Gernot Graefe:

Essen und Trinken im Stoffkreislauf Ergänzungen zum Thema aus ökologischer Sicht

Die ökologische Sicht verlangt viel: die gleichzeitige Beachtung möglichst vieler Wechselwirkungen. Durch die »Enge des Bewußtseins« ist die wechselseitige Berücksichtigung gleich mehrerer Faktoren ein fast hoffnungsloses Unterfangen. Es erscheint mir daher sinnvoll, in diesem komplexen ökologischen Netzwerk zur Orientierung nach durchgehenden »roten Fäden« zu suchen, nach Gesetzlichkeiten, die praktisch immer Gültigkeit haben; mit einer solchen möchte ich beginnen:

Justus von Liebig stellte bei seinen Versuchen zur Düngung fest, daß es Minimumfaktoren gibt. Wenn ein bestimmtes Nährsalz oder Spurenelement unzureichend vorhanden war, konnte alles andere noch so reichlich vorkommen, es wirkte sich nicht aus. Nur jener Faktor bestimmte die Höhe des Ertrags, der sich im Minimum befand. Wurde das Fehlende ergänzt, so trat der nächste Faktor begrenzend in Erscheinung. – Das entspricht dem volkstümlichen Satz: »Eine Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied.« Liebig hat zur Veranschaulichung einen Bottich mit verschieden hohen Seitenbrettern dargestellt. Jeweils das kürzeste stellt den Minimumfaktor dar. Die Flüssigkeit, die den Ertrag symbolisiert, kann nur so lange zunehmen, bis ihr Spiegel den Oberrand des niedrigsten Seitenbretts erreicht, wird dieses Brett verlängert, so wird das nächstkürzeste zum begrenzenden Faktor.

Wenn wir die Berücksichtigung von Minimumfaktoren als roten Faden durch unsere Betrachtungen legen, dann müssen wir ohnehin sehr rasch zum Essen und Trinken kommen, denn Liebigs Beispiel gilt ja nicht nur für Nährsalze und Pflanzenwachstum, sondern ganz generell. Bei diesem Denkansatz müssen wir feststellen, daß unser Leben hauptsächlich daraus besteht, Minimumfaktoren zu beseitigen: In kurzen, regelmäßigen Abständen tritt das Essen immer wieder in den Vordergrund, dann mag es die Flüssigkeitsaufnahme oder etwas ganz anderes sein. Nach dem Fehlenden wird gesucht, es zu bekommen führt zu großen Anstrengungen. – Das gilt nicht nur für uns, das ist das Gemeinsame für Organismen jeder Organisationsstufe, für Mikroorganismen, Pflanzen und Tiere und Menschen.

Die aktive Ortsbeweglichkeit von Organismen dient großenteils zur Erhöhung der Chance, an die Nahrungsquelle zu gelangen. Während sich die grünen Pflanzen durch einen Platz an der Sonne auf der Erdoberfläche ihre energetische Basis sichern, ist der Ernährungsraum der Tiere eher dreidimensional, nicht von der Sonne unmittelbar, sondern von der Verteilung der organischen Rohstoffe abhängig. Mit der größeren Vielfalt der Ernährungsmöglichkeiten entstand auch eine größere Vielfalt von Lebensformen mit jeweils angepaßten Fortbewegungsweisen. So gibt es auf der Erde mehr als 300 000 Pflanzenarten, aber weit mehr als eine Million Tierarten.

Im Verlauf der frühen Evolution könnten die ersten Schritte zur Bildung und zum Einsatz von Muskeln aus erfolgreichen Neuerungen bei der Nahrungssuche stammen. Solchen Überlegungen zufolge ist die Verhaltensforschung eine Disziplin innerhalb der umfassenden Ökologie und das Verhalten das schnellste und flexibelste Mittel, situationsgemäß zu agieren und zu reagieren. Zweifellos ist es besonders wichtig, der Nahrung erfolgreich nachzulaufen. Anderes mag hinzukommen, die Partnersuche usw. Andererseits geht es auch darum, den Wetterunbilden, gefährlichen Abgründen auszuweichen – oder den Räubern, die ja auch wiederum nur ihre energetische Basis sichern wollen.

