

nahezu alle Körperfunktionen und Stoffwechselvorgänge verantwortlich. Der ererbte „Code“ aber, den die DNS enthält, bestimmt letzten Endes darüber, welche und wie viele dieser Stoffe auf Befehl der m-RNS produziert werden, und wann und wo dies zu geschehen hat. Die DNS steuert damit nicht nur die Entwicklung eines bestimmten Organismus von der Eizelle zum ausgewachsenen Wesen, sondern sie lenkt darüber hinaus indirekt auch die Art und Weise, wie dieser Organismus auf seine Umwelt-Einflüsse reagiert.

Ponnamperuma sagte sich nun: Eine der wichtigsten Voraussetzungen für die Entstehung des Lebens auf der Erde muß es gewesen sein, daß jene chemischen Bauelemente, aus denen die DNS und die RNS bestehen, existieren und sich miteinander verknüpfen. Nur wenn genügend viele dieser Nucleotide zusammenfanden und jene strickleiterförmigen Gebilde aus ihnen hervorgehen konnten, lag eine genügend kompliziert gebaute Substanz vor, von der man annehmen konnte, daß sie den codierten Plan zum Aufbau eines Lebewesens in sich barg.

Um unter möglichst naturgetreuen Bedingungen zu arbeiten, rekonstruierten die NASA-Forscher in ihrem Labor zunächst die irdische Ur-Atmosphäre vor etwa drei Milliarden Jahren, als das Leben auf der Erde entstand. Die damalige „Luft“ unterschied sich von der unseren in mancherlei Hinsicht: Sie besaß noch keinen freien Sauerstoff, sondern war ein stickiges Gemisch aus Methan, Ammoniak, Wasserstoff und Wasserdampf. In dieses Gasgemisch schickten die Wissenschaftler ultraviolettes Licht als Ersatz für die Sonnenstrahlung. Die damit zugeführte Energie ließ Formaldehyd entstehen, aus dem später zwei verschiedene Zuckerarten, Ribose und Desoxyribose, hervorgingen. Beide Zucker sind als Drittelteile der gesuchten Nucleotide bekannt. Um die restlichen zwei Drittel Bestandteile zu bekommen, erhitzte Ponnamperuma Uridin, eine Kombination von Zucker und einer Base, zusammen mit einem Phosphat. Er erhielt Diuridylsäure, das erste Nucleotid, das unter den Bedingungen einer künstlich hergestellten irdischen Ur-Atmosphäre gewonnen werden konnte.

Ponnamperumas große Stunde schlug, als es ihm gelang, zwei Moleküle dieses künstlichen Nucleotids im Versuch aneinanderzukoppeln und damit einen Weg zu zeigen, auf dem unter natürlichen Bedingungen die Bausteine der DNS und RNS zusammengefunden haben könnten.

Künstliche Phagen-RNS

Professor Sol Spiegelman, einem Mikrobiologen an der Universität Illinois, und seinen Mitarbeitern gelang es, eine Substanz künstlich herzustellen, die in der lebenden Zelle nicht nur getreue Kopien ihrer selbst fabriziert, sondern auch die Massenproduktion bakterienbefallender Viren (Phagen) vom Typus „phi-Beta“ veranlassen kann.² Spiegelman und seine Mitarbeiter gingen von einer Grunderkenntnis der Phagen-Biologie aus. Sie besagt, daß ein Phage (genauer: dessen RNS) im Innern der Bakterienzelle die als „Eiweißfabriken“ bekannten Ribosomen zur Herstellung wenigstens zweier Proteine veranlaßt: erstens eines Enzyms, das man „Replicase“ nennt, weil es für die Selbstvermehrung der Phagen in der Bakterienzelle gebraucht wird, und zweitens des Baumaterials für die Proteinhülle dieser Phagen. (Die Phagen bestehen normalerweise nur aus einer dochtartig im Innern einer Proteinhülle liegenden RNS.)

