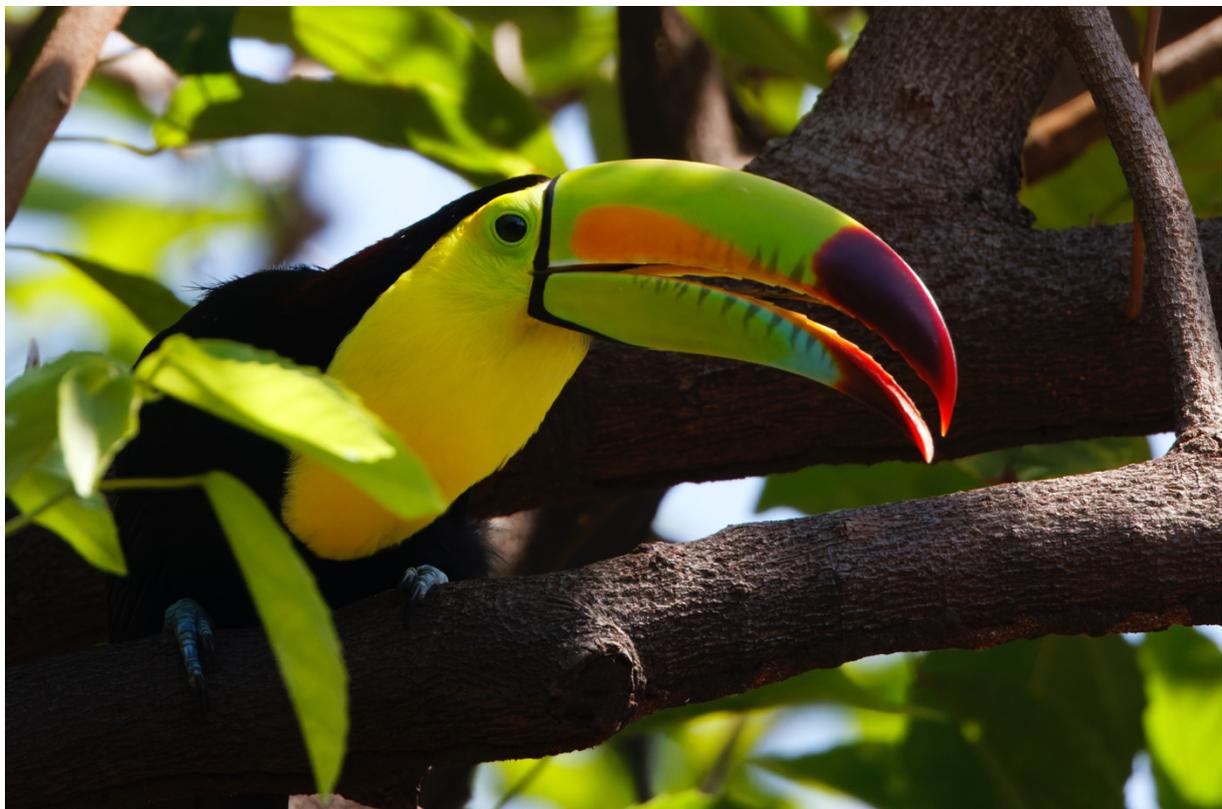


Forschungsreise in den Süden Mexikos zum Thema Schwarmintelligenz

Ein Bericht von Gretchen Ohling (Gymnasium Ulricianum
Aurich) und Katja Putincev (Berufsbildende Schulen II Aurich)

*Durch die Stipendien der Auricher Wissenschaftstage hatten wir die Chance das ungewöhnliche Verhalten der seltenen Schwefelmollys (*Poecilia sulphuraria*), die in Schwärmen in einem stark schwefelhaltigen Fluss in Mexiko leben, mit einem Forschungsteam aus Berlin zu erforschen. Diese Fische erzeugen nämlich eine Art La-Ola-Welle, wenn sie sich bedroht fühlen. Wie genau das aussieht und was wir sonst in Mexiko erlebt haben, erfahrt Ihr in diesem Bericht.*

Vorab: Danke an Max Licht, der uns seine beeindruckenden Tierbilder für diesen Bericht zur Verfügung stellte!



