

**Vorlesung Grundlagen der Biologie IIB**  
**Teil Mikrobiologie: Molekulare Genetik und Genregulation I+II**  
**(Brock Chapters 6-10)**

**Central dogma of molecular biology**

**Bacterial DNA:**

- structure/topology
- chromosome organization/genomics
- replication

**Additional genetic elements**

- Plasmids:
  - o Replication
  - o Stable inheritance/compatibility
  - o Plasmid encoded phenotypes
- Phages:
  - o Lysis/lysogeny/integration
  - o Phage evolution
  - o Phage encoded virulence factors
- transposable elements:
  - o IS-elements
  - o Transposons

**Transcription**

- operon, -35 sequence, Pribnow box
- termination
- inhibition by antibiotics
- RNA maturation, ribozymes

**Translation**

- tRNA, codon
- initiation, elongation, termination
- coupling of transcription, translation, degradation
- ribosomes, antibiotics
- codon usage
- alternative genetic codes

**Application: *E. coli* expression vector**

## **Regulation**

- negative control
- positive control
- DNA binding proteins
- Attenuation
- Global control systems
  - o Catabolite repression
  - o Quorum sensing
  - o Alternative  $\sigma$ -factors
  - o Two-component systems

## **Basic bacterial genetics**

- mutations
  - o chemical mutagenesis
  - o SOS response
- DNA transfer
  - o Transformation
  - o Transduction
  - o conjugation

## **Evolution of bacterial genomes**

- horizontal gene transfer
- limitations of horizontal gene transfer
  - o DNA homology
  - o Restriction/modification systems
  - o Crispr/Cas

## **Power point presentation of lecture can be downloaded:**

PDF zur Vorlesung unter:

<https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=1014>

n.ethz username und password erforderlich

Student Self-Enrolment Key: BioStudFS2015

**Frühjahrssemester 2015**  
**Vorlesung Grundlagen der Biologie II:**  
**Mikrobiologie**

jeweils Do 13-15h im HG G3; Beginn 19.02.2015, Ende 28.05.2015

---

19.02.	Prof. Hardt	Bakterielle Zellbiologie I
26.02.	Prof. Hardt	Bakterielle Zellbiologie II
05.03.	Prof. Piel	Bakterielle Wirkstoffe I
12.03.	Prof. Piel	Bakterielle Wirkstoffe II
19.03.	Prof. Hardt	Molekulare Genetik und Genregulation I
26.03.	Prof. Hardt	Molekulare Genetik und Genregulation II
02.04.	Prof. Hardt	Analyse bakterieller Gemeinschaften
09.04.	----	vorlesungsfrei (Osterferien) ----
16.04.	Prof. Vorholt	Wachstumsphysiologie
23.04.	Prof. Vorholt	Metabolismus I
30.04.	Prof. Vorholt	Metabolismus II
07.05.	Prof. Vorholt	Metabolismus III
14.05.	----	vorlesungsfrei (Auffahrt) ----
21.05.	Prof. Piel	Mikrobielle Interaktionen I
28.05.	Prof. Piel	Mikrobielle Interaktionen II

