Hohenheim

**Einleitung**

Als Dauerkultur in Reinpflanzung ist Tee vielen Schädlingen ausgesetzt und benötigt intensive Pflanzenschutzmaßnahmen.

Die NAHRUNGSNETZFORSCHUNG beschreibt und quantifiziert Wechselbeziehungen wie Parasitismus, Konkurrenz, Symbiose oder Räuber-Beute-Beziehungen zwischen den Arten einer Lebensgemeinschaft und ihrer Umwelt. Die Abbildung dieser Beziehungen erfolgt entsprechend ihrer Bedeutung im Ökosystem, d.h. Gruppen von Organismen mit gleichen Ressourcen und Feinden werden als trophische Gilden zusammengefasst. Daraus ergeben sich Ebenen mit Primärproduzenten, Intermediärspezies und Topkarnivoren [4]. Der Grad der Vernetzung einer Art kann Hinweise auf deren Schlüsselfunktion geben und durch experimentelle Forschung ergänzt werden.

Aufbauend auf den Ergebnissen einer umfassenden Nahrungsnetzanalyse können angepasste Verfahren zur biologischen Schädlingsbekämpfung entwickelt werden. Auch Auswirkungen von Pflanzenschutzmitteln auf die Mechanismen des Ökosystems können präziser bestimmt werden, indem man z. B. bestimmte Schlüsselarten als ökologische Indikatoren verwendet oder deren Zellgewebe auf Rückstandskonzentrationen hin untersucht.



**Abbildung 1:** Die Gespensterschrecke *Phyllium* sp. (Phasmoptera) hat sich im Verlauf der Co-Evolution derart an ihre Umgebung angepasst, dass sie sogar Krankheiten und Fraßschäden der Teeblätter imitiert.

### Veränderung als Konstante

Struktur und Dynamik einer Artengemeinschaft variieren in zeitlicher und räumlicher Hinsicht wie auch in Bezug auf ihre Entwicklungsstrategie [15]. In der Phase der Vegetationsruhe des Tees, von Ende Oktober bis Anfang März, bleibt die Anzahl der Individuen gering, erhöht sich im Vormonsun dann kontinuierlich bis Ende Mai und steigt schließlich in der Regenzeit überproportional an - bis hin zur Massenvermehrung (Kalamität).

In Abhängigkeit des Alters der Teebüsche verändert sich aber auch die Zahl der Arten und deren räumlicher Verteilung: In jungen Teebüschen sind noch relativ wenig Gliederfüßer (Arthropoden) vorhanden und hauptsächlich auf die mittleren Verästelungen beschränkt. Mit zunehmendem Alter der Büsche hingegen verschiebt sich dieses Muster zugunsten der Außenfläche und die Artenanzahl erreicht in Teepflanzen mittleren Alters ihr Maximum [1].

Arthropoden nutzen in ihren jeweiligen Entwicklungsstadien verschiedene Ressourcen. So ernähren sich beispielsweise die Imagines der Schwebfliege (Syrphidae) ausschließlich von Nektar bzw. Pollen und sind auf ein reiches Blütenangebot angewiesen.

Ihre Larven hingegen sind in den Teefeldern wichtige Blattlausvertilger und gelegentlich als geduldete Untermieter in den Nestern der Ameisen *Crematogaster dohrni* Mayr zu finden, welche wiederum Kolonien der Teeblattlaus *Toxoptera aurantii* Boyer de Fons als Gegenleistung für den von ihnen abgeschiedenen Honigtau bewachen [18].

### Das Agrarökosystem der Teeplantage

Unter den zahlreichen pflanzenfressend lebenden Gliederfüßern gehören saugende wie die Teewanze *Helopeltis theivora* Waterh., Milben (Acari) und Thripse (Thysanoptera) zu den bedeutendsten Teeschädlingen<sup>1</sup> und können ganze Jahresernten vernichten [14]. Unbeteiligte Arten, wie beispielsweise Grasmotten (Pyrelidae) oder die Schmetterlingswanze *Pochagia guttifera*, leben in den Begleitstrukturen und stabilisieren das Ökosystem als alternative Beute oder Nebenwirte für Parasiten.

