

umwelt



Der Wald, aus dem die Cholera kam

Auf den Spuren Robert Kochs in der immergrünen Mangrove

Marc Einsporn

Leibniz-Zentrum für Marine Tropenökologie (ZMT) GmbH,
AGROLAB GmbH

Im nördlichen Golf von Bengalen, beidseitig der Grenze zwischen Indien und Bangladesch, erstreckt sich der größte Mangrovenwald der Erde. Mit Süßwasser aus den Flüssen Ganges und Brahmaputra gespeist, gehören die tropischen Sundarbans, die u.a. auch den Bengaltiger beheimaten, zu den produktivsten Ökosystemen der Welt.

Marc Einsporn, Jg. 1984, hat nach seiner Berufsausbildung zum Chemielaboranten ein Bachelor- und Masterstudium der Biotechnologie mit Schwerpunkt „Marine Bioressourcen“ abgeschlossen. Der staatlich geprüfte Forschungstaucher hat an diversen Forschungs-(tauch-)reisen in polare und tropische Regionen in Zusammenarbeit mit dem Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung in Bremerhaven teilgenommen. Zuletzt stand ein halbjähriger Forschungsaufenthalt in Thailand auf dem Programm. Im Rahmen seiner Tätigkeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Leibniz-Zentrum für Marine Tropenökologie, Bremen (www.zmt-bremen.de) begab er sich auf einen einjährigen Forschungsaufenthalt ins indische Kolkata (Kalkutta), währenddessen diverse Probenahmen in den Sundarbans sowie dem Ganges auf dem Programm standen. Er ist u.a. Gründer und Koordinator des internationalen Meeresforscher-Nachwuchs-Netzwerkes YOUMARES (www.youmares.net) und Mitbegründer des Projektes PLARIMAR (Plastic in Rivers and the Marine Realm, www.plarimar.de). Gegenwärtig ist er Promotionsstudent am Fachbereich Chemie/Biologie der Universität Bremen und Produktmanager im Bereich Wasser-, Abwasser- und Klärschlamm-analytik bei der AGROLAB GmbH (www.agrolab.eu).



Der schier endlose Wald wird von mannigfaltigen weiteren Tierarten bewohnt. Das Schema von Fressen und Gefressen werden spiegelt den natürlichen Kreislauf wider und ist in unseren Köpfen seit jeher verankert. Raubtiere erwecken in uns alleine durch ihr Aussehen Furcht. Doch viel größer ist häufig die unsichtbare Gefahr aus der Welt der Mikroorganismen.

Mit auflaufendem Wasser wird das Feuchtgebiet über zahlreiche Kanäle überflutet. Mit dem einströmenden Seewasser erweitert sich der Lebensraum für aquatische Organismen und eine Vielzahl von Austauschprozessen zwischen Sediment und Wassersäule kann stattfinden. In Abhängigkeit von den lokalen Verhältnissen werden gelöste Stoffe und feste Substanzen aus den Mangrovenwäldern ausgewaschen oder eingetragen. Dazu gehören u.a. anorganische Nährstoffe wie Ammonium, Nitrat, Nitrit, Silikat und Phosphat sowie allerlei organische Verbindungen, die die Grundlage für die Primärproduktion darstellen. Als UNESCO Weltnaturerbe und Biosphärenreservat sind in den Sundarbans, was in der bengalischen Sprache schöner Wald bedeutet, die lokalen anthropogenen Einträge auf ein Minimum reduziert, sodass natürliche Stoffflüsse hier besonders gut beobachtet werden können.

Geschichte der Cholera

Erste Aufzeichnungen zum Auftreten des Gallenbrechdurchfalls wurden bereits etwa 600 vor Christus im indischen Gangestal angefertigt. Doch erst der deutsche Mikrobiologe und Mediziner Robert Koch 1884 erfasste während seiner Reise nach Kalkutta den Zusammenhang zwischen der Krankheit Cholera und der Ansteckungsgefahr durch *Vibrio cholerae*. Wenige Jahre später fielen trotz des fortgeschrittenen Kenntnisstandes in Hamburg mehr als 8.000 Menschen dem Keim zum Opfer. Auch im 20. und 21. Jahrhundert traten vereinzelt tödliche Epidemien auf, obwohl der Großteil der Infektionen symptomfrei verläuft. Zu medialer Aufmerksamkeit gelangte die Krankheit erst wieder, als 2010 auf Haiti eine halbe Million Menschen an Cholera erkrankte und es für mehrere tausend Patienten keine Heilung gab. Auch heute ist die Lage vereinzelt noch kritisch, obgleich das Medieninteresse versiegt. Doch was sind die Ursachen der Infektion?