Unsere Ankunft in Mexiko

Die Forschung zu diesen besonderen Mollys wird schon seit mehr als 10 Jahren von einer Forschungsgruppe vom Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) und der Humboldt-Universität zu Berlin durchgeführt. Hierbei ist dieses Projekt Teil des Exzellenzcluster „Science of Intelligence“ und dient der Erforschung von Intelligenz bei Tieren und auch im KI-Bereich. Zur Durchführung ihrer Experimente besuchen die Forscher die Schwärme ein- bis zweimal im Jahr und bieten seither (mit Ausnahme der Corona-Jahre) SchülerInnen aus Aurich die Gelegenheit, an ihrem Projekt teilzuhaben.

So kam es also dazu, dass wir vom 14.04.-29.04.2025 das Verhalten der Schwefelmollys erforschen durften. Wir reisten bereits am 13.04.2025 nach Berlin und brachen am Mittag des Folgetages zum Flughafen auf, wo wir das Forschungsteam treffen sollten. Jedoch trafen wir zuerst nur auf Dr. David Bierbach und Korbinian Pacher (genannt „Korbi“), denn leider hatten Berlins öffentliche Verkehrsmittel den anderen beiden einen Strich durch die Rechnung gemacht. Kurz später erreichte uns aber auch schon Prof. Dr. Jens Krause und als wir bereits durch den Check-In waren, holte uns auch der Fotograf des Teams Max Licht ein. Wir haben uns sofort wohl mit dem Team gefühlt, welches uns direkt sehr aufgeschlossen und interessiert begegnete.

So machten wir uns auf den Weg nach Mexiko, genauer gesagt war unser Ziel die Kleinstadt Teapa. Denn nahe Teapa liegen die „Baños del Azufre“, in dessen schwefelhaltigen Flusssystem die Schwefelmollys leben. Wir nannten sie immer „die Baños“. Teapa liegt in den Ausläufern eines Gebirges, durch dessen Hügel wir die nächsten zwei Wochen auf den Weg „zur Arbeit“ fahren sollten.

In Villahermosa, einer größeren Stadt in der Nähe von Teapa, angekommen, mieteten wir uns für die kommenden 14 Tage zwei Leihwagen und fuhren zum Frühstück zu einem Restaurant, wo uns direkt ein Dutzend Leguane sowie eine Schildkröte begrüßen sollten. Das Restaurant lag nämlich nahe einem Sumpf, dessen Leguane offensichtlich Gefallen daran gefunden haben, sich auf der nebenliegenden Wiese zu sonnen. Nachdem wir sogar einen der Leguane mit einem übriggebliebenen Zwiebelstückchen anlocken konnten, fuhren wir zur University of Tabasco, wo wir Prof. Lenin Arias-Rodriguez kennenlernten. Lenin ist derjenige, der die Forschung von mexikanischer Seite aus betreut. Jens führte uns danach über das Gelände der Uni, das auch einen Boardwalk über einen Sumpf beinhaltet. Dort sahen wir Krokodile, Nachtreiher, Stelzenläufer und auch einen scheuen, schwarzen Leguan. Außerdem holten wir zwei von Lenins Studenten ab, Arturo und Alejandro, mit denen unser Forschungsteam vollständig war. Zu Beginn der zweiten Woche wurde Alejandro von Jose, der ebenfalls ein Student Lenins ist, abgelöst.



DAS BRANDENBURGER TOR IN BERLIN



DER BLICK AUS DEM FLUGZEUG VON MEXIKO-CITY NACH VILLAHERMOSA



GRÜNER LEGUAN

Nach ungefähr einer Stunde Autofahrt durch Weiden und Bananenplantagen kamen wir in unserer Unterkunft, der „Station“, wie wir sie nannten, an. Bei der Station handelt es sich um eine Anlage der University of Tabasco, die mehrere Bungalows und einen Basketballplatz enthält.

Am Nachmittag unseres ersten Tages fahren wir bereits zu den Baños, unserer Forschungsstelle, wo wir erfreut feststellen konnten, dass die Fischpopulation in diesem Jahr sehr groß war. Unser erster Tag endete mit einem Abendessen im „Jacalitos“, einem unser zukünftigen Stammlokale.

