

## **AG-Rice: Addaptive Genomics of Sulawesi ricefishes**

**Projektnummer/Aktenzeichen: P91/2016**

**Projektleitung: Dr. Julia Schwarzer (70% - 75% Stelle)**

### **Executive Summary**

Im Mittelpunkt des Projekts AG Rice stand die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Genotyp und Phänotyp von evolutionär adaptiven Merkmalen. Unser Ziel war es wissenschaftliche Sammlungen mit den neuen Möglichkeiten für fortgeschrittene evolutionsbiologische Studien im Zeitalter der Genomik zu verbinden um die morphologischen und genomischen Grundlagen einer einzigartigen Fortpflanzungsstrategie bei Sulawesi-Reisfischen (Actinopterygii: Adrianichthyidae) zu untersuchen. Corona hat eine reibungslose Arbeit in vielen Bereichen erschwert, dennoch konnten alle Kernpunkte des Projektes erfüllt werden. Es konnte leider keine 2. Feldphase stattfinden, daher musste ein Teilaspekt des Projektes (populationsgenetische Untersuchungen) weggefallen. Die Mittel wurden umgewidmet und größtenteils im Personalbereich eingesetzt um die zeitlichen Verzögerungen von Corona abzufedern. Die avisierten Kooperationen waren größtenteils erfolgreich, die weggefallene Kooperation im Teilbereich Morphologie mit der Universität Bonn konnte durch den Aufbau des Morphologielabors am LIB aufgefangen werden. Neue Kooperationen wurden mit zwei Arbeitsgruppen an der Universität Bonn (Evolutionären Verhaltensökologie und Evolutionäre Morphologie) und an der Universität Heidelberg (COS, AG Cantanin) aufgenommen. Das Projekt hat zahlreiche Publikationen in Fachzeitschriften hervorgebracht; alle Arbeiten sind frei zugänglich (Open- Access). Alle untersuchten Individuen und dazugehörigen morphologischen Daten sind in den Sammlungen des LIB hinterlegt. Gewebeproben werden in die Biobank des LIB überführt und die molekularen Daten sind in NCBI abrufbar. Die Resultate wurden in Vorträgen und Posterbeiträgen auf internationalen Tagungen vorgestellt. Die DoktorandInnen und der Postdoktorand wurden adäquat gefördert und haben z.T. langfristige Anschlussstellen in internationalen Laboren erhalten. Die Doktorarbeit der Doktorandin wurde zudem mit dem Promotionspreis der Alexander Koenig Gesellschaft ausgezeichnet. Alle KandidatInnen haben Preise für die Präsentation ihrer Forschung auf internationalen Konferenzen erhalten und sich in hausinternen Gremien sowie im Leibniz-Netzwerk engagiert. Die Projektleiterin wurde LIB-intern positiv evaluiert, und bekleidet nun unbefristet die neu geschaffene Sektion „Evolutionary Genomics“. Das Projekt AG Rice wurde in die Dauerausstellung des Museum Koenig implementiert und auf öffentlichen Veranstaltungen (AKG Mittwochsvorträge) vorgestellt. Mit einer Kooperation mit dem Allwetterzoo Münster haben wir ein Arterhaltungsprogramm ins Leben gerufen um eine besonders gefährdete Reisfischart vor dem Aussterben zu bewahren. Zudem bieten sich durch diese Kooperation weitere Möglichkeiten des Wissenstransfers. Das Projekt AG Rice hat wesentliche Weichen für die Weiterentwicklung strategischer Forschungsgebiete im Bereich molekularer sowie morphologischer sammlungsbasierter Forschung am LIB gestellt und zahlreiche Folgeprojekte fußen auf Ergebnissen die im Rahmen des Leibniz geförderten Projektes AG Rice gewonnen wurden.

