4
BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

4.12.65

HANSJOCHEM AUTRUM

**Tier und Mensch
in der Masse**

FESTREDE

MÜNCHEN 1966

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

TIER UND MENSCH IN DER MASSE

FESTREDE

*gehalten in der öffentlichen Sitzung
der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
in München am 4. Dezember 1965*

von

HANSJOCHEM AUTRUM

MÜNCHEN 1966

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung München

I

Tiere und Menschen in einem Atem zu nennen, ist fast immer gefährlich: entweder wird den Tieren unrecht getan, weil sie vermenschlicht und somit mißverstanden werden; oder der Mensch kommt schlecht dabei weg, dem als *Homo sapiens* zwar eine gewisse Sapientia zugebilligt, dem aber Wesenszüge, Verhaltensweisen, physische und physiologische Eigenschaften, die wir von Tieren und nur von ihnen kennen, vorschnell zugeschrieben, fast möchte man sagen angedichtet werden, Eigenschaften, die er gar nicht besitzt. So ist es unsere Aufgabe, in der Naturwissenschaft und insbesondere in der Biologie Gemeinsames wie Verschiedenheiten zwischen Tier und Mensch erst dann gelten zu lassen, wenn beides durch eingehende Analysen erhellt ist. Wenn also im folgenden von Tieren die Rede ist, dann ist nicht der Mensch gemeint, auch wenn die Parallele verführerisch plausibel zu sein scheint. An Tieren können wir durch Beobachtung und vor allem durch Versuche Erkenntnisse gewinnen, die uns Hinweise – zunächst aber eben nicht mehr – geben, um nachzuforschen, ob es beim Menschen ähnlich zugeht oder nicht; wir können also durch Beobachtungen an Tieren lernen, entsprechende Fragen für den Menschen zu stellen.

Eine Erscheinung, Ihnen allen als Tatsache bekannt, ist die ungeheure Vermehrung des Menschen. Zahlen zu nennen ist kaum nötig; täglich nimmt die Bevölkerung der Erde um nahezu 130000 Menschen zu, das sind in jedem Monat rund 5 Millionen. Jahr für Jahr steigt zur Zeit die Zahl der Menschen auf der Erde etwa um die Einwohnerzahl Frankreichs. Und dabei wird es nicht bleiben,

weil die jährliche Zunahme immer schneller erfolgt, weil mit der Zahl der Menschen auch die jährliche Zuwachsrate steigt. Die Bevölkerung Lateinamerikas hat sich von 60 Millionen zu Anfang des Jahrhunderts auf 207 Millionen im Jahre 1960 erhöht und vermehrt sich seitdem um etwa 7,5 Millionen im Jahr. 1960 lebten auf der Erde rund 3 Milliarden Menschen, in 35 Jahren werden es mindestens doppelt soviel sein. Diese Zahlen kann man nicht mehr mit unbeteiligter, höflicher Oberflächlichkeit zur Kenntnis nehmen; sie bedrohen mit Sicherheit schon in der nächsten Generation die Gesundheit und die Zukunft der gesamten Menschheit und jedes Einzelnen. Das Erschreckende an diesem Phänomen ist, daß es mit allen seinen Folgen unausweichlich auf uns, zumindest auf unsere Kinder zukommt. Am schnellsten erfolgt diese Zunahme bei den unterentwickelten, am langsamsten bei den zivilisierten Völkern, bei denen Wirtschaft und Wissenschaft in Blüte stehen.

Zunächst sagen diese Zahlen jedoch nicht mehr, als daß die absolute Zahl ständig zunimmt und zugleich der Raum abnimmt, der dem Einzelnen oder einer Gruppe von Menschen zur Verfügung steht.

Die menschliche Gesellschaft ist in Gruppen gegliedert und Gruppen gliedern und teilen wiederum den Raum, zumindest haben sie einen Raum, in dem sie leben. Die Angehörigen einer Gruppe haben mehr oder weniger enge Beziehungen zueinander, engere als zu Mitgliedern anderer Gruppen.

Die Gruppen der menschlichen Gesellschaft – Familie, Schulklassen, Arbeits- und Interessengruppen und viele andere – sind Gegenstand zahlreicher soziologischer und psychologischer Untersuchungen gewesen und sind es heute in noch größerem Umfang. Der Mensch ist aber als Zoon politikon nicht nur Gegenstand der Psychologie und der Soziologie, sondern als Zoon eben auch ein legitimer Gegenstand naturwissenschaftlich-biologischer Forschung. Das Gleiche gilt für die Gruppen: Sie sind nicht allein mit den Methoden der Soziologie, Psychologie und Philosophie (in ihrem weitesten Umfang) zu erfassen; Gruppen menschlicher Gemeinschaften haben außerdem naturwissenschaftliche und

dennach nur mit deren Methoden analysierbare Aspekte. Von diesen naturwissenschaftlich-biologischen Seiten der Gruppen soll hier zunächst die Rede sein.

Der biologischen Untersuchung von Gruppen stellen sich folgende Fragen:

1. Wie sind Gruppen von zusammengehörigen Individuen in sich organisiert?
2. Durch welche Faktoren wird die Größe einer Gruppe bestimmt?
3. Welche Beziehungen bestehen zwischen Gruppen und ihrem Raum?
4. Was geschieht, wenn die Größe einer Gruppe, d. h. die Zahl der ihr angehörenden Individuen über das normale Maß wächst?

Zwischen der Struktur und der Größe einer Gruppe und dem von ihr „bewohnten“ Raum bestehen enge Beziehungen. Wird die Zahl der Individuen einer Gruppe zu groß oder der verfügbare Raum zu klein, so treten biologische Phänomene auf, die wir als Massenphänomene bezeichnen wollen. Die Massen stellen der Wissenschaft – und nicht nur ihr – Probleme, die wir nicht mehr beiseite schieben können.

II

Die Zunahme der Zahl an Individuen in einem Areal hat in der Regel eine naheliegende Folge: Ein Teil der Bevölkerung wandert aus. Solche Auswanderungen im Zusammenhang mit Massenvermehrungen sind seit alters her vom Menschen und auch von Tieren bekannt. Die Heuschreckenschwärme sind ein Beispiel dafür: Ihre Züge können nahezu 100 km Länge bei 20 km Breite erreichen; im vorigen Jahrhundert gelangten 1844, 1873, 1874 und 1875 Schwärme von Wanderheuschrecken (*Locusta migratoria*) aus den Überschwemmungsgebieten der unteren Donau sogar bis nach Deutschland; in der Mark Brandenburg wurden 1844 auf 7 700 Morgen Land 4 425 Scheffel, d. h. nahezu $\frac{1}{4}$ Million

Liter Eier gesammelt, nachdem die Schwärme in ihr Verderben weitergezogen waren.

Die großartigste Schilderung der gigantischen Massenwanderung von Heuschrecken stammt vom Propheten Joel (Kap. 2, 2-10):

„Ein finsterner Tag, ein dunkler Tag, ein wolkiger Tag ein nebliger Tag; gleich wie sich die Morgenröte ausbreitet über die Berge, kommt ein großes und mächtiges Volk, desgleichen vormals nicht gewesen ist und hinfort nicht sein wird zu ewigen Zeiten für und für.

Vor ihm her geht ein verzehrend Feuer und nach ihm eine brennende Flamme. Das Land ist vor ihm wie ein Lustgarten, aber nach ihm wie eine wüste Einöde, und niemand wird ihm entgegen.

Sie sind gestaltet wie Rosse und rennen wie die Reiter.

Sie sprengen daher oben auf den Bergen, wie die Wagen rasseln, und wie eine Flamme lodert im Stroh, wie ein mächtiges Volk, das zum Streit gerüstet ist.

Die Völker werden sich vor ihm entsetzen und aller Gesichter werden bleich.

Sie werden laufen wie die Riesen und die Mauern ersteigen wie die Krieger; ein jeglicher wird stracks vor sich daherziehen und sich nicht säumen.

