

Ökologie in Fukushima: Was haben wir gelernt?

Die biologischen Auswirkungen des Super-GAU von Fukushima wurden bis jetzt kaum erforscht

Es scheint global einen wichtigen Bewusstseinswandel zu geben, was die vielfältigen Beeinträchtigungen des Planeten durch den Menschen betrifft. Endlich erkennen die Menschen überall an, dass das Leben auf diesem Planeten im letzten Jahrhundert tiefgreifend und unumkehrbar von menschengemachten Einflüssen geprägt wurde. Der Klimawandel, der Anstieg des Meeresspiegels und eine Unmenge von Vergiftungen sind für die Ökosysteme der Erde Herausforderungen mit katastrophalen Auswirkungen auf biologische Systeme und Prozesse. Diese Auswirkungen könnten die Widerstandsfähigkeit des Planeten übersteigen. Auf der Erde gibt es keinen Ort, der von diesen Störungen nicht betroffen ist. All unsere Angriffe auf den Planeten haben zu einem sechsten globalen Massensterben geführt.

Während angesichts des Klimawandels der „geringe CO₂-Fußabdruck“ der Atomenergie attraktiv erscheinen mag, wird nicht allgemein anerkannt, dass AKWs als normaler Teil des täglichen Betriebs große Mengen radioaktiver Abwässer freisetzen, deren gesundheitliche Auswirkungen weitgehend unbekannt sind. Unmöglich ist es jedoch, die radioaktiven Freisetzungen von mehr als 200 Atomunfällen im Zusammenhang mit der Atomenergie zu ignorieren, insbesondere die beiden Super-GAUs von Tschernobyl (1986) und Fukushima (2011). Bei beiden Unfällen wurden enorme Mengen an Radioaktivität freigesetzt, obwohl inzwischen anerkannt ist, dass die Katastrophe von Tschernobyl etwa das Zehnfache an Ra-

dioaktivität freisetzte und dass aufgrund der Wetterverhältnisse im März 2011 der größte Teil des Fukushima-Fallouts nicht an Land, sondern im Pazifik landete.

Zehn Jahre seit Fukushima – Was haben wir gelernt?

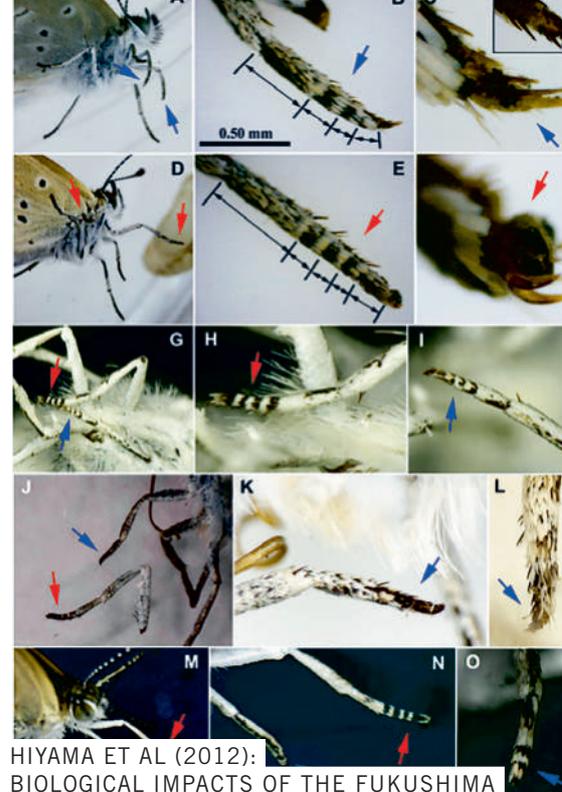
Um diese Frage zu beantworten, folgte ich einem einfachen Ansatz und verschaffte mir anhand des Web of Science (WoS) einen Überblick über die wissenschaftlichen Literatur. Mein erster Eindruck war, dass in den letzten zehn Jahren Unmengen an neuem Wissen zu diesem Thema erzeugt worden sind – 7.840 wissenschaftliche Arbeiten. Eine genauere Betrachtung ergab aber, dass sich der Großteil dieser Arbeiten mit verschiedenen Aspekten der Verteilung und Häufigkeit von Radionukliden im Zusammenhang mit dem Super-GAU beschäftigte und nicht mit den Folgen der radioaktiven Strahlung. Tatsächlich basiert eine beträchtliche Anzahl dieser Veröffentlichungen eher auf mathematischen Modellen als auf empirischen Daten – weshalb ihre Schlussfolgerungen weitgehend spekulativ sind. Außerdem gibt es bei vielen der Veröffentlichungen etliche Überschneidungen und Wiederholungen. Das soll nicht heißen, dass solche Untersuchungen nicht nützlich sind! Sie sind es sehr wohl und sollten der erste Schritt in jeder detaillierten Analyse der Beziehung zwischen Radionukliden und betroffenen Teilen der Biosphäre sein – seien es Pflanzen, Tiere oder Menschen. Zum Beispiel hat Dr. Ken Buesse-

Hole Oceanographic Institute, umfangreiche Publikationen zur Verteilung und zu Bewegungen von Radionukliden auf der Grundlage von Messungen im Meer veröffentlicht. Diese gehören zu den meistzitierten und einflussreichsten Arbeiten zum Thema. Enttäuschend ist jedoch, dass die Bewertung der Auswirkungen dieser Radionuklide auf biologische Systeme nur minimal weiterverfolgt wurde. Selbst dort, wo wir wissen, dass die Konzentrationen hoch sind, wurde kaum genetische, physiologische oder ökologische Forschung betrieben.