### **1. Zielerreichung und Umsetzung der Meilensteine**

Das übergeordnete Ziel des Projektes AG Rice war es, eine Arbeitsgruppe an der Schnittstelle unterschiedlicher methodischer Arbeitsfelder im Bereich der Evolutionsbiologie im Kontext musealer Forschung zu etablieren. Im Rahmen der Förderlinie „Frauen für wissenschaftliche Leitungspositionen“ ging es des Weiteren darum eine Nachwuchswissenschaftlerin aktiv in ihrem Werdegang zu unterstützen. Das Projekt hatte also sowohl einen wissenschaftlichen Auftrag als auch den Auftrag zur Unterstützung der Karriereentwicklung von Postgraduierten. Beide Aufgaben wurden erfolgreich und in Übereinstimmung mit den geplanten Meilensteinen erfüllt. Einige Einschränkungen – vor allem im Bereich der molekularen Arbeit – waren durch die Corona Pandemie bedingt. So konnte eine geplante zweite Feldphase nicht stattfinden, was zur Folge hatte, dass die avisierten populationsgenetischen Daten nicht gesammelt werden konnten. Die dadurch freigewordenen Mittel wurden größtenteils in Personalmittel umgewidmet um die DoktorandInnen – die durch die Coronapandemie starke Einschränkungen in Kauf nehmen mussten – bei der Fertigstellung ihrer Arbeiten zu unterstützen.

## 2. Aktivitäten und Hindernisse

Im Rahmen des Projektes wurden neben der Projektleiterin zwei DoktorandInnen, ein Postdoc sowie zwei studentische Hilfskräfte beschäftigt. Zusätzlich wurden Praktika von Studierenden des OEP Masterstudiengangs der Universität Bonn von der Arbeitsgruppe begleitet. Neben den wissenschaftlichen Tätigkeiten wurden innerhalb der Projektlaufzeit zwei Symposia mit Kooperationspartnern der Universität Oldenburg organisiert und alternierend am Standort Bonn und Oldenburg durchgeführt, sowie seit dem Beginn des Projektes themenspezifische Vortragsessions zu Reisfischen auf der Tagung der Gesellschaft für Ichthyologie (German Ichthyological Society – [www.ichthyologie.de](http://www.ichthyologie.de)) organisiert. Darüber hinaus haben alle WissenschaftlerInnen im Projekt regelmäßig ihre Projekte am LIB sowie auf weiteren internationalen Tagungen präsentiert. In 2019 haben wir eine Feldphase auf der indonesischen Insel Sulawesi organisiert und durchgeführt. Hier wurden zusammen mit unseren indonesischen Kooperationspartnern wichtige Proben für das Projekt gesammelt und unsere internationale Zusammenarbeit vertieft. Leider ist in 2019 unsere langjährige Kooperationspartnerin Dr. Renny Hadiaty unerwartet verstorben; wir haben innerhalb Indonesiens nun neue Kooperationen mit der Wissenschaftsorganisation BRIN (vormals LIPI) aufgebaut, sowie unsere bestehenden Kooperationen mit der Universität Manado vertieft. Die Corona Pandemie (ab 2020) hat zu Verzögerungen im Arbeitsablauf geführt (keine Zugänge zu Laboren, keine Reisen, fehlende Kinderbetreuung). Dadurch wurden vor allem im molekulargenetischen Bereich einige Ziele (noch) nicht erfüllt, da die Daten erst zu Projektende vorlagen. Die Analyse wird zurzeit nachgeholt.

Mitglieder der Arbeitsgruppe haben insgesamt 38 Vorträge auf wissenschaftlichen Konferenzen gehalten, davon waren 8 eingeladene Vorträge.

## 3. Ergebnisse und Erfolge

### Übersicht

Im Hinblick auf den wissenschaftlichen Auftrag des Projekts wurden neue grundlegende Erkenntnisse über die Evolution von Reproduktionssystemen gewonnen. Zudem hat eines unsere Teilprojekte wichtige Ergebnisse zum Einfluss von entzündlichen Reaktionen auf die Evolution neuer Organe und Gewebe geliefert. Die Zusammenarbeit innerhalb und zwischen den Teilprojekten hat zu einer Reihe von Veröffentlichungen in begutachteten Fachzeitschriften geführt (siehe unten). Zu einem Artikel wurde zudem in der renommierten Fachzeitschrift *Current Biology* ein sogenannter „Dispatch“ veröffentlicht. Ein weiterer Artikel wurde als Übersichtsarbeit in der Fachzeitschrift *eLife* veröffentlicht und hat in der Wissenschaftsszene um den Modelorganismus Medaka (ein Reisfisch) sehr guten Anklang gefunden. Zusammen mit unseren Kooperationspartnern in Indonesien wurde zudem eine neue Art bauchbrütender Reisfische beschrieben und ein Artikel zu dem Einfluss von invasiven Arten auf die endemische Fischfauna des Poso Sees in Zentral-Sulawesi veröffentlicht.

