

Georg Ivanovas

# Abschied von der Lebenskraft – über die Organisation des Lebendigen

Der zentrale Begriff in Hahnemanns Werk ist die Lebenskraft. Im § 9 des *Organon* (6. Auflage) schreibt er: „Im gesunden Zustande des Menschen waltet die geistartige, als Dynamis den materiellen Körper (Organism) belebende Lebenskraft (Autokratie) unumschränkt und hält alle seine Theile in bewundernswürdig harmonischem Lebensgange in Gefühlen und Thätigkeiten, so daß unser inwohnende, vernünftige Geist sich dieses lebendigen, gesunden Werkzeugs frei zu dem höhern Zwecke unsers Daseins bedienen kann.“

Diese Aussage Hahnemanns kann man mit gutem Recht unter der Rubrik ‚veraltet‘ ablegen. Eine geistige Kraft, dessen sich ein „inwohnender Geist“ als Werkzeug bedienen kann, ist nach heutigem Verständnis eine mysteriöse Angelegenheit. Es ist ein Modell in der Tradition von Descartes, bei der der Mensch eine Art Maschine ist, in der eine belebende Seele wohnt. Dieses Körper-Geist-Modell wurde später auch als der Geist in der Maschine („the ghost in the machine“) bezeichnet. Benützt man wirklich dieses Modell, so könnte man salopp sagen, dass die Schulmedizin die Maschine behandelt und die Homöopathie das, was in der Maschine „herumgeistert“. Noch problematischer wird es, wenn man Hahnemanns Präzisierung seines Begriffs der „dynamischen Kraft“ in § 11 genauer unter die Lupe nimmt. Hahnemann vergleicht das Geistartige der Lebenskraft mit der Gravitation, dem Magnetismus, der Ansteckung, dem Heben eines Armes oder der Übelkeit beim Anblick von Ekeleregendem. Das ist eine bunte Mischung von Phänomenen, für die es zu Hahnemanns Lebenszeit keine (materielle) Erklärung gab. Auch das lässt sich mit Fug und Recht in die „Veraltet-Rubrik“ ablegen.

Natürlich ist es möglich, aus Traditionsgründen weiter so zu denken und zu argumentieren. Wissenschaftlich ist das nicht. Und niemand sollte sich beklagen, wenn er/sie damit verlacht wird. So wie heute niemand mehr Gänsefeder und Tinte nimmt, um Fälle zu

dokumentieren und sich nicht mehr mit Pferd, Esel oder Droschke fortbewegt, so sollten auch die Denkwerkzeuge (vergl. Homöopathie **KONKRET** 1.08) dem heutigen Stand angemessen sein.

## Die Gretchenfrage des Vitalismus

Die erste und wesentliche Frage, die sich jeder Homöopath stellen muss, ist die Frage, ob er glaubt, dass es eine solche „geistartige“ Kraft wirklich gibt, eine Kraft, vergleichbar der Elektrizität oder elektromagnetischen Wellen, eine Energie, die messbar oder quantifizierbar ist. Menschen, die ein solches Konzept des Lebendigen besitzen, werden **Vitalisten** genannt.

Derzeit gibt es jedoch nicht den geringsten Hinweis für die Existenz einer solchen Kraft, wobei sich der Vitalismus zu Gute halten kann, dass es auch in der klassischen Wissenschaft keine überzeugende Theorie des Lebendigen gibt. Nur wird dadurch der Vitalismus nicht plausibler.

Der „Vorteil“ eines solch diffusen Begriffs wie der Lebenskraft ist, dass jeder damit anstellen kann, was er oder sie will. So kenne ich einen Kollegen, der Krankheit als einen Mangel an Lebenskraft definiert und die homöopathische Therapie als eine Zufuhr dersel-

ben... Beispielsweise nimmt er die Symptome einer akuten Krankheit auf und „gibt dem Patienten die fehlende Lebenskraft“. Nach 10–20 Minuten, oft auch noch früher, nimmt er die Symptome erneut auf und ändert das Mittel. Das führt er so lange fort, bis die Lebenskraft wieder „vollständig hergestellt ist“, also die Symptome vollständig verschwunden sind. So kann es passieren, dass er innerhalb einer Stunde ein gutes Dutzend von Mitteln verabreicht. In chronischen Fällen wartet er unter Umständen auch einige Tage, bis er das Mittel wechselt. In einem Monat können aber schon 10 Hochpotenzen und mehr zusammenkommen.