Dem Choleraerreger auf der Spur

Obgleich sich bereits Mitte des 19. Jahrhunderts mehrere Wissenschaftler mit den Eigenschaften der Art *Vibrio cholerae* beschäftigten, die der

italienische Anatom Filippo Pacini bereits dreißig Jahre vor Robert Koch entdeckte, wurden zwar die Auswirkungen auf den menschlichen Körper von Medizinern studiert sowie Vorbeugungs- und Behandlungsmaßnahmen entwickelt, aber ganzheitliche, systemische Ansätze zu Erforschung kompletter Kausalketten waren damals weder in Mode noch bezahlbar. So kam es, dass erst weitere 125 Jahre vergehen mussten, bis sich Forschergruppen weltweit mit dieser Thematik beschäftigen. Zudem verhalfen bahnbrechende Entwicklungen in der instrumentellen chemischen Analytik und molekularbiologischen Technik zur Möglichkeit, komplexere Fragestellungen bis ins kleinste Detail zu durchdringen – von den Probenahmen in der Natur bis hinunter auf die Molekülebene der Proteine.

Während Pacini postulierte, die Cholera würde durch üble Düfte übertragen, korrigierte Koch diese Annahme und entdeckte verunreinigtes Wasser als Infektionsweg. Weitere Untersuchungen brachten die Sundarban-Mangroven als Ursprung der gefährlichen Vibrios ans Licht und die Wiege der Cholera konnte eingegrenzt werden. Daraus ergab sich eine Vielzahl weiterer Fragen. Allein die Spezies *V. cholerae* umfasst 70 Stämme, dabei lösen wenige die tod-



Fraktionierung des Wassers mithilfe von Planktonnetzen. So werden im Feld bzw. auf dem Wasser direkt Schwebstoffe, Bakterien und aufschwimmendes Material voneinander getrennt und analysiert.



Chemisches Behelfslabor in Kolkata mit der Hauptaufgabe der Trennung des partikulären Materials zur separaten Analyse.

Ihr Laborfachhandel für Wirtschaftlichkeit und Qualität

bringende Krankheit aus. Als einer der humanpathogenen Hauptkandidaten wurden die Stämme O:1 und (im Jahre 1992 in Bangladesch) O:139 identifiziert. Sie produzieren ein so genanntes Enterotoxin, das zu einer schwer wiegenden Magen-Darm-Entzündung führt. Allerdings ist *V. cholerae* nicht per se pathogen.

Vom natürlichen Bakterium zum todbringenden Erreger

Wie geht die Verwandlung vom ungefährlichen Bakterium zum todbringenden Erreger vonstatten? Wie kommen die salzliebenden Bakterien aus dem Brackwasser des Mündungsdeltas in das Trinkwasser der Bevölkerung?

Zwischen Feldforschung und Labor

Eine im Labor erforschte Möglichkeit der Metamorphose ist die Infektion der Bakterien durch Vibriophagen, einem speziellen Virus für *V. cholerae*-Bakterien. Auch in der natürlichen Umgebung, im Wasser der Sundarbans, konnten sowohl *V. cholerae* als auch entsprechende Phagen gefunden werden. Doch welche Umstände führen zu ihrem Aufeinandertreffen? Aufgrund welcher Umgebungsbedingungen sind die Sundarbans für die Vereinigung der Phagen und Vibrios besonders geeignet? Der Schlüssel liegt in der genauen Untersuchung der physiko- und biogeochemischen Parameter, die sich abhängig von Jahreszeit, Gezeitenstand und Mondphase ändern.

Das Schmelzen der Gletscher im Himalaya führt im Frühjahr zu erheblichen Pegelanstiegen im Ganges und somit auch zu erhöhtem Süßwasserantrag in das riesige Ästuar, das, im Ganges-Brahmaputra-Delta von den weiten Mangrovenwäldern umgeben, in den nördlichen Golf von Bengalen



Unterschiedliche Filter zeigen die verschiedenen Zusammensetzungen des gelösten Materials in der Mangrove, abhängig von Tageszeiten, Gezeitenstand und jeweiliger Saison.