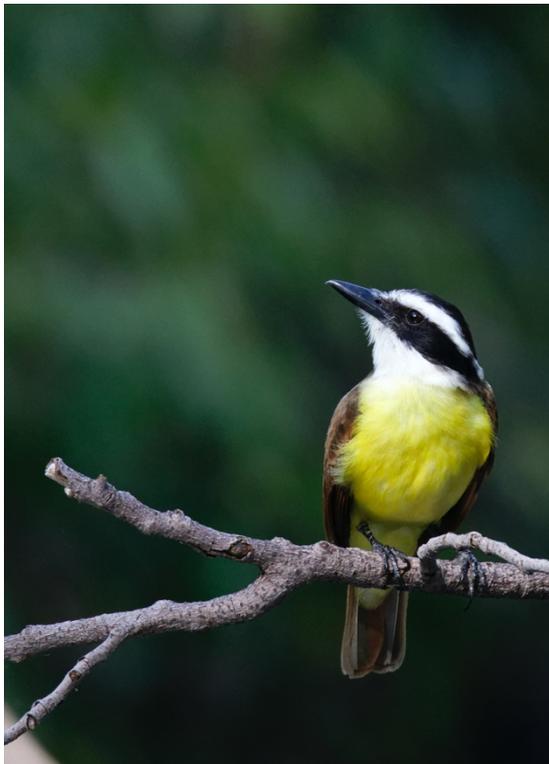
Außerdem wurde festgelegt, wer wo forschen würde: David, Arturo, wir Auricher und ab der zweiten Woche Jose bildeten ein Team. Wir würden in den nächsten zwei Wochen insbesondere zu den Schwefelmollys forschen. Korbi beschäftigte sich derweil vermehrt mit dem Verhalten der fischfressenden Vögel während ihrer Angriffe. Jens behielt den allgemeinen Überblick über die verschiedenen Projekte, sprang hier und da ein, wenn Probleme auftauchten, und startete in der zweiten Woche zudem ein eigenes neues Projekt. Max hielt in den zwei Wochen die verschiedenen Tierarten, die wir einerseits an den Baños und andererseits auf unterschiedlichen Ausflügen beobachten konnten, fotografisch fest.

Die Forschungsfrage

Am zweiten Tag konnten wir mit unserer Forschung beginnen. Doch welches Verhalten genau interessierte uns an den Schwefelmollys?



EIN EISVOGEL MIT EINEM ERBEUTETEN SCHWEFELMOLLY



SCHWEFELMASKENTYRANN

Die Schwefelmollys, die wir untersuchten, leben in Schwärmen aus oft mehreren Tausend Individuen in einem Fluss, dessen Quelle vulkanischen Ursprungs ist. Daher ist das Flusswasser sehr schwefelhaltig und sauerstoffarm. Um trotzdem genug Sauerstoff aufzunehmen, schwimmt der Schwarm nahe der Wasseroberfläche, wo sich innerhalb des Wassers am meisten Sauerstoff befindet. Das macht ihn aber zu einem hervorragenden Ziel für fischfressende Vögel, wie beispielsweise den Schwefelmaskentyrann (*Pitangus sulphuratus*), verschiedene Eisvogelarten (*Chloroceryle americana* und *Chloroceryle amazona*) sowie den Grünreiher (*Butorides virescens*).

Wird ein Schwarm von einem Vogel attackiert, zeigen die Fische ein besonderes Verhalten: Die nahe der Wasseroberfläche schwimmenden Mollys tauchen schlagartig ab, wobei ihre schnelle Bewegung die Wasseroberfläche beunruhigt. Das entstehende Muster erinnert an eine Art La-Ola-Welle, bei welcher derjenige Fisch, der die Vogelattacke zuerst spürt, der Startpunkt ist. Die Individuen direkt neben ihm nehmen sein Abtauchen wahr und tun es ihm gleich. Doch nun das Verwunderliche: Es bleibt nicht bei einem kollektiven Abtauchen. Nachdem der Schwarm an die Wasseroberfläche zurückgekehrt ist, taucht er oft mehrere Male erneut ab, obwohl der Vogel kein weiteres Mal attackiert hatte. Diese sogenannten „Repeat Waves“ scheinen ein angepasstes Verhalten zu sein, das den Vogel verwirren und damit die Zeit bis zum nächsten Angriff verlängern soll.

Die Frage, die wir uns dieses Frühjahr stellten, war, ob die Schwefelmollys mehr Repeat Waves produzieren, wenn ein Vogel zweimal direkt nacheinander angreift, als wenn er nur einmal angreift. Oder in anderen Worten: Beeinflusst die Größe des Intervalls zwischen zwei Angriffen die Anzahl an Repeat Waves?