Im Hinblick auf die Laufbahnentwicklung der Projektleiterin hat das Projekt – nach positiver interner Evaluierung - erfolgreich zu einer Verstetigung am LIB mit der Leitung der Sektion Evolutionäre Genomik geführt. Eine baldige Habilitation wird angestrebt. Die geförderten DoktorandInnen und der Postdoc waren individuell erfolgreich darin, internationale Sichtbarkeit zu erlangen und ihre eigenen Netzwerke aufzubauen; die Doktorandin und der Postdoc haben im Anschluss langfristige Stellen in internationalen Arbeitsgruppen erhalten.

### Publikationen:

Hilgers L & J Schwarzer 2019 The natural history of model organisms: the untapped potential of medaka and its wild relatives. *eLife* 8:e46994. <https://doi.org/10.7554/eLife.46994>

Gani A, Suhendra N, Herder F, Schwarzer J, Möhring J, Montenegro J, Muh Herjayanto & DF Mokodongan 2022 A new endemic species of pelvic-brooding ricefish (Beloniformes: Adrianichthyidae: *Oryzias*) from Lake Kalimpa'a, Sulawesi, Indonesia. *Bonn zool. Bul.* 71 (1), <https://doi.org/77-85.10.20363/BZB-2021.71.1.001>

Herder, F., Möhring, J., Flury, J. M., Utama I. V., Wantania, L. L. Wowor, D., Boneka, F., Stelbrink, B., Hilgers, L., Schwarzer, J., Pfaender, J. (2022) More non-native fish species than natives and an invasion of Malawi cichlids in ancient Lake Poso, Sulawesi. *Aquatic Invasions*. [https://www.reabic.net/aquaticinvasions/2022/AI\\_2022\\_Herder\\_etal.pdf](https://www.reabic.net/aquaticinvasions/2022/AI_2022_Herder_etal.pdf)

### 3.2. Morphologische Strukturen im Zusammenhang mit Bauchbrüten

#### 3.2.1. mit Schwerpunkt auf externen- und Skelettstrukturen

Vergleichende morphologische Analysen an einer repräsentativen Auswahl von Reisfischarten mit dem Fokus auf externen und skelettalen Strukturen zeigen statistisch belegbare Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen sowie zwischen den Fortpflanzungsstrategien. Zudem konnten wir zeigen, dass sich sehr ähnliche, geschlechtsdimorphe Merkmale parallel in beiden Abstammungslinien der bauchbrütenden Reisfischarten entwickelt haben. Schlüsselmerkmale, die bei allen bauchbrütenden Weibchen vorhanden waren, fehlten oder waren bei Artgenossen und beiden Geschlechtern von

transferbrütenden Arten viel weniger ausgeprägt, was darauf hindeutet, dass sie für Reisfische, die nicht bauchbrütend sind, möglicherweise von Nachteil sind. Um dies im Kontext des Strömungswiderstandes zu testen haben wir in Kooperation mit der Universität Bonn ein Reisfischmodell entwickelt an dem wir unsere Hypothesen testen werden. Wir gehen davon aus, dass die Kombination aus einer Einbuchtung am Bauch sowie robusten, langgestreckten Flossen den Strömungswiderstand der brütenden Weibchen verringert und dem Eigelege Schutz und Stabilität bietet. Reisfische sind somit eines der seltenen Beispiele, für den Einfluss von Umweltfaktoren und nicht sexueller Selektion auf die Entwicklung von geschlechtsdimorphen Skelettanpassungen.