Gut, das ist kein „klassisches“ Vorgehen, aber durchaus dem Zeitgeist entsprechend. Bei der Elektroakupunktur nach Voll wird die Wirkung der Lebenskraft ja gemessen und dann oft ein Cocktail von 10 und mehr Mitteln verabreicht, um die gemessene Störung auszugleichen.

Die Liste der Beispiele, wie man die Lebenskraft definieren und behandeln kann, lässt sich beliebig verlängern. Sie lässt unendlich viel Spielraum für Theorien, Schulen, Kurse, Artikel, Bücher, Überzeugungen, Strategien, Erklärungen, Maschinen usw. Kurz, schlechte Begriffe sind gut fürs Geschäft. All diesem unsäglichen Wildwuchs lässt sich nur durch methodisch sauberes Vorgehen begegnen. Um deutlicher werden zu lassen, worauf es ankommt, möchte ich zwei wesentliche Begriffe einführen.

## Erklärungsprinzipien

Der Begriff des Erklärungsprinzips geht auf Gregory Bateson zurück. In seinem Text *Was ist ein Instinkt* definiert er ein Erklärungsprinzip als „eine Art konventionelle Übereinkunft zwischen Wissenschaftlern, die dazu dient, an einem bestimmten Punkt mit dem Erklären aufzuhören“ (1). Ein solcher Begriff kann letztlich alles erklären, aber nicht erklärt werden. Unter diese Kategorie fallen für Bateson Begriffe wie Instinkt oder Schwerkraft. In der Politik wird gern von Bedrohung geredet, was auch so ziemlich alles zu rechtfertigen scheint. Die Schulmedizin hat ihre wunderschönen Diagnosen, um die sich alles dreht, und die Homöopathen haben halt ihre Lebenskraft. Sie kann verstimmmt sein wie ein Klavier und der Homöopath ist der Klavierstimmer. Aber wenn er falsch stimmt und

das falsche Mittel zu oft gibt, dann kann er die Lebenskraft imprägnieren wie ein Stück Holz, um nur zwei der vielen Metaphern zu erwähnen.

Nun ist es ja nicht so, dass solche Erklärungsprinzipien völlig aus der Luft gegriffen sind. Sie beziehen sich meist auf irgendwelche ganz konkreten Phänomene, die man mehr oder minder nachvollziehen kann. Aber sie taugen nicht als Basis für weitergehende Theorien. Wenn die Lebenskraft „geistartig“ genannt wird, muss man natürlich fragen, was denn „Geist“ eigentlich meint, wofür man dann wieder ein anderes Erklärungsprinzip verwenden kann. Es ist ein wenig wie bei der Frage, wie man ein Zebra fängt. Klar, indem man es mit brauner Farbe besprüht und wie ein Pferd fängt! Und wie fängt man ein Pferd? Indem man es schwarz-weiß bemalt und wie ein Zebra fängt.

Wenn solche Begriffe als das betrachtet werden, was sie wirklich sind, nämlich als Metaphern für ein beobachtetes Phänomen, als unvollständige Landkarten zu einem recht unbekanntem Territorium, dann besteht zunächst kein Problem.

Schwierig wird es erst, wenn die Beschreibung als Wirklichkeit aufgefasst wird, wenn man die Landkarte mit der Landschaft verwechselt (vergl. **Homöopathie KONKRET** 2.08). Wer also die verstimmte Lebenskraft behandelt, hat genauso die Speisekarte aufgegessen, wie der Schulmediziner, der Diagnosen behandelt. Es handelt sich um eine klare Verletzung des logischen Typs. Alle Aussagen auf diesem Niveau sind weder richtig noch falsch; sie sind bedeutungslos.

## Black box

Ein wenig Ordnung in die Konfusion kann man bringen, wenn man das Konzept der **Black Box** benützt. Eine solche schwarze Kiste zeichnet sich dadurch aus, dass wir nicht wissen, was in ihrem Inneren vorgeht oder es ist uns aus irgendwelchen Gründen gleichgültig. Im Prinzip braucht es diese Kiste als tatsächliche Einheit gar nicht zu geben. Sie kann nur in unserer Phantasie bestehen. Was jedoch ganz klar definiert sein muss, ist das, was in die Kiste hineingeht – und was aus ihr herauskommt.

