

# **Bacterial symbionts of termite gut flagellates: cospeciation and nitrogen fixation in the gut of dry-wood termites**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften

(Dr. rer. nat.)

im Fachbereich Biologie der Philipps-Universität Marburg

vorgelegt von

**Mahesh S. Desai**

aus Pune, Indien

Marburg/Lahn 2008

Die Untersuchungen zur folgenden Arbeit wurden von Oktober 2005 bis Oktober 2008 am Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie in Marburg unter Leitung von Prof. Dr. Andreas Brune durchgeführt.

Vom Fachbereich Biologie der Philipps-Universität Marburg als Dissertation  
angenommen am:

Erstgutachter: Prof. Dr. Andreas Brune

Zweitgutachter: Prof. Dr. Rolf Thauer

Tag der Disputation: 22.12.2008

## **Erklärung**

Ich versichere, dass ich meine Dissertation

„Bacterial symbionts of termite gut flagellates: cospeciation and nitrogen fixation in the gut of dry-wood termites“

selbständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt habe und mich keiner als der von mir ausdrücklich bezeichneten Quellen und Hilfen bedient habe. Diese Dissertation wurde in der jetzigen oder einer ähnlichen Form noch bei keiner anderen Hochschule eingereicht und hat noch keinen sonstigen Prüfungszwecken gedient.

Marburg, November 2008

## List of publications

**Ikeda-Ohtsubo, W., Desai, M., Stingl, U., and Brune, A.** (2007) Phylogenetic diversity of "Endomicrobia" and their specific affiliation with termite gut flagellates. *Microbiol* **153**: 3458–3465.

**Strassert, J. F. H., Desai, M. S., Brune, A., and Radek, R.** The true diversity of devescovininid flagellates in the gut of termite *Incisitermes marginipennis*. *Protist*, in revision.

**Desai, M. S., Strassert, J. F. H., Meuser, K., Ikeda-Ohtsubo, W., Radek, R., Hertel, H., and Brune, A.** Strict cospeciation of devescovininid flagellates and *Bacteroidales* ectosymbionts in the gut of dry-wood termites (Kalotermitidae). *Environmental Microbiology*, submitted.

### In preparation

**Desai, M. S., and Brune, A.** Are symbionts of flagellates responsible for nitrogen fixation in the gut of dry-wood termites (Kalotermitidae).

**Strassert, J., Desai, M. S., Radek, R., and Brune, A.** Identification and localization of the multiple bacterial symbionts of the termite gut flagellate *Joenia annectens*.

*For my beloved parents*

# Table of Contents

<b>1</b>	<b>General introduction</b>	<b>1</b>
	Biology of lower termites	1
	Termite hindgut: a structured environment	2
	Flagellate symbionts: diversity and functions	3
	Bacterial symbionts of flagellates: diversity and functions	5
	Nitrogen fixation: a crucial process in the termite gut	7
	The aims of this study	9
	References	10
<b>2</b>	<b>The true diversity of devescovinid flagellates in the gut of the termite <i>Incisitermes marginipennis</i></b>	<b>18</b>
	Abstract	18
	Introduction	19
	Results	20
	Discussion	30
	Experimental procedures	33
	References	35
<b>3</b>	<b>Strict cospeciation of devescovinid flagellates and <i>Bacteroidales</i> ectosymbionts in the gut of dry-wood termites (<i>Kalotermitidae</i>)</b>	<b>39</b>
	Abstract	39
	Introduction	40
	Results	43
	Discussion	51
	Experimental procedures	54
	References	57
<b>4</b>	<b>Are symbionts of flagellates responsible for nitrogen fixation in the gut of dry-wood termites (<i>Kalotermitidae</i>)?</b>	<b>62</b>
	Abstract	62
	Introduction	62
	Results	64
	Discussion	73
	Experimental procedures	75
	References	78

<b>5</b>	<b>Hydrogen partial pressures in the gut of dry-wood termites (Kalotermitidae)</b>	<b>82</b>
	Abstract	82
	Introduction	82
	Results and discussion	83
	Experimental procedures	85
	References	86
<b>6</b>	<b>General discussion</b>	<b>87</b>
	Kalotermitidae and devescovinid flagellates: cospeciation or host switching?	87
	Coevolutionary history of devescovinids and <i>Bacteroidales</i> ectosymbionts	89
	Why are nitrogenase gene expression profiles species-specific?	91
	References	93
	<b>Summary</b>	<b>97</b>
	<b>Zusammenfassung</b>	<b>99</b>
	<b>Curriculum vitae</b>	<b>101</b>
	<b>Acknowledgement</b>	<b>102</b>
	<b>Appendix</b>	<b>103</b>