### 3.2.2. mit Schwerpunkt auf internen Weichgewebestrukturen

Bauchbrütende Weibchen tragen die sich entwickelnden Eier an ihrem Körper. Dies erfordert die Bildung neuartiger morphologischer Strukturen zur Unterstützung der internen Befestigung der Eier. Der sogenannte „Plug“ der für einzelne Reisfischarten beschrieben wurde ist eine solche Struktur. Der Plug verankert die anhaftenden Fäden die aus den befruchteten Eiern hervorgehen im weiblichen Fortpflanzungssystem und ermöglicht dem Weibchen die Eier bis zum Schlupf zu tragen. Anhand von histologischen Schnitten und  $\mu$ -Computertomographie konnten wir zeigen, dass der Plug aus mehreren Arten von interstitiellen Zellen, Blutkapillaren und Kollagenfibrillen gebildet wird, die das Ende der anhaftenden Fäden im vorderen Teil des Gonodukts einkapseln. Darüber hinaus zeigen die histologischen Schnitte des sich entwickelnden Plugs mehrkernige Riesenzellen, die sich aus fusionierenden Makrophagen zusammensetzen und als Entzündungsmarker gelten. Wir stellen daher die Hypothese auf, dass der Plug durch eine Entzündungsreaktion entstanden ist. Wir nehmen an, dass er sich ähnlich wie ein Fremdkörpergranulom als Reaktion auf eine Reizung oder Verletzung des Gonodukt-Epithels durch die anhaftenden Fäden. Unsere Studie untermauert außerdem, dass das Bauchbrüten eine komplexe Reihe von Anpassungen an die verlängerte Entwicklung am Weibchen im weiblichen Fortpflanzungssystem hervorgebracht hat. Die Genitalpapille wurde – wie im Antrag ausgeführt – auch näher histologisch untersucht. Allerdings ließen sich hier – entgegen unseren Erwartungen – keine eindeutigen Hinweise auf eine Funktion als Sekretionsorgan (z. B. durch den Nachweis von Drüsenzellen) finden.

#### Publikationen:

Spanke T, Hilgers L, Wipfler B, Flury JM, Nolte AW, Utama IV, Misof B, Herder F & J. Schwarzer 2021 Complex sexually dimorphic traits shape the parallel evolution of a novel reproductive strategy in Sulawesi ricefishes (Adrianichthyidae). *BMC Ecol. Evol.* 21(1), 1-16. <https://doi.org/10.1186/s12862-021-01791-z>

Schüller A, Vehof J, Hilgers L, Spanke T, Wipfler B, Wowor D, Mokodongan DF, Wantania LL, Herder F, Parenti LR, Iwamatsu T & J. Schwarzer 2022 How to stay attached – Formation of the ricefish plug and changes of internal reproductive structures in the pelvic brooding ricefish, *Oryzias eversi* Herder et al 2012 (Beloniformes: Adrianichthyidae). *J. Morph.* 283 (11), 1451-1463. <https://doi.org/10.1002/jmor.21518>

Schüller A (2021) Morphological changes in the female reproductive system of the pelvic brooding ricefish *Oryzias eversi* (Beloniformes: Adrianichthyidae) during brooding and non-brooding stages. Masterthesis, Master programme OEP-Biology, Universität Bonn.

Spanke T, Gabelaia M, Flury JM, Hilgers L, Wantania LL, Misof B, Wipfler B, Wowor D, Mokodongan D, Herder F & Schwarzer J: A landmark-free analysis of the pelvic girdle in Sulawesi ricefishes (Adrianichthyidae): How 2D and 3D geometric morphometrics can complement each other in the analysis of a morphologically complex structure. (in preparation for *Journal of Evolutionary Biology*)

### 3.3. Life-history Merkmale

#### 3.3.1 Werden die Embryonen durch ihre Mutter versorgt?

Wir haben für jeweils eine Art der beiden Fortpflanzungsstrategien den sogenannten Matrotropieindex (MI) bestimmt. Der MI errechnet sich aus der Trockenmasse der Nachkommen bei der Geburt geteilt durch die Trockenmasse des Eies bei der Befruchtung. Diesem Index liegt die Überlegung zugrunde, dass bei Fischarten die ihre Eier nicht versorgen die Embryonen während der Entwicklung an Masse verlieren (Kosten des Stoffwechsels), im Gegensatz zu matrotrophen Arten, bei denen die Masse der Embryonen aufgrund der mütterlichen Versorgung nach der Befruchtung zunimmt. Unsere Daten zeigen eindeutig, dass die Eier der bauchbrütenden Art nicht an Gewicht zunehmen und es somit keinen Hinweis auf eine Versorgung der Embryonen durch die Mutter gibt.

