

Editorial: Das Biologische System der Elemente*

Bernd Markert, Stefan Fränze¹

¹ UFZ Leipzig, Permoserstr. 15, D-04318 Leipzig; e-mail: sf@theo.uoe.ufz.de

Korrespondenzadresse: Univ.-Prof. Dr. Bernd Markert, Internationales Hochschulinstitut Zittau, Markt 23, D-02763 Zittau; e-mail: markert@ihi-zittau.de

Die essentielle (fördernde), indifferente (nicht vorhandene) und toxikologische Wirkung einzelner chemischer Elemente auf lebende Organismen steht im Mittelpunkt ernährungsphysiologisch und ökotoxikologisch orientierter Arbeitsgruppen. Häufig ist eine ambivalente bzw. multivalente Funktion des jeweils betrachteten Elementes festzustellen, da gleiche Stoffe in jeweils anderer Konzentration, unterschiedlicher Bindungsform und bei unterschiedlichen Targetorganismen verschieden wirken können. Dabei erlaubt die Stellung und Einteilung der chemischen Elemente im bereits 1869 von Mendelejew und Meyer entwickelten PSE (Periodisches System der Elemente) keine Aussagen über deren Essentialität bzw. deren chronischen oder akuten Toxizität.

Zwar unterliegen biologische Prozesse auf molekularer Ebene physikalisch/chemischen Gesetzmäßigkeiten, doch erfahren diese in biologischen Systemen häufig Modifikationen. Wesentlicher Grund dafür ist die Anpassung allen organischen Lebens an das wässrige Milieu. So erfährt z.B. die Membrangängigkeit von Natrium- und Kaliumionen aufgrund der Umkehrung der Größenverhältnisse beider Ionen im hydratisierten Zustand auch eine Umkehrung ihres Transportverhaltens durch biologische Membranstrukturen. Lassen sich derartige Phänomene mit dem klassischen Rüstzeug chemischen Wissens noch relativ einfach erklären, so werden die Anforderungen an chemisch/physikalische Deutungsmöglichkeiten mit wachsendem Komplexierungsgrad physiologischer Prozesse deutlich unbefriedigender.

Neben einem periodischen System der Elemente, das sich vom Aufbau allein auf die Anzahl von Außenelektronen der Atomstruktur bezieht, ist daher zur Interpretation und Deutung funktionaler Zusammenhänge biologischer Prozesse ein System zu entwickeln, das vermehrt physiologische Parameter der Tier- und Pflanzenphysiologie berücksichtigt. Hierzu gehören:

- die Einbeziehung aller bekannten chemischen Elemente und deren interelementare Korrelationskoeffizienten,
- sich daraus ableitende Akkumulationsmechanismen und Präferenzen spezifischer Organismengruppen für spezifische Elemente- und Elementgruppen,
- stöchiometrische Netzwerkanalysen zur Determinierung spezifikationsabhängiger Wirkmechanismen,
- viele weitere, biogeochemische Problemfelder einschließende Systemkomponenten.

Letztendlich wird die Frage zu beantworten sein, ob neben der biologischen, durch genetische Prädeterminierung und ökosystemare Anpassung gespeiste, Biodiversität eine in bestimmten Grenzen konstante chemische Diversität auf ökosystemarer Ebene existiert.

Generell sind aufgrund der hohen Komplexität biologischer Systeme die folgenden Fragen zu beantworten:

1. Öffnet die ständige Verbesserung der Sensitivität unserer analytischen Techniken nur den Weg nach immer spezielleren und ausgefeilteren wissenschaftlichen Fragestellungen – oder kann die unendliche Flut analytischen Datenmaterials auch die Möglichkeit nach einer mehr in der Breite liegenden, generalisierenden Interpretation bieten?

* DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/uwsf2000.02.001>

2. Können aus der Masse an Daten weitreichendere Informationen generiert werden, die es uns tatsächlich ermöglichen, z.B. die Essentialität eines bestimmten, noch unzureichend untersuchten Elementes zu prognostizieren?
3. Könnte eine mögliche toxikologische Funktion einer bestimmten Metallspezies nicht nur im Rechenmodell ermittelt und simuliert, sondern bereits im Vorfeld als eher wahrscheinlich oder unwahrscheinlich eingestuft werden?
4. Können Kombinationswirkungen, deren experimentelle Erfassung und Voraussagbarkeit heute zu den größten Herausforderungen öko- und humantoxikologischer Forschung gehört, durch eine auch evolutive Entwicklungsschritte einschließende Betrachtungsweise eleganter und mit geringerem experimentellen Aufwand ermittelt werden?
5. Ist das grüne Leben der Pflanzen tatsächlich aus dem Salzwasser entstanden oder doch wohl eher – wie jetzt amerikanische Kollegen konstatieren – aus dem Süßwasser (eine Arbeitshypothese, die übrigens auch durch unser neu entwickeltes Biologisches System der Elemente gestützt wird)?
6. Welche Anpassungsmechanismen brachte die Umstellung vom Wasser auf das Land im Sinne einer ausreichenden Spurenelementversorgung mit sich?
7. Welche Umstellungen auf die Aufnahmemechanismen einzelner Spurenstoffe waren generell zu entwickeln, um als Organismus aus einer anorganischen Siliziumdioxid- und Carbonatwelt in die lebende Welt des organischen Kohlenstoffs entlassen werden zu können?

In einer Studie, die ausführlich in der UWSF-Web-Edition erschienen ist [1] und in gestraffter Fassung in dieser Ausgabe vorgestellt wird (S. 97 – 103, DOI: [uwsf2000.02.002](http://dx.doi.org/10.1065/uwsf2000.02.002)), wurde der Versuch unternommen, einen ersten Ansatz eines Biologischen Systems der Elemente zur Diskussion zu stellen. Hierzu wurden zunächst auf *experimenteller* Ebene interelementare Korrelationen, Aufnahme-mechanismen und biologische Funktionen betrachtet, die dann aus *theoretischer* Sicht durch die sog. Stöchiometrische Netzwerkanalyse unterlegt wurde. Das Verfahren ermöglicht detaillierte Aussagen und Voraussagen darüber, ob ein bestimmtes Element überhaupt, bzw. in welchen Bindungsformen (z.B. methylierten oder komplexen) oder unter welchen Redoxpotentialbereichen es ggf. essentiell sein könnte. Dies wird exemplarisch an den Elementen Tellur, Zinn und Wolfram untersucht. Wir würden uns freuen, wenn dieser Diskussionsbeitrag Ihr Interesse fände und es durch Ihre Beiträge gelänge, das vorgeschlagene System zu optimieren. Unser ausdrücklicher Dank gilt all denen, die in den letzten Jahren in irgendeiner Form zum "state of the art" des BSE beigetragen haben, u.a. Almut Beate Heinrich und Ihren Mitarbeitern vom ecomed-Verlag, die uns diesen multimedialen Gedankenaustausch ermöglicht haben, und dem Herausgeber dieser Zeitschrift, der dieser Form der Publikation zugestimmt hat.

- [1] FRÄNZE, S.; MARKERT, B. (2000): Das Biologische System der Elemente (BSE): Eine modelltheoretische Betrachtung zur Essentialität von chemischen Elementen. Die Anwendung der Stöchiometrischen Netzwerkanalyse auf das Biologische System der Elemente. UWSF – Z. Umweltchem. Ökotox. (Web-Edition). DOI: <http://dx.doi.org/10.1065/uwsf2000.04.002.1>