Es gelang Spiegelman, das Replicase-Enzym aus befallenen Bakterienzellen chemisch zu isolieren. Auch der Beweis dafür, daß es wirklich die Replicase war, ließ sich erbringen. In einer „Nährsuppe“ aus winzigen Mengen extrahierter Phagen-RNS und großen Mengen einzelner „Bausteine“ für diese RNS (Nucleotide) bildeten sich große Mengen RNS-Moleküle, sobald man das Enzym hinzufügte. Zum Vergleich: Auf einem Baugelände befinden sich ein Musterhaus (die extrahierte Phagen-RNS) und ein wirrer Haufen Bausteine (die Nucleotide). Mit dem Enzym Replicase erscheinen zugleich der Architekt und die Bauarbeiter, um mit den Bausteinen lauter gleiche Häuser (die neu entstandenen RNS-Moleküle) zu bauen.

Die Frage war nun, ob die dank des Enzyms und der extrahierten „Muster“-RNS entstandenen RNS-Moleküle ihrerseits in der Lage waren, sich wie eine natürliche Phagen-RNS zu verhalten und Bakterienzellen zur Produktion von Phagen zu veranlassen. Auch dies traf zu. Um aber die Probe aufs Exempel mit der in der „Nährsuppe“ künstlich produzierten RNS zu machen (also den „nachgebauten“ Häusern in unserem Vergleich), schaltete Spiegelman vor sein Experiment einen extremen Verdünnungsversuch. Insgesamt 15mal verdünnte er die lebhaft sich vermehrende RNS mit einer

Nährlösung, die ausschließlich Enzym und Nucleotide, nicht aber natürliche Phagen-RNS enthielt. So war schließlich garantiert, daß die im 15. Aufguß befindlichen RNS-Moleküle ganz sicher künstlich gezüchtet waren. Und siehe da, das „Wunder“ fand statt: Infizierten die Forscher Bakterien mit der künstlichen RNS, dann fingen die Zellen an, phi-Beta-Phagen zu produzieren, als wäre nicht künstlich erzeugte, sondern natürliche Phagen-RNS in sie eingedrungen.

Auch das Spiegelmansche Experiment kann in seiner Bedeutung kaum unterschätzt werden. Angenommen es gelänge, die RNS eines Phagen oder eines Virus chemisch nachzubilden, und angenommen, dies gelänge auch mit dem Replicase-Enzym, dann könnte man Viren mit möglicherweise neuen Erbeigenschaften in beliebiger Menge herstellen. Auf die Konsequenzen, die sich daraus für eine biologische Kriegführung und für die Medizin ergeben (Impf-Seren, für deren Herstellung keine lebenden Viren mehr benötigt würden), kann hier nicht näher eingegangen werden.

*

Ebenso weitreichend sind die weltanschaulichen Folgerungen aus beiden Versuchen. Zeigt uns doch die oft so abfällig beurteilte „Materie“ immer deutlicher, welche ungeheuren Möglichkeiten in ihr schlummern. Je besser wir diese Möglichkeiten kennenlernen, um so weniger haben wir Veranlassung dazu, hinter den Lebensvorgängen übernatürliche Kräfte zu vermuten. Das darf uns aber nicht erschrecken, sondern sollte vielmehr dazu beitragen, unsere Ehrfurcht vor dem Leben zu vertiefen.

Dr. Heinz-Georg Klös

Kaziranga

Ein Besuch
des Panzernashorn-Reservats

IM TALE DES BRAHMAPUTRA, im assamesischen Bezirk Sibsagar, liegt das Kaziranga Wild Life Sanctuary, den Zoologen als eine der letzten Zufluchtsstätten des Indischen oder Panzer-Nashorns bekannt. Im November 1964 konnte ich während eines 14tägigen Aufenthaltes auf täglichen Ritten in das Innere des Reservats einen kleinen Einblick in seine Tierwelt gewinnen.