Um Daten zu dieser Frage zu sammeln, haben wir die Vogelangriffe simuliert und dies aus verschiedenen Perspektiven gefilmt. Wir konnten durch die Simulationen genau steuern, wann und wo ein Stimulus den Schwarm trifft. Dazu haben wir zwei Stäbe aufgestellt: Einen etwa 1,70 m hohen an Land, der über einen Haken verfügte, und einen kleineren unter Wasser. Beide Stäbe waren durch eine Stück Angelschnur verbunden, die im Wasser unsichtbar ist. Dann haben wir vom Ufer aus eine Schraubenmutter wie eine Perle auf die Schnur aufgefädelt und die Schnur wieder am großen Stab eingehakt. Ein Angriff wurde



GRÜNREIHER

Jagdverhalten der verschiedenen Arten aus der Nähe beobachten zu können. Ein weiteres Problem war, dass der Schwarm Wellen produzierte, wenn man zu hektisch an den Fluss herantrat (um die Schraubenmutter aufzufädeln). Die Schwefelmollys hielten uns vermutlich für einen Reiher oder ähnlich gefährlichen Fressfeind, der am Flussufer den perfekten Zeitpunkt für einen Angriff abwartete und zeigten deswegen ihre „Verwirrungsshow“.



UNSER SET-UP AN DER „BANANA BAY“

nachgestellt, indem der Durchführende die Mutter losließ. Infolgedessen schnellte die Mutter die Schnur hinunter zum kleinen Stab, der unter der Wasseroberfläche platziert war, und trat auf ihrem Weg ins Wasser ein – ähnlich wie ein Vogelschnabel, der ins Wasser stößt. Vor und nach jeder Session haben wir außerdem die Wassertemperatur und den Sauerstoffgehalt gemessen, da diese einen Einfluss auf das Verhalten der Fische haben.

Doch nicht alles verlief reibungslos: Nicht nur können die Kamera-Akkus von Zeit zu Zeit durch die starke Sonne und die Temperaturen von bis zu 36°C überhitzen, sondern auch die Vögel störten unsere simulierten Angriffe. Denn indem sie an unserer Experimentierstelle fischten, verursachten ihre echten Angriffe natürlich zusätzliche Wellen. Für uns Auricher war das aber nicht schlimm, weil wir uns freuten, das

Wir achteten also darauf, sehr langsam und vorsichtig ans Ufer heranzutreten, denn dadurch nahmen die Fische uns nicht als möglichen Fressfeind wahr. Die Kameras deckten wir mit Hüten oder T-Shirts ab, um ihre Überhitzung zu vermeiden und immer, wenn ein Vogel bei unserer Experimentierstelle auftauchte, riefen wir z. B. „Kingfisher arrived“ oder „Kingfisher attacked“ in die Kamera (der Eisvogel heißt auf Englisch „Kingfisher“). So konnten wir beim Analysieren der Videos feststellen, ob die zu sehenden Wellen von unserem nachgestellten Angriff oder von einem tatsächlichen Angriff ausgelöst wurden.

Wir sammelten während unseres Aufenthaltes Daten zu verschiedenen Intervallen zwischen 3 und 25 Sekunden („Priming-Versuche“) und führten jeweils einen Kontrollversuch, bei dem kein zweiter Angriff simuliert wurde, durch. Tatsächlich konnten wir feststellen, dass die Fische besonders bei den kürzeren Intervallen, beim zweiten Angriff mit mehr Wellen reagierten.

Außerdem simulierten wir auch Angriffe von verschiedenen Seiten auf den Schwarm. Das bedeutet, erst wurde der Schwarm an einer Stelle „angegriffen“ und 5 Sekunden später an einer anderen Stelle, die ungefähr einen halben Meter entfernt lag. Das Ergebnis dieses Versuchs war nicht direkt offensichtlich und wird derzeit von der Arbeitsgruppe in Berlin untersucht.

Zusätzlich überprüften wir eine Erkenntnis der Vorjahre, nämlich dass der Schwarm mit mehr Wellen reagiert, wenn größere Muttern verwendet wurden und konnten diese bestätigen.

