Zeitschrift: Verhandlungen der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Actes de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative = Atti della Società Elvetica di Scienze Naturali

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 150 (1970)

Artikel: Erforschung der Natur in Feld und Laboratorium

Autor: Geigy, R.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-90687

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 12.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Erforschung der Natur in Feld und Laboratorium

Prof. R. GEIGY (Basel)

Meine Damen und Herren!

Früher, noch bis in das erste Viertel dieses Jahrhunderts, bestand die Laboratoriumsausrüstung eines Zoologen aus einem Tisch, einem Stuhl, einem Bücherregal, einem Sezierbesteck, einigen Glaswaren, einem bescheidenen Satz von Chemikalien für Konservierung und Färbung, einer Lupe und einem einfachen Mikroskop. Das reichte, solange man sich, wie damals üblich, mit dem Beschreiben von Tierarten, ihrer Strukturen und ihres Vorkommens in der Natur beschäftigte. Heute ist diese klassifizierend-beschreibende Aufgabe, abgesehen von musealer Tätigkeit, weitgehend erfüllt, und vor allem konzentriert sich eben auch das Interesse in fortlaufender Spezialisierung auf biologische, meist experimentell bedingte Fragestellungen, wie Physiologie, Genetik, Verhalten und Ökologie, Zellbiologie, Ultrastruktur, Biochemie. Dies alles ist aber nur realisierbar mit einer weit ausgebauten Technik. Die Fortschritte, die in den letzten Jahrzehnten in dieser Richtung gemacht wurden, sind ungeheuer. Völlig neue, oft höchst spitzfindig ausgeklügelte Werkzeuge und Apparaturen haben Einzug gehalten in unsere Laboratorien und unsere Arbeitsweisen zum Teil von Grund auf verändert. Technik und Naturwissenschaft vermählen sich heute mehr und mehr. KARL STEINBUCH formulierte dies kürzlich in einer Abhandlung über den technischen Fortschritt folgendermassen:

> «Was wir heute als Technik verstehen, ist mit dem, was wir als Naturwissenschaft verstehen, so eng verwandt, dass eine getrennte Diskussion unzweckmässig ist. Ein und dieselbe Handlung z. B. in einem modernen Laboratorium kann entweder der naturwissenschaftlichen Forschung oder aber der technischen Forschung und Entwicklung dienen. Man kann die beiden Bereiche am ehesten durch ihre unterschiedliche Zielsetzung unterscheiden. Wissenschaft produziert Wissen, Technik produziert unmittelbare Wirkung. Dass Wissen mittelbar auch Wirkung erzielt, erschwert die Unterscheidung.»

Damit ist Grundlegendes gesagt, aber etwas nicht erwähnt worden, ohne das das naturwissenschaftliche Laboratorium auch heute noch nicht auskommt oder nicht auskommen sollte: das «Feld». Jene Stätte, wo sich der Naturforscher immer wieder neu inspirieren sollte, und wo heute auch, mehr denn je, dringende naturschützerische Aufgaben auf ihn warten. Zweck meiner Ausführungen soll sein, diesem Gedanken etwas nachzugehen.

Was versteht man unter Feld im Vergleich zum Laboratorium? Fängt es gleich schon vor dem Haus im Garten, in den städtischen Anlagen oder erst auf dem sogenannten «Land» an? Ist Feld synonym mit Natur? Eigentlich nicht, da ja kleine Stückchen Natur für Versuchszwecke sogar ins Laboratorium verpflanzt werden können. Und was wir im Garten treffen, ist schliesslich auch restlos vom Menschen dorthin gebracht worden. Wenn wir recht hinsehen, ist übrigens fast unsere ganze schweizerische Landschaft, einschliesslich mancher Naturreservate, so sehr wir uns daran erfreuen können, verkünstelt und setzt sich im wesentlichen aus von Land- und Forstwirtschaft genutzten oder vorbereiteten Flächen zusammen. Einzig in den wenigen noch brachliegenden Landstrichen, Sumpfgebieten, Mooren und in den höheren Regionen unserer Bergwelt mit Einschluss des in diesem Jahr besonders gefeierten Nationalparks sind uns noch Stücke ursprünglicher, im wahren Sinne wilder Natur erhalten. Der im Feld arbeitende Naturforscher muss sich dieser Relativität des Natürlichen bei uns ständig bewusst sein. Völlig freie Natur gibt es heute auf der Welt nur noch in vom Menschen noch nicht «eroberten» oder in von ihm selber für die Natur reservierten Landschaften, in Wäldern, Steppen, Savannen, Küstengebieten Asiens, Amerikas und vor allem Afrikas. Wer nie dort war, macht sich allerdings in der Regel ein allzu optimistisches Bild von der Unberührtheit jener Gegenden. Auch dort beginnt sie überall angetastet zu werden. Aber in einem ganz wichtigen Punkt sind sie Europa voraus: Das Reservieren von weiten Landstrichen für mehr oder weniger integralen Schutz von Tier- und Pflanzenwelt und mit ihr ganzer Landschaftsbilder ist zeitiger an die Hand genommen worden und nicht erst in letzter Stunde. Und zwar in vielen Fällen nicht nur im Sinne rein passiv konservierenden, sondern in der modernen, einzig richtigen Form des gestaltenden Naturschutzes, d.h. begleitet von sinnvollem, naturwissenschaftlich unterbautem Überwachen und Hegen der Bestände. Ein weltbekanntes Beispiel hiefür ist Ostafrika. Betrachten wir z.B. Tansania, von dem wir heute noch weiteres hören werden, so erfüllt es uns mit höchster Genugtuung, dass von den über 93 Millionen Hektaren Gesamtfläche dieses Landes 3,5 Millionen Hektaren, also 3,76% von 6 Nationalparks und 2 Game Reserves eingenommen werden. Dort und in manchen andern Buschgegenden des Landes, die wegen ganz dünner Besiedlung und eingeschränkter Jagdbewilligungen weitgehend unberührt sind, existiert noch das wahre «Feld» für den Naturforscher.