#### RÄUBER-BEUTE-BEZIEHUNGEN

Räuberisch lebende Arthropoden benötigen für ihre Entwicklung stets mehrere Beutetiere und sind häufig wenig spezialisiert. Raubmilben (Cunaxidae), Schwebfliegenlarven, Florfliegen (Chrysopidae) und Marienkäfer (Coccinellidae) ernähren sich vorwiegend von pflanzenfressenden Arten, können aber auf Ersatznahrung wie Pollen ausweichen. Sie werden aber oft selbst Beute von Generalisten, welche sich sowohl von Pflanzenfressern wie auch von Räubern ernähren. Zu ihnen zählen Raubwanzen (Reduviidae), Raubfliegen (Asilidae), Gottesanbeterinnen (Mantidae), Libellen und Spinnen. Diese Arten können eine Plantagenschädigung jedoch nicht vollständig verhindern, da die Beute im evolutiven Rennen zwischen Räuber und Beute stets einen kleinen „Vorsprung“ hat. Die Räuber übernehmen jedoch die Aufgabe eines ökologischen Puffers, ohne sie kippt das Gleichgewicht zugunsten der Schädlinge.

---

<sup>1</sup> Interessant in diesem Zusammenhang ist, dass die biochemischen Veränderungen der Teeblätter, hervorgerufen durch mäßigen Befall mit Jassiden oder Thripsen - teilweise erwünscht sind. In Darjeeling wird Tee aus diesen Blätter als „Muscatel“- Qualität gehandelt [18].

### PARASITOIDE

Wie bei Räuber-Beute-Beziehungen stehen sich beim Parasitismus Schädiger und Geschädigte gegenüber. Allerdings tötet der Räuber seine Beute im allgemeinen, während ein Parasit seinen Wirt nur „befällt“, d.h. vorübergehend oder dauernd an oder in dessen Körper lebt. Wird der Wirt durch einen Parasiten getötet, spricht man von Parasitoiden. Die parasitoiden Arten sind in der Regel auf ein enges Wirtsspektrum spezialisiert.

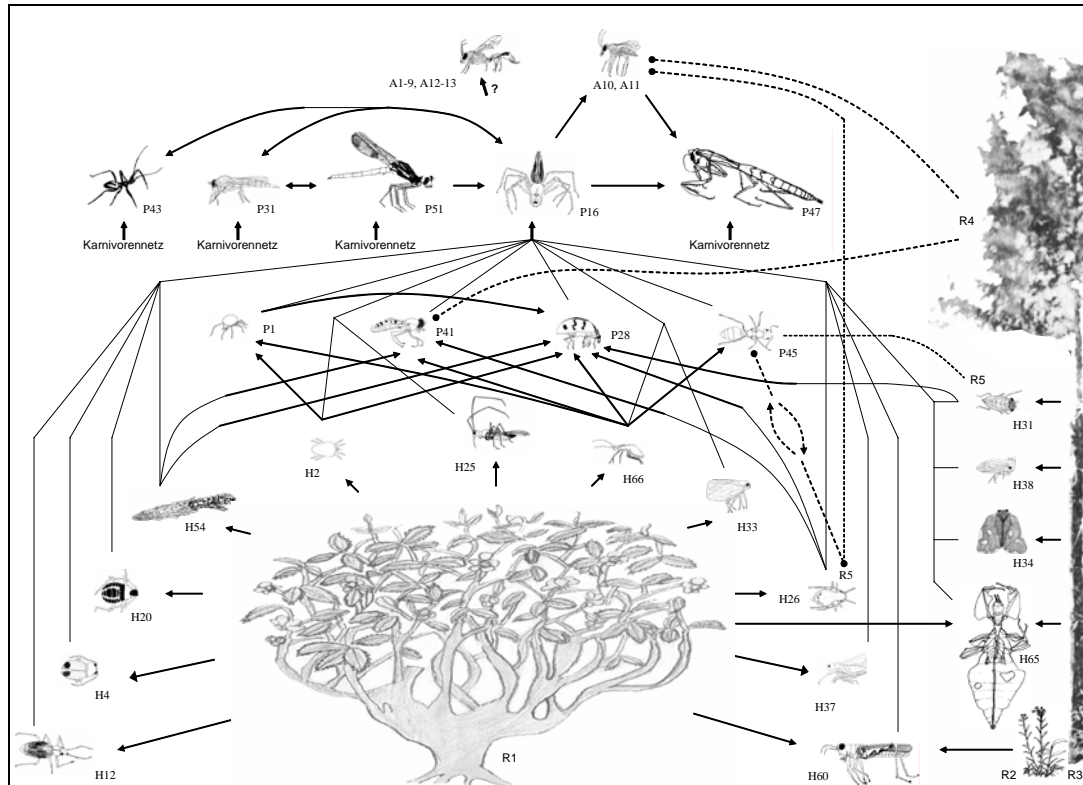
Parasitoiden Bewohner von Teeplantagen, unter ihnen vor allem Hautflügler (Hymenoptera) und Raupenfliegen (Tachinidae) angehörende Arten, stellen die wichtigsten Regulationsmechanismen im Ökosystem dar – ihr Fehlen kann zu schwerwiegenden Kaskadeneffekten führen. Die weiblichen Tiere legen an der Außenseite bzw. in das Körperinnere des Wirtes ihre Eier, aus denen sich Larven entwickeln die ihren Wirt schließlich töten. Die Schlupfwespe *Trichogramma chilonis* (Ishii) befällt den Teeschmetterling *Buzura* [*Biston*] *suppresari* Guen, einen Schädling [10]. Arten der Gattung *Trioxys* sp befallen Teeblattläuse [6]. Ferner ist das Vorhandensein von Blütenpollen, -nektar und –öl sowie von Lebensräumen für Flucht, Nestbau oder Reproduktion von elementarer Bedeutung für das Überleben der Parasitoiden [13].