Keiner wird den anderen irren, sondern ein jeglicher wird in seiner Ordnung daherfahren; und werden durch die Waffen brechen und nicht verwundet werden.

Vor ihm erzittert das Land und bebzt der Himmel; Sonne und Mond werden finster, und die Sterne verhalten ihren Schein.“

Massenvermehrungen mit katastrophalem Ende kennen wir an vielen Stellen im Tierreich. Ich erinnere an die Verheerungen, die z. B. in der Forst- und Landwirtschaft durch Schädlinge hervorgerufen werden. Im allgemeinen sind sie selten; denn unter natürlichen Bedingungen stellt sich in der Regel ein Gleichgewicht zwischen Vermehrung und Tod ein, sobald eine – von Art zu Art verschiedene – Bevölkerungsdichte erreicht ist. Auch in der unberührten Natur, in die der Mensch noch nicht verändernd ein-

gegriffen hat, gibt es bei manchen Tierarten explosionsartige Zunahmen der Bevölkerungsdichte, die in einer Katastrophe enden, sei es, daß die Tiere in Massen sterben und nur wenige übrig bleiben, sei es, daß sie panikartig ihr Siedlungsgebiet verlassen und dann in der Fremde zumeist zugrunde gehen. Im Hinblick auf die beängstigende Zunahme der Menschen interessieren uns vor allem die Massenvorgänge bei unseren nächsten Verwandten, also den Säugetieren. An ihnen können wir am ehesten über die biologischen Ursachen und Folgen explosiver Vermehrung Erkenntnisse gewinnen, die – wenn auch keineswegs ohne weiteres auf den Menschen übertragbar – doch manche Anregungen zu soziologischen und medizinischen Untersuchungen am Menschen geben können.

Seit dem Mittelalter sind die plötzlichen Massenvermehrungen und Massenwanderungen der Lemminge bekannt. Wunderliche Dinge kann man von ihnen lesen: 1518 erzählt Olaus Magnus, sie seien in riesigen Scharen bei Gewitter und Regen vom Himmel gefallen; später tauchen die dramatischen Schilderungen auf, wie unabsehbare Lemmingzüge wandern und wandern, schließlich ans Meer gelangen, sich hineinstürzen und umkommen. Nun können sich in der Tat Lemminge ungeheuer schnell vermehren. Etwa 2 Wochen nach der Geburt sind sie schon fortpflanzungsfähig, die Tragzeit beträgt 20 Tage und die normale Zahl der Jungen ist etwa 5–6, zuweilen mehr. So nimmt von Zeit zu Zeit ihre Zahl steil zu, die Nahrung, im wesentlichen ganz bestimmte Moose und frische grasartige Pflanzen, wird immer weniger und die Wanderungen beginnen, freilich nach beliebigen Richtungen, oft in den Untergang, sei es in nahrungsarmen Gebieten, sei es in Flüssen, die sie zu durchschwimmen versuchen, sei es vielleicht auch einmal im Meer.

Rätselhaft bleiben uns diese Massenwanderungen bis heute. Trotzdem läßt sich ein Zusammenhang allein aus der Tatsache erkennen, daß solche Lemmingwanderungen periodisch auftreten: Die Vorgänge nämlich, seien es Nahrungsmangel, Krankheiten, Feinde, die die Individuenzahlen in anderen Populationen rechtzeitig begrenzen, wirken beim Lemming langsamer, als er

sich fortpflanzt. In der Sprache der Kybernetik liegt hier ein Regelkreis vor, dessen Regelung zu langsam erfolgt und dessen Verstärkung zu groß ist. Man nennt eine solche verzögerte Regelung im Englischen *delayed feedback*; man weiß, daß verzögerte Regelung unter bestimmten Bedingungen zu Schwingungen im Regelkreis und zu Reglerkatastrophen führen kann: Die Zahl der Tiere nimmt schneller zu als die der Vermehrung entgegenwirkenden Faktoren. Schließlich bekommen die hemmenden Einflüsse das Übergewicht, aber zu spät. Die Folge ist ein rasanter Zusammenbruch der Population, den nur wenige überleben; und dann beginnt das Spiel von neuem. Die Bevölkerungsdichte wird also geregelt, und zwar durch Vorgänge, die von ihrer Dichte selbst abhängen. Ein solcher Faktor könnte Nahrungsmangel sein; er könnte die Fruchtbarkeit, also die Zahl der Würfe herabsetzen. Das ist allerdings nur eine Annahme, die zu prüfen sein wird. Wenn sich aber die Lemminge trotz des Hungers zunächst weiter in gleichem Maße vermehren, wie satte Lemminge, dann führt die Vermehrung zur Katastrophe. Irgendwo ist also bei den Lemmingen die Leitung zu lang.

Hier bietet sich ein Vergleich an: Offensichtlich ist auch bei den Menschen die Leitung von der Einsicht bis zur eingreifenden regelnden Tat recht lang, vielleicht zu lang. Es ist an der Zeit, sich dies klar zu machen und den Weg von der Einsicht zum regelnden Handeln zu verkürzen: Wissenschaftliche, d. h. rationale Einsicht ist ihrer Natur nach zunächst nur bei wenigen; und es ist ein weiter Weg, oft nicht nur gepflastert, sondern geradezu überwachsen mit unvernünftigen Argumenten, mit der Beharrlichkeit der Massen, mit Tabus, mit geltendem Recht, mit Gewohnheiten, mit regierenden Fürsten oder Parlamenten, zum Teil mit sicher notwendigen Einrichtungen menschlicher Gesellschaft, aber mit Einrichtungen, deren „Totzeit“, wie man in der Kybernetik sagen würde, sehr lang oder zu lang ist, um Reglerkatastrophen zu vermeiden.

Die geschlossenen Wanderungen der Lemminge zeigen noch etwas anderes: Das Verhalten in der Masse kann wesentlich anders sein als das Verhalten unter den Bedingungen in einer weni-

ger dichten Population: Der Lemming – vor allem der Berglemming – ist nämlich ein gegenüber Artgenossen sehr unverträgliches Tier. Bei hinreichend dünner Besiedlung hat jedes Weibchen sein eigenes Territorium, in dem es gegen jeden anderen Lemming aggressiv wird. Wird die Besiedlung dichter, so behält und verteidigt das Weibchen sein Territorium nur so lange, bis die Jungen selbständig sind. Dann beginnt es umherzustreifen. In extremen Fällen kommt es dann zu den Massenwanderungen, deren dichtes Gedränge für diese unverträglichen Tiere – ganz abgesehen von dem oft katastrophalen Ende – eine schwere Belastung für jedes einzelne Individuum darstellt.

III

Ist es nun tatsächlich der Hunger, der zur unfreiwilligen Selbstvernichtung der Massen bei den Lemmingen führt? Das sieht zunächst sehr plausibel aus; als Naturwissenschaftler mißtrauen wir aber den Plausibilitäten so lange, bis gründliche Beobachtungen und Experimente ihre Richtigkeit bewiesen haben. Was an Beobachtungen über dieses rätselhafte Tier vorliegt, reicht nicht aus, um die Frage eindeutig mit „Ja“ oder „Nein“ zu beantworten.

Genauer wissen wir von Wühlmäusen, z. B. der Erdmaus (*Microtus agrestis*) und ihren Verwandten, der Feldmaus (*M. arvalis*), der Rötelmaus und anderen Nagetieren. Erd- und Feldmaus sind wegen des Schadens, den sie in Mäusejahren anrichten, eingehender untersucht. Ein Pärchen kann es theoretisch im Jahr auf 2500 Kinder und Kindeskinde bringen, und das erklärt, daß in manchen Mäusejahren 30000 Wühlmäuse je Hektar, also 3 auf einem Quadratmeter vorkommen. Auch wenn der Mensch nicht eingreift, auch – und das ist besonders wichtig – wenn genug Nahrung da ist, auch wenn keine Seuchen ausbrechen, nimmt ziemlich plötzlich die Bevölkerungsdichte in kurzer

Zeit schlagartig ab. Viele, vor allem jüngere Tiere gehen ein, die Weibchen werfen nur wenige oder gar keine Jungen mehr, die Zahl der Mäuse wird bis weit unter die Norm reduziert.