Das Kaziranga-Reservat umfaßt 430 km² flachen, sumpfigen Geländes. Vorherrschend ist das Elefantengras, das dichte Dschungel von etwa 5–6 m Höhe bildet. In den „Rohrwäldern“ eingestreut sind Lichtungen und flache Mooren mit einer dichten Decke von Wasserhyazinthen. Galeriewälder säumen die Ufer des Brahmaputra und die seiner kleinen Seitenarme, und hier fallen neben den Akazienarten vor allem die Indischen Seidenwollbäume auf. Die nördliche Grenze des Reservats bildet das Flußbett des Brahmaputra, die südliche die Hauptverkehrsstraße zwischen den Städten Jorhat und Gauhati. Diese unnatürliche Grenze wird verständlicherweise von den Tieren des Reservats kaum beachtet, und wilde Elefanten und Nashörner werden entsprechend oft in den Teeplantagen jenseits der großen Straße angetroffen. In der Monsunzeit, wenn der Brahmaputra über seine Ufer tritt und große Teile des Reservats überschwemmt, wandern die Tiere sogar kilometerweit ins Land, bis zu den Mikirbergen. Dann bilden diese Anhöhen die eigentliche südliche, natürliche Grenze des Panzernashorngebietes.

Die Temperatur in Kaziranga liegt zwischen 7°C im Dezember/Januar und etwa 35°C in der Regenzeit, also in den Monaten Mai bis September. Beide Angaben sind jedoch Minimal- bzw. Maximalwerte. Die Temperatur schwankt selbstverständlich auch täglich und steigt nach relativ kühlen Morgen gegen Mittag erheblich an. Im November froren wir z. B. in den Morgenstunden trotz eines dicken Wollpullovers; aber schon gegen 9 Uhr wurden wir von der sengenden Hitze buchstäblich ausgedörrt. Das Reservat liegt 76 m über dem Meeresspiegel; dahinter, jenseits des Brahmaputra, erheben sich, an klaren Tagen gut sichtbar, die schneebedeckten Gipfel des Himalaja.

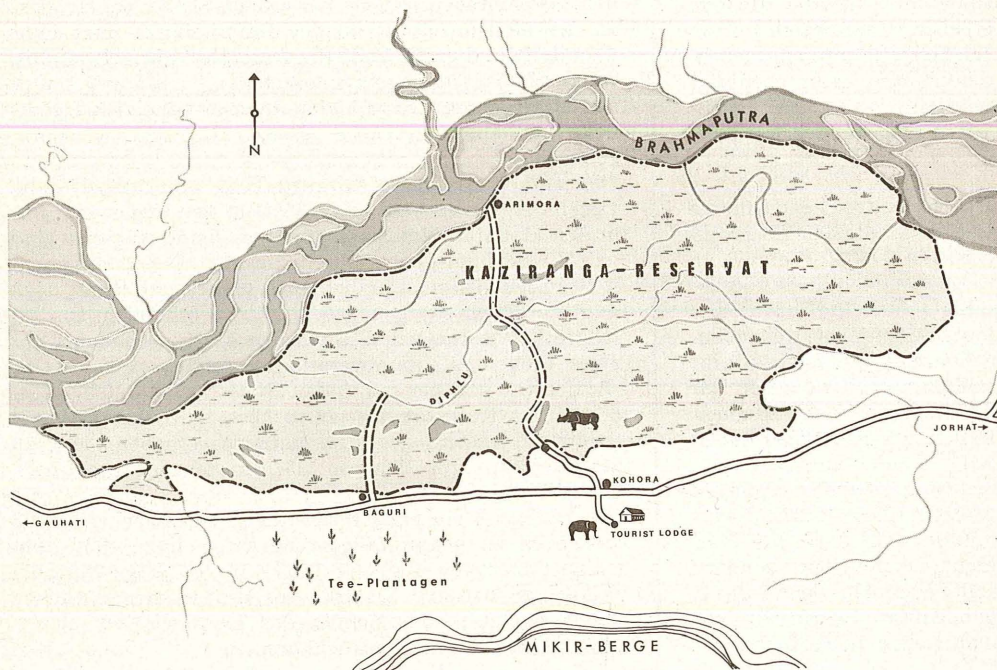
Kaziranga ist ein noch recht junges Schutzgebiet: 1908 wurde es zu einem teilgeschützten Gebiet, 1926 zum Game Sanctuary und erst 1955 zum völlig geschützten Wildlife Sanctuary erklärt. Auf die außerordentlichen Schwierigkeiten, den Schutz der Tiere wirklich auszuüben, werde ich noch zurückkommen.