### MIKROORGANISMEN

Eine andere wichtige Rolle in der Regulation spielen mikrobiologische Gegenspieler (Entomopathogene) wie Bakterien, Pilze und Viren.

Raupen von *B. suppresari* beenden nach Aufnahme von *Bacillus thuringiensis* kontaminierten Teeblättern innerhalb weniger Stunden ihre Fraßtätigkeit und sterben nach einigen Tagen ab [2]. Dabei zerstören die bei der Sporenbildung gebildeten Endotoxine deren Darmwand und infizieren ihre vitalen Organe [7]. Im weiteren Sinn gehören hierzu auch Nematoden, wie beispielsweise *Hexameris* sp., welche in Symbiose mit den krankheitserregenden Bakterien leben [8].

Pilzpathogene hingegen bilden bei Kontakt mit der Kutikula ihres Wirtes Keimschläuche aus, welche mit Hilfe von Enzymen in dessen Hämolympsystem eindringen und dort eine systemische Infektion auslösen. Beschrieben sind der Befall der Roten Spinnmilbe *Oligonychus coffea* Nietner mit Pilzgattungen von *Penicillium* sp. und *Aspergillus* sp. [16] sowie *Verticillium lecanii* Stämme als Gegenspieler der Teeblattläuse [11].



**Abbildung 2:** Schematisierter und vereinfachter Ausschnitt aus dem Nahrungsnetz des Agrarökosystems Tee [19]. Die Richtung der Pfeile entspricht dem Energiefluss in der Nahrungskette. Symbiotische Beziehungen sind durch gestrichelte Linien angedeutet.



<b>Ressourcen</b>	R1 Tee, R2 Begleitflora, R3 Schattenbäume, R4 Pollen/Nektar/Öl	
<b>Pflanzenfresser</b>	H2 <i>Oligonychus coffea</i> H12 <i>Astychus crysochlorus</i> H25 <i>Helopeltis theivora</i> H31 <i>Idioscopus niveospartus</i> H34 <i>Pochagia gutifera</i> H38 <i>Oxyracis tarandus</i> H60 <i>Xenocatantops humilis</i> H66 <i>Taeniothrips setiventris</i>	H4 <i>Diapromorpha melanopus</i> H20 <i>Poecilocoris latus</i> H26 <i>Toxoptera aurantii</i> H33 <i>Lawana conspersa</i> H37 <i>Amrasca flavescens</i> H54 <i>Clania cramerii</i> H65 <i>Phyllium</i> sp.
<b>Räuber</b>	P1 Cunaxidae P41 Syrphidae	P28 <i>Menochilus sexmaculatus</i> P45 <i>Crematogaster dohrni</i>
<b>Top-prädatoren</b>	P16 <i>Oxyopes</i> sp. P43 Reduviidae	P31 Asilidae P47 Mantidae, P51 Odonata
<b>Parasitoide</b>	A1 <i>Apanteles</i> sp. A3 <i>Cotesia</i> sp. A5 <i>Eriborus argenteopilosus</i> , A7 <i>Xanthopimpla punctata</i> , A9 Pimplinae A12 <i>Spex</i> sp.	A2 <i>Bracon</i> sp. A4 <i>Campoplex semptentrionalis</i> A6 <i>Coccygominus turionellae</i> A8 Ophionidae A10 Pompilidae (= A11) A13 Spaecoidae