Zusätzlich haben wir anhand von Rasterelektronenmikroskopie vergleichend die Oberflächen der Eier und die Struktur der anhaftenden Filamente bei bauchbrütenden und transferbrütenden Arten untersucht. Hier finden sich klare Unterschiede, die auf eine Anpassung der Eioberflächen und des Aufbaus der Filamente an das Bauchbrüten schließen lassen.

#### Publikationen:

Rindt O (2018) Characterization of the egg surface of ricefishes and sailfin silversides from Sulawesi by scanning electron microscopy Bachelorarbeit Universität Bonn.

Schüller A, Vehof J, Hilgers L, Spanke T, Wipfler B, Wowor D, Mokodongan DF, Wantania LL, Herder F, & J Schwarzer: Differences in egg surface and filament structure in Sulawesi ricefishes reflect species-specific ecological adaptations. (in preparation for Communications Biology)

### 3.3.2 Paarungsverhalten

Im Rahmen einer Bachelorarbeit und eines Praktikums wurden – in Kooperation mit der Universität Bonn – Verhaltensbeobachtungen verschiedener transfer- und bauchbrütender Reisfischarten durchgeführt. Anhand der Videoaufnahmen wurden Ethogramme für jede Art erstellt, die belegen, dass es auch hier deutliche Unterschiede zwischen den Reproduktionsstrategien gibt.

#### Publikationen:

Karaki-Schulz (2021) The reproductive behavior of ricefish, a comparison of transfer brooding species and pelvic brooding species. Bachelorarbeit Universität Bonn.

Schüller A (2019) Falling Head over Fins in Love – Reproductive Behaviour of *Oryzias eversi*. Projektarbeit im Rahmen der OEP Masterstudiengangs, Universität Bonn.

## 3.4. Die genetische Grundlage von Bauchbrüten bei Reisfischen

### 3.4.1 Gewebespezifische Transkriptomanalysen

Die gewebespezifische Transkriptome, die für je sechs Weibchen der bauchbrütenden Art *Oryzias eversi* in zwei unterschiedlichen Stadien im Reproduktionszyklus (brütend vs. nicht-brütend) generiert und analysiert wurden, zeigten, dass Entzündungssignale das Transkriptom des Plugs dominieren und entzündungsbedingte Gene, die lebenswichtige Prozesse für die Entwicklung des Plugs wie Gewebewachstum und Angiogenese steuern, hier überexprimiert werden. Dazu konnten wir zeigen, dass Gene der Säugetierplazenta im Transkriptom des Plugs angereichert sind, was auf eine konvergente Genkooptation für den Aufbau, die Befestigung und die Aufrechterhaltung eines vorübergehenden Gewebes (Plug und Plazenta) im weiblichen Fortpflanzungstrakt hinweist. Unsere Studie, die in der Fachzeitschrift *Current Biology* publiziert wurde, legt nahe, dass die Einbeziehung von Entzündungssignalen in physiologische Prozesse einen schnellen Weg zu evolutionärer Innovation darstellt. Die Transkriptome der anderen untersuchten Gewebe zeigen für das Ovar eine Runterregulation von Genen die eine Rolle in der Eireifung spielen; in der Genitalpapille werden generell wenige Gene unterschiedlich exprimiert.

### 3.4.2 Genetische Architektur des Bauchbrütens

Anhand von Kreuzungen zwischen einer bauch- und transferbrütenden Art wurde eine gut aufgelöste Kopplungskarte erstellt. Anhand dieser Karte konnte ein Bereich auf einem Chromosom identifiziert werden der für das Geschlecht kodiert. Alle Merkmale die wir zuvor im Zusammenhang mit bauchbrüten identifiziert haben wurden in den Elternarten und den Kreuzungen erhoben; Anhand der Varianzen und unter Verwendung des Castle-Wright-Schätzers haben wir berechnet, dass den untersuchten Merkmalen im Allgemeinen nur wenige Loci zugrunde liegen. Darüber hinaus zeigten beide Elternarten Modularität in ihren Körperplänen, was vermuten lässt, dass die morphologischen Merkmale, die mit dem Bauchbrüten zusammenhängen sich in der Körpermitte wahrscheinlich unabhängig von den übrigen Körperteilen entwickeln konnten. Beide Faktoren haben vermutlich die Evolution des Beckenbrütens erleichtert. Ein umfangreicher genetischer Datensatz wird derzeit ausgewertet um die Genorte der gemessenen Merkmale zu bestimmen. Zusätzlich haben wir ein gut annotiertes Genom der Art *Oryzias eversi* auf Chromosomenlevel generiert, so dass die identifizierten Bereiche nachfolgende näher identifiziert werden können.