² Zum besseren Verständnis dieser Versuche sei auf die im „Kosmos“ erschienenen Aufsätze „Die Buchstaben des Lebens“ (Jg. 60, H. 7, S. 323–331, 1964) und „Die kleinsten Versuchskaninchen der Welt“ (Jg. 61, H. 10, S. 405–408, 1965) verwiesen.



Oben: Unruhig äugen 2 weibliche Barasinghas und eine Arni-Kuh zu uns herüber. Nur eines der Kälber gehört zu dieser Kuh; die Mutter des anderen steht außerhalb des Bildes. — Rechts: In der strahlenden Vormittagssonne spiegelt sich das gewaltige „Einhorn“ in dem flachen Moortümpel. Beide Aufn. Ursula Klös

Unten: Karte des Kaziranga-Reservats. Gezeichnet von Friedrich Lemke, Zoo Berlin



Für Touristen, die in erstaunlich großer Anzahl das Reservat besuchen, sind in Kohora, direkt neben der Hauptstraße, zwei Unterkunftshäuser geschaffen worden. Hier befindet sich auch die kleine Forststation, in der man Elefanten zum Ritt in das Land der Panzernashörner mieten kann. Es führen nämlich nur wenige Autopfade ins Innere des Sumpfgebietes, und die sind selbst während der Trockenzeit nur mit einem Landrover befahrbar. So ist der Elefant das sicherste Verkehrsmittel in Kaziranga, und ein guter Elefant mit einem guten Mahout bildet die wichtigste Vorbedingung für die intensive Beobachtung der Nashörner. Nach einem mißlungenen Versuch auf einer störrischen und überängstlichen Elefantenkuh, die vor dem ersten Nashorn laut trompetend Reißaus nahm, fanden wir in dem Bullen „Raibahadur“ und seinem verschmitzten Mahout gute Freunde.

Es ist immer wieder ein erregender Moment, wenn nach langem Ritt durch das nasse Elefantengras im Frühnebel urplötzlich die Silhouette eines der gewaltigsten Säugetiere Asiens, das sagenhafte „Einhorn“ Bengt Berge, auftaucht, verhofft, und nach Überschreiten der Fluchtdistanz schnaubend und prustend im Rohrdickicht verschwindet. Der Gradschungel ist durchzogen von den

etwa 50 cm breiten Nashornwechsell, die vom Schlafplatz zur Suhle oder zum Äsungsplatz führen. Man schätzt die Zahl der augenblicklich im Reservat lebenden Panzernashörner auf 250 und nimmt an, daß sie sich konstant erhält. Ich halte diese Zahl für zu hoch gegriffen und befürchte außerdem, daß der Bestand infolge der Wilderei (im vergangenen Jahr wurden 30 Nashörner gewildert!) keineswegs gesichert ist. Vor allem ist mir unklar, wie in einem so unübersichtlichen Gelände mit nur wenigen Hilfskräften — auch fehlen alle technischen Hilfen — eine wenigstens annähernde Schätzung, geschweige denn eine Zählung möglich ist.

Es gibt auch wilde Elefanten im Reservat; doch sind sie nicht standorttreu, und nur mit viel Ausdauer und Glück bekommt man sie einmal zu sehen.

Neben den Nashörnern und Elefanten leben im Kaziranga-Reservat an Großwild noch einige Herden von Arnis, die durch die prachtvoll weite Auslage ihrer starken Gehörne auffallen. Sie bewegen sich meist in Gruppen und sind sehr viel scheuer als die Nashörner. Außerdem gibt es dort Sambarhirsche, Barasinghahirsche, Schweinschirsche, Muntjaks, Wildschweine, Tiger und einige Kleinsäuger.