Hier ist die Schwerkraft wieder ein schönes Beispiel. Ohne genau zu wissen, was sie eigentlich ist, kann man sie gut berechnen und benützen, zumindest

wenn man sich mit normaler Geschwindigkeit auf unserem Planeten fortbewegt.

Eine andere sehr geläufige Black Box ist die Psyche. Sie wird stillschweigend als real betrachtet, besitzt gewisse Charakteristika und Gesetzmäßigkeiten und man kann alles Mögliche mit ihr anstellen. Aber wehe dem, der versucht sie zu definieren oder gar zu messen ...

In ganz ähnlicher Weise könnte man die Lebenskraft verstehen. In der Tat benutzt Hahnemann den Begriff meist als eine Black Box, um diejenigen Prozesse zu beschreiben, die für das Konzept der Gesundheit wichtig sind und im Ablauf einer Therapie eine Rolle spielen. In der heutigen Terminologie könnte man beispielsweise sagen, dass Lebenskraft die Phänomene beschreibt, die mit der **Organisation lebendiger Prozesse** zu tun haben. Es sei Hahnemann verziehen, dass er nicht von den Prinzipien der Autopoiese sprach und auch das Konzept nonlinearer adaptiver Systeme nicht verwendete.

Das rechtfertigt aber nicht, dass in der Homöopathie des 21. Jahrhunderts weiterhin mit Begriffen aus dem 18. und 19. Jahrhundert hantiert wird. Als einzige Entschuldigung mag gelten, dass auch die universitäre Medizin noch auf dem Maschinenmodell des 19. Jahrhunderts aufbaut.

## Organisation und Systemtheorie

Das Maschinenmodell des Menschen macht es nahezu unmöglich, die Prinzipien der inneren Organisation zu verstehen. Organisation ist kein klar umrissenes Ding. Sie kann weder gemessen, noch gezählt, noch sonst in irgendeiner Weise analytisch verstanden werden. Damit stehen die Prinzipien der Organisation in direktem Widerspruch zu den Grundsätzen des Reduktionismus, auf denen die heutige universitäre Medizin beruht. Deshalb tut sie sich mit vielen beobachteten Prozessen so schwer.

In der empirischen Medizin, wie sie hauptsächlich in den alternativen Heilverfahren zu finden ist, sieht die Situation ein wenig besser aus. Hier werden Abläufe durchaus als Gesetzmäßigkeit verstanden und in ei-

nen breiteren Zusammenhang gestellt. Der limitierende Faktor ist hier die Verwendung überalterter Modelle wie der Lebenskraft. Zwar ist es hilfreich, diese Modelle zu kennen, aber es ist genau so notwendig zu verstehen, dass Gesundheitskonzepte aus dem letzten Jahrhundert oder letzten Jahrtausend erhebliche Lücken haben.

So gibt es zwar in der Homöopathie einen großen Schatz an Beobachtungen über therapeutische Prozesse. Das beginnt mit dem Simile-Prinzip, geht über das Konzept der Unterdrückung bis hin zur Hering'schen Regel und zu Modellen chronischer Erkrankungen. Was aber fehlt ist die Möglichkeit, diese Beobachtungen in einer Form auszudrücken, die sie für andere Therapeuten nachvollziehbar macht.

Die entsprechende Epistemologie<sup>1</sup>, mit der solche Prozesse und mit der die Grundlagen der inneren Organisation beschrieben werden kann, ist die Kybernetik und die Systemtheorie. Der Vater der Systemtheorie, von Bertalanffy, sprach von den Gesetzmäßigkeiten des „Ganzen“, das ganz anders ist als das Verhalten seiner Teile. Der dazugehörige, auf Aristoteles zurückgehende Ausspruch lautet: **Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Teile.**

Obleich diese Aussage natürlich richtig ist, ist sie doch problematisch und führt leicht auf die falsche Fährte. Wir erleben das immer wieder mit dem unsäglichen Begriff der „ganzheitlichen Medizin“. Es ist oft sehr seltsam, was darunter verstanden werden soll. Beispielsweise sind in Amerika Ganzkörper-CTs oder -MRIs zu diagnostischen Zwecken in Mode. Obwohl das wirklich das Ganze umfasst, ist es zweifellos nicht das, was mit ganzheitlich gemeint ist. Es ist auch nicht ganzheitlicher über Eheprobleme zu sprechen als über die Gallenblase. Ganzheitlich bedeutet allenfalls, dass man Phänomene nicht isoliert betrachtet, sondern sie im Rahmen ihrer Gesamtfunktion untersucht. Aber im Grunde ist es unmöglich, etwas „ganzheitlich“ zu betrachten.