Wie steht es nun aber um die zwischen Feld und Laboratorium pendelnden Naturwissenschaften? Wie ist etwa die heutige Lage? Bleiben wir zunächst bei der Wechselbeziehung zum Naturschutz. Sind wir nun endlich über die Zeiten hinweg, wo man sich damit begnügte, das Feuer zu löschen, wo es bereits bedenklich emporloderte? Ich denke zum Beispiel daran, wie stolz man seinerzeit war, als es gelang, den amerikanischen Bison in unsere Tage hinüberzuretten, in kleineren, sich wieder regenerierenden Kolonien, nachdem vorher innert weniger Jahrzehnte etwa 60 Millionen dieser Tiere der Jagd und Gewinnsucht zum Opfer gefallen sind. Zum Glück dürfen wir heute deutliche Anzeichen der Besserung

registrieren, nachdem sich in der Mitte dieses Jahrhunderts endlich die Idee des Weltnaturschutzes durch Gründung des World Wildlife Fund und der International Union for Conservation of Nature and Natural Resources durchgesetzt hat. Diese internationalen Gremien WWF und IUCN sind daran, auf der ganzen Welt mit einem ansehnlichen Stab von Naturschützern und Naturforschern die vielen Stellen, wo die Natur und ihre Geschöpfe bedroht sind, aufzudecken. Jeder Einzelfall wird genau studiert, sodann mit den lokalen Behörden diskutiert, damit wirksame Massnahmen eingeleitet werden können. Seit seiner Gründung im Herbst 1961 sind 24 Millionen Schweizer Franken gespendet worden für insgesamt 349 Projekte. Ein erster Tropfen auf einen heissen Stein, aber es sind so viele gute Kräfte am Werk, dass man hoffen darf, dass auch hier steter Tropfen den Stein höhlen wird. Aber es ist beileibe nicht nur die Frage, die Mittel für solche Aktionen aufzubringen, sondern vielmehr die Sachverständigen zu finden, die sich lange genug für solche Aufgaben zur Verfügung stellen. Ein Appell also an die vielen Naturwissenschafter, die sich zurzeit an unseren Universitäten ausbilden wollen!

Die grössere Zahl der Projekte und Wirkungsfelder des Weltnaturschutzes liegen in den Tropen und Subtropen, das heisst zumeist in Entwicklungsländern. Und es stellt sich da die bedeutsame Frage über die dortige Geisteshaltung der Menschen und über die Möglichkeiten wissenschaftlicher Unterbauung jener Naturschutzbestrebungen. Ich darf hier in kurzen Beispielen über Selbsterlebtes berichten.

Haben die zur Unabhängigkeit aufstrebenden jungen Völker noch oder schon Zeit, die Naturschutzbelange weiterzuverfolgen? Werden ihre knappen Mittel von Vordringlicherem nicht restlos absorbiert, und ist vor allem der Sinn für diese Aufgabe überhaupt vorhanden? Die Lage ist verschieden, je nach dem Land. Aber in Ostafrika durfte man feststellen, dass die Verselbständigung von Kenia, Uganda und Tansania keineswegs zum Zusammenbruch der Naturschutzidee geführt hat, dass sie im Gegenteil vorausblickend weiter gefördert wird und mehr und mehr an Popularität gewinnt ... so wie es übrigens vor etwa 50 bis 60 Jahren bei uns auch geschehen musste, als PAUL SARASIN und S. BRUNIES dem Schweizervolk den Naturschutz und unseren Nationalpark nicht ohne Mühe beliebt machten. In Ostafrika erhält der erwähnte Aufschwung einen Hauptimpuls durch den lukrativen, landeswichtigen Tourismus. Die Reservate sind vorbildlich hergerichtet, zum Teil mit guten zoologischen Sammlungen dokumentiert und von Parkwächtern betreut, die mit WWF-Hilfe im Wildlife Management College in Mweka (Tansania) gründlich geschult worden sind. Ich kenne solche, die auf ihren Rundgängen selbständig interessante Verhaltensbeobachtungen am Wild durchführen und sogar publizieren. Die Hauptaufgabe dieser Game Scouts – neben dem Führen von Touristen, worunter jetzt auch vieler afrikanischer Besucher, Jugendverbände, Schulen usw. – besteht im ständigen Kampf gegen die Scharen von Wilderern. Das sind Eingeborene, die es, wie ihre Vorfahren, als ihr nach wie vor verbürgtes Privileg betrachten, aus dem Wildreichtum ihrer Umwelt zu schöpfen, nur dass es jetzt nicht nur um die eigene Fleischver-