Während unserer Experimente variierten wir auch unsere Standorte. So sammelten wir in der ersten Hälfte des Praktikums Daten an der „Banana Bay“ – einer kleinen Flussbiegung in einem Bananenwäldchen. Die zweite Hälfte verbrachten wir an der „Small Bridge“, die ein Stück weiter flussaufwärts lag. Hierdurch können wir gewährleisten, dass die gesammelten Daten keine „Ausnahmefälle“ sind, die nur an einem bestimmten Ort auftreten.

Wir fanden es besonders gut, dass wir die entstandenen Videos auch selbstständig auswerten durften. Dadurch erkannten wir genau, worauf wir achten mussten und ob wir unsere Methodik anpassen mussten. Zum Beispiel merkten wir, dass bei den Intervallen von über 10 Sekunden nicht mehr Wellen produziert wurden als wenn nur ein Angriff erfolgte. Gemeinsam mit David haben wir deswegen entschieden, in den folgenden Tagen insbesondere kleinere Intervalle von 3 oder 5 Sekunden ins Auge zu fassen. Das Team aus Berlin integrierte uns sehr gut in die Forschung, sodass die mexikanischen Studenten und wir Auricher manche Experimente selbstständig durchführen durften. Natürlich stand uns David hierbei zur Seite und half uns, sobald Fragen aufkamen.

Die Daten, die wir zum Schwarmverhalten der Schwefelmollys gesammelt haben, können von den Forschern aus Berlin beispielsweise dazu genutzt werden neue Algorithmen zu entwickeln, die wiederum im KI-Bereich eingesetzt werden können.



DER FLUSS, IN WELCHEM DIE SCHWEFELMOLLYS LEBEN



KATJA (LINKS) UND GRETCHEN (RECHTS) BEIM MESSEN DES SAUERSTOFFGEHALTS UND DER Wassertemperatur des Flusses

Ein typischer Forschungstag in Mexiko und unsere Alltags-Highlights

Nach einem kleinen Frühstück in der Station, was meist aus Brötchen oder Toast und Kaffee bestand, machten wir uns gegen halb neun auf zu den Baños. Auf dem Weg hielten wir immer bei einem Oxxo an. Dies ist eine Kioskkette in Mexiko, die alles an Snacks und Getränken bietet, was man sich für einen Forschungstag in der Sonne Mexikos wünschen kann. Gut versorgt fuhren wir durch die von Regenwald bedeckten Hügel hinauf zur Forschungsstelle, die zum Teil auf dem Grundstück des Kurbades „Haciendas los Azufre“ lag. Dort angekommen wünschten wir den Betreibern des Kurbades „Buenos dias“ und bauten unser Experiment auf. Gegen zwölf Uhr mittags war Lunch angesagt, das aus Tortillas bestand, die wir mit Tomaten, Avocado, mexikanischer Bohnenpaste und scharfer Soße befüllten. Natürlich gab es auch immer eine der außergewöhnlichen, mexikanischen Süßigkeiten, die wir beide zuvor im Oxxo gekauft hatten. Nachmittags verließen wir die Forschungsstelle meist gegen 16 Uhr.

Oft boten uns Jens und David an, nach dem Forschen noch etwas zu unternehmen. So gingen wir an verschiedenen Süßwasserflüssen schnorcheln und konnten hierbei die normalen mexikanischen Mollys, die beeindruckenden Schwertträger und die etwas größeren Buntbarsche beobachten. Wenn wir uns ganz still ins Wasser legten, gewöhnten sich die Fische an unsere Anwesenheit und kamen ziemlich nah, sodass wir ihre tollen Farben und Muster erkennen konnten. Zudem nahm uns Jens mit zu einem nahe der Station gelegenen Regenwald. Wir kletterten ein Stück hinein und konnten zwei besondere Vögel, den Diademmotmot und den Schwarzkopftrogon sehen. In der Station hatte Jens uns beigebracht, unsere Ferngläser richtig einstellen zu können, sodass wir nun einen großartigen Blick auf die Vögel hatten. Zudem überraschte uns ein Brüllaffen-Männchen: Wir waren bereits auf dem Rückweg und hatten nicht mehr mit einem Brüllaffen, den wir sehr gerne sehen wollten, gerechnet. Aus einem Spaß heraus machten wir das Brüllen der Affen nach und tatsächlich – über uns in den Baumkronen antwortete ein Brüllaffe. Er kletterte zu uns hinunter und ließ sich auf einem Baum in



GRETCHEN BEI DER BEOBACHTUNG VON OROPENDOLA-NESTERN



EINE UNSERER SCHNORCHELSTELLEN



DIADEMMOTMOT



DAS BRÜLLAFFEN-MÄNNCHEN

unserer Nähe nieder. Für uns war es ein unglaublich tolles Erlebnis, den Affen in seiner natürlichen Umgebung aus so kurzer Distanz sehen zu können.