## Teil und Ganzes – das Prinzip der Emergenz

Was unterscheidet nun ein analytisches Vorgehen von einer systemischen Herangehensweise, die die Funktion des Ganzen in ihr Kalkül mit einbezieht?

<sup>1</sup> Epistemologie = Wissenschaftstheorie, Erkenntnislehre

Teilfunktionen, wie sie im Labor untersucht werden, sind weitgehend reproduzierbar und laufen irgendwie auf die gleiche oder zumindest auf eine ähnliche Weise ab. Sie sind **linear** oder **trivial**, also determiniert und vorhersagbar. Das heißt, sie folgen einem einfachen Ursache-Wirkungsschema. Triviale Prozesse oder Maschinen sind in ihrer Wirkung verlässlich. Ein triviales System ist beispielsweise ein Fahrschein-Automat. Man wirft Geld hinein und der Automat spuckt einen Fahrschein aus. Wir wollen auch, dass dieser Automat trivial arbeitet, denn wir wären verärgert, wenn er gelegentlich ein Kaugummi oder ein Kondom ausspucken würde.

Werden triviale Prozesse so miteinander kombiniert, dass sie sich gegenseitig beeinflussen, entstehen Regelkreise. Sobald mehrere solcher rekursiver Funktionen ineinander verschaltet sind, funktioniert das Ganze nicht mehr in der erwarteten Art und Weise. Die Organisation eines solchen komplexen Systems ist **nonlinear** oder **nicht trivial**. Es ist in seiner Funktion nicht determiniert und prinzipiell unvorhersagbar (2).

Wir können bei einer Therapie niemals sagen, wie sie verläuft. Es gibt zwar ein paar Erfahrungswerte – sicher ist man aber nicht. Die erstaunliche Beobachtung, dass die universitäre Medizin in weiten Bereichen dennoch nahezu linear und vorhersagbar zu funktionieren scheint, hat mit dem Mechanismus der Unterdrückung zu tun, was an anderer Stelle genauer zu untersuchen sein wird.

Die prinzipielle Unvorhersagbarkeit solcher komplexen Systeme wie des lebenden Organismus hat damit zu tun, dass ein solches lebendes System mit einer ungeheuren Menge oft unvorhergesehener Einflüsse zu tun hat, auf die es ständig reagieren muss. Das ist mit linearen Mechanismen nicht zu erreichen. Solche komplexen Systeme werden deswegen auch **adaptive Systeme** genannt.

Dies soll an einem Beispiel erläutert werden: Wie in meinem vorigen Artikel über Rekursionen schon beschrieben, besitzt jede Zelle einen bestimmten Zeitgeber, die sogenannten „Clock-Gen“<sup>2</sup>. Diese produzieren ein Protein, das die Produktion dieses Proteins verhindert<sup>2</sup>. Es sind sozusagen kleine triviale Maschinenten, die vor sich hinticken. Zu einem funkti-

onfähigen Ganzen wird das natürlich nur, wenn eine sinnvolle, organisatorische Beziehung zwischen diesen einzelnen Zellen und Rhythmen besteht. Dies wird durch ein wesentliches Charakteristikum komplexer Systeme erreicht. Adaptive Systeme weisen eine zunehmende **Zentralisierung** auf. Der Individualrhythmus der einzelnen Zellen wird zunächst organspezifisch zusammengefasst, indem jedes Organ einen eigenen Rhythmus besitzt, der von dem der anderen Organe verschieden ist (3, 4). Die Tatsache verschiedener Organzeiten ist in der chinesischen Medizin schon lange bekannt, was wieder zeigt, dass empirische Beobachtungen einem analytischen Vorgehen oft überlegen sind. Zwar unterscheiden sich die Organzeiten der modernen Physiologie von denen der chinesischen Medizin, aber das Organverständnis beider Methoden ist auch grundverschieden.