Nur langsam, im Laufe von Generationen, nach 2 bis 3 Jahren wird die Populationsdichte wieder größer und das grausame Spiel wiederholt sich. Hier erfolgt der Zusammenbruch der Population, bevor die Nahrung knapp wird, bevor etwa jüngere oder schwächere Tiere Hunger-Symptome zeigen. Was ist hier geschehen?

Man hat die Ursachen in natürlichen Populationen, man hat sie auch im Laboratorium an Populationen untersucht, die auf einem begrenzten Areal, aber reichlich mit Futter versehen, frei von Parasiten, geschützt vor Feinden und unter günstigen klimatischen Bedingungen gehalten wurden. Die Mäuse vermehren sich keineswegs bis ins Unendliche; geht man von einem einzigen oder von wenigen Pärchen aus, so nimmt die Zahl der Tiere anfangs schnell, dann langsamer und schließlich gar nicht mehr zu, obwohl, wie gesagt, alles vorhanden ist – außer Platz. Hier muß also ein Faktor wirksam sein, der von der Besiedlungsdichte abhängt, ein Massen- oder besser Dichte-abhängiger Prozeß, der die Vermehrung hemmt, sobald die Besiedlung zu dicht wird.

Da bei den untersuchten Säugetieren – und nur von ihnen ist hier die Rede – alle äußeren Faktoren wie Nahrungsmenge, Feinde, Parasiten, Seuchen, Klima als regelnd wirkende Faktoren ausscheiden, müssen wir die Ursachen in den Tieren selbst, in ihrem Verhalten, in ihrer Einwirkung aufeinander, kurz in ihren sozialen Beziehungen und deren Abhängigkeit von der Besiedlungsdichte suchen.

IV

Zwei bei Säugetieren (und Vögeln) weit verbreitete Verhaltensformen zwischen Artgenossen sind in diesem Zusammenhang von offenbar entscheidender Bedeutung:

1. die Verteidigung eines Gebietes gegenüber anderen Artgenossen und
2. der Aufbau einer sozialen Ordnung, einer Über- und Unterordnung, einer Hierarchie innerhalb der Gruppe, die ein solches, u. U. gemeinsam verteidigtes Gebiet bewohnt.

Wir wollen ein verteidigtes Gebiet ein Territorium nennen. Es kann gegen Eindringlinge (in unserem Zusammenhang der gleichen Art) von außen oder gegen Rivalen aus der eigenen Sippe verteidigt werden. Bei Säugetieren, die uns hier interessieren, hat nicht immer jedes Individuum sein eigenes Territorium, sondern ein Männchen und ein Weibchen, wie z. B. bei der Feldmaus verteidigen ein gemeinsames Territorium, wobei wiederum das des Männchens größer ist und das Männchen bei der Verteidigung aktiver ist als das Weibchen. Von südamerikanischen Brüllaffen (*Alouatta palliata*) weiß man, daß sie in Trupps zu etwa 17 Tieren zusammenleben und daß das schauerlich anzuhörende orgelnde Heulen, im Urwald meist in der Morgendämmerung zu hören, dem Abgrenzen des Territoriums dient:¹ „Hier sind wir.“ Das Heulen, meist von einem Tier angeführt, aber häufig von allen Mitgliedern einer Gruppe, selbst von den Säuglingen begleitet und orchesterartig verstärkt, ersetzt also die Zäune, Grenzsteine, Zollschraken, Paßkontrollen und gesellschaftlichen Sitten, mit denen der Mensch sein Territorium abgrenzt. Vom Territorialverhalten der höheren Tiere und erst recht der Menschenaffen wissen wir fast nichts.² Und die Soziologie des Zaunes beim Menschen ist noch nicht geschrieben. Nur ein weises Wort meines Freundes, des zu früh verstorbenen Mitgliedes unserer Akademie, Gottwalt Fischer, möchte ich in diesem Zusammenhang zitieren: Als vor Jahren das Universitätsbauamt Würzburg vorschlug, einen ästhetisch wenig schönen

¹ Carpenter, C. R., 1934, A field study of the behaviour and social relations of howler monkeys (*Alouatta palliata*). Comp. Psychol. Monogr. 10.

² Carpenter, C. R., 1950, Social behaviour of non-human primates. Structure et Physiologie des Sociétés Animales. Colloqu. intern. Cent. nat. Rech. Sci. 34: 227-246.

Zaun zwischen seinem und meinem Institut zu entfernen, meinte er: „Lassen Sie den Zaun nur stehen; ich möchte mich auch in Zukunft mit Herrn Autrum vertragen.“

Zwei Fragen erheben sich: Welche Bedeutung, welche Vorteile hat ein Territorium und wie wird es verteidigt?

Die Bedeutung des Territoriums kann je nach Tierart recht verschieden sein. Jedenfalls garantiert es der Gruppe, die es bewohnt, optimale Bedingungen; das muß nicht immer nur das Futter sein; das Territorium sichert auch die ungestörte Aufzucht der Jungen; es dient der Ausbreitung der Art, indem – meist jüngere – Tiere aus dem Territorium emigrieren, wenn ihre Anzahl zu groß wird und die älteren ihnen zu oft dreinreden. Diese Auswanderung erfolgt bei fast allen Vögeln und Säugetieren längst, bevor Nahrungsmangel eintritt. Auch die Verteidigung eines Territoriums hat nichts mit Nahrungsmangel zu tun. Dafür ein Beispiel: Heringsmöven (*Larus argentatus*) leben – wenn auch nicht überall – in Kolonien, in denen aber jeder Vogel ein, wenn auch nur kleines Territorium um sein Nest verteidigt; ihre Nahrung suchen die Vögel außerhalb gemeinsam im Meer.

Wenn – wie es bei den untersuchten Nagetieren (in geringem Maß bei der Erdmaus, in stärkerem bei wilden Ratten, *Rattus norvegicus*) und bei vielen anderen, vor allem auch bei den Affen der Fall ist – eine Gruppe und nicht ein Einzeltier ein Territorium verteidigt, dann bilden sich innerhalb der Gruppen bei einigen Arten soziale Klassen aus. Es entwickelt sich ein System von Beziehungen zwischen den Individuen, Beziehungen, die gelernt oder, wenn Sie wollen, anerzogen werden und die verhindern, daß territoriale Konflikte innerhalb einer Gruppe entstehen, die das gleiche Territorium bewohnt. Von diesen Sozialstrukturen wissen wir bei den Säugetieren viel zu wenig, und noch weniger über ihre Beziehungen zu Bevölkerungsregulation und Massenvermehrung. Sicher ist aber, daß soziale Verhaltensweisen sich mit der Populationsdichte ändern können.

Erdmäuse, in einem begrenzten Raum unter Laboratoriumsbedingungen gehalten, haben zwei oder drei soziale Klassen:

Da gibt es wohlbeleibte, gut genährte Männchen mit glattem Fell und ohne oder mit nur wenigen Narben. Diese Männchen sind untereinander gleichberechtigt, zwischen ihnen gibt es keine Rangunterschiede; sie bewegen sich ungehindert im ganzen Territorium. Dann gibt es eine zweite Klasse von Männchen, den ersten an Körpergewicht gleich, aber mit zahlreichen Bißnarben und schließlich eine dritte mit kümmerlichem, schütterem Fell, zahlreichen Bißnarben und nur halb so schwer, halb so gewichtig wie die erste, die dominierende Klasse. Sie sind auf ein kleineres Areal des Territoriums beschränkt, es sind geduldete Zwischendeckspassagiere.