**Teil Mikrobiologie** (Gewichtung: Faktor 2; Zeitbedarf ca. 70 min)

Name, Vorname: \_\_\_\_\_

Fragen 1–5, Prof. W.-D. Hardt, 5 Punkte

Fragen 6–9, Prof. J. Vorholt, 4 Punkte

Fragen 10-13, Prof. J. Piel, 4 Punkte

**Maximal erzielbare Punktzahl: 13**  
(6.5 Punkte = Note 4.0)

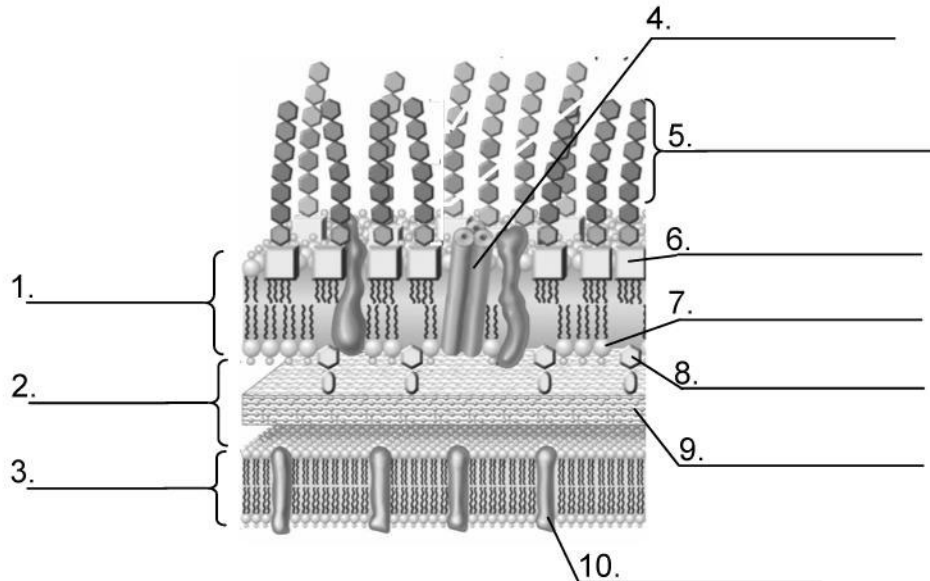
**Viel Erfolg!**

**1. Warum wird die bakterielle 16S rDNA Sequenz häufig zur Erstellung phylogenetischer Stammbäume verwendet? (1 Punkt)**

*Why is the 16S rDNA sequence frequently used for establishing bacterial phylogenetic trees? (1 point)*

**2. Beschriften Sie die folgende Skizze der Zellhülle Gram-negativer Bakterien. (1 Punkt)**

*Please label the following components of the Gram-positive cell envelope? (1 point)*





**5.** Definieren Sie die folgenden Begriffe aus der Mikrobiologie in 1-2 treffenden Sätzen.  
(1 Punkt)

*Please define the following technical terms (from microbiology) (1 point):*

Plasmid (*plasmid*):

Transposon (*transposon*):

Phagen-Plaques (*phage plaque*):

Codon usage (*codon usage*):

Katabolitrepresseion (*catabolite repression*):

6. Korrigieren Sie folgende Sätze, so dass die enthaltenen Aussagen richtig sind (1 Punkt)  
*Correct the following sentence so that the statements are true (1 point).*

Eine Zelle (Trockenmasse) besteht zu ca. 20% aus Kohlenstoff.  
*A cell (dry weight) consists to about 20% of carbon.*

Die exponentielle Wachstumsphase ist durch eine zunehmende Generationszeit charakterisiert.  
*The exponential growth phase is characterized by an increasing generation time.*

Ein Pyruvatmolekül wird mit Hilfe von Pyruvat-Dehydrogenase und des Zitronensäurezyklus in 2 Moleküle  $\text{CO}_2$  umgewandelt.  
*A pyruvate molecule is converted to 2 molecules of  $\text{CO}_2$  with the help of pyruvate dehydrogenase and the citric acid cycle.*

Die Enzyme der Atmungskette befinden sich im Cytoplasma der Zelle.  
*The enzymes of the respiratory chain are situated in the cytoplasm of the cell.*

Eisen-Schwefel Zentren übertragen Elektronen und Protonen und spielen bei Atmungsprozessen eine wichtige Rolle.  
*Iron-sulfur centers transfer electrons and protons and play an important role during respiratory processes.*



7.

a) Nennen Sie denjenigen Schritt/diejenigen Schritte der Glykolyse, bei denen ATP mittels Substratstufenphosphorylierung gewonnen wird (Nummerierung aus dem Schema unten). (0,4 Punkte)