sorgung geht, sondern um lukrative Verwertung von Fellen, Trophäen usw. im Auftrag geheimer Organisationen, von denen sie angeworben werden. In abgelegenen Parkgegenden stellen sie ihre Schlingen und Fallen und benützen neuerdings auch Gewehre mit Schalldämpfern, wenn sie nachts mit starken Handlampen auf verbotener Pirsch das arglose Wild überraschen. Tiere jeder Art werden zu Tausenden erbeutet und insgeheim über die Grenze geschafft. Das zeigt, wie wichtig es heute ist, die ostafrikanischen Völker und Stämme zu einer neuen Einstellung diesen Fragen gegenüber zu erziehen. Tansanias kluger und weitsichtiger Präsident Nyerere sucht mit den eigenwilligen Massais den Ausgleich zu finden, wenn einerseits genügend Weidland für wertvolle Viehherden garantiert, anderseits doch genügend grosse Gebiete unter Schutz gestellt werden müssen. Die sich herausbildende intellektuelle Schicht scheint zu einem guten Teil für die Sache gewonnen zu sein. Wir sehen es bei unseren tansanischen Medizinstudenten, wenn wir gemeinsame Exkursionen in den Busch unternehmen, dass sich bei ihnen eine Gesinnungswandlung anbahnt. Diese jüngere Generation – auch diejenigen, die aus kleinen Buschdörfern stammen und jetzt in grösseren Zentren, speziell in der Hauptstadt Dar es Salaam, ausgebildet werden –, diese neue ostafrikanische Generation hat erstaunlicherweise den Kontakt zur Natur im Vergleich zu ihren Vätern bereits grösstenteils verloren. Jene verbrachten ihr Leben im Busch in zwangsläufiger Naturverbundenheit, die an sich wenig mit schwärmerischer Naturliebe und Idealisierung ihrer Schönheiten zu tun hatte. Denn die dort lebenden Tiere und Pflanzen spendeten ihnen Nahrung und Heilmittel, und deshalb kannten sie fast jede Art beim Eingeborenennamen und wussten um ihren Nutzen. Demgegenüber sind ihre Söhne im Begriff, Stadtmenschen zu werden, stehen somit vor einer ähnlichen Entwicklung, wie wir sie zu Beginn dieses Jahrhunderts erlebten, als man auch uns Naturliebe und Naturschutz als ein neues, dringendes Anliegen beibringen musste. Aber wie gesagt, der Fortschritt in dieser Richtung zeichnet sich bereits ab.

Ähnliches kann die Basler Forschergruppe erfahren, die unter dem Ehepaar Prof. SCHENKEL im Udjung-Kulon-Reservat Javas im Auftrag des World Wildlife Fund und mit behördlicher Unterstützung Schutzmassnahmen für das auf etwa 25 bis 30 Exemplare dezimierte Java-Nashorn überwacht und seit etwa 3 Jahren ökologische Beobachtungen und Versuche an diesen fast vorsintflutlichen Tieren sowie am ebenfalls seltenen Bantung-Wildrind und an gewissen Affen anstellt. Die javanischen Wächter, die für diese Aufgabe herangezogen wurden, bilden auf jener von tropischem Buschwald bestandenen Halbinsel eine unerlässliche Schutztruppe gegen die leidigen Wilderer, die es auf das gewinnbringende Horn des Nashorns abgesehen haben, das fälschlich für ein Aphrodisiatikum gehalten wird. Darüber hinaus aber sind einzelne schon so weit, dass sie mit den scharfen Beobachtungen und Aufzeichnungen, die sie von ihren Runden ins Lager mitbringen, unsere wissenschaftlichen Unterlagen wertvoll bereichern.

Meine Damen und Herren, wir wissen leider zur Genüge, dass heute

dem Naturschutz und den Naturwissenschaftern noch viel schwerwiegendere Aufgaben erwachsen sind als die Pflege von Reservaten. Wenn das Wasser wegen Düngung der Ufer und mangelnder oder mangelhafter Kläranlagen für viele Lebewesen unbewohnbar wird und ohne Gefahr nicht mehr trinkbar ist; wenn die Luft von unseren Autos und Fabriken verpestet wird; wenn durch remanente Insektizide und radioaktive Substanzen in lebenswichtigen Medien gefährliche Anreicherungen zustande kommen, so heisst es handeln. «Schutz des Menschen und seiner natürlichen Umgebung gegen schädliche und lästige Einwirkung», so lautet die Überschrift über dem Verfassungsartikel, den der Bundesrat dem Parlament vorschlägt. Völlig neuartige, den Menschen noch viel direkter betreffende Aufgaben dringen gebieterisch auf uns ein. Auch die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft befasst sich bereits mit diesen recht schwierigen Fragen, über die sich erst noch die Spezialisten einig werden müssen. Auch hier werden sich aus dem Zusammenspiel von Feld- und Laboratoriumsforschung Hand in Hand mit der Technik Lösungen erarbeiten lassen.