Die Information der einzelnen Organuhren oder -rhythmen wird ins Gehirn weitergeleitet und dort verarbeitet. Dafür ist der sogenannte hypothalamische suprachiasmatische Nucleus (SCN) zuständig. Er koordiniert sozusagen die Kenntnis verschiedener innerer Uhren (5). Und obgleich dieser Kern wesentlich für die Gesamtkörperzeit ist, bestimmt er sie nicht. Es gibt eine ganze Reihe anderer Zentren, die Einfluss auf die innere Uhr haben. Das Gehirn besitzt Zentren, die für die Schlaf-/Wachphasen zuständig sind (6), auf Lichteinwirkung reagieren (7) oder durch die Nahrungsaufnahme rhythmisiert werden (8). Aus all diesen unterschiedlichen Zeitgebern (vermutlich gibt es noch viel mehr) entsteht die „biologische Uhr“ oder das „Tageszeitprogramm“ (9). Das bedeutet, dass es kein definiertes Zentrum gibt, das die Körperzeit vorgibt. Der innere Tagesrhythmus entsteht spontan aus sich selbst. Er ist ein sogenanntes **emergentes** Phänomen.

Emergenz heißt, dass ein System, das auf bestimmten Teilfunktionen basiert, ein Verhalten entwickelt, das von diesen Teilfunktionen verschieden ist und sich nicht durch diese Teilfunktionen erklären lässt. Praktisch alle Funktionen des Organismus sind emergent. Es gibt keinen konkreten Platz im Organismus oder im Gehirn, an dem beispielsweise Wahrnehmung stattfindet oder die Immunreaktion.

Das ist höchst bemerkenswert. Die traditionelle Vor-

<sup>2</sup> Siehe hierzu meinen Artikel in Ausgabe 2.08 der **Homöopathie KONKRET**.

stellung nahm an, dass es irgendwo ein Zentrum geben muss, das letztlich über bestimmte Funktionen entscheidet. Es war die Idee, dass Entscheidungen von irgend jemand getroffen werden, von einer Art Homunkulus, der in uns sitzt (10), der wahrnimmt, reagiert, liebt oder ein Gedicht schreibt. Aber dem ist nicht so. Also gibt es auch keinen Geist, der die Lebenskraft verwaltet.

## Zentral oder verteilt – die Organisation des Lebendigen

In der Systemtheorie werden diese beiden Möglichkeiten der Organisation (Selbstorganisation versus Zentralorganisation) mit dem Begriff Kontrolle belegt.

Bei der sogenannten **zentralen Kontrolle** gibt es einen klaren Entscheidungsträger, einen Zentralrechner beispielsweise. Dieses Prinzip findet sich bei vielen, vielleicht den meisten technischen Geräten. Es spielt jedoch in der Biologie keine wesentliche Rolle. Die Prozesse des Lebendigen zeichnen sich weitgehend durch eine **verteilte** oder **dezentrale Kontrolle** aus (oder **distributed control**, da sich für den englischen Ausdruck noch keine deutsche Übersetzung eingebürgert hat). Die wesentlichen Unterschiede beider Verfahren lassen sich recht gut an einem technischen Beispiel zeigen. Normalerweise haben Verkehrsampeln ein fest installiertes Programm. Das ist die schlechteste aller Lösungen, denn dieses Programm ist für ein bestimmtes erwartetes Verkehrsaufkommen gedacht. Es ist nicht adaptiv und deshalb suboptimal bis schlecht, wenn der Verkehr sich von den Erwartungen unterscheidet. Deutlich besser ist es, wenn bestimmte Informationen über das Verkehrsaufkommen an einen Zentralrechner geliefert werden, der dann eine möglichst passende Strategie entwickelt, was ein typisches Beispiel für eine zentrale Kontrolle darstellt. Aber das hat seine technischen Grenzen. Es erfordert einen erheblichen Datenfluss, kleine Fehler haben immense Konsequenzen und es können Situationen auftreten, die im Programm nicht vorgesehen sind, so dass das System nicht mehr adäquat reagieren kann und eventuell sogar zusammenbricht.