Den Abend nach einem Forschungstag ließen wir in verschiedenen mexikanischen Restaurants mit Tacos, Quesadillas, Burritos und Melonensaft oder Cola ausklingen. So manches Mal unterschätzen wir, wie wenig man von einer scharfen Soße auf ein Stückchen Taco geben darf und „verbrannten“ uns ordentlich die Zunge. Oft spielten wir abends noch Karten oder unternahmen mit Jens, Korbi oder Max eine Nachtwanderung auf dem Gelände der Station, um die nachtaktiven Tiere Mexikos sehen zu können. So entdeckten wir neben Vogelspinnen, verschiedenen Geckoarten, Fröschen und Kröten sogar ein Opossum.

Aber auch während unserer „Arbeitszeit“ bei den Baños geschahen einige spannende Dinge: So gelang es zum Beispiel David an einem Tag eine Kaiserboa zu fangen, die wir nach genauer Betrachtung wieder freiließen. An unserem letzten Forschungstag bemerkte Katja außerdem, wie ein Papageienküken, das vermutlich aus einem Nest gefallen war, von einem Braunhähler attackiert wurde. Max rettete es kurzerhand und übergab es den Betreibern des Kurbades, die es nun wieder aufpäppeln werden.



DAS GERETTETE PAPAGEIENKÜKEN

Unser freier Tag in den Bergen

Am Donnerstag unserer zweiten Woche in Mexiko stand unser Off-Day an. An diesem Tag fuhren wir ungefähr eine Stunde lang in Richtung Tapijulapa, das schönste Dorf Tabascos. Auf der Autofahrt konnten

wir die beeindruckenden Berge, an deren Hängen oft grasende Kühe standen, und Palmöl-Plantagen sehen. Unser Ziel waren die Höhle „Cueva de las Sardinas Ciegas“ und die Wasserfälle „Cascadas de Villa Luz“. Nach der Wanderung zu der Höhle, rüsteten wir uns mit Stirnlampen aus und stiegen hinein. Hierbei galt es aufzupassen, denn die Höhle war an vielen Stellen knietief mit ebenfalls schwefelhaltigem Wasser gefüllt und die rutschigen Steine boten wenig Halt. Wir kletterten also zwischen Wasser und Steinen durch die verschiedenen Kammern der Höhle zu einer ganz besonderen Kammer. Diese beherbergte nämlich viele Fledermäuse, die uns, aufgeschreckt durch unser Licht, auf einmal entgegenflogen. Manche Fledermäuse wendeten hierbei erst einige Zentimeter vor unseren Gesichtern ab, was zugleich erschreckend als auch beeindruckend war. Im Wasser der Höhle leben zudem die Höhlenmollys, die unseren Schwefelmollys sehr ähnlich sind.

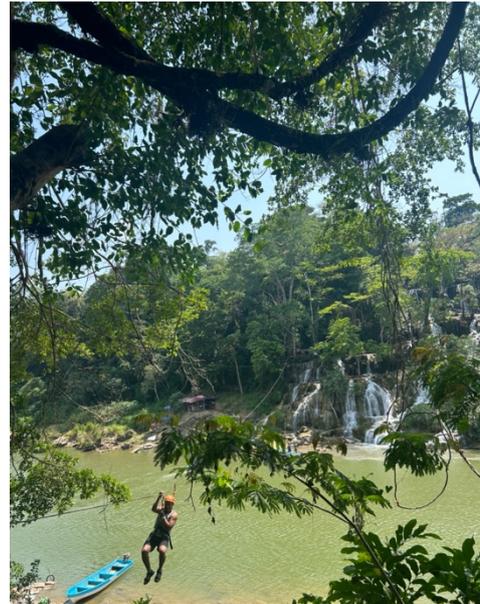
Danach badeten wir in den beeindruckend schönen Cascadas de Villa Luz. An einem bestimmten Punkt verbarg sich hinter dem Wasserfall sogar eine Art kleine Höhle, in die wir klettern konnten. Gut abgekühlt zogen wir uns schnell etwas über und kehrten über eine Zip-Line, von der man eine großartige Sicht auf die Cascadas und einen breiten Fluss hatte, zu unseren Autos zurück.