Aber das grösste vorstellbare «Feld» – fast reicht dieser Ausdruck hier nicht mehr – haben sich, wir stehen alle unter dem Eindruck, in den letzten Jahrzehnten die exakten Naturwissenschaften mit der Raumforschung erobert, eine Tat, die ohne die Zusammenarbeit entfernter Zweige verschiedenster Disziplinen nicht denkbar wäre. Hier in ganz besonderem Masse folgt sorgfältigster Vorbereitung und minuziösesten Berechnungen in der Etappe der Laboratorien immer wieder das Wagnis des Vorstosses in den unbegrenzten Raum zur eigentlichen Erprobung im «Riesenfeld». Wir haben es erlebt, was hier neben besonderem Mut rigorose Exaktheit heisst in Fällen glorreichen Gelingens des Feldversuches, aber auch wenn die geringste unvorhergesehene Störung das Ganze in Frage stellt. Unvergesslich bleibt aber auch jedem Freund der Natur der freudige Ausruf des amerikanischen Raumfahrers, wie herrlich er es empfinde, aus der Unwirtlichkeit des Alls auf unsere grüne, belebte Erde zurückzukehren. Das soll uns jetzt dazu führen, neben dem vielen Unerfreulichen, das wir aus unserer bedrohten Umwelt zu melden haben, doch auch des vielen Positiven eingedenk zu sein. Wenn wir unsere Welt schützen wollen, so müssen wir uns auch der Schönheiten dieses lebensspendenden Erdballs bewusst sein. Was für eine Vielfalt von Tieren und Pflanzen in ungezählten Arten und Variationen ist hier versammelt! Ihr unendlich variierter Bauplan, ihre Physiologie bis herab zur einzelnen Zelle mit ihren erstaunlich funktionierenden Organellensystemen, sie liefern uns Anregung zur Forschung ohne Ende. Ihre harmonische und disharmonische Vollkommenheit, ihre meist so sinnvoll-erfolgreiche Auseinandersetzung mit der natürlichen oder gestörten Umgebung nötigt uns Bewunderung ab und reizt unseren Wissensdurst. In diesen Wesen suchen wir ja auch uns selbst zu erkennen, uns Menschen, die hochzerebralisierten, kompliziertesten Organismen der Erde, aber auch, wie es Dostojewski so scharfsinnig definiert, «das Wesen, das sich an alles gewöhnt».

Einen ganz besonderen Reiz bietet nun die wissenschaftliche Analyse

der Verflechtungen, wie sie sich bei Symbiose und Parasitismus etabliert haben, also bei intimem Zusammen- oder Ineinanderleben von Organismen verschiedenster Gruppen vom Einzeller bis zum Menschen. Und ich möchte nun unser Thema «Erforschung der Natur in Feld und Laboratorium» etwas ausführlicher abwandeln am Beispiel von Studien über die Epidemiologie der ostafrikanischen Schlafkrankheit, wie ich es mit Mitarbeitern aus dem Schweizerischen Tropeninstitut in den letzten Jahren erlebt habe und weiter erleben werde, denn es ist ein Bericht mitten aus der Arbeit heraus. Er ist nicht für die Fachgelehrten, sondern für die Kollegen aus der Naturwissenschaft formuliert und will hauptsächlich allgemeine Linien aufzeigen. Die Aufgabe der Epidemiologie kann verschieden definiert werden. Wir verstehen hier darunter im speziellen das Studium der Entwicklung der menschlichen Schlafkrankheit im ostafrikanischen bewaldeten Grasland, wenn der im Blut lebende, begeisselte Keim, das *Trypanosoma rhodesiense*, von Tsetsefliegen beim Saugakt aufgenommen, einige Zeit beherbergt und bei der nächsten Blutmahlzeit an einen neuen Warmblüter bzw. den Menschen weitergegeben wird. Die Einzelheiten dieses ganzen komplexen Geschehens sind von zahlreichen Forschern vieler Nationen schon seit Ende des letzten Jahrhunderts sukzessive untersucht und beschrieben worden, konnten aber immer noch nicht restlos abgeklärt werden.

Wir beginnen unsere Beschreibung draussen im heissen, nur von lichtem Baumbestand beschatteten Busch von Südulanga in Tansania. Dort steht die einsame Grashütte eines Bantubauern auf dem grossen, verflachten Buckel eines alten Termitenhügels. Er hatte mit seiner Frau die etwa 6 Kilometer von hier entfernt gelegene Siedlung und sein von Papayen umstandenes Lehmhaus mindestens für einige Monate verlassen und will nun durch Rodung neuen, fruchtbaren Boden freilegen, auf dem sein Trockenreis und etwas Baumwolle besser gedeihen sollen. Das bedeutet harte Arbeit: Fällen von Bäumen, Ausschlagen des Gestrüpps und des hohen Grases, Aushacken der Wurzeln, Verbrennen des aufgehäuften Materials, soweit es nicht zum Bau der einfachen Hütte gebraucht wird. Karg ist die mitgebrachte Reisreserve, welche den Bedürfnislosen mit etwas wilden Kräutern als Gemüsezutat zur täglichen Nahrung dient. Fleisch gibt es nicht, denn auf das hier häufige Wild kann der Mann nicht Jagd machen, da er kein Gewehr und keine Bewilligung hat. Da bedeutet es eine willkommene Abwechslung, wenn er gelegentlich aus einem hohlen Baumstamm ein Nest wilder, stechlustiger Bienen ausnehmen kann mit der bewährten, schon als Knabe geübten Technik und dem nötigen Mut. Aber es lohnt sich, die von würzigem Honig triefenden Waben zu zerkauen und die dürftige Skala der Nährstoffe, die der Busch bieten kann, um diesen Saft zu bereichern. Was tut es, wenn man bei all diesen Arbeiten ständig die Fliegen von der schwitzenden Haut abwehren muss? Man achtet kaum mehr auf ihr Gesumme, nur wenn irgendwo am Nakken, an den Waden blitzartig ein schmerzhafter Stich erfolgt, schlägt man zu. Fast immer war es dann eine Tsetsefliege. Das Werk schreitet gut voran, denn die Frau leistet dabei mindestens ebensoviel Arbeit. Schade,