Welche biologische Bedeutung (welchen Vorteil für die Art) die soziale Rangordnung bei Säugetieren besitzt, wissen wir nicht. Es ist viel darüber spekuliert worden, aber für keine Hypothese liegen genügend gründliche Beobachtungen oder experimentelle Beweise vor. Manches klingt plausibel, was da behauptet wird (z. B. daß auf diese Weise sich die jeweils „tüchtigsten“ Tiere am stärksten vermehren); aber gerade dem Plausiblen sollte man mißtrauen, solange es nicht nachgeprüft ist. So hat z. B. Calhoun bei Ratten gezeigt, daß, wenn Übervölkerung eintritt, keineswegs die dominanten Männchen am häufigsten zur Begattung kommen.

Sehr häufig ist derjenige, der zuerst in einem Gebiet erscheint, den später ankommenden überlegen. Frank hat (1954) die Revierbildung bei Feldmäusen im Freiland sehr genau untersucht und anschaulich beschrieben. Sie geht in erster Linie von den Weibchen aus, die zunächst das neue „Gehege unter sich aufteilen, und zwar so, daß auf jedes Tier annähernd der gleiche Flächenanteil entfiel und ein auf Gerechtigkeit sinnender Mensch es auch nicht hätte besser machen können.“ Die Familien und Sippen, also die Nachkommen jeweils eines Pärchens hielten sich streng in ihren Territorien, auch wenn die Bevölkerungsdichte in aneinandergrenzenden Territorien sich sehr verschieden entwickelte, so verschieden, daß in dem einen im August die Vegetation schon weitgehend abgeweidet und kurzrasig, während im angrenzenden noch ein normaler Pflanzenbewuchs vorhanden

war: Die Grenze verlief geradlinig, wie von Menschenhand mit dem Lineal gezogen.

Wie kompliziert die Soziologie des Territorialverhaltens ist, mögen noch zwei Beispiele zeigen: Setzt man mehrere erwachsene Männchen wilder Ratten (*Rattus rattus* oder *R. norvegicus*) zugleich in einen neuen Käfig, so vertragen sie sich und huddeln sich beim Schlafen und in der Ruhe zusammen. Setzt man aber zunächst nur ein (erwachsenes) Männchen in den Käfig und 10 Minuten später ein zweites dazu, so wird das erste den Käfig als sein Territorium verteidigen und es kommt zu heftigen Kämpfen, die in der Regel mit dem Tod des Neankömmlings enden. Wer zuerst „da ist“, hat ein Vorrecht; ein Gesetz, das auch der Dompteur kennt: Er muß vor den Raubtieren in der Arena sein, dann genießt er die Autorität; in den Käfig zu gehen; in dem Raubtiere schon sind, kann den Dompteur in Lebensgefahr bringen, auch wenn er lange mit ihnen gearbeitet hat (Hediger).

Um ein Territorium verteidigen zu können, muß es gekennzeichnet sein und die Mitglieder eines Territoriums müssen sich gegenseitig kennen. Um eine Rangordnung aufzubauen und zu erhalten, müssen die legitimen Einwohner des Territoriums sich ebenfalls entweder persönlich kennen, oder sie müssen Abzeichen oder Kennzeichen mehr oder weniger anonymer Art besitzen, die ihren sozialen Rang erkennen lassen.

Bei den Säugetieren wird das Territorium im allgemeinen durch chemische Marken, also Duftstoffe gekennzeichnet, selten – wie z. B. beim Menschen – durch optische Marken (Zäune, Grenzsteine). Die chemische Markierung ist bei Säugetieren wenig untersucht, am gründlichsten wohl durch meinen Mitarbeiter Schultze-Westrum (1965) bei den kleinen, sehr possierlichen Flugbeutelhörnchen (*Petaurus*). Das sind (ohne Schwanz) etwa 10–15 cm lange Beuteltiere, die in Neuguinea und Australien leben. Seit wenigen Jahren halten wir in München diese, auch sonst für die Fragen, die uns hier interessieren, recht geeigneten Tiere. Obgleich sie zu den Beuteltieren gehören, haben sie äußerlich mit den Ihnen allen bekannten Känguruhs keine Ähnlichkeit. Sie leben in lichten Kokospalmenhainen und sind

in der Dämmerung und nachts aktiv. Sie bilden Sippen, d. h. Eltern, Kinder und Kindeskindern leben in einem Territorium beisammen. Sie schlafen und nisten tagsüber in Baumhöhlen, deren mehrere im Bereich einer Sippe vorhanden sind. Innerhalb der Sippe herrscht eine soziale Schichtung, eines der Männchen ist das ranghöchste (oder es gibt einige wenige von gleich hohem Rang); es leistet zugleich die Hauptarbeit beim Markieren, Kontrollieren und Verteidigen des Reviers. Auch im Laboratorium wird ein Territorium markiert und seine Grenzen werden energisch verteidigt. Die Tiere einer Sippe erkennen sich am Geruch. Das Parfüm erzeugen sie selbst und zwar anscheinend vorwiegend die Männchen; große Drüsenkomplexe münden bei ihnen auf der Stirn und auf der Brust; den Weibchen fehlen diese Drüsen. Dazu kommen – teilweise wiederum bei beiden Geschlechtern unterschiedliche – Drüsen in anderen Körperregionen. Vor allem mit der Stirndrüse reiben die Männchen ihre Familie, besonders die Weibchen und die Jungen immer wieder ein. Das geschieht meist im Nest, gelegentlich auch im Territorium. Die Parfüms der Stirndrüsen sind auch bei Männchen der gleichen Sippe von Tier zu Tier verschieden. Dazu kommt der jeder Sippe eigentümliche, sich aus vielen Komponenten zusammensetzende „Nestgeruch“. Durch die Zusammensetzung des Sippengeruchs aus vielen Komponenten, durch die individuell verschiedene Beschaffenheit des Sekretes der einzelnen Drüsen können sich die Angehörigen einer Sippe erkennen und von Fremden unterscheiden.

Gerät ein Männchen in ein fremdes Territorium, so wird ihm zunächst gedroht: Der Hausherr stößt einen kurzen hohen Pfiff aus, fängt an zu zetern, schlägt mit den Pfoten auf den Boden und greift schließlich den Eindringling an. Zumeist trollt sich dieser aber davon, bevor es zum direkten Angriff kommt.

Die Flughörnchen sind für die Untersuchungen über den Masseneffekt interessanter als andere Laboratoriumstiere, weil sie eine differenzierte Sozialstruktur besitzen: Sie leben in Sippen zusammen, die Sippe besitzt ein Territorium, und innerhalb der Sippe gibt es Rangklassen von Männchen und auch Rangklassen

bei den Weibchen. Die soziale Hierarchie besteht aus Klassen, also jeweils mehreren gleich „berechtigten“ Tieren, sie unterscheidet sich in dieser Hinsicht von der Rangordnung z. B. der Hühner, bei denen es eine Hackordnung gibt, in der jedes einzelne Individuum einen ganz bestimmten Rang im Verhältnis zu jedem anderen hat. Bevor wir aber analysieren können, welche Faktoren die normale Größe einer Sippe bestimmen und was sich abspielt, wenn die Sippe in ihrem Territorium zu groß wird, wenn die Sippe also unter den Druck der Masse gerät, muß zunächst das normale Verhalten im Freien und im Laboratorium genau bekannt sein. Dazu sind bei *Petaurus* erst Vorarbeiten getan.

V

Im allgemeinen nimmt in einem Territorium – auch im Käfig – die Zahl der Individuen zu Beginn langsam, dann schneller zu. Allmählich verringert sich das Wachstum der Bevölkerung dann wieder, bis ein Gleichgewicht zwischen Geburten und Todesfällen erreicht ist. Dieses Wachstumsgesetz gilt – mit wenigen Ausnahmen, wie etwa den Lemmingsen, Wühlmäusen und der menschlichen Bevölkerung – für alle Lebewesen von den Bakterien bis zu den Säugetieren.