Wenn wir schauen, wie oft jede dieser Arbeiten zitiert wurde, ist das Papier der Forschungsgruppe um Joji Otaki zu den biologischen Auswirkungen des Atomunfalls auf den Schmetterling *Pseudozizeeria maha* („pale gras blue butterfly“ – Hiyama et al 2012), das in dieser Rangliste erst auf Platz 46 kommt, das erste, das sich wirklich auf nicht-menschliche biologische Auswirkungen der radioaktiven Komponenten der Katastrophe bezieht. Otakis Team war sehr aktiv und hat bis heute etwa 60 Publikationen zu diesem Schmetterlingssystem veröffentlicht. Damit hat sie die komplexen multigenerationalen Wechselwirkungen zwischen der radioaktiv verstrahlten Umwelt und diesem Beispiel-Insekt konsequent und überzeugend erforscht. Zu den wichtigsten Ergebnissen gehören starke Hinweise auf Mutationen, die durch Radioaktivität ausgelöst wurden und sich auf die Gesundheit der Tiere und die Populationsstärken auswirken.



PSEUDOZIZEERIA MAHA /
PALE GRASS BLUE BUTTERFLY



HIYAMA ET AL (2012):
BIOLOGICAL IMPACTS OF THE FUKUSHIMA
NUCLEAR ACCIDENT ON THE PALE GRASS
BLUE BUTTERFLY / CC BY-NC-SA 3.0

Atomindustrie (z.B. in Japan von TEPCO) oder von Agenturen, die mit Aufsichts- und Sicherheitsfragen zu tun haben (z.B. der IAEA und ihren Zweigstellen). Die unglückliche Realität der modernen Welt ist, dass sehr wenig passiert, wo es keine finanziellen Investitionen gibt – und die Grundlagenforschung ist da keine Ausnahme.

Zehn Jahre nach der Katastrophe von Fukushima haben wir etwas mehr über die biologischen Auswirkungen von Strahlung in natürlichen Systemen gelernt. Doch die meisten der wichtigen Veränderungen, die aufgetreten sind, haben wir verpasst, weil niemand da war, um Messungen vorzunehmen. In Tschernobyl ist die Situation etwas besser, vor allem, weil der Super-GAU dort ein viel größeres Ereignis war – außerdem ist die Umgebung dort logistisch besser zugänglich. Es ist noch viel zu lernen über die ökologischen und gesundheitlichen Auswirkungen ionisierender Strahlung. Doch Fortschritt erfordert Investitionen.

Dokumentation des Vortrages von Timothy Mousseau: www.fukushima-disaster.de

Prof. Timothy Mousseau ist Biologe an der University of South Carolina. Er hat die Strahlenfolgen in Tschernobyl und Fukushima untersucht.



Es gibt eine Handvoll Arbeiten, die klassische radioökologische Methoden anwenden, um mögliche biologische Folgen zu untersuchen – aber mit wenigen Ausnahmen handelt es sich dabei um hypothetische Erkundungen dessen, was möglich ist angesichts unseres begrenzten Verständnisses der Radionuklidbewegung durch das Ökosystem. Auch der Wert dieser Untersuchungen ist begrenzt, da wir die tatsächliche Schädigung von Organismen, die in den betroffenen Regionen von Fukushima leben, viel eingehender untersuchen müssten.

Eine Ausnahme ist die Studie von Jacqueline Garnier-Laplace und Kollegen (2015), die moderne radioökologische Methoden einsetzt, um wahrscheinliche Dosen für Tausende Vögel abzuschätzen, die Anders Møller und Kollegen in Fukushima 2011-14 untersuchten. Bei dieser Reanalyse stellte sich heraus, dass eine Berechnung der Dosen grundsätzlich zu ähnlichen Ergebnissen führte wie die Untersuchungen, die auf einfachen Messungen der Umgebungsstrahlung beruhten, außerdem gaben sie der Studie die dringend nötige zusätzliche Stringenz. Die wichtigsten Er-

gebnisse waren, dass Vogelreichtum und -vielfalt in stärker radioaktiv belasteten Gebieten signifikant niedriger waren und dass dies wahrscheinlich mit der Strahlendosis zusammenhing, der die Tiere ausgesetzt waren. Mit demselben Ansatz analysierte das Team die Verteilung und Populationsstärke von Säugetieren in Tschernobyl – mit fast gleichem Ergebnis (Beaugelin-Seiller et al. 2020).

Außerdem gibt es ein paar Dutzend Studien über japanische Makaken, Blattläuse, Wildschweine, Kühe sowie andere Arten. Zumeist war jedoch der Umfang dieser Studien zu klein, oder sie waren nicht wiederholbar und haben keinen wesentlichen signifikanten Beitrag zum Verständnis des Ökosystems von Fukushima bzw. der Strahleneffekte im Allgemeinen geleistet. Schuld an diesem Mangel ist anscheinend, dass der Fokus der Forschung auf radioökologischer Forschung (zur Bewegung von Radionukliden) liegt – zulasten der ökologischen Grundlagenforschung

Das kommt nicht unerwartet – denn die überwiegende Mehrheit der Gelder für die Strahlenökologie kommt entweder von der