Außerordentlich interessant und reichhaltig ist die Vogelwelt des Reservats. Am auffälligsten sind die vielen Reiherarten, unter ihnen der Kuhreiherr als Begleiter der Nashörner, die beiden asiatischen Marabu-Arten, der Riesenstorch und der Nimmersatt, Kormorane, Schlangenhalsvögel und die unzähligen Graupelkane, die in ruhigem Flug ihre Kreise über Kaziranga ziehen. Tief im Innern des Reservats fanden wir eine Pelikan-kolonie von etwa 500 Vögeln, die dort vor der Kulisse des Himalaja brüteten und ihre Jungen aufzogen.

*

Der Aufenthalt im Kaziranga-Schutzgebiet brachte uns eine Fülle von unvergeßlichen, schönen Eindrücken, überschüttete uns jedoch zugleich mit erdrückenden Befürchtungen. Die erschreckende Armut in Indien, die übergroßen sozialen Aufgaben, die auf den Staat warten, und die völlig andere Mentalität der Inder verbieten von vornherein einen Vergleich mit amerikanischen oder afrikanischen Schutzgebieten. Es fehlt zwar nicht an überaus interessanten und einsatzbereiten Personen — dazu gehört z. B. der indische Arzt Dr. Banerjee, der vor den Toren des Reservats wohnt und jede freie

Minute im Reservat verbringt; aber auf dem Wege von diesen Persönlichkeiten zu den entsprechenden Stellen im Ministerium verebben alle Anstrengungen. Dementsprechend sind die Resultate nach wie vor recht gering. Der für das Reservat zuständige Förster z. B. wird etwa alle drei Jahre abgelöst, also immer dann, wenn er die Möglichkeiten und Gegebenheiten des Reservats einigermaßen kennt.

Um der Öffentlichkeit die Bedeutung des Reservats klar zu machen, müßte der Touristenzustrom nach dem in Ostafrika erprobten Muster vergrößert werden. Alle Ansätze zu einer zugkräftigeren Reklame und einer noch besseren Betreuung der Touristen gehören aber zu den Dingen, die irgendwo müde verebben.

Auch ist die Bestrafung der Wilderer unzureichend, und entsprechend ist der Ansporn für die Wildhüter, einen Wilderer unter Einsatz ihrer Gesundheit dingfest zu machen, recht gering.

Kaziranga mit seinen gepanzerten Giganten ist eines der schönsten Gebiete der Erde. Ich wäre froh, wenn sich meine Befürchtungen als falsch herausstellen würden und dieses Wildlife Sanctuary mit seinen Tieren uns erhalten bliebe.

Dr. Horst Maeck

Kalktuff-Fossilien

IN KALKREICHEN GEGENDEN unseres Vaterlandes, besonders in den Muschelkalk- und Juragebieten, gibt es oft ansehnliche Lager von Kalktuff. Kalktuff ist nach J. Pia eine „lückige, im frischen Zustand meist nicht sehr feste Abart des Travertins, die vorwiegend unter — wenigstens passiver — Beteiligung von Pflanzen entsteht“. Wenn auch die Kalktuffbildung in Mitteleuropa vor allem in der Vergangenheit stattfand, hauptsächlich in der nacheiszeitlichen Eichenmischwaldzeit — wir kennen aber auch eine Reihe zwischeneiszeitlicher Kalktuffe —, so läßt sich heute doch noch an vielen Stellen die Kalktuffbildung unmittelbar beobachten. Die Schwäbische Alb bietet dafür viele anschauliche Beispiele. Berühmt sind die Uracher Wasserfälle, die W. Grüniger in jüngster Zeit gründlich untersucht hat. Voraussetzung für die Bildung von Kalktuff ist stets das Vorhandensein von Kohlen-