dass sich der arme Bauer nicht zwei Frauen leisten kann, erlaubt wäre es ja in Tansania. Und dann kam das Unvorhergesehene. Schon gestern war er nicht mehr hundertprozentig leistungsfähig. Dann folgte eine unruhige Nacht mit Fiebergefröstel, gegen das sogar die über den Kopf gezogene Decke nichts mehr nützte. Dieses Fiebergefühl kennt man hier von Jugend auf. Wenn man das Kleinkindalter glücklich lebend überstanden hat, was keineswegs selbstverständlich ist, so kommt es auch im reiferen Alter immer wieder. Das ist die verflixte, von den Anophelesmücken übertragene Malaria, die keinen verschont. Also abwarten, bis es vorübergeht! Die Frau arbeitet allein, während der Mann in der Hütte dahindöst. Aber es geht nicht vorbei, das Fieber hält an und kommt nicht in den typischen Abständen wie bei der Malaria; auch diese Unrast war dem Bauern bisher unbekannt. Aber was soll man hier draussen tun? Die heisse Strecke zu Fuss bis nach Hause, mit Gepäck noch, wäre jetzt viel zu beschwerlich für das einsame Menschenpaar. Also weiter abwarten! Aber gerade dieses Sich-nicht-aufraffen-Können ist gefährlich. Denn die Schwäche und Gehunfähigkeit nimmt in den folgenden Tagen so bedenklich zu, dass schliesslich die Frau beunruhigt allein ins Dorf zurückkehrt und vom benachbarten Dispensary Hilfe holt. Der Mann kann kaum mehr gehen und muss gestützt, zum Teil getragen werden. Der geübte Medizingehilfe entdeckt im Blutpräparat zwischen den roten Blutkörperchen ein Gewimmel von Trypanosomen der Rhodesiense-Art. Der Mann hat Schlafkrankheit und erhält nach Vorschrift gleich die erste Anthrypolspritze, bevor er in das etwa 35 Kilometer entfernte Spital abtransportiert wird. Das *Trypanosoma rhodesiense* kann der Tsetsefliege, die es ebenfalls zu Tausenden beherbergt, nichts anhaben; es bringt aber den stärksten Menschen zu Fall, wenn man nicht zeitig hilft. Solange die Trypanosomen nicht in den Rückenmarkkanal und von dort ins Gehirn vorgedrungen sind, besteht feste Aussicht auf rasche medikamentöse Bekämpfung.

Man weiss, dass in dem Gebiet, wo sich dieser Bauer infiziert hat, immer wieder kleine, lokale Schlafkrankheitsherde mitten im einsamen Busch aufflackern. Die Behörden warnen darum auch die Leute davor, sich dort aufzuhalten. Aber woher kommen denn diese Trypanosomen? Tsetsefliegen haben unseren Mann bei der Arbeit noch und noch gestochen, und zwar speziell die in der Savanne lebende, berüchtigte Überträgerin *Glossina morsitans*. Aber auch sie tragen ja nicht von Geburt auf Trypanosomen in sich, sie mussten sie also von irgendwoher bezogen haben. Erst seit 12 Jahren weiss man, dass nicht nur Menschen, sondern auch im Busch lebendes Wild Träger von Schlafkrankheitstrypanosomen sein kann. Die Millionen von Tsetsefliegen, die überall im Gestrüpp und Gras sitzen, brauchen pro Individuum zu ihrer Ernährung pro Woche etwa 100 Milligramm Blut. Das ergibt viele Hektoliter, umgerechnet auf ein ganzes Jahr und auf die unermesslichen Schwärme dieser über einen guten Teil des tropischen Afrika verbreiteten Dipteren. Wo sollen sie in den vom Menschen meist sehr dünn besiedelten Gebieten den «besonderen Saft» finden, der ihre einzige Nahrung bildet, wenn nicht in den Rudeln und Herden von Warmblütern, die den Busch bevölkern, den

Antilopen, Büffeln, Giraffen, Löwen, Warzenschweinen? Der im Wald lebende Buschbock und seit einigen Jahren auch das in den Ebenen grasende domestizierte Buckelrind sind bis heute einwandfrei als Reservoir des Schlafkrankheitserregers erkannt worden. Selber werden diese Tiere nicht krank. Sie haben eine Immunität entwickelt in dem Sinne, dass sich in ihrem Blut der Erreger, ohne klinische Symptome hervorzurufen, wie auf einem Nährboden vermehren und jahrzehntelang halten kann. Wenn nun Tsetsefliegen auf solchen Warmblütern saugen, so nehmen sie mit dem Blut die Trypanosomen in sich auf und können so zu Überträgern für den Menschen werden. Kann vielleicht so der Fall unseres Bauern erklärt werden? Wir werden darauf zurückkommen.

Was geht nun aber mit den Trypanosomen in der Tsetsefliege vor? Hier beginnt eine neue, sehr merkwürdige Phase ihres Zyklus. Aus dem sauerstoffreichen Blutstrom sind sie aufgesaugt worden in den Kropf der Fliege und gelangen von dort im Lauf des Verdauungsaktes mit in den Mitteldarm. Dieser bietet ihnen ein biochemisch total verändertes, sauerstoffarmes Medium, doch finden sie sich hierin auf ihre Art zurecht.

