

© Johan Jarnestad, The Royal Swedish Academy of Sciences

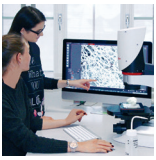
# Das Berzelius Labor Journal

Band 1 / 2017 / Heft 1 - Supplement Oktober 2018

**Die Kraft der Evolution in der Chemie - Der Nobelpreis 2018**

ISSN: 2571-5860

PH <sup>SG</sup>  
Pädagogische Hochschule  
St.Gallen



## Die Kraft der Evolution in der Chemie - Der Nobelpreis 2018

Pasadena, 1993: „Da die Natur der Optimierung von Proteinen für In-vitro-Anwendungen unter Bedingungen, die sich wesentlich von ihrer natürlichen Umgebung unterscheiden, nicht viel Beachtung geschenkt hat, besteht im Allgemeinen Raum für Verbesserungen durch Änderungen der Aminosäuresequenz.“

Stockholm, 2018: Der Nobelpreis für Chemie wurde in diesem Jahr zur Hälfte an die amerikanische Enzymforscherin Frances Arnold und zur anderen Hälfte an George Smith aus den USA und den Briten Gregory Winter für ihre Arbeiten auf dem Gebiet der gerichteten Evolution vergeben.

Frances Arnold gelang es 1993 als Erste, durch Mutation und gezielte Selektion den in der Natur vorkommenden Prozess Evolution künstlich so einzusetzen, dass sie gezielt Enzyme mit gewünschten Eigenschaften entwickeln konnte (s. Abb.1).

Die evolvierten Enzyme sind unter technischen Bedingungen oft nicht nur

sehr viel effizienter als ihre natürlichen Varianten. Sie können sogar neuartige Reaktionen biochemisch katalysieren und neue Materialien synthetisieren.

Die gerichtete Evolution der „schärfsten chemischen Werkzeuge des Lebens“ eröffnet so neue, oft umweltfreundlichere Prozesswege in der chemischen und pharmazeutischen Industrie. Bereits 2015 wurde Frances Arnold dafür auch die Ehrendoktorwürde der ETH Zürich verliehen.

Neben überaus spannenden Texten zur chemischen (R)Evolution bietet der Nobelpreis 2018 einen aktuellen Bezug zur biochemischen Bedeutung der Enzyme.

Eine gute Möglichkeit, dieses Thema anschaulich im Unterricht mittels photometrischer Echtzeitmessung zu behandeln, haben wir im ersten → [Berzelius Labor Journal](#) für Sie zusammengestellt.

Gerne unterstützen wir auch Matura-Arbeiten zu diesem aktuellen Thema.

### Zum Weiterlesen

#### Über die gezielte Evolution von Proteinen:

Arnold, F. H. (1993). Engineering proteins for nonnatural environments. *The FASEB journal*, 7 (9), 744-749. <https://doi.org/10.1096/fasebj.7.9.8330682>

Eigen M., Gardiner W. (1984). Evolutionary molecular engineering based on RNA replication. *Pure Appl. Chem.* 56, 967-978

→ [nobelprize.org](http://nobelprize.org): A (r)evolution in chemistry (A. Fernholm, 2018)

→ [nobelprize.org](http://nobelprize.org): Directed evolution of enzymes and binding proteins (S. Linse, 2018)

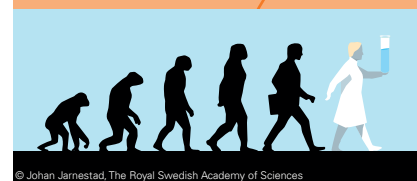
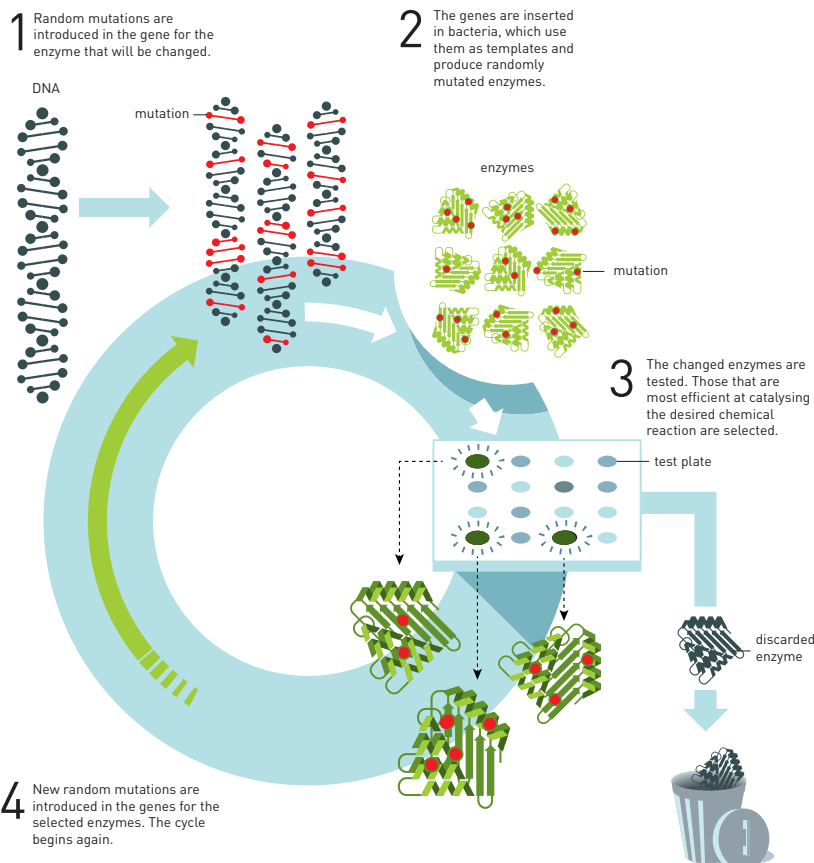
→ [nzz.ch](http://nzz.ch): Beschleunigte Evolution im Reagenzglas (U. Bilow, 2018)