### Schlussbetrachtung: Aspekte für den Teeanbau

Unter natürlichen Bedingungen treten Populationen nie isoliert, sondern stets gemeinsam mit Populationen anderer Arten auf. Der Prozess des Lebens äußert sich in den strukturell offenen Systemen als eigenständig durch Selbstbegrenzung, Selbstreproduktion sowie Selbstorganisation. Alles Lebende existiert wiederum - durch ein Netz wechselseitiger Beziehungen - innerhalb sozialer und ökologischer Gemeinschaften.<sup>2</sup>

Dabei ist keine Eigenschaft eines Gliedes fundamental, sondern ergibt sich aus den Eigenschaften der anderen Glieder. Erst die Vielfalt der Lebensräume ermöglicht die biologische Vielfalt, die das System stabilisiert. Biodiversität repräsentiert für lebende Systeme eine unersetzbare Fülle ökologischer Dienstleistungen.<sup>3</sup> Das Spektrum reicht dabei von Abfallzersetzung, Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, Bestäubung bis hin zur Regulation dominanter Arten oder gar der Zusammensetzung der Atmosphäre, dem Erdklima und dem Salzgehalt der Ozeane [5]. Dabei ist nicht die Anzahl der Arten *per se*

<sup>2</sup> Ähnlich dem kosmischen Netz des Indra in der buddhistischen Mythologie, gleichen sie Netzwerken innerhalb von Netzwerken, deren Knoten sich bei genauerer Untersuchung als weitere Netzwerke erweisen [3].

<sup>3</sup> Die Bedeutung der Ökosystemingenieure wurde dramatisch verdeutlicht durch das von der Außenwelt isolierte *Biosphere II* Experiment in Arizona, bei dem die acht bewohnenden Wissenschaftler nach 2 Jahren zu ersticken drohten – man hatte die Rolle der Mikroben für den Sauerstoffhaushalt übersehen [17].

von alleiniger Bedeutung - eingeführte Arten können ein System sogar destabilisieren - sondern deren gewinnbringende Verbindungen für die Bausteine eines lebendigen Systems.

Entscheidend in Agrarökosystemen ist die Miteinbeziehung des Menschen als natürlichen Faktor innerhalb des Systems [12]. Modernes Teemanagement integriert bewusst die bekannten Rückkoppelungen zur Selbstregulation und vermeidet auf diesem Wege den Schädlingsbefall. Durch die Vielfalt des genetischen Pflanzmaterials, Aufforstung angrenzender Waldstrukturen und Etablierung einer Mischkultur bestehend aus Schnitt- und Mulchgräsern, mehrjährige Strauchleguminosen sowie Schattenbäumen, werden zahlreiche Mikrohabitate für biologische Gegenspieler geschaffen und die Orientierung von Teeschädlingen bei der Nahrungssuche erschwert. Abstoßend und fraßhemmend wirkende Pflanzen wie Zitronengras (*Cymbogon citratus*) oder der indische Neem-Baum (*Azadirachta indica*) mit seinen selektiv bioziden Eigenschaften ergänzen ein solches System.