Wenn Hunger und Durst gestillt werden, geht es um die Beseitigung von Minimumfaktoren. Nicht immer stehen die existentiellen Bedürfnisse, sondern häufig soziale und kulturelle Aspekte im Vordergrund. Dann wird es zunehmend wichtiger, daß alles Unappetitliche außerhalb des Gesichtsfelds bleibt, wie es uns das Referat von Professor Trümpy gezeigt hat. Gemeinsame Mahlzeiten sollen helfen, Bindungen zu schaffen oder aufrechtzuerhalten. Da soll möglichst nichts Ekelerregendes aufkommen. So wie ein guter Appetit anregend auf die übrigen Teilnehmer wirkt, so können erst recht Ekelgefühle eine ganze Tischrunde erfassen. Deshalb sorgen strenge Tischsitten dafür, daß Verabscheuungswürdiges möglichst unterdrückt wird. Hier setzen zahlreiche kulturelle Einflüsse an.

Den Naturwissenschaftler und Ökologen interessiert es mehr, wie der Stoff- und Energiefluß weiterverläuft. Hier sind die Ausscheidungen von größter Bedeutung, denn sie bilden den Motor, der für die Aufrechterhaltung des Stoffkreislaufs sorgt. Die Fäkalien, die uns ekelerregend erscheinen, sind für andere Organismen als Nahrung attraktiv und deren Exkremente wiederum bilden wertvolle Ausgangsstoffe für die im Kreislauf nachfolgenden Organismen. Diese hinterlassen Humusstoffe, die es den Pflanzen erlauben, wiederum höchst appetitliche Biomasse aufzubauen. In einem naturnahen Ökosystem bleiben nirgends unverwertbare Abfälle zurück.

Vor mehr als 20 Jahren war es noch nicht so lebensnotwendig, sich mit Ökologie zu beschäftigen. Die menschliche Population war damals noch besser in ein funktionierendes Ökosystem eingebettet als heute. Es ist wie beim gesunden Menschen: bei guter Gesundheit sind Arzt und Medizin uninteressant; wenn jedoch etwas aufhört zu funktionieren, wenn beispielsweise der rechte Arm zerschmettert ist, dann ist es interessant, wie die Zusammenhänge sind, wie Knochen, Muskeln und Nerven wieder zusammengeflickt werden können.

Bezüglich unseres Lebensraums befinden wir uns heute in dieser schwierigen Situation, weil wir als Endverbraucher auf eine so gewaltige Population angewachsen sind. Man spricht von Nahrungskette, wenn man den Stoffkreislauf über die voneinander abhängenden, aufeinanderfolgenden Organismen kennzeichnen möchte. Man spricht von einer Pyramide, wenn man die verschiedenen Populationsgrößen einbezieht und darstellen will, daß die jeweiligen Konsumenten höherer Ordnung sich nur von einer sehr viel breiteren Basis von Biomasse ernähren können. Der Endverbraucher, der an der Spitze der Pyramide steht, dürfte eigentlich nur eine kleine Population bilden. – Der Endverbraucher *Homo sapiens* hat sich in den vergangenen Jahrzehnten unter den vergleichbaren Organismen zur kopfstärksten Population entwickelt. Unter allen Säugetieren übertrifft uns an Zahl nur noch die Wanderratte. Bei aller Lebenstüchtigkeit konnte *Rattus norvegicus* das nur schaffen, weil wir mit unseren Abfällen und mit den ökologischen Nischen, die unser Tiefbau geschaffen hat, für so viel Lebensraum und Nahrung gesorgt haben.

Wäre die Zahl der Menschen heute so groß wie zu Zeiten der frühen Sammler und Jäger, dann wäre dieser Mensch immer noch eingebettet in den »Mutterkuchen« des funktionierenden Ökosystems. Was immer dieser Mensch täte, könnte von außen gepuffert und kompensiert werden. Bei der heutigen Weltbevölkerung ist das unmöglich.