Was begrenzt eine Bevölkerung auf das natürliche Maß, d. h. eine konstante Zahl? Es gibt offenbar nur zwei Wege, um die Entwicklung von Massen, d. h. Überbevölkerung zu verhindern: Verminderung der Zahl der Geburten und Ausmerzungen von Individuen, sei es durch Emigration, sei es durch Tod.

In der Tat nimmt bei den im Laboratorium untersuchten Tieren mit steigender Bevölkerungsdichte die Zahl der Geburten ab. Leider gibt es viel zu wenig Untersuchungen über diese Zusammenhänge bei Säugetieren, und es ist keineswegs zulässig, die Ergebnisse zu verallgemeinern.

Hält man Wildmäuse in großen Käfigen bei stets reichlichem Futter, so nimmt ihre Zahl bis zu einer maximalen Dichte zu.

Schon bevor sie erreicht wird, ist das Wachstum der Jungen verringert: zur Zeit ihrer Entwöhnung von der Muttermilch wiegen sie weniger als Kontrolltiere in weniger dicht besiedelten Käfigen. Nimmt die Bevölkerungsdichte noch weiter zu, so sterben schließlich fast alle Jungen vor der Entwöhnung, und zwar sterben sie, weil die Mutter offenbar nicht genug Milch hat. Ich brauche nicht nochmals zu betonen, daß das Versagen der Muttermilch nicht auf Unterernährung der Mutter beruht; Futter ist reichlich und allen Tieren zugänglich vorhanden. Es muß ein anderer Faktor wirksam sein, den wir noch nicht kennen, der aber mit Sicherheit auf die zu große Dichte zurückgeht.

Hier wollen wir uns ein wenig auf die Methode des Naturwissenschaftlers besinnen. Man könnte sagen, die Mütter hätten weniger Milch, weil sie in dem zu dicht bevölkerten Käfig zu häufig gestört würden. Diese Behauptung befriedigt aber nicht, denn man müßte sofort die weitere Frage stellen, warum durch Störungen im Gewühl der Massen, d. h. auf welche Weise gerade die Bildung der Milch beeinflusst wird. „Störung“ ist in diesem Zusammenhang noch keine zureichende Erklärung, sondern ein leeres Wort, das weitere Forschung mit Inhalt füllen müßte.

Sonderbare Zusammenhänge sind in den letzten Jahren entdeckt worden: Bei Hausmäusen (*Mus musculus*) und bei den hübsch braun und weiß gefärbten nordamerikanischen Weißfußmäusen (*Peromyscus maniculatus*) starben die Embryonen ab, sobald zu einem trächtigen Weibchen ein Männchen einer anderen, fremden Linie gebracht wurde. Es genügt sogar die ständige Einwirkung des Duftes eines fremden Männchens, um die Entwicklung der Embryonen zu stoppen; allerdings ist das nur in den ersten vier Tagen der Schwangerschaft der Fall (Bruce-Effekt).

Früher war die Rede davon, daß Massenentwicklungen mit nachfolgenden Katastrophen auf einer zu langen Leitung beruhen, daß sich also der Schaden, den das Einzeltier durch zu dichte Bevölkerung erleidet, nicht sofort, sondern erst nach einiger Zeit manifestiert. Gerade bei der Fortpflanzung hat es den Anschein, als ob die nachteiligen Wirkungen einer Übervölkerung in manchen Fällen sogar mehrere Generationen anhalten können.

Bei Erdmäusen (und bei Laboratoriumsmäusen) ist nicht nur die von der Übervölkerung betroffene Generation geschädigt, sondern auch deren Kinder und Enkel bleiben im Wachstum hinter normalen Mäusen zurück, auch wenn längst keine Übervölkerung mehr besteht. Je länger es dauert, bis beim einzelnen Individuum der Schaden manifest wird und je länger der Schaden dann anhält, auch wenn die Schadensursache längst aufgehört hat, um so tiefer ist der Absturz, um so sicherer der Untergang. Daher kommt es, daß nach solchen Bevölkerungsexplosionen mit katastrophalem Ausgang das verödete und dünn besiedelte Gebiet nicht mehr verteidigt und von Nachbarterritorien aus neu besiedelt wird (z. B. bei der Hausmaus).

Eine interessante Deutung dieses verzögerten Masseneffektes stammt von Chitty (1960): Wenn die Bevölkerung dichter und dichter wird, was sich über Generationen hinzieht, dann pflanzen sich die Tiere am stärksten fort, die sich in der Masse „wohl-fühlen“; es setzt eine Auslese ein; die „Massenmäuse“ haben die besseren Aussichten; die aber, die die Einsamkeit suchen und vor dem Gewühl fliehen, haben geringere Chancen für ihre Nachkommen, sie leiden früher und gehen früher zugrunde, wenn sie nicht auswandern können. Schließlich aber erreicht alle das Schicksal bis auf einige wenige, die ihrer Veranlagung und zwar ihren Erbanlagen nach „Betriebsnudeln“ sind. Nach der Katastrophe aber auf ein stilles Leben in der Einsamkeit angewiesen, ertragen sie dies ihrer Konstitution nach nicht und siechen dahin wie Manager in der Wüste. Diese genetisch-selektionistischen Hypothesen zu prüfen, wäre wichtig und interessant.

Soziale Überbelastung kann also zum Tod der Nachkommen führen. Sie kann aber schon schneller verhängnisvoll werden. Vorher war davon gesprochen worden, daß Territorien verteidigt und soziale Rangordnungen aufgebaut werden. Beides bedeutet ständige Aktivität, die Grenzen müssen bewacht, Eindringlinge vertrieben, die Rangordnung muß erhalten und ständig bestätigt werden. In einer dichten Population werden die Begegnungen dieser „unerfreulichen“ Art, unerfreulich für den, der das Territorium nicht betreten darf, unerfreulich für das Tier aus der tiefe-

ren Rangklasse, häufiger sein als in dünn besiedelten Territorien. Verteidigung des Territoriums und Vertreiben von Eindringlingen ist fast nie blutiger Kampf; vielmehr zeigt der Revierinhaber durch bestimmte Gesten oder Stellungen, daß er in seinem Revier mehr zu sagen hat als der Eindringling.

Das Normale ist, daß Angehörige verschiedener Territorien sich durch Zeichen oder eine Folge von Zeichen, durch soziale Signale – Barnett (1965) schlägt dafür den Terminus *Nasils* vor – „ins Benehmen“ setzen. Dabei ist der Ausdruck „sich benehmen“ kennzeichnend für den Ablauf: B erkennt auf Grund der sozialen Signale A als Territoriums-inhaber an, „benimmt sich“, d. h. er trollt sich. Oder innerhalb des Territoriums: B erkennt A als ranghöher an, „benimmt sich“, d. h. gibt zu erkennen, und zwar durch eine symbolartige Geste der Unterwerfung, die bis zur Unterwürfigkeit führen kann, daß er den höheren Rang anerkennt. „Sich benehmen“ heißt also, den Status quo anerkennen, ohne daß es zu ernsthafteren Auseinandersetzungen, zum Kampf oder zum Beißen, kommt. Die Art der sozialen Signale ist außerordentlich verschieden: Optische Signale – z. B. bestimmte Stellungen oder bestimmte Bewegungen –, akustische Signale – Drohpfeife, Zetern, Heulen – und chemische Signale, wie wir sie beim Flugbeutelhörnchen kennengelernt haben. Jede Art hat ihren eigenen, z. T. sehr reichen Schatz an solchen sozialen Signalen, ihre eigene Symbolsprache.