Wir besuchten anschließend eine zweite, diesmal trockene Tropfsteinhöhle mit dem Namen „Muku Chen“, in der wir eine Krokodilnachtechse und verschiedene Vampirfledermausarten zu Gesicht bekamen. Neben dem Kammzahnvampir und dem Weißflügelvampir lebt dort auch der Gemeine Vampir. Dies ist eine Fledermausart, die sich ausschließlich von dem Blut anderer Tiere, meist dem von Pferden oder Kühen, ernährt und zusätzlich eine überraschende Fähigkeit zeigte: Diese Fledermäuse können hüpfen. Sie nutzen diese Eigenschaft unter anderem, um sich dem schlafenden Wirtstier unbemerkt zu nähern.

Am Nachmittag stärkten wir uns in einem Restaurant in Tapijulapa und kehrten schließlich zurück in die Station.

Das Ende unseres Praktikums

Da wir sehr gut mit der Forschung vorangekommen waren, beendeten wir die Feldarbeit bereits am Samstag. Danach hieß es Sachen packen und am Sonntag zurück nach Villahermosa fahren. Dort angekommen verbrachten wir den Nachmittag des letzten richtigen Tages im Pool des Hotels Holiday Inn und konnten uns von den vergangenen Tagen in der Sonne erholen. Am Montag besuchten wir mittags außerdem den Park „Parque museo La Venta“ in Villahermosa, in welchem wir die „Olmec colossal heads“, besichtigten. Dies sind riesige, mehrere Tonnen schwere Steinköpfe, die von den Olmeken, einer frühen Hochkultur Mexikos, vor ungefähr 3000 Jahren gefertigt wurden. Außerdem leben in dem Park eine Menge, sehr zutraulicher



DIE ZIP LINE UND IM HINTERGRUND DIE CASCADAS DE VILLA LUZ



KATJA VOR EINEM DER „OLMEC COLOSSAL HEADS“

Nasenhären. So konnten wir noch ein weiteres Tier Mexikos kennenlernen und auch etwas über die Geschichte Mexikos erfahren.

Nachmittags begaben wir uns auf die Reise zurück nach Berlin, wo sich unser Weg von dem des Forschungsteams trennen sollte. Wir verbrachten die Nacht in einem Hotel nahe dem Hauptbahnhof, bevor wir am Mittwoch mit der Bahn nach Ostfriesland zurückkehrten.



EIN NASENBÄR IM PARQUE MUSEO LA VENTA

Während unserer Zeit in Mexiko konnten wir viele unvergessliche Erfahrungen sammeln: Wir lernten, was „Forschung“ in der Praxis bedeutet und was es heißt, Teil eines internationalen Forschungsteams zu sein. Zudem durften wir viele der beeindruckenden Tiere Mexikos in ihrer natürlichen Umgebung beobachten, wobei der Motmot, die Kaiserboa und der Krallengecko zu unseren Favoriten zählen – nicht zu vergessen, unsere Begegnung mit dem Brüllaffen. Im Austausch mit Arturo, Alejandro und Jose erfuhren wir zudem eine Menge über das Leben in Mexiko und lernten von ihnen sogar unsere ersten spanischen Sätze.



KRALLENHECKO

Insgesamt konnten wir in wissenschaftlicher, aber besonders in persönlicher Hinsicht viel aus diesem Praktikum mitnehmen, weswegen wir an dieser Stelle Jens, David, Korbi und Max danken möchten. Sie begegneten uns von Anfang an enorm aufgeschlossen, integrierten uns sehr gut in ihre Forschung und bemühten sich, dass wir so viel wie möglich auf dieser Reise sehen und erleben konnten. Zusätzlich gilt unser Dank Josef Antony, Claudia Groen, Volker Engelbart und Patrick Arians, welche solche Praktika im Rahmen der Auricher Wissenschaftstage überhaupt erst möglich machen. Wir verbrachten in Mexiko nicht nur eine sehr aufregende und lustige, sondern vor allem eine inspirierende Zeit.

Gretchen und Katja



DAS FORSCHUNGSTEAM