Nur mit hämatologischen und elektronenmikroskopischen Methoden kann man diesen Vorgängen näher auf die Spur kommen. Für die einfacheren Blutkontrollen bei der Feldarbeit diente uns im konkreten Fall schon das in der Nähe des erwähnten Schlafkrankheitsgebiets gelegene, ad hoc eingerichtete Laboratorium in einer kleinen Missionsstation oder auch, nicht weit davon, dasjenige in unserem Ausbildungslager für tansanische Studenten in Ifakara. Vorbedingung ist, dass dort auch Haltung von weissen Ratten und Mäusen möglich ist, auf denen die überimpften Trypanosomen gezüchtet werden können. Für das eingehende Studium des Zyklus in der Fliege und die dazu nötigen Spezialfixierungen für die elektronenmikroskopische Auswertung ist aber eine ausgedehnte Zucht bzw. Haltung der empfindlichen Tsetse in klimatisierten Räumen unerlässlich. Eine solche Stelle, die einzige, die in Ostafrika noch existiert, liegt hart jenseits der Nordgrenze von Tansania in der zentralen Schlafkrankheitsforschungsstation der ostafrikanischen Staatengemeinschaft in Tororo, Uganda. Dort wird aus dem nahen Busch von geschultem afrikanischem Personal für die vielseitigen Forschungszwecke der international benützten Station laufend Tsetsematerial zugetragen. Dank diesem engen Zusammenspiel zwischen Busch und Laboratorium können wir unter genauer zeitlicher Kontrolle Hunderte von Tsetse mit kontrollierten Blutmahlzeiten infizieren, sezieren, die in ihnen festgestellten Trypanosomenstadien fixieren und in Kunstharzblöcken einschliessen zur späteren Auswertung im Basler Institut. Soweit bereits Resultate von andern Forschern und uns selber vorliegen, weiss man, dass die Trypanosomen im Tsetsekörper eine komplizierte Passage durchmachen, sich dabei stark vermehren, aber auch im neuen Milieu ihre Struktur und ihr physiologisches Verhalten verändern, deutlich abweichend von demjenigen der Blutform. Schon zu Beginn dieser seltsamen Wanderung und Metamorphose, bereits im Darm der Fliege, nehmen die frisch aufgenommenen, sich teilenden Trypanosomen eine langgestreckte Gestalt an und verlieren, wie man

experimentell nachweisen kann, ihre Infektiosität für den Warmblüter. Hinter einer vom Darm ausgeschiedenen Membran bilden sie zu Tausenden eine Art Keimlager, das dafür sorgt, dass die Tsetse zeitlebens (das kann heissen viele Monate) über Trypanosomennachschub verfügt und infiziert bleibt. Damit die Keime aber zum Zug kommen können, müssen sie nun nach und nach ihre Passage durch den Fliegenkörper fortsetzen. Zuerst wieder nach vorne in das Blutsaugrohr und um die Stechrüsselspitze herum in das Speichelrohr und schliesslich in die beiden Speicheldrüsen. Unterwegs wandeln sie sich wiederum, indem der an der Wurzel des Flagellums sitzende Geisselkern nach vorne verlagert wird. Wie das Elektronenmikroskop enthüllte, hat bei funktioneller Betrachtungsweise dieser Vorgang wohl seine tiefere physiologische Ursache. Wahrscheinlich um in den sauerstoffärmeren Fliegenorganen existieren zu können, bauen nämlich die Trypanosomen jetzt eine wichtige Organelle ihres Zytoplasmas drastisch aus, das sogenannte, für den Energiegewinn verantwortliche Mitochondrium.

Die Rhodesiense-Blutform im Menschen und im Wirbeltier bezieht ihre Energie aus dem Blutzucker, der mit dem im Blut reichlich vorhandenen Sauerstoff oxidativ abgebaut wird. Für seine Wanderung durch die relativ sauerstoffarmen Tsetseorgane aber hat das Trypanosom offenbar einen neuen Weg zur Energiegewinnung gefunden. Durch Bildung eines hinteren Mitochondriums, durch Anlage von Verzweigungen und internen Cristae wird dieses System aktiviert. Er dient der Abwicklung des sogenannten Krebszyklus, der mit weniger Sauerstoffaufwand unter anderem zum wichtigen Endprodukt ATP (Adenosintriphosphat) führt, das unerlässlich ist für den Lokomotions- und Teilungsmechanismus, für den Proteinaufbau usw. Da das stark auswachsende hintere Mitochondrium am Geisselkern angeheftet ist, stösst es denselben sukzessive nach vorne. Auf diese Weise kommen über die Mitteldarmformen auch die charakteristischen sogenannten Crithidiastadien zustande, die den Weg in die Speicheldrüsen finden. Auch diese Crithidien sind uninfektiös. Soll nun aber der Keim beim Stich wieder in einen Warmblüter gelangen und dort infektiös wirken, so ist ein letzter Schritt nötig. Es entstehen nämlich jetzt in den Speicheldrüsen aus den Crithidien durch Rückbildung des Mitochondriums und Rückverlagerung des Geisselkerns unter fortgesetzten Teilungen gedrungene Trypanosomenformen, die allein zur Entwicklung im menschlichen (und tierischen) Blut befähigt sind. Wenn die Tsetsefliege bei ihrem nächsten Stechakt den Rüssel unter die Haut bohrt und Blutkapillaren anritzt, so gibt sie, während sie zu saugen beginnt, alternierend Speichel ab, der Antikoagulantien enthält. Und in diesem Speichel werden die infektiösen Trypanosomen miteingeschleust und provozieren einen neuen Fall von Schlafkrankheit.