→ [zeit.de](http://zeit.de): Keine Lust, auf die Evolution zu warten (J. Simmank, 2018)

→ [ethz.ch](http://ethz.ch): Ehrendoktorwürde für Frances Arnold (R. Bürkli, 2015)

#### Über die Herausforderungen der simulationsgestützten Proteingestaltung:

→ [nzz.ch](http://nzz.ch): Neue Proteine aus «in silico»-Experimenten (S. Kusma, 2003)

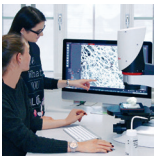


© Johan Jarnestad, The Royal Swedish Academy of Sciences

### Abb. 1: Das Prinzip der gerichteten Evolution bei der Enzymentwicklung.

- (1) In das Enzym codierende Gen werden zufällige Mutationen ausgelöst.
- (2) Diese Genvarianten werden in Bakterien eingebracht, die nun zufällig veränderte Enzyme produzieren.
- (3) In einer Testphase werden die für die gewünschten Reaktionsbedingungen effizientesten Enzymvarianten identifiziert und selektiert.
- (4) In den selektierten Genvarianten werden erneut zufällige Mutationen ausgelöst. Der Zyklus wird solange wiederholt, bis die Effizienz des Enzyms für den angestrebten technischen Prozess ausreichend ist.

(© Johan Jarnestad, The Royal Swedish Academy of Sciences)



## Hightech bei Berzelius: Experimente im Einsatz

Vom 6. bis zum 10. November 2017 fand am Gymnasium St. Antonius in Appenzell die Technikwoche statt. Jeweils die 5. Klassen (Langzeitgymnasium) nehmen daran teil. Ziel ist es unter anderem, den angehenden Maturandinnen und Maturanden das technische Forschen und Denken näher zu bringen, um so den einen oder die andere für eine technische Studienrichtung zu motivieren. Um dieses Ziel zu erreichen eignen sich

die Experimentiermodule des Projekts Berzelius hervorragend.

In Appenzell war das Projekt Berzelius mit den Modulen: Highspeedkamera, Digitalmikroskop, XRF, Ultraschall, Photometrie und Beugung/Interferenz präsent. Mit ausgesprochen viel Elan und Wissensdurst arbeiteten die Schülerinnen und Schüler an den sechs Experimentierposten. Der Einsatz von sehr guten Labor- und Messgeräten

aus der Praxis sowie die Unterstützung durch das Berzelius-Team waren dabei eine grosse Hilfe und wurden von allen Seiten sehr geschätzt. Die abschliessenden Kommentare waren dann auch durchwegs positiv.

(H.S.)

**Der → Berzelius Methoden- und Gerätepool stellt momentan folgende Experimentiermodule und Geräte zur Ausleihe bereit (bis drei Wochen Leihgabe: CHF 200.– (excl. MwSt.), jede zusätzliche Woche CHF 50.– (excl. MwSt.), → kostenfrei für Maturaarbeiten):**

- → **Nanophotometrie**, Photometrie, UV- / Infrarot - / Raman- Spektroskopie, Röntgenfluoreszenzanalyse XRF, Reflektometrie, Refraktometrie, NEU: Radonmessgerät, Ultraschall
- Digitalmikroskopie, Lichtmikroskopie inkl. Mikrotom, Highspeedkamera, Wärmebildkamera
- Gaschromatografie GC, Ionenchromatografie IC, pH-Messung und Konduktometrie
- Interferenzbilder und Beugung, Ultraschallmessung, Dichtemessung, IR-Thermometer
- DNA-Analyse (PCR/Elektrophorese), Spiroergometrie, Mikrowellensynthese

**Für Schulklassen werden folgende → Berzelius-Workshops angeboten:**

- Lebensmittelanalytik, DNA-Fingerprinting, Mikroskopie
- Detaillierte Informationen und die Bestellformulare finden Sie auf → [www.berzelius.ch](http://www.berzelius.ch)

**Sie haben Anregungen, Entwicklungsideen, Mitteilungen oder Fragen zu den Ausleihmöglichkeiten?**

→ **Schreiben Sie uns!**

Wir freuen uns auf Ihre Ideen, Wünsche und Anregungen, wie wir die MINT-Kompetenzen unserer Schülerinnen und Schüler gemeinsam weiter stärken können.

[berzelius@phsg.ch](mailto:berzelius@phsg.ch)

Berzelius ist ein gemeinsames Projekt des [Instituts Fachdidaktik Naturwissenschaften](#) der PHSG und der [Metrohm Stiftung](#).