Wenn ein Säugetier sich auf eine solche territoriale oder rangbedingte Auseinandersetzung gefaßt macht, so spielt sich im Körper eine Reihe von Reaktionen ab, die den Organismus für die bevorstehende Aktion in Form bringen, ihn fit machen. Man nennt die Gesamtheit dieser Reaktionen *ergotrope Reaktion* (W. R. Hess) oder mit einem deutschen Ausdruck *Bereitschaftsreaktion* (v. Brücke). Beteiligt ist vor allem das vegetative System, und zwar der Sympathicus, außerdem die Hypophyse und die Nebennieren. Hypophyse und Nebennieren sind Drüsen mit innerer Sekretion, sie geben Hormone ab. Diese Hormone – auf die höchst komplizierten Einzelheiten kann ich hier nicht eingehen – werden vor allem in der Nebenniere in kürzester Frist ge-

bildet; ihre Haltbarkeit im Körper ist kurz, das Reservoir an solchen Alarmstoffen im Körper nicht groß; sie spornen also nur für kurze Zeit den Körper zu höheren Leistungen, zu erhöhter Aktivität an.

Ausgangsort für diese akuten Umstellungsreaktionen des Organismus bei Belastung ist ein Teil des Gehirns, der Hypothalamus, ein Abschnitt des Zwischenhirns, zu dem Bahnen von den Sinnesorganen, aber auch vom Großhirn in verwirrender Mannigfaltigkeit laufen. Von hier aus wird einerseits das vegetative Nervensystem, der Sympathicus, und andererseits die Hypophyse aktiviert. Das vegetative Nervensystem mobilisiert – auf nervösem Weg – das Nebennierenmark, das daraufhin eines seiner wichtigen Hormone, das Adrenalin, in den Blutkreislauf ausschüttet. Die Aktivierung der Hypophyse veranlaßt sie, ihrerseits ein Hormon, das adrenocorticotrope Hormon ins Blut abzugeben. Es gelangt auf diesem Weg zur Nebennierenrinde, die nun ihrerseits mit Hormonproduktion und Hormonabgabe ans Blut antwortet. Hier ist es – neben anderen – vor allem das Cortisol, das in großen Mengen von der Nebennierenrinde ins Blut abgegeben wird und zu allen Organen gelangt.

Das Ergebnis ist schließlich – ausgelöst vom Adrenalin, dem Hormon des Nebennierenmarks – eine Erhöhung der Frequenz und der Kraft der Herzkontraktionen, eine Umsteuerung des Blutes von der Haut und den Eingeweiden zur Muskulatur, eine Hemmung der Darmtätigkeit, eine Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit; vom Cortisol, dem Hormon der Nebennierenrinde, wird kurzfristig der Stoffwechsel, vor allem des Eiweißes und der Kohlenhydrate, umgestellt: Eiweiß wird in Kohlenhydrate umgebaut (Gluconeogenese), der Zuckergehalt im Blut kann vorübergehend ansteigen, alles Reaktionen, die den Körper mechanisch und chemisch für erhöhte Aktivität bereit machen. Die Wirkungen halten nicht lange an, weil die Hormone der Nebenniere alsbald im Körper zerstört und aus dem Kreislauf entfernt werden.

Die Gesamtheit dieser Antworten des Körpers auf eine erwartete oder eingetretene, über das normale Maß hinausgehende

Beanspruchung bezeichnet man als *Stress*. Faktoren, die Stress auslösen, nennt man *Stressoren*. Das können sehr verschiedene Einflüsse sein, z. B. große Kälte, starke körperliche Anstrengung, Infektionen, eine Geburt, Schmerzen. Cum grano salis kann man als Stressoren auch Aufregungen nennen, wenn man damit die auslösenden Widrigkeiten meint. Aufregung und Ärger selbst sind die Antworten, also Stress.

Soziales Leben kann bei Säugetieren eine Belastung darstellen, einen Stress auslösen, wenn es übertrieben wird, d. h. wenn es sich in der Masse abspielt. Die Mitglieder eines sozialen Verbandes können also für andere Individuen Stressoren sein. Nun hat das in nicht zu dichten Populationen keine nachhaltigen, schädigenden Wirkungen, denn jeder Stress klingt nach einiger Zeit, im Laufe einer oder weniger Stunden ab. Wird aber ein Stress immer und immer wieder provoziert, dann fehlen die Erholungsphasen, die Schonperioden, und es stellen sich nachhaltige Folgen ein, die – wenigstens bei einigen der wenigen untersuchten Säuger – schließlich zum Tod führen können.

Der Organismus durchläuft also drei Phasen:

1. die Alarmreaktionen, die zur Anpassung an den Stressor führen;
2. das Stadium der Resistenz, wenn die Anpassung an den Stressor optimal ist;
3. das Stadium der Erschöpfung, das der Anpassung folgt, in dem nun nicht nur die Anpassung an die Beanspruchung fehlt, sondern auch die Widerstandskraft gegenüber der Norm vermindert ist.

Von großer Bedeutung ist, daß ein Alarm, der nicht zur Aktion führt, genau so schädlich, ja schädlicher sein kann, als wenn eine „befreiende“ Tat ihm folgt. Die Tatsache selbst ist bei Säugetieren oft beobachtet und auch vom Menschen sowohl aus der Physiologie wie aus der Psychologie wohl bekannt. Über die Ursache dieser Erscheinung weiß man nur wenig und Unzureichendes. Wie groß dieser physiologische Druck des Alarms ist, eine Handlung auszulösen, wissen wir aus der Verhaltensforschung.

Erregung, die sich in einer adaequaten Handlung nicht fortsetzen kann, führt zu Zwangshandlungen, die in eine andere Situation gehören, sinnlos, aber wenigstens Aktivität sind. In der Verhaltensforschung nennt man sie Übersprunghandlungen.

Der kausale Zusammenhang zwischen sozialer Belastung und dem geschilderten Stress-Syndrom kann am leichtesten durch Untersuchung der Nebennieren und ihrer Veränderungen bestimmt werden. Unter Stress-Bedingungen entleeren vor allem die Zellen der Nebennierenrinde sehr schnell (in wenigen Sekunden) ihren Hormonvorrat und bilden neues Hormon. Wenn die Anspannung chronisch ist, wird die Nebennierenrinde merklich größer, sie hypertrophiert.

Eine solche Zunahme des Gewichtes der Nebennieren, und zwar eine beträchtliche Zunahme um rund 20%, hat man bei Tieren im Laboratorium (wilden Ratten), aber auch bei Freilandpopulationen unter dem Einfluß von sozialer Überlastung gefunden. Sie kann sowohl auf Übervölkerung beruhen als auch auf ungewohnten sozialen Situationen. Bringt man z. B. Ratten in eine fremde Kolonie, so zeigt sich alsbald eine Vergrößerung der Nebennierenrinde. Das ist ein deutliches Zeichen für eine Dauerbelastung, die natürlich ihre Folgen hat: Wir haben gehört, daß unter dem Einfluß des Nebennierenrindenhormons körpereigenes Eiweiß abgebaut und in Betriebsstoffe, vor allem Zucker, umgewandelt wird. Infolgedessen nehmen die Tiere an Gewicht ab, denn offenbar kann noch so reichliche Ernährung den hormonell gesteuerten Eiweißabbau nicht kompensieren. Junge Tiere wachsen langsamer. Wenn nun noch Nahrungsmangel dazukommt, ist die Katastrophe unvermeidlich.

Christian (1959, 1961) hat frei lebende Rattenkolonien mit hoher Populationsdichte untersucht; die Nebennieren waren bei allen gegenüber der Norm vergrößert; fing er dann erhebliche Teile einer solchen Kolonie mit Fallen weg, so daß die Populationsdichte wesentlich abnahm, so verringerte sich bei den überlebenden Ratten das Volumen der Nebennieren.