saurem Kalk (CaCO_3). Dieser ist in mit Kohlendioxid (CO_2) angereichertem Wasser löslich. Auf dieser Löslichkeit beruht auch die Verkarstung in Kalkgebieten. Das kohlen-säurehaltige Regenwasser dringt in die zum Teil tektonisch bedingten Klüfte ein, führt im Laufe der Zeit große Mengen von Kohlensäurem Kalk in das leicht wasser-lösliche Bikarbonat, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$, über und transportiert den chemisch umgewandelten Kalk unterirdisch zu den Flüssen oder Quellen. An den Quellen wird das Bikarbonat wieder in Kalk zurückverwandelt, der Stengel, Moose, Blätter, Knochen, Schnecken-gehäuse und andere Gegenstände inkrustiert. Dieses „Konglomerat“ von Inkrustaten bezeichnet man als Kalktuff.

Bei der Kalktuffbildung läßt sich inter-essanterweise eine Fossilisation in der Gegenwart beobachten. Auf anschauliche Weise wird gezeigt, wie die Natur Formen der Le-



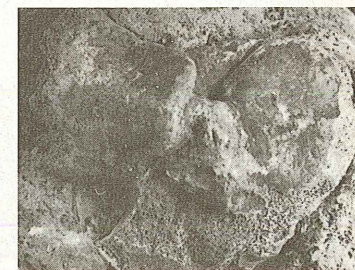
1



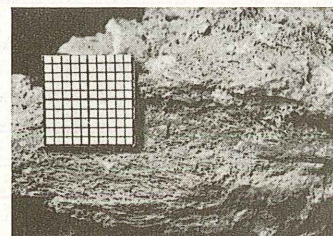
2



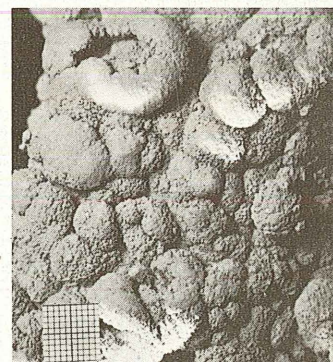
3



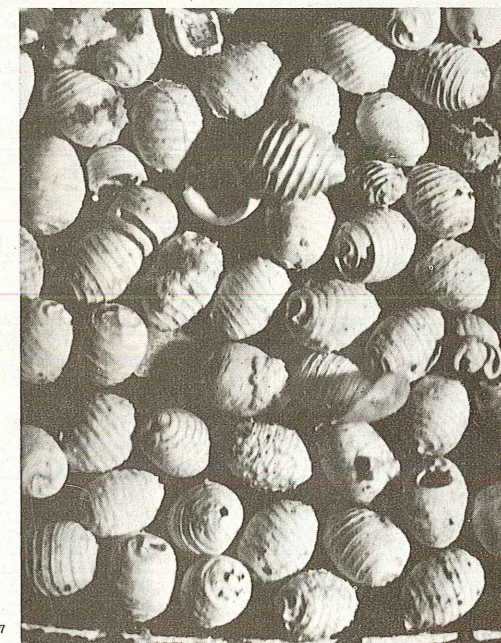
4



5



6



7

Die Fundstätten: 1 Riß-würm-warmzeitliches Kalktufflager von Dettingen, 2 Aufschluß beim warmzeitlichen Kalktuff an der unteren Dießener Sägemühle, 3 Seekreide aus dem riß-würm-warmzeitlichen Kalktufflager an der unteren Dießener Sägemühle. — Einige interessante Funde: 4 Kniegelenkkopf des Schienbeins eines Pferdes (*Equus spec.*), gefunden von Herrn Bitzenberger, bestimmt von Dozent Dr. Westphal, Fundort Dießen, an der oberen Sägemühle, 5 Fädiger Grünalgen-Kalktuff (*Cladophora* oder *Vaucheria*), 6 Blaualgen-Kalktuff (*Schizothrix-tuff*), 7 Eiknospen (*Oogonien*) eines Armleuchtergewächses (*Chara spec.*) in der Seekreide. 5—7 Fundort Dießen, an der unteren Sägemühle