Die beste Lösung (zumindest in der Simulation, da das System noch nicht eingesetzt wurde) ist die dezentrale Funktion der Verkehrsampeln. Dabei kennt jede Ampel das Verkehrsaufkommen der Nachbar-

ampeln und besitzt einen begrenzten Schatz an Entscheidungsmöglichkeiten. Das heißt, jede Ampel entscheidet nach „eigenem Gutdünken“, wie sie den Verkehrsfluss regelt. Sie stellt sozusagen eine etwas erweiterte Form des Polizisten dar, der den Verkehr mit der Hand regelt. Das entstehende Muster der Ampelschaltung in einem bestimmten Bezirk ist damit absolut emergent. Es ändert sich selbst bei geringer Änderung des Verkehrsaufkommens und stärkere Änderungen breiten sich allmählich über den ganzen Bezirk aus (11).

Der menschliche Organismus funktioniert weitgehend nach diesem Muster, wobei durch die Zentralisierung über das Nervensystem und die Hormone schnelle Veränderungen über den gesamten Bereich des Organismus möglich sind.

Die Schulmedizin favorisiert weitgehend ein Modell der zentralen Kontrolle, bei der der behandelnde Arzt auch noch anstrebt, diese Kontrolle in die Hand zu nehmen. Erschwerend kommt hinzu, dass eine ganze Reihe von Funktionen durch die normale medikamentöse Therapie „starr“ werden, wie die fest programmierten Verkehrsampeln. Im Gegensatz dazu verfolgt die Homöopathie ein Modell der verteilten Kontrolle.

Anhand dieses Modells lässt sich eine große Zahl von Phänomenen der Homöopathie erklären. Es ermöglicht ein sehr viel detaillierteres Verständnis der beobachteten Prozesse, als es mit Erklärungsprinzipien wie der Lebenskraft möglich ist. Eine wissenschaftliche Homöopathie ist, nach meiner Ansicht, nur möglich, wenn ein Umdenken stattfindet und die alten Begriffe durch ein zeitgemäßes Verständnis ersetzt werden.

---

*Georg Ivanovas*  
*Praktischer Arzt*  
*Platia Riga Feraiou 13*  
*71201 Heraklion*  
*Kreta, Griechenland*

[homeopathy@ivanovas.com](mailto:homeopathy@ivanovas.com)

---

### Literatur

- (1) Bateson G. (2001): *Ökologie des Geistes*, Suhrkamp, Frankfurt, S. 74

- (2) Foerster H. von, Bröcker M. (2002): *Teil der Welt*. Carl-Auer-Systeme, Heidelberg
- (3) Yamazaki S., Numano R., Abe M., Hida A., Takahashi R., Ueda M., Block G.D., Sakaki Y., Menaker M., Tei H. (2000): *Resetting Central and Peripheral Circadian Oscillators in Transgenic Rats*, Science 288: 682–685
- (4) Storch K.F., Lipan O., Leykin I., Viswanathan N., Fred C., Davis F.C., Wong W.H., Weitz C.J. (2002): *Extensive and divergent circadian gene expression in liver and heart*, Nature 417, 78–83
- (5) Yamaguchi S., Isejima H., Matsuo T., Okura R., Yagita K., Kobayashi M., Okamura H. (2003): *Synchronization of Cellular Clocks in the Suprachiasmatic Nucleus*, Science 302: 1408–1412
- (6) Deboer T., Vansteensel M.J., Détári L., Meijer J.H. (2003): *Sleep states alter activity of suprachiasmatic nucleus neurons*, Nature Neuroscience 6; 10: 1086–1090
- (7) Iglesia H. de la, Cambras T., Schwartz W., Díez-Noguera A. (2004): *Forced Desynchronization of Dual Circadian Oscillators within the Rat Suprachiasmatic Nucleus*, Current Biology, 14: 796–800
- (8) Dudley C.A., Erbel-Sieler C., Estill S.J., Reick M., Franken P., Pitts S.N., McKnight S.L. (2003): *Altered Patterns of Sleep and Behavioral Adaptability in NPAS2-Deficient Mice*, Science 301: 379–383
- (9) Green C.B., Menaker M. (2003): *Clocks on the brain*, Science 301: 319–320
- (10) Varela F.J.; Thompson E.; Rosch E. (1993): *The Embodied Mind*. MIT Press. Massachusetts S. 49
- (11) Gershenson C. (2005): *Self-Organizing Traffic Lights*, Complex Systems 16; 1: 29–53