Ähnliche Ergebnisse hat man auch bei anderen, vor allem auch bei freilebenden Säugetieren gefunden; ein Beispiel: Vor etwa

40 Jahren wurde auf einer kleinen Insel (etwa 0,6 km²) in der Chesapeake Bay ein Pärchen der in Ostasien beheimateten Sikas (*Pseudaxis nippon*; sie gehören zu den Hirschen) ausgesetzt. Sie vermehrten sich gut, bis die Kolonie auf eine Dichte von etwa einem Tier pro 4000 m² angewachsen war. Trotz aller Pflege und reichlichen Futters begann ein Massensterben: 60% der Tiere gingen ein. Die Untersuchung ergab, daß im Jahr der Katastrophe generell das Wachstum vermindert war; als Todesursache konnte eine Überaktivität der Nebennierenrinde festgestellt werden. Infektionen, Feinde, Futtermangel kamen als Ursache nicht in Frage.

Bei wilden Hausmäusen und bei wilden Ratten (*Rattus norvegicus*) konnte noch ein weiteres gezeigt werden. Werden sie in Gruppen gehalten, so bildet sich alsbald eine soziale Hierarchie aus; es gibt dominierende Tiere und solche, die als rangniedere den dominierenden ausweichen, wo immer sie können. Die Stress-Syndrome sind bei den rangniedereren größer als bei den ranghöheren. Je höher also ein Tier in der sozialen Rangordnung steht, um so weniger leidet es unter den sozialen Unzutraglichkeiten. In der Regel stehen jüngere (erwachsene) Tiere in der Rangordnung den älteren nach und werden dementsprechend in der Masse eher und stärker geschädigt als die älteren.

Es darf nun nicht übersehen werden, daß die soziale Belastung durch Alarmierung der Bereitschaftsfunktionen nicht der einzige, unterlegene Tiere benachteiligende Faktor ist. Dominante Tiere haben leichteren Zugang zum Futter, zumal wenn es knapp ist; sie können ungestörter fressen, brauchen nicht ständig zu lauern, ob ihnen jemand die Beute streitig macht, sie werden seltener oder gar nicht in unnützen Alarm versetzt. Es kommt also bei den sozial unterlegenen Tieren – sobald die Bevölkerung zu dicht wird – zu einer Summierung: Die ständige Alarmbereitschaft hat einen erhöhten Eiweißabbau zur Folge, zu dem sich nun noch z. B. Unterernährung gesellt. Andere Folgen der Dauerbelastung kommen dazu: Herabgesetzte Widerstandsfähigkeit gegen Infektionen, gegen Kälte. Der durch ständige Beanspruchung erschöpfte Körper kann zusätzliche Belastungen nicht mehr kompensieren und erliegt ihnen.

Das Hypophysen-Nebennieren-System ist sicher nicht das einzige, das bei Stress in Aktion tritt. Es gibt akute Fälle, in denen Tiere, in ein fremdes Territorium gesetzt, ohne verwundet zu sein im Verlauf einer Stunde, ja zuweilen plötzlich und buchstäblich tot umfallen. Derartiges hat man bei Ratten beobachtet. Eine Ratte, in einen fremden Käfig versetzt, wird – ohne daß es zu Beißereien kommt – durch die formalen Angriffe der Revierinhaber so mitgenommen, daß sie binnen kurzer Zeit, die nach Minuten, allenfalls Stunden zählt, einen Kollaps, einen totalen Zusammenbruch erleidet, der mit dem Tod des (unverletzten) Tieres enden kann. Die formalen, symbolhaften Gesten des Revierinhabers stellen also in diesem Fall keine tätliche, sondern eine im wahrsten Sinne tödliche Beleidigung des Fremden, des Eindringlings dar. Jeder, der mit Säugetieren, wie z. B. mit wilden Ratten, Meerschweinchen, Tupajas und anderen umgeht, weiß, daß sie im Kollaps momentan verenden können, wenn sie plötzlich mit der Hand gefangen werden.

Alle diese Erscheinungen sind bekannt, aber viel zu wenig untersucht. Ihre Bedeutung bei Säugetieren kann gar nicht hoch genug eingeschätzt werden: Die Säuger haben in vieler Hinsicht einen hohen Grad von Anpassung an die Umwelt erreicht; man kann mit einiger Wahrscheinlichkeit behaupten, daß für die Säugetiere Störungen des sozialen Gleichgewichtes von allen (unter natürlichen Bedingungen) möglichen Umweltstörungen die schädlichsten sind.

VI

Wenn wir zum Schluß noch einmal zum Menschen zurückkehren, dann sind zuvor einige Bemerkungen nötig, damit keine Mißverständnisse entstehen.

1. Biologie ist eine Naturwissenschaft, d. h. sie hat bestimmte Methoden und in diesen Methoden liegen ihre Grenzen. Biologie ist nicht – wie man es so häufig hört – die Wissenschaft vom Leben; sondern es ist die Analyse der objektiv gegebenen leben-

den Organismen mit den Methoden der rationalen Erkenntnis. Das wird vom Laien meist übersehen, wobei ich als Laien den bezeichne, der nicht weiß oder ignoriert, was seit Aristoteles bis heute über die Definition der Biologie, ihre Methoden und ihre Grenzen gedacht, gesagt und gesichert ist. Wenn die Grenzen der Biologie überschritten werden, ohne daß es ausdrücklich und deutlich gesagt, wenn von Leben und Ganzheit, diesen höchst unklaren und mißbrauchten Begriffen schlechthin geredet wird, wenn im Gespräch mit Laien das Vokabular der Wissenschaft verwendet wird, ohne zu sagen, daß dasselbe Wort hier und dasselbe Wort dort etwas anderes, oft ganz anderes bedeutet, dann geht das zwar häufig dem Laien ein und findet sein williges Ohr, es ist – im Gegensatz zur Wissenschaft – massenwirksam, aber es sind, vor allem wenn es Biologen treiben, die es besser wissen sollten, unschöne Künste. Wir sagen also ausdrücklich, daß dem Menschen neben den unbezweifelbaren biologischen Eigenschaften auch ein anderes So-Sein zukommt, das mit biologischen Methoden weder erfaßt noch durchleuchtet, noch gar von der Biologie her begründet werden kann.

2. Der Mensch ist nicht nur ein im biologischen Sinne soziales Wesen – wobei „sozial“ in der Biologie nichts weiter bedeutet, als daß zwischen den Individuen nicht nur genetische Beziehungen, sondern auch andere Wechselwirkungen bestehen; das Wort „sozial“ wird hier – wie stets in der Biologie – absolut werturteilsfrei benutzt. Der Mensch ist auch ein Wesen mit Kultur oder Kulturen, die normative Werte setzen. Diese Werte werden von den Ergebnissen der Naturwissenschaften gefördert oder gehemmt, je nachdem, wie man diese anwendet. Die Wissenschaft selbst sagt nie, was sein soll, sondern nur, was sein wird, wenn man und je nachdem wie man ihre Ergebnisse benutzt oder nicht benutzt.

3. Die physiologische Anpassungsfähigkeit des Menschen an belastende Umweltfaktoren scheint größer zu sein als bei irgendeinem höheren Tier, die Anpassungsfähigkeit an soziale Belastungen größer als bei irgendeinem Säugetier. Wir können – aus Mangel an Daten – noch nicht sagen, in welchem Umfang

soziale Belastungen schädliche Folgen und welche Folgen sie haben. Daß ein sozialer Stress beim Menschen eine Rolle spielt, und in Zukunft eine steigende Rolle spielen wird, ist jedoch evident. Ebenso klar dürfte sein, daß man anomalen, weil aus einer anomalen soziologischen Situation entspringenden Massenphänomenen, wie etwa den recht harmlosen Schwabinger Krawallen oder den nicht ganz so harmlosen, den Lemmings in ihren sinnlosen Wanderungen nicht unähnlichen Beatle-Exzessen nicht mit symptomatischen Mitteln wie Polizei, Gesetz oder gar moralischer Entrüstung beikommen kann, sondern daß nur gründliche, an den Fragen und nicht an antizipierten Antworten orientierte Forschung zu einer erfolgreichen Therapie führen kann.

