



## Eörs Szathmáry, Ph.D., D.Sc.

Professor der Biologie

Eötvös Loránd University, Budapest

Geboren 1959 in Budapest, Ungarn  
Studium der Biologie an der Eötvös Universität, Budapest

SCHWERPUNKT

---

### ARBEITSVORHABEN

## Dynamik früher Lebensformen

The origin of life can be understood in terms of chemistry and dynamics. The dynamical aspect focuses on the coexistence of information-carrying, replicating entities. Such precursors to genes presumably competed with other, which meant a big hurdle for the evolution of a primitive genome. Several suggestions have been put forward to overcome this difficulty, applicable to various stages of a plausible (although partial) scenario for the origin of life. I plan to summarize the views and models developed in my group in form of a monograph with the presumptive title: Dynamics of the origin of life.

### Recommended Reading

Maynard Smith, John and Eörs Szathmáry. *The Origins of Life: From the Birth of Life to the Origin of Language*. Oxford, New York: Oxford University Press, 1999, 2000.

- . *The Major Transitions in Evolution*. Oxford, New York: Oxford University Press, 1995, 1997.

# Warum besteht das genetische Alphabet aus vier Buchstaben? Zum fünfzigsten Geburtstag des DNA-Modells von Watson und Crick

Um die Frage zu beantworten, warum es zwei Geschlechter gibt, sollte man darüber nachdenken, welche Folgen die Existenz von mehr als zwei Geschlechtern hätte, bemerkte R.A. Fisher einmal. Die Thesen meines Vortrags folgen einer vergleichbaren Strategie, wenn es um die Frage nach dem Umfang des genetischen Alphabets geht. Derzeit besteht das genetische Alphabet aus vier Buchstaben: die Erbinformation der DNA ist unter Verwendung nur dieser Buchstaben verfasst. Jüngst konnten Biochemiker neuartige Basenpaare synthetisieren und in Nukleinsäuren einbauen. Es gibt theoretische, experimentelle und rechnerische Gründe für die Annahme, dass die Beschränkung auf vier Basenpaare ein Relikt aus der Welt der Ribonukleinsäure (RNA) vor mehr als drei Milliarden Jahren ist, als RNA der Stoff war, aus dem genetisches Material und Enzyme gleichermaßen bestanden.

Ich möchte Ihnen meine Argumentation und das Datenmaterial präsentieren, indem ich der unten skizzierten Struktur folge, und ich werde versuchen, mich auf das Minimum an Fachsprache zu beschränken. Zum Schluss werden wir sehen, dass fremde Lebensformen ein genetisches Material aufweisen könnten, bei dem sie ein anderes Material verwenden, obwohl die Einschränkungen in Bezug auf den Umfang des Alphabetes allgemein anwendbar sein sollten.

## Struktur des Konzepts

- 1) Warum dieses Thema? Gibt es Alternativen? Ja, es gibt sie.
  1. a. Der Vorschlag von Benner (1990): ein umfangreicheres Alphabet
  1. b. Andere Alternativen
- 2) Bedingungen für alternative Basenpaare. Der erfolgreiche Einbau in die DNA ist nicht ausreichend: die Replizierbarkeit ist das entscheidende Problem.
- 3) Umfangreichere Alphabete in einer RNA-Welt
  3. a. Theorie: Die Auswirkung des Umfangs des Alphabets auf die Replikationsrate und die durchschnittliche metabolische Effizienz. Das Optimum.
  3. b. Daten: RNA-Katalysatoren, die aus zwei, drei oder vier Nukleotiden aufgebaut sind.
- 4) Der Beitrag aus der Theorie der Fehlprogrammierung
  4. a. Theorie: Alphabete mit ungerader, gerader und ungerader Parität.
  4. b. Berechnungen: thermodynamische und quantenchemische Berechnungen filtern und stimmen überein.
- 5) Umfang des Alphabets und 'Entwicklungsfähigkeit' (evolvability: die Fähigkeit, zufällig zu variieren und manchmal eine Verbesserung zu erzeugen): Computersimulation
- 6) Ausblick: Was gebraucht wird und was erreicht werden kann.
  6. a. Weniger wählerische Replikasen/Polymerasen
  6. b. Systematischer Überblick der Replikation und der katalytischen Effizienz von Replikatoren, die so gebaut sind, dass sie unterschiedliche Alphabete verwenden.
  6. c. Implikationen für das Leben an einem anderen Ort.

Szathmáry, Eörs (Amsterdam,2019)

Systems ecology and evolution—editorial overview

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=168702166X>

Szathmáry, Eörs (Berlin, New York, NY,2016)

Fluid construction grammar as a biological system

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1048654001>

Szathmáry, Eörs (Nature,2003)

Why are there four letters in the genetic alphabet?

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1047390388>

Szathmáry, Eörs (2003)

The transition from single cells to multicellularity

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=527595691>

Szathmáry, Eörs (1996)

On the origin of language : utility and enchantment

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=720330017>

Szathmáry, Eörs (Budapest,1996)

Origins of language

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=229577970>

Workshop series ; 2

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=229577970>

Szathmáry, Eörs (Oxford [u.a.],1995)

The major transitions in evolution

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=17279854X>

Szathmáry, Eörs (Amsterdam,1994)

Toy models for simple forms of multicellularity, soma and germ

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1032553766>

Szathmáry, Eörs (Washington, DC,1993)

Coding coenzyme handles : a hypothesis for the origin of the genetic code

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1725912252>

Szathmáry, Eörs (Oxford,1993)

Do deleterious mutations act synergistically? : metabolic control theory provides a partial answer

<https://kxp.k1oplus.de/DB=9.663/PPNSET?PPN=1032552360>