#### Publikationen:

Hilgers L, Roth O, Nolte AW, Schüller A, Spanke T, Flury JM, Utama IV, Altmüller J, Wowor D, Misof, B, Herder F., Böhne A. & J Schwarzer 2021 Inflammation and convergent placenta gene co-option contributed to a novel reproductive tissue. *Current Biol.* 32(3), 715-724. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2021.12.004>

Flury JM, Hilgers L, Herder F, Spanke T, Misof B, Wowor D, Boneka F, Wantania LL, Mokodongan DF, Mayer C, Nolte AW & J Schwarzer 2022 The genetic basis of a novel reproductive strategy in Sulawesi ricefishes: How modularity and a low number of loci shape pelvic brooding. *Evolution* 76 (5), 1033-1051. <https://doi.org/10.1111/evo.14475>

Flury JM, Meusemann K, Martin S, Hilgers L, Spanke T, Herder F, Misof B, Nolte A W, Schwarzer J (2022) Contribution of hybridization to the evolution of a derived reproductive strategy in ricefishes. Submitted to *Genome Biology and Evolution*. Preprint on bioRxiv. <https://doi.org/10.1101/2022.07.05.498713>

Flury JM, Tietje K, Schwarzer J, Nolte AW: Sex determinism in crosses of two Celebensis group medaka species. (In prep for *Journal of Evolutionary Biology*).

## 3.5. Transfer

Das Projekt AG Rice wurde in die Dauerausstellung des Museum Koenig implementiert und bietet dort die Möglichkeit aktuelle Ergebnisse den Museumsbesuchern und Museumsbesucherinnen zu vermitteln.

Neben internationalen Tagungen präsentierten Mitglieder der Arbeitsgruppe präsentieren regelmäßig ihre Ergebnisse auf in öffentlichen Vorträgen (z. B. bei Veranstaltungen der AKG; „Mittwochsvorträge“, „Alexander-Koenig-Science-club“ oder „Unser LIB“).

Durch eine Kooperation (seit 2022) mit dem Allwetterzoo Münster haben wir eine zusätzliche Möglichkeit für den Wissenstransfer geschaffen (hier mit Schwerpunkt Bedrohung der Reisfische im natürlichen Lebensraum).

Frankfurter Allgemeine Zeitung (FAZ): Innovative Entzündung (2022).

Publikation im online Magazin „Alles Münster“: <https://www.allesmuenster.de/reisfische-nur-ein-pool-fuer-alle-weltweit/>

#### **4. Chancengleichheit, Karriereförderung und Internationalisierung**

Die Projektleitung hat im Laufe ihrer Förderung das „Frauennetzwerk“ am LIB, Museum Koenig Bonn mitbegründet und dieses als Sprecherin bis 2021 vertreten. Das Netzwerk bietet allen Mitarbeiterinnen am LIB eine Plattform zum regelmäßigen Austausch, organisiert die Vergabe des Margarethe-Koenig-Preises (ein Postdoc-Stipendium für Frauen) und füllt generell eine beratende Funktion aus.

Beide DoktorandInnen, sowie nachfolgend die Masterstudentin haben den „Student Club“ am LIB als SprecherInnen vertreten, sowie sich im Leibniz Netzwerk für die Belange von Studierenden engagiert, sowie den jährlichen Studentenretreat organisiert. Zudem haben sie sich als studentische Vertretungen im Frauennetzwerk aktiv beteiligt.

Beide DoktorandInnen haben institutsinterne Kurse, die im Rahmen der Graduiertenschule (ZIGS) am LIB angeboten werden in Anspruch genommen.