► **Fachberaterteam**
Innen- und Außendienst

► **Markenprodukte**
zu Festpreisen

► **Gefahrgut Logistik**
24 Stunden Service

► **Pipetten-Service**
gemäß DIN EN ISO 8655

► **Zertifiziert**
gemäß DIN EN ISO 9001:2008
gemäß DIN EN ISO 13485:2012

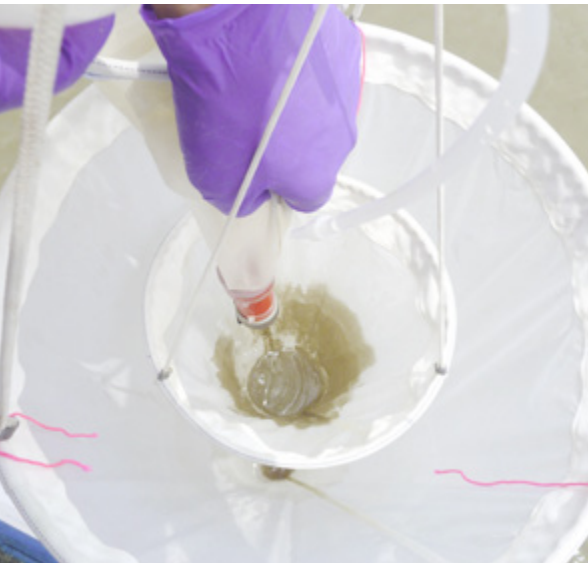
Besuchen Sie uns auf der
Analytica in München
1.- 4. April 2014 · Halle B1 · Stand 520

DIAGONAL GmbH & Co. KG

Havixbecker Straße 62
D-48161 Münster
info@diagonal.de
www.diagonal.de



Kompetent
Innovativ
Flexibel



Ein Blick ins Planktonnetz verdeutlicht die unterschiedlichen Größen der Schwebstoffe im Wasserkörper der Mangrove.



Ausspülen der Planktonnetzbecher, um die gesammelte Bakterien-Schwebstoff-Mischung direkt weiterzuuntersuchen.



Typischer Gezeitenkanal in den Sundarban-Mangroven. Bei Flut füllt sich der Kanal bis knapp unter die grünen Äste der Mangrovenpflanzen mit Wasser.

mündet. Im Mai beginnt die Regenzeit, in der durch den Monsun über Wochen bis zu 3m Niederschlag fallen. Das durch Schifffahrt, an den Ufern gelegene Industrie und religiöse Massensrituale belastete Flusswasser bringt zusätzliche gelöste und partikuläre Nährstoffe in die Region ein. Lokale Überschwemmungen ermöglichen ein Aufeinandertreffen von Süß- und Salzwasser, das den Austausch von in den Wasserkörpern lebenden Mikroorganismen begünstigt.

Die Bewohner der Sundarbans leben auf, am und mit dem Wasser. Während die Männer dem Fischfang von kleinen Booten aus nachgehen, fangen Frauen und Kinder im Uferbereich juvenile Fische und Garnelen mit Netzen. Die Panzer der Krustentiere scheinen nach neuesten Erkenntnissen an der Übertragung von Cholera beteiligt zu sein. Hier spielt das Polysaccharid Chitin eine Schlüsselrolle. Vibrios produzieren Chitinase, ein Enzym, mit dessen Hilfe sie Chitin abbauen und verdauen. Das wasserunlösliche Chitin befindet sich als Bestandteil von Ruderfußkrebse, Algen oder Schalenresten in Partikelgröße im Wasser. Es herauszufiltern, um die anhaftenden Mikroorganismen zu analysieren, stellt einen weiteren wichtigen Schritt zum Verständnis der Verbreitung der Vibrios dar. Es wird auch vermutet, dass die gefährlichen Mikroorganismen über lebende Krebse übertragen werden. Sie werden von den Frauen gefangen und auf den Märkten Westbengalens feilgeboten. Das feuchtwarme Klima, mangelnde Hygienestandards und das fehlende Gefahrenbewusstsein eröffnen Pfade für gefährliche Bakterien in die heimische Küche.