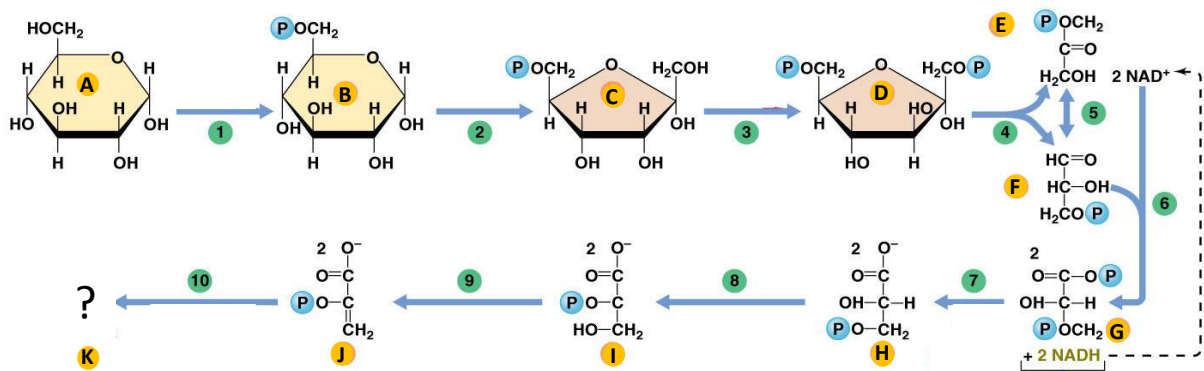
*Name the step(s) of glycolysis in which ATP is generated by substrate level phosphorylation (numbering from scheme below). (0.4 points)*

b) Benennen Sie folgende Moleküle: Glucose-6-phosphat und 3-Phosphoglycerat (Buchstaben aus dem Schema). (0,3 Punkte)

*Name the following molecules: glucose 6 phosphate and 3-phospho glycerate (letters from scheme below). (0.3 points)*

c) Wie heisst das Molekül, das im Schema mit "K" bezeichnet ist? Zeichnen Sie die Struktur des Moleküls. (0,3 Punkte)

*Which molecule is represented by "K"? Draw its structure. (0.3 points)*



8.

a) Worin unterscheidet sich die homofermentative Milchsäuregärung von der heterofermentativen Milchsäuregärung? Nennen Sie 2 Merkmale. (0,5 Punkte)

*What is the difference between homofermentative lactic acid fermentation and heterofermentative lactic acid fermentation? Name two characteristics. (0.5 points)*

b) Welches Schlüsselenzym haben homo- und heterofermentative Milchsäurebakterien gemein? Welche Reaktion katalysiert das Enzym? Warum ist dieses Enzym für Milchsäurebakterien wichtig? (0,5 Punkte)

*Which key enzyme do have homo- and heterofermentative lactic acid bacteria in common? Which reaction is catalyzed by the enzyme? Why is the enzyme important for lactic acid bacteria? (0.5 points)*

9.

a) Erläutern Sie kurz, warum bei der aeroben Atmung von Glucose mehr ATP gewonnen wird als bei einer Gärung? (0,5 Punkte)

*Explain briefly why more ATP is generated from glucose during aerobic respiration compared to fermentation. (0.5 points)*

b) Erläutern Sie kurz den Begriff Chemolithotrophie und nennen Sie einen chemolithotrophen Prozess sowie einen chemolithotrophes Bakterium/Archaeon als Beispiel. (0,5 Punkte)