Die Doktorandin der Arbeitsgruppe hat erfolgreich Gelder (ESEB - Equal Opportunities Initiative Fund) für eine Veranstaltung am LIB Bonn um den Film „Picture a Scientist“ eingeworben. Basierend auf der Thematik des Films wurde eine Rednerin geladen und eine anschließender Paneldiskussion um das Thema „Frauen in der Wissenschaft“ organisiert. Die Veranstaltung hatte zum Ziel auf die Probleme aufmerksam zu machen mit denen vor allem Frauen in der Wissenschaft konfrontiert sind.

Alle Mitglieder der Arbeitsgruppe haben mehrfach an internationalen Fachtagungen teilgenommen und Preise (vier Mal bester studentischer Vortrag) gewonnen. Zudem wurden fachspezifische Workshops in Anspruch genommen. Die Doktorandin der Arbeitsgruppe hat 2022 den Promotionspreis der Alexander-Koenig-Gesellschaft verliehen bekommen.

**Links:**

<https://bonn.leibniz-lib.de/de/zfmk/ueber-uns/frauennetzwerk>

<https://bonn.leibniz-lib.de/de/zfmk/veranstaltungen/together-we-can-do-better>

#### **5. Strukturen und Kooperationen**

Die ursprüngliche Planung zur Durchführung des Projektes schloss Kooperationen mit der Universität Bonn (Evolutionary Biology and Ecology), der Universität Oldenburg (Abteilung Ecological Genomics) sowie dem Smithsonian Museum of Natural History ein (Division of Fishes). Intern war eine enge Kooperation mit der Ichthyologie am LIB, Museum Koenig Bonn vorgesehen. Die Kooperation mit der Universität Oldenburg und der Ichthyologie in Bonn waren wie geplant erfolgreich und haben zu gemeinsamen Publikationen, dem Aufbau neuer Ressourcen sowie der Planung weiterführender Projekte geführt. Die Kooperation mit der Division of Fishes am Smithsonian Museum of Natural History war erfolgreich, konnte aber bisher nicht weiter vertieft werden. Dies ist Einschränkungen auf beiden Seiten aufgrund von Corona geschuldet. Die Kooperation mit der Universität Bonn ist so wie sie ursprünglich geplant war leider nicht zustande gekommen. Die morphologische Expertise die ursprünglich durch diese Kooperation aufgebaut werden sollte, konnte stattdessen durch die Gründung des Morphologielabors am LIB, Standort Bonn (in 2018) gewährleistet werden. Seitdem kooperiert das Projekt AG Rice sehr erfolgreich mit diesem. Es haben sich im Laufe des Projektes weitere Kooperationen mit der Universität Bonn, der Universität Heidelberg, sowie dem EMBO in Heidelberg ergeben. An der Universität Bonn kooperieren wir seit 2018 mit der Evolutionären Verhaltensökologie. Diese Kooperation erlaubt es uns Aspekte des Paarungsverhaltens sowie Brutstatus-induzierte Verhaltensänderungen zu untersuchen und diese Ergebnisse perspektivisch mit genomischen Daten zu verbinden. Eine weitere Kooperation an der Universität Bonn haben wir mit der Abteilung Evolutionäre Morphologie geschlossen. Der Fokus hier sind die Entwicklung von Strömungsmodellen, anhand derer wir untersuchen wollen welche Selektionsdrücke die Morphologie der Weibchen von bauchbrütenden Arten beeinflussen. Die Kooperation mit der Universität Heidelberg (AG Centanin) hat einen methodischen Fokus; die Gruppe arbeitet an Medaka, einem bekannten Reisfisch Modellorganismus für Entwicklungsbiologie, Genetik und Toxikologie und wir profitieren wechselseitig von Schnittstellen zwischen der Arbeit am Modelorganismus und an wildlebenden Arten. Die neuen Kooperationen wurden nicht vertraglich festgehalten.