Teilt man in Gedanken die heute auf der Erde lebenden 4,8 Milliarden Menschen gleichmäßig auf das zur Verfügung stehende Land auf, so stünde jeder auf einer Fläche von 28 300 Quadratmetern. Jeder wäre nur 170 Meter vom anderen entfernt. Bei dieser Rechnung sind die Hochalpen, Wüsten und Ödländer gleichermaßen mit einbezogen. Es hat mehr Sinn, nur das für die Ernährung bebaubare Land zu zählen. 1972, als die Ersteller von Weltmodellen erstmals ihre Rechenergebnisse publizierten, entfielen auf jeden Menschen 4 000 Quadratme-

ter bebaubares Land, das für die Ernährung genutzt werden konnte. Inzwischen habe ich einmal eine Veröffentlichung der Schweizer Vereinigung für Zukunftsforschung gesehen, die angab, daß zu jenem Zeitpunkt nur noch 3 300 Quadratmeter auf jeden Menschen entfielen. Das war schon vor mehreren Jahren – wer weiß, wie wenig Land heute pro Kopf zur Verfügung steht, das unsere Nahrung liefern muß.

Der Niederschlag, der auf die Ernährungsfläche fällt, ist von allergrößter Bedeutung. Um ein Gramm Trockensubstanz aus H_2O, CO_2 und Nährsalzen zu erzeugen, benötigt die Pflanze 300–600 Liter Wasser. Dieses wird als Baustoff für die Kohlenhydratbildung, als Lösungs- und Transportmittel für die Nährstoffbeförderung und als Transpirationsmittel zur Kühlung benötigt. Schließlich bestehen die pflanzlichen Gewebe durchschnittlich zu 90 Prozent aus Wasser.

Für die pflanzliche Primärproduktion ist der Niederschlag, der unmittelbar auf die Fläche fällt, ein wichtiger begrenzender Faktor. Ein durchfließendes Gewässer mag einen positiven Einfluß auf den Ertrag der benachbarten Böden haben. Erst wenn dieses vorüberfließende Wasser durch systematische Bewässerung genutzt wird, können bedeutende Ertragssteigerungen erzielt werden. Als kurz vor dem 5. Jahrtausend die frühen Bewässerungstechniken eingeführt wurden, kam es zwischen dem 5. und 4. Jahrtausend v. Chr. zum ersten sprunghaften Anwachsen der Bevölkerungsdichte im Nahen Osten.

Der Kreislauf des Wassers vom Meer über die Atmosphäre auf das Land und wieder zurück ins Meer stellt die mengenmäßig größte Stoffbewegung dar. Davon geraten nur kleinste Mengen in den unmittelbaren biologischen Kreislauf, wenn sie als Bausteine für Kohlenhydrate und andere organische Verbindungen verwendet werden. Ein viel größerer Teil wandert als Flüssigkeit durch die Körper der Organismen, ohne chemische Verbindungen einzugehen. Durch Verdunstung und Kondensation treten jedoch physikalische Zustandsänderungen auf, die mit bedeutenden Energieumsetzungen verbunden sind und die von den Organismen geschickt genutzt werden.

Mengenmäßig an nächster Stelle kommt das Kohlendioxid, das ebenso wie die Feuchtigkeit ständig an die Atmosphäre abgegeben und ständig auch wieder aus ihr zurückgeholt wird. Ursprünglich war die Kohlendioxidfreisetzung in erster Linie mit biochemischer Aktivität gekoppelt. Heute werden immer größere Mengen durch industrielle Verbrennungsvorgänge ausgestoßen. Technische Prozesse verursachen nur sehr selten eine CO_2-Bindung. Diese bleibt der pflanzlichen Fotosynthese vorbehalten. Die Vegetation, die durch Begleitstoffe aus den Verbrennungsprozessen geschädigt wird, kann immer weniger zusätzliches Kohlendioxid assimilieren. So muß ein größer werdender Anteil unverbraucht in der Atmosphäre und in den Gewässern gelöst zurückbleiben. Welche Folgewirkungen das im einzelnen haben wird, muß sich erst noch zeigen. Wenigstens wird man nicht mehr so überrascht sein wie kürzlich durch das Einsetzen des Waldsterbens.