Das ist gewissermassen die erste, grob zusammengefasste Bilanz unserer heutigen Kenntnisse über die Vorgänge in der Tsetsefliege. Aber manches bleibt noch zu erforschen über die Ultrastruktur und den Biochemismus des Erregers beim Verlust und Wiedererwerb seiner Infektiosität. Interessant ist in diesem Zusammenhang zum Beispiel, dass man bei den patho-

genen Bluttrypanosomen im elektronenmikroskopischen Bild eine Überkleidung der Zelloberfläche sichtbar machen kann und dass diese bei den uninfektiösen Formen in der Tsetse verschwunden ist. Man vermutet, dass dieser «Mantel» mit der Lokalisierung von Antigenen an der Zelloberfläche zu tun haben könnte, welche die Blutform gegen die Antikörper des Wirtes schützen und so seine Infektiosität garantieren. Doch ist die biochemische Beweisführung noch nicht abgeschlossen.

Und nun aus dem Busch und dem Feldlaboratorium zurück in die differenzierter ausgestattete Basler Forschungsstätte. Dort findet nicht nur die ultrastrukturelle Auswertung in den Elektronenmikroskopen statt, sondern es wird dem Problem der Infektiosität auch nachgegangen an in Kulturen gehaltenen Trypanosomen, die periodisch auf Labortiere überimpft werden. Wir haben in zahllosen Versuchen zeigen können, dass die Trypanosomen hier, ähnlich wie in der Fliege, ihre Pathogenität zunächst verlieren, dass aber mindestens ein Prozentsatz derselben nach über einer Woche auch im künstlichen Medium für den Warmblüter wieder infektiös wird. Dies hängt aber vom Menschenblut ab, das wir den Nährböden beimischen, indem wir feststellen, dass es unter den Menschen sogenannte «günstige» und «ungünstige» Spender gibt, und zwar individuell klar getrennt: Ein menschlicher Spender der ersten Kategorie bleibt Jahre hindurch «günstig», das heisst auf Nähragar, der sein Blut enthält, werden die Trypanosomen infektiös, bei einem ebenfalls jahrelang «ungünstigen» Spender aber nicht. Ein Amerikaner schweizerischer Herkunft Prof. Y. Amrein, der nach einem bei uns in Basel absolvierten «sabbatical leave» in Claremont (USA) weiter mit uns zusammenarbeitet, hat ähnliches auch für verschiedene Haus- und Wildtiere (aus zoologischen Gärten) nachgewiesen. Auch hier gibt es individuell «günstige» und «ungünstige» Spender. Die Blutgruppe und manche andere bereits untersuchte serologische Eigenschaften spielen dabei erwiesenermassen keine Rolle. Auch konnte keine direkte Bindung dieser Eigenschaft an eine der bisher getesteten Blutkomponenten erkannt werden. Dieser Tatsache, auch wenn wir ihre Natur noch nicht durchschauen, könnte aber eine wichtige epidemiologische Bedeutung zukommen. Nimmt die Tsetsefliege aus einem infizierten, also offenbar «günstigen» Spender Blut auf, so entwickeln sich in ihr die Trypanosomen in der beschriebenen Weise. Sie lokalisieren sich aber auch dort, wie wir experimentell zeigen konnten, nur in etwa 10 und mehr Prozent der Fälle als infektiöse Formen in den Speichelgängen. In der freien Natur in einem endemischen Gebiet ist die Infektionsrate sogar nur etwa 5–10 Promille, also weit tiefer als bei Überträgern anderer Infektionskrankheiten, wie Anophelen, Phlebotomen, Wanzen, Zecken usw. Der Grund dafür könnte folgender sein: Die Tsetse nimmt ja alle paar Tage eine neue Blutmahlzeit auf. Diese fliesst durch den Darm und kommt, wenn die Fliege vorausgehend infiziert wurde, in Kontakt mit dem hinter der Membran sitzenden Trypanosomen-Keimlager. Stammt nun aber diese zweite oder eine der nächsten Blutmahlzeiten von einem «ungünstigen» Spender, so könnte man sich vorstellen, dass der Trypanosomenzyklus in der Fliege abgestoppt oder erschwert würde und es gar

nicht oder viel seltener zur Bildung infektiöser Speicheldrüsenformen kommen könnte. Wir sind im Begriff, in Tororo dieser Frage weiter nachzugehen. Lässt sich die Hypothese in irgendeiner Form bestätigen, so hätte sie natürlich auch für das so wichtige Reservoirproblem im Busch ihre Bedeutung.