#### **6. Qualitätssicherung**

Am LIB, einschließlich des AG RICE Projekts, gilt die Einhaltung „guter wissenschaftlicher Praxis“ basierend auf entsprechenden Richtlinien der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und der Leibnizgemeinschaft. Das LIB befindet sich in der Implementierungsphase eines institutsweiten Research Data Management Konzeptes mit dem Ziel der Erreichung der FAIR Standards für alle erhobenen Forschungsdaten. Die im Rahmen des Projektes erzielten wissenschaftlichen Ergebnisse wurden in frei zugänglichen (open-access) wissenschaftlichen Fachzeitschriften mit Peer-Review veröffentlicht (und weitere Ergebnisse stehen zur Veröffentlichung an), die (1) eine unabhängige kritische Überprüfung des wissenschaftlichen Inhalts und der Qualität der Arbeit, (2) eine unabhängige Überprüfung der ordnungsgemäßen Umsetzung der Regeln des guten wissenschaftlichen Verhaltens und (3) den Zugang zu Ergebnissen und Daten für die wissenschaftliche Gemeinschaft gewährleisten. Es wurden keine Tierversuche im Rahmen des Projektes durchgeführt. Die Projektleitung engagiert sich im LIB-Tierschutzausschuss und ist die stellvertretende Leitung der Tierhaltung am LIB.

## **7. Zusätzliche Ressourcen**

Die Einrichtung einer Arbeitsgruppe am LIB, Museum Koenig Bonn, basierte auf der Möglichkeit zur Nutzung von bereits bestehenden (Molekular) oder sich im Aufbau befindenden Labors (Morphologielabor) sowie Tierhaltungsinfrastruktur, wie Aquarienräumen und einem Tierhaus mit entsprechend gewährleisteter Versorgung der Tiere. Ein Backup für die Tierhaltung stand an der Universität Oldenburg zur Verfügung und deren Gastlabore wurden zur Entwicklung der Protokolle für die Amplikonsequenzierung genutzt. Des Weiteren standen High Performance Computing (HPC) Infrastrukturen am LIB Bonn und an der Universität Oldenburg zur Durchführung des Projektes zur Verfügung. Die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen konnten so während der Projektlaufzeit die Vorteile einer entwickelten Infrastruktur voll ausschöpfen.

## **8. Ausblick**

Das Projekt AG Rice hat wesentliche Weichen für die Weiterentwicklung strategischer Forschungsgebiete im Bereich molekularer sowie morphologischer sammlungsbasierter Forschung am LIB gestellt. In Zusammenarbeit mit einzelnen Sektionen am LIB wollen wir folgende Teilprojekte weiterverfolgen: Zusammen mit der Biobank des LIB haben wir Zellkulturen von Reisfischen etabliert an denen wir neue Erkenntnisse zur Chromosomenstruktur gewinnen wollen.

Die Sequenzierung und die Analyse von weiteren Reisfischgenomen wird uns helfen die Evolution von unterschiedlichen Merkmalen in dieser Gruppe besser zu verstehen. Darüber hinaus untersuchen wir die Verteilung und Aktivität einzelner Familien transposabler Elemente um ihre Rolle in der Reisfischevolution, besonders vor dem Hintergrund wiederholt stattfindender Hybridisierungsereignisse besser zu verstehen. (Zusammenarbeit mit dem LIB Molekularlabor)

Die Evolution und Entwicklung des Plugs, sowie dessen Rolle beim Bauchbrüten sollen tiefergehend untersucht werden. Wir haben daher ein Promotionsprojekt basierend auf unseren vorhergehenden Ergebnissen entwickelt, in dem die Sequenzierung von exprimierten Genen einzelner Zellen mit morphologischen Ansätzen um weitere Erkenntnisse in der Entstehung des Plugs zu gewinnen. (Zusammenarbeit u.a. mit der Universität Heidelberg – COS). Morphologische Ansätze, die im Rahmen der Projektlaufzeit entwickelt wurden sollen weiterverfolgt werden. Hier interessiert und besonders der funktionsmorphologische Aspekt einzelner Merkmalskomplexe vor dem Hintergrund der zugrundeliegenden Reproduktionsstrategie. (Zusammenarbeit mit dem LIB Morphologielabor). Ein Modell zur Analyse von Strömungswiderständen das im Rahmen des Projektes entwickelt wurde soll weiterentwickelt werden, um der Frage nachzugehen welche Selektionsdrücke die Evolution (Zusammenarbeit mit der Universität Bonn).