Die Kohlendioxidbetrachtung führt uns nicht nur zur allgemeinen Umweltproblematik, sie leitet auch unmittelbar hin zum Thema Nahrung aus ökologischer Sicht. Die Sonnenenergie, die durch die CO_2-Assimilation chemisch in der Biomasse gebunden ist, wird auf Abruf zur Verfügung gehalten, bis sie sich mit der Veratmung von Nahrungsstoffen wieder von der chemischen Bindung befreit. Über verschiedene biochemische Zwischenstufen fallen am Ende Wärme an, die letztlich in den Weltraum abgegeben wird, und H_2O und CO_2, die aufs neue zur Sonnenenergie-Einbindung von Pflanzen zu Kohlenhydraten zusammengefügt werden können.

Atmung findet überall statt, am lebhaftesten aber wohl in den obersten Zentimetern des Erdbodens. Die Mikroorganismen verarbeiten hier, was als Streuschicht von der Vegetation

abfällt. Bestimmte Mikroorganismen warten nicht auf den abgestorbenen Bestandsabfall. Sie gehen als sogenannte Schaderreger vorzeitig auf die noch lebenden Gewebe über, verwenden gewisse Bestandteile als Nahrung und beschleunigen damit den Stoffkreislauf. Diese Pioniere unter den Zersetzern zeigen in der Regel eine Schwäche ihrer Wirte an.

In der modernen Landwirtschaft werden diese Schwächeparasiten nicht als Indikatoren gesehen, von denen man lernen kann; sie werden mit Pestiziden bekämpft. Durch äußerlich applizierte Chemikalien lassen sich fehlende Widerstandskräfte nur bis zu einem gewissen Grad ausgleichen. Diese Eingriffe sind zu grob und voller Nebenwirkungen. Chemie darf eigentlich nur kleinräumig und kurzfristig in den geeignetsten Augenblicken eingreifen, so wie es die Organismen mit ihren angepaßten biochemischen Eingriffen ja ohnehin machen.

Mikroorganismen sind überall im Spiel und sollten uns zu einer grundsätzlichen Betrachtung führen. Wenn sie bei der Milchsäuregärung, bei der Sauerteigherstellung, oder auch beim Verderb nicht aufgebrauchter Nahrungsmittel und Getränke aktiv werden, dann läuft der Vorgang äußerlich nach einem ähnlichen Schema ab. Die Milch beispielsweise bleibt eine ganze Weile scheinbar unverändert, dann spürt man die ersten Anzeichen der Säuerung, und kurz danach ist sie gänzlich sauer.

So läuft exponentielles Wachstum ab. Nehmen wir an, daß sich die Zahl der Keime jede halbe Stunde verdoppelt, so benötigt der Vermehrungsvorgang viele Verdoppelungszeiten beziehungsweise viele Stunden, bis die ersten beachtenswerten Keimzahlen überhaupt zustande kommen. Dann aber geht es unvorstellbar schnell wie bei dem berühmten Schachbrettbeispiel, in dem für jedes Feld die Zahl der Getreidekörner verdoppelt wird.

Alle Lebewesen vermehren sich mittels exponentiellen Wachstums. Daß es dabei so selten zu Ausuferungen kam, lag daran, daß sich alle diese wachsen wollenden Populationen gegenseitig »in Schach hielten«. Da die vorgeschichtliche Menschheit diesen ökologischen Kontrollmechanismus gleichermaßen unterworfen war, haben sich relativ wenig Hemmechanismen gebildet, die Wachstum von innen her einschränken. Wir sind nun in die Lage geraten, daß wir von innen her gegensteuern sollten – und das bald, weil exponentielle Wachstumsgesetze nur eine kurze »Galgenfrist« gewähren.

Diese Gegensteuerung muß im kulturellen Bereich liegen, in Einstellungen und daraus resultierenden Verhaltensweisen; diese springen von Mensch zu Mensch über und pflanzen sich durch Beispiel oder auch durch Unterricht ebenfalls nach exponentiellen Wachstumsgesetzen fort. – Wenn eine Hoffnung gerechtfertigt ist, dann wegen dieses Aspekts.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Matreier Gespräche - Schriftenreihe der Forschungsgemeinschaft Wilheminenberg

Jahr/Year: 1984

Band/Volume: 1984

Autor(en)/Author(s): Graefe Gernot

Artikel/Article: Essen und Trinken im Stoffkreislauf Ergänzungen zum Thema aus ökologischer Sicht 275-278