4. Es geht nicht an, „die Menschheit“ in summativer Weise als eine Masse zu behandeln und etwa die Bevölkerungsexplosion nur unter ihrem weltweiten, generellen Aspekt zu betrachten. Sie hat vielmehr und in erster Linie je nach nationalen oder auch nationalistischen, nach kulturellen, nach weltanschaulichen und vielen anderen Aspekten eine bis heute kaum und jedenfalls gänzlich unzureichend erforschte mikrosoziale, d. h. sich auf kleinere bis kleinste soziale Strukturen gründende Dynamik (Lewin; Dora A. Du Bois, 1963). Diese Dynamik mit wissenschaftlichen, auch mit biologischen Methoden ohne Vor- und ohne Werturteile gründlich zu erforschen, dürfte wichtiger sein als zu bestätigen, daß die Rückseite des Mondes wie seine Vorderseite aussieht. Andernfalls wird uns die Bevölkerungsexplosion hinwegschwemmen, bevor wir ihren Überschuß auf dem Mond ansiedeln können. Daß sich bei dieser Forschungsarbeit scheinbar heterogenste Fächer kooperativ zusammenfinden müssen, die Biologie, die Biochemie, die Physiologie, die Statistik, die Medizin, die Soziologie, die Psychologie, die Kulturgeschichte und eine modern orientierte Völkerkunde und Anthropologie, ist fast trivial. Daß diese Forschung Kräfte und Geld, und zwar in enormem Umfang kosten wird, ist ebenso trivial. Aber da die Menschheit – wie S. J. Patel (Bull. of the Atomic Scientists, 1962, Novemberheft) ausgerechnet hat – allein in den 10 Jahren von 1952 bis 1962 mehr Geld für Rüstung ausgegeben hat als seit

der Renaissance bis heute für Bildung, Erziehung und Wissenschaft, so dürfte wohl das Geld vorhanden sein, um die Menschheit durch auf wissenschaftlicher Forschung gegründete Planung vor der Alternative zu bewahren, an Atombomben oder an Übervölkerung zugrunde zu gehen.

In diesem Zusammenhang sei noch einmal daran erinnert, daß für viele, wenn nicht alle Säugetiere eine Störung des sozialen Gleichgewichts eine der schwersten Belastungen darstellt. Übervölkerung ist nicht nur und sicher nicht in erster Linie eine Frage der Ernährung und der Nahrungsbeschaffung. Die kommende Gefahr ist auch beim Menschen nicht der Hunger. Die immer wiederholte Behauptung, mindestens $\frac{2}{3}$ der Menschheit seien unterernährt, ist nachweislich falsch; sie beruht auf fehlerhafter Anwendung statistischer Methoden durch die FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Zuverlässige Schätzungen (s. Colin Clark, 1963, *Agricultural Productivity in relation to Population*, in *Man and his Future*, ed. by G. Wolstenholme; London) ergeben eine Unterernährung bei 10–15% der Weltbevölkerung. Es gibt gar keinen Zweifel, daß die Nahrung für diese Hungernden vorhanden und daß sie ihnen nur aus politischen und wirtschaftlichen Gründen nicht zugänglich ist. Auch die doppelte oder dreifache Zahl der heutigen Weltbevölkerung wäre ausreichend zu ernähren, wenn durch Forschung und Rationalisierung die vorhandenen Möglichkeiten erschlossen und ausgenutzt werden. Nicht die Gefahr des Hungers, sondern die Gefahr der Zersetzung der tragenden und ordnenden sozialen Strukturen durch die Übervölkerung bedroht unsere Zukunft.

5. Die Probleme, die uns die Zunahme der Bevölkerung mit Sicherheit stellt, können und dürfen keinesfalls angegangen werden, ohne darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Menschheit in Gruppen sehr verschiedener Art differenziert ist. Diese Differenzierung in Gruppen hat nicht nur eine biologische Seite, sondern auch außerbiologische und außerwissenschaftliche Aspekte, die ebenso wichtig und ebenso wesentlich sind. Es geht mir darum, zu betonen, daß die biologisch-naturwissenschaftlichen, die medizi-

nischen und die anderen Ursachen und Folgen der Übervölkerung in gleichem Maße bedacht und erforscht werden müssen, um daraus ein vernünftiges, erfolgreiches, vorbeugendes und regelndes Handeln abzuleiten.

Es kann sich also nicht darum handeln, in Bausch und Bogen z. B. eine Geburtenkontrolle zu fordern, sondern zunächst – wiederum wert- und vorurteilsfrei – mit wissenschaftlichen Methoden zu erforschen, wie und wo eine solche Geburtenkontrolle erfolgen kann und wie und wo sie es muß. Wenn wir die wissenschaftlichen, und zwar nicht etwa nur die biologischen Grundlagen hierfür haben – und wir haben sie nicht –, dann kann man an ihre Übersetzung in die Praxis gehen. Bei dem delayed feedback, bei dem langen Weg von der wissenschaftlichen Einsicht bis zum verantwortungsvollen Handeln wird es höchste Zeit, daß wir unsere volle Aufmerksamkeit endlich mit Vorrang diesen Problemen zuwenden und dahinter weniger bedrängende Fragen, auch wenn sie noch so populär und aktuell sind, zurückstellen, zumal wenn sie viel Geld kosten.

Zum Schluß bitte ich Sie um Nachsicht dafür, daß ich hier als Wissenschaftler mit leeren Händen vor Ihnen stehe, daß ich Ihnen Probleme zeige und keine Antworten weiß, daß ich Ihnen von Dingen gesprochen habe, die sehr wohl einen Stress hervorrufen können; einen Stress freilich, dem nicht untätige Erregung zu folgen braucht, dem vielmehr entspannendes Handeln einen befriedigenden Ausweg geben kann.

LITERATUR

- Barnett, S. A., 1964, Social Stress.
In: Viewpoints in Biology 3: 170-218.
Ed. by J. D. Carthy & C. L. Duddington, Butterworth, London.
- Calhoun, J. H., 1952, The social aspects of population dynamics.
J. Mammal., Baltimore, 33: 139-159.
- Carpenter, C. R., Soziologie und Verhalten freilebender nichtmenschlicher Primaten.
Hb. Zool. Bd. 8, Teil 10 (11), p. 1-32.
- Christian, J. J., 1963, Endocrine adaptive mechanisms and the physiologic regulation of population growth.
In: Physiological Mammalogy, Ed. by W. V. Mayer & R. G. van Geldern. Academic Press, New York and London, Vol. 1: 189-353.
- Du Bois, D. A., 1963, Socio-cultural aspects of population growth.
In: Human fertility and population growth. Ed. by R. O. Greep, 251-265, Schenkman Publishing Comp. Cambridge, Mass.
- Eisenberg, J. F., 1966, The social organizations of mammals.
Hb. Zool. Bd. 8, Teil 10 (7), 1-92.
- Frank, F., 1957, The causality of microtine cycles in Germany.
J. Wildlife Managem., Menasha, 21: 113-121.
- Hamburg, D. A., 1961, Relevance of recent evolutionary changes to human stress biology.
In: Social life of early man.
Ed. by S. L. Washburn. Aldine Publishing Co. Chicago 1961.
- Kalela, O., Wanderungen der Säugetiere.
Hb. Zool. Bd. 8, Teil 11, Beitrag (3), 1-40.
- Munday, K. A., 1961, Aspects of stress phenomena.
Symp. Soc. experim. Biol. 15: 168-189.
- Remane, A., 1960, Das soziale Leben der Tiere.
Rowohlt, Hamburg.
- Schultze-Westrum, T., 1965, Innerartliche Verständigung durch Düfte beim Gleitbeutler *Petaurus breviceps papuanus* Thomas (Marsupialia, Phalangeridae).
Z. vergl. Physiol. 50: 151-220.
- Wolstenholme, G. (Editor), 1963, Man and his Future, London.
- Wynne-Edwards, V. D., 1962, Animal dispersion in relation to social behavior.
Oliver and Boyd, Edinburgh.