Wasser bringt Leben und Tod

Sauberes Trinkwasser ist ein kostbares Gut, das in den ländlichen Gebieten Indiens und Bangladeschs nur schwer zugänglich ist. Wie das Beispiel des Farakka-Staudammes zeigt, ist Wasser in der Ganges-Brahmaputra-Region auch ein politisches Druckmittel. Mithilfe des Damms wird das Wasser des Ganges je nach Bedarf in den indischen Fluss Hooghly abgezweigt, um ihn ganzjährig bis Kalkutta schiffbar zu machen. Das Wasser, das bereits über diesen kurzen Weg in den Golf von Bengalen fließt, bleibt den Menschen in Bangladesch so vorenthalten. Nach aktuellen Erhebungen der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vom August 2011 gibt es derzeit jährlich ca. 3 bis 5 Mio. Cholerafälle und 100.000 – 120.000 Infektionen mit Todesfolge, obwohl 80% der infizierten Patienten erfolgreich mit einfachsten Mitteln behandelt werden. Eine Aufklärung über die Notwendigkeit der Einhaltung von Hygienemindeststandards, sauberes Trinkwasser und ein funktionierendes Abwasser-

system sind einfache Mittel, um die Krankheit weiter einzudämmen.

Es ist deshalb notwendig, systemische Freilandforschung zu betreiben und dabei die örtlichen Gegebenheiten zu untersuchen, um die Lebensumstände der Menschen in den gefährdeten Gebieten einschätzen zu können. Mit Erkenntnissen über frühe Entwicklungsstadien in Abhängigkeit von saisonalen Faktoren lassen sich im Idealfall weitere Vorhersage- und Warnmechanismen entwickeln, um die ländliche Bevölkerung vor der Krankheit zu schützen.

Wissenschaftliche Erkenntnisse der letzten fünf Jahre

Jeder, der einmal außerhalb des Labors Analytik betrieben hat, kennt die Unwegsamkeiten, die sich bereits in Deutschland unter freiem Himmel auftun. Die regelmäßige Beprobung eines abgelegenen, tropischen Gebietes wie das der Sundarbans erfordert akribische Vorbereitungen, Improvisationsgeschick, Diplomatie und stellt höchste Herausforderungen an Logistik, Technik sowie Personal. Ein kürzlich veröffentlichter Beitrag beschreibt unseren Ansatz der synchronisierten Probenahme an zwei Orten des Ganges. Aufgrund dieser Herangehensweise konnten wir das Zusammenwirken von wasserchemischen und bakteriellen Parametern im Gezeiten- und Saisonverlauf beobachten. Zudem konnten wir eine benthopelagische Kopplung der Vibriodynamik feststellen [1]. Kollegen stellten fest, dass sich *V. cholerae* in Abhängigkeit von der Jahreszeit an chitinhaltige Ruderfußkrebse oder an deren abgestorbene Reste haftet und zudem gehäuft mit Phytoplankton vergesellschaftet vorkommt [2]–[4]. Spannenderweise entdeckten die Fachleute ähnliche Zusammenhänge auch für andere umweltabhängige Infektionskrankheiten [5] und im Falle von *V. cholerae* auch entlang der afrikanischen Westküste [6].

→ marc.einsporn@agrolab.de

Literatur

- [1] P. Batabyal, M. H. Einsporn, S. Mookerjee, A. Palit, S. B. Neogi, G. B. Nair, and R. J. Lara (2014) *Sci. Total Environ.*, vol. 472, no. 0, 154–161
- [2] S. B. Neogi, M. S. Islam, G. B. Nair, S. Yamasaki, and R. J. Lara (2012) *Well. Ecol. Manag.*, vol. 20, no. 3, 271–285
- [3] R. Lara, S. Neogi, M. Islam, Z. Mahmud, S. Islam, D. Paul, B. Demoz, S. Yamasaki, G. Nair, and G. Kattner (2011) *Well. Ecol. Manag.*, vol. 19, no. 1, 109–119
- [4] R. Lara, S. Neogi, M. Islam, Z. Mahmud, S. Yamasaki, and G. Nair (2009) *EcoHealth*, vol. 6, no. 2, 279–286
- [5] R. J. Lara, M. S. Islam, S. Yamasaki, S. B. Neogi, and G. B. Nair (2011) *Treatise on Estuarine and Coastal Science*, Editors-in-Chief: Eric Wolanski and Donald McLusky, Eds. Wallingford: Academic Press, 263–299
- [6] S. B. Neogi, B. P. Koch, P. Schmitt-Kopplin, C. Pohl, G. Kattner, S. Yamasaki, and R. J. Lara (2011) *Biogeosciences*, vol. 8, 3747–3759

Foto © istockphoto.com | apomares