



# Paul Schmid-Hempel, Dr. phil.

Professor für Experimentelle Ökologie

Eidgenössische Technische Hochschule Zürich

Born 1948 in Zurich, Switzerland

Studied Biology and Animal Ecology at the University of Zurich

SCHWERPUNKT

---

## ARBEITSVORHABEN

### Evolutionäre Ökologie von Wirt-Parasit-Interaktionen

Host-parasite interactions are important phenomena and the respective ecological and evolutionary processes are crucial for any natural or managed biological system. Parasites and parasitism have been shown to affect a wide range of characteristics in their hosts. Examples include the physiology, behaviour, social status, and life history of individuals, but also the dynamics of entire populations and communities. Questions of parasitism and how hosts respond to these challenges consequently have become a major area of research over the past decade or two. The focus has been on such questions as the evolution of parasite virulence, processes of local adaptation, the maintenance of genetic diversity, and strategies of immune defence. Because of the wide range of approaches used in different areas such as population biology, behavioural ecology, physiology, and molecular genetics, the field has become increasingly fragmented and the integration of progress in the different areas into a common framework has lagged very much behind. Moreover, in recent years invertebrates have emerged as very powerful study systems. This has not only provided new possibilities, but also increased confusion over terms, concepts and methods. Clearly, to understand the evolution, the ecology, the costs, and the adaptive strategies of immune defences, so as to elucidate the inherent generalities and important differences between systems and to identify major unsolved problems, as attempted in this project, would be a major step forward. In addition, the insights may also contribute to some major questions of ecology and evolutionary biology in general, for example, questions about the processes underlying speciation events, population regulation, and species coexistence. This project is part of the study group on "evolutionary immunology" and will not only focus on defence aspects but will also consider co-evolutionary process and the strategies of parasites themselves.

#### Recommended Reading

Schmid-Hempel, Paul. Parasites in Social Insects. Princeton: Princeton University Press, 1998.

- "Variation in immune defence as a question of evolutionary ecology." Proceedings of the Royal Society London B, 270 (2003): 357-366.

Fischer, O. M. and P. Schmid-Hempel. "Selection by parasites may increase host recombination frequency." Biology Letters 1 (2005): 193-195.

## Parasiten und individuelle Unterschiede

Parasiten sind sowohl die häufigste Art von Organismen wie auch die am meisten unterschätzte selektive Kraft in der Natur. Neuere Forschungen haben gezeigt, dass Parasiten fast alle Aspekte der Biologie ihrer Wirte beeinflussen. Parasiten waren auch ein wichtiger Faktor in der menschlichen Geschichte. Aus evolutiver Sicht hängt es unter anderem von den Genen ab, die ein Wirt trägt, ob dieser infiziert wird oder nicht.

Bei allen Organismen werden Gene von den Eltern geerbt, wenn diese sich reproduzieren. Im Gegensatz zu den ziemlich einheitlichen Prozessen, welche die Entwicklung vom Ei zum adulten Organismus leiten - also einfache Zellteilung und nachfolgende Differenzierung in verschiedene Gewebetypen - sind Reproduktionssysteme sehr divers und oft sehr kompliziert. Viele Gruppen von Organismen reproduzieren sich klonal und erzeugen damit genetisch identische Kopien ihrer selbst. Allerdings ist die sexuelle Fortpflanzung der häufigste Typ in der Natur und hat für viele Hundert Millionen Jahre existiert. Trotz der Tatsache, dass sexuelle Fortpflanzung so häufig und uns allen vertraut ist, stellen sich dabei immer noch eine Reihe von Problemen, welche für Evolutionsbiologen schwierig zu verstehen sind und die schwierige Fragen zum Prozess der Evolution durch natürliche Selektion aufwerfen. Unter diesen schwierigen Problemen ist das Phänomen der (meiotischen) Rekombination.

Im Prozess der Rekombination werden die väterlichen und mütterlichen Gene aufgemischt und neue Genkombination erzeugt, welche an die Nachkommen weitergegeben werden. Nebst der Tatsache, dass dies ein biologisches Rätsel darstellt, können Fehler und Versagen dieses Prozesses auch zu einer Reihe von Krankheiten führen. Es wäre deshalb wünschenswert, den adaptiven Vorteil dieses scheinbar absurden Reproduktionssystems zu verstehen. Bis heute sind in der Tat Dutzende von Hypothesen zum adaptiven Vorteil der Rekombination formuliert worden. Nur einige wenige scheinen allerdings sinnvoll. Hier wird eine Idee etwas detaillierter vorgestellt, da diese auf die Koevolution mit Parasiten Bezug nimmt. Da die Anfälligkeit gegen Parasiten vom genetischen Aufbau abhängt, wird nämlich vermutet, dass Wirte im Verlaufe der Koevolution den Parasiten "entkommen", indem sie Nachkommen produzieren, welche neue Genkombinationen tragen - mittels Rekombination. Es wird gezeigt, wie diese Idee überprüfbar Voraussagen generiert und wie Voraussagen mithilfe experimenteller Evolution untersucht werden.

Das Problem der Rekombination wirft eine Reihe tieferer Fragen auf, die hier kurz gestreift werden. Beispielsweise die Frage, ob Immunabwehr wirklich auf solchen Genkombinationen beruht, wie die genetische "Architektur" der entsprechenden Merkmale aussieht oder wie Rekombination und Genkombinationen den "Wert" von verwandten Individuen beeinflusst. Diese Fragen zu verstehen ist eine große Herausforderung für die Evolutionsbiologie.

Schmid-Hempel, Paul (Oxford,2021)

Evolutionary parasitology : the integrated study of infections, immunology, ecology, and genetics

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1771038241>

Schmid-Hempel, Paul (2014)

Gene expression differences underlying genotype-by-genotype specificity in a host-parasite system

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1040686818>

Schmid-Hempel, Paul (Amsterdam [u.a.]Elsevier Science,2013)

Qualitatively different immune response of the bumblebee host, *Bombus terrestris*, to infection by different genotypes of the trypanosome gut parasite, *Crithidia bombi*

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1726547221>

Schmid-Hempel, Paul (London [u.a.],2011)

Inclusive fitness theory and eusociality

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1017879834>

Schmid-Hempel, Paul (Oxford [u.a.],2011)

Evolutionary parasitology : the integrated study of infections, immunology, ecology, and genetics

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=641558015>

Oxford biology

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=641558015>

Schmid-Hempel, Paul (Zürich,2011)

Darwins langer Arm - Evolutionstheorie heute : [interdisziplinäre Vortragsreihe der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich und der Universität Zürich, Herbstsemester 2009]

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=607368187>

Zürcher Hochschulforum ; 47

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=607368187>

Schmid-Hempel, Paul (London,2009)

Immune defence, parasite evasion strategies and their relevance for 'macroscopic phenomena' such as virulence

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1046828452>

Schmid-Hempel, Paul (Berlin,2009)

The "Spirit of the Hive" and how honeybee societies evolve

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=669200069>

Ernst Mayr Lecture ; 2009/2010

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=669200069>

Schmid-Hempel, Paul (Amsterdam,2008)

Parasite immune evasion : a momentous molecular war

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1667354914>

Schmid-Hempel, Paul (2008)

A field experiment on the effect of *Nosema bombi* in colonies of the bumblebee *Bombus terrestris*

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1067382453>