Kehren wir zum Schluss nun noch einmal in das Tsetse- und Schlafkrankheitsgebiet von Südulanga zurück, zur Stätte jenes erkrankten Bauern. Mit besonderer Erlaubnis durften wir im Jahre 1966 in jenem Umkreis Wild abschiessen und dessen Blut auf Trypanosomen untersuchen. Es waren 2 Elefanten, 6 Warzenschweine, 6 Büffel, 3 Elenantilopen, 6 Riedböcke, 6 Rappen- und 5 Kuhantilopen. Der Landrover diente uns gleichzeitig als Jagdhütte wie auch als rollendes Feldlaboratorium und führte alles Notwendige zum hämatologischen Vorbefund mit sich, inklusive lebende Ratten. Von 34 erlegten Tieren waren 8 mit Trypanosomen vom Schlafkrankheitstypus infiziert, vor allem Rappenantilopen und Riedböcke. Hier heisst es aber aufpassen. Es gibt nämlich eine morphologisch nicht unterscheidbare, mit Rhodesiense nahe verwandte sogenannte Brucei-Trypanosomenart, die für den Menschen nicht pathogen ist, dagegen bei Pferd, Schaf und Rind die bekannte Nagana hervorruft. Bis vor wenigen Monaten gab es keine serologische Differentialdiagnose für diese beiden Erreger. Nur der Versuch an menschlichen Freiwilligen erlaubte die gültige Entscheidung, ob Rhodesiense vorliegt. In dieser Hinsicht sind die Möglichkeiten auch in Afrika natürlich sehr beschränkt. Die Ulanga-Bevölkerung war aber so kooperativ, dass sie uns 18 Freiwillige stellte, an denen in zwei Spitälern unter ärztlicher Kontrolle 4 unserer 8 Stämme getestet werden konnten. Keiner ist auf dem Menschen angegangen, dafür später bei Versuchen in Basel 3 derselben relativ schwach auf Pferd, Schaf und Rind. Der Nachweis ist nicht geglückt, das Resultat ist unvollständig, und die Frage bleibt offen. Unser Bauer und die etwa 60 anderen Fälle, die dort alljährlich im Busch verzettelt in isolierten Herden auftreten, sprechen aber eindeutig für das Vorhandensein eines Rhodesiense-Reservoirs im Wild, nur konnten wir es noch nicht fassen.

Woher kam aber der Schlafkrankheitserreger überhaupt einmal ins Wild? Ist es vielleicht einmal von Tsetsefliegen, die an Schlafkranken gesaugt hatten, mit diesem Trypanosom infiziert worden, beherbergt es seitdem, und gibt es über die Tsetse an seine Artgenossen oder auch an den Menschen weiter? Angesichts der dünnen Besiedlung und der Seltenheit der Fälle scheint mir diese Version nicht besonders überzeugend. Prüfbar wäre jedenfalls die Frage, ob sich nicht in der Tsetsefliege selber, wo ja die Trypanosomen eine enorme Vermehrung und strukturelle Umgestaltung durchmachen, genetische Prozesse einschalten, die zu menschen- bzw. tierpathogenen Mutationen führen. Im üblichen Freiwilligenversuch lässt sich dies nicht entscheiden, da ja dort infiziertes Rattenblut gespritzt und nicht mit natürlich infizierten Tsetse gearbeitet wird.

Während ich zu Ihnen spreche, ist in der Serengeti eine Gruppe von Forschern damit beschäftigt, die dort immer wieder aufflackernden Schlafkrankheitsherde und ihr eventuelles Reservoir zu eruieren. Auch

drei meiner im Feld und Laboratorium geschulten Mitarbeiter, zu denen ich demnächst stossen werde, sind mit dabei. Tausende von Tsetse werden dort seziert und ihre Blutmahlzeiten parasitologisch und serologisch ausgetestet, um herauszufinden, auf welche Quellen die Fälle zurückgeführt werden können, die bei Parkwächtern und Touristen in letzter Zeit immer wieder registriert worden sind. Dort lebende Menschen, Rinderherden und verschiedenste Wildarten werden auf Trypanosomenbefall getestet und die Bedeutung des Reservoirproblems geprüft. So hilft im Felde, bei aller Unvollkommenheit unserer Kenntnisse, vielleicht doch schon die Theorie der Praxis, die Biologie der Medizin.

Was die künftigen Erfolgsaussichten dieser Forschungen anbelangt, so möchte ich mich der Meinung meines Kollegen Prof. LUMSDEN von der London School of Tropical Medicine and Hygiene anschliessen. Dieser bekannte Trypanosomiasenforscher ist der Auffassung, dass zurzeit im Bereich der Immunologie die besten Aussichten auf wesentliche Fortschritte bestehen. So schrieb er kürzlich: «Wenn es nur gelänge, jenen Mechanismus abzuklären, dank dem Wildtiere und manche Rinderrassen einen Modus vivendi mit dem Trypanosomenrisiko – dem sie ständig ausgesetzt sind – finden. Zwar kommen sie nicht um eine Infektion herum, aber sie zeigen keine klinischen Symptome. Wüssten wir einmal über jenen Mechanismus Bescheid, so verfügten wir über eine Möglichkeit, welche mehr als jede andere geeignet wäre, die Produktion von tierischem Protein in den Tropen zu steigern» ... und – wie ich selber beifügen möchte – den Menschen zu schützen.

Meine Damen und Herren, ein Naturforscher soll nicht nur denken, sondern auch fühlen. Ist es nicht immer wieder ergreifend, an einem einzigen, scheinbar simplen Beispiel – einem unter unzähligen – die fast unfassbare Verzahnung des biologischen Räderwerks zu spüren, die diesen ganzen Prozess erst möglich macht?

Einzeller, Wirbellose und Wirbeltiere verschiedenster Art mit Einschluss des Menschen sind im beschriebenen Kreis eingeschlossen, jedes ein wichtiges Glied bildend. Und immer wieder werden wir und müssen wir versuchen, in dieses Undurchdringliche vorzudringen. Und die goldene Regel, dass wir, umgeben von der eindrücklichen Technik unserer Laboratorien, den Blick und den Gang hinaus ins Feld nicht vernachlässigen dürfen, bedarf wohl keiner Rechtfertigung mehr.