## Literatur

- [1] BAOYU, B. (1997). Time and Spatial Patterns, Diversity and Stability of Insect Community in Tea Gardens. *Journal of Tea Sciences* 17(1):27-32
- [2] BORTHAKUR, M. (1986). Role of Entomopathogenic Bacteria for the Control of the Tea Looper Caterpillar. *Two and a Bud* 33:1-3
- [3] CAPRA, F. (1999). Lebensnetz – ein neues Verständnis der lebendigen Welt. Droemersch Verlagsgesellschaft Th. Knauer Nachf., München.
- [4] COHEN, J.E., F. BRIAND & C. M. NEWMAN (1990). Community food webs: data and theory. Springer Verlag, Berlin.
- [5] CONSTANZA R., D'ARGE, R., De GROOT, R., FARBER, S., GRASSO M., HANNON, B., LIMBURG, K., NAEEM, S., O'NEILL, R.V. und PARUELO, J. (1997). The Value of the World's Ecosystem services and Natural Capital. *Nature* 387:253-260
- [6] DAS, S.C. (1992). Biological studies on the Tea Aphis, *Toxoptera aurantii* Boyer and it's natural enemy complex. *Two and a Bud* 39(1):29-33
- [7] FORTMANN, M. (1993). Das Grosse Kosmosbuch der Nützlinge – neue Wege der biologischen Schädlingsbekämpfung. Franckh-Kosmos Verlag, Stuttgart. S. 273-279
- [8] GOPE, B. & S.C. DAS (1991). The Tea Mosquito Bug. Advisory Leaflet No. 18. Tea Research Association. Tocklai Experimental Station (TRA), Jorhat, Indien.
- [9] GOSH HAJRA, N., G. Sarkar & A. Ghosh Hajra (1994). Environmental impact of pesticides and alternatives of pest control in tea. APRC Monograph. Assam Review Publishing Co., Calcutta, Indien.
- [10] HAZARIKA, L.K. & M. BORTHAKUR (1995). Biodiversity of natural enemies in tea monoculture. Asian Science and Technology Congress, December 7-10, Kuala Lumpur, Malaysia.
- [11] HAZARIKA, L.K., K. C.PUZARI and S.WAHAB (1999). Biological Control of Tea Pests: Its Present Status and Future Prospects. In: RAJAK, R.L. & R.K. UPADHYAY (eds.). Biological Control and its Exploitation in Crop Pest and Disease Management. Aditya Books, New Delhi.
- [12] KOCH, W. (1998). Agroecosystems and Plant Protection. In: GÖLTENBOTH [ed.] (1998). 6<sup>th</sup> International Seminar and Workshop on Tropical Ecology- 14- 25 September 1998 at the Visayas State College of Agriculture (ViSCA), Philippines. Publication Unit of the ViSCA GTZ Applied Tropical Ecology Programm, Leyte, Philippinen. S. 229-254
- [13] LASALLE, J. (1993). Parasitic Hymenoptera, Biological Control and Biodiversity. In: LaSALLE, J. & I. GAULD (eds.)(1993). Hymenoptera and Diversity. CAB International, London. S. 197-215
- [14] MURALEEDHARAN, N: & Z.M. CHEN (1997). Pests and Diseases of Tea and their Management. *Journal of Plantation Crops* 25 (1): 15-31
- [15] POLIS, G.A., R.D. HOLT, B.A. MENGE and K.O. WINEMILLER (1996). Time, Space and Life history: influences on food webs. In: POLIS, G.A. & K.O. WINEMILLER (ed.). Food Webs –integration of patterns and dynamics. Chapman & Hall, New York. S. 435-460.
- [16] RAO, G.N. (1970). Tea Pests in Southern India and their control. *Pesticides* 4(1):71-79





Deutsches Tee-Institut

## Wissenschaftlicher Informationsdienst Tee

---

- [17] RECER, P. (1996). Living in Biosphere just didn't work out. *San Francisco Chronicle* 11(25). Cf. [www.biospherics.org](http://www.biospherics.org)
- [18] TRAI (1994). Pests of tea in North-East India and their control. Memorandum No.27. Tea Research Association India (TRAI). Tocklai Experimental Station, Jorhat, Indien.
- [19] "WIRSIG, A. (1999). Food web and community structure of arthropods in organic and conventional tea gardens of Darjeeling, North-East India. Diplomarbeit, Universität Hohenheim. Cf. [www.uni-hohenheim.de/friederi/trop/publications/foodwebtea.pdf](http://www.uni-hohenheim.de/friederi/trop/publications/foodwebtea.pdf)"