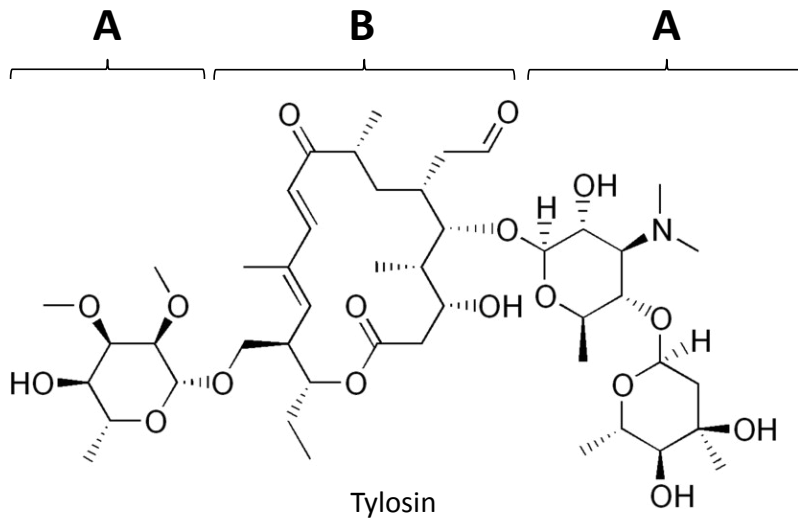
*Explain briefly the term chemolithotrophy and name a chemolithotrophic process as well as a chemolithotrophic bacterium/archaeon as example. (0.5 points)*

**10.** Der bakterielle Naturstoff Tylosin wird in grossen Mengen als Wachstumsbeschleuniger in der Tierzucht eingesetzt.

*The bacterial natural product tylosin is used in large amounts as growth promoter in animal rearing.*

- a. Die markierten Bereiche A und B der Substanz leiten sich metabolisch von zwei verschiedenen Naturstoffklassen ab. Um welche Klassen handelt es sich? (0,5 Punkte)

*The marked areas A and B of the substance are metabolically derived from two different natural product groups. Which groups are these?(0.5 points)*



A:

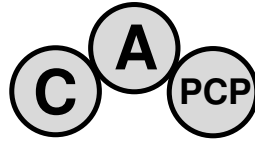
B:

- b. Tylosin besitzt den gleichen Wirkmechanismus wie das therapeutisch verwendete Antibiotikum Erythromycin. Die Verwendung von Tylosin in der Tierzucht ist daher in vielen Ländern verboten. Nennen Sie einen plausiblen Grund dafür. (0,5 Punkte)

*Tylosin has the same mechanism of action as the therapeutically used antibiotic erythromycin. The use of tylosin in animal rearing is therefore prohibited in many countries. Provide a plausible reason for this. (0.5 points)*

**11.** Erklären Sie in wenigen Sätzen die Funktion der folgenden Domänen eines nichtribosomalen Peptidsynthetasesmoduls (1 Punkt)

*Explain in a few short sentences the function of the following domains of a nonribosomal peptide synthetase module (1 point)*



C:

A:

PCP:

**12.** Erklären Sie kurz die Bedeutung folgender ökologischer Begriffe: (1 Punkt)  
*Explain briefly the meaning of the following ecological terms: (1 point)*

Habitat (*habitat*):

Nische (*niche*):

Artenreichtum (*species richness*):

Artenabundanz (*species abundance*):

**13.** Erklären Sie, was man unter quorum sensing versteht und nennen Sie zwei Beispiele von bakteriellen Eigenschaften, die durch dieses Phänomen gesteuert werden. (1 Punkt)  
*Explain the meaning of the term "quorum sensing" and name two examples of bacterial properties that are controlled by this phenomenon. (1 point)*

**Vorlesung Grundlagen der Biologie IIB**  
**Teil Mikrobiologie: Analyse bakterieller Gemeinschaften**

(Chapters 16 and 1 Brock Biology of Microorganisms)

**Identification of species**

- community composition
- classical taxonomy
- 16S sequencing
- microbiota

**Metagenome analysis**

**Evolution of life**

- LUCA
- metabolic diversification
- The great oxidation event
- Bacteria, Archaea
- Endosymbiont theory
- universal phylogenetic tree

**Literature for more detailed information:**

Brock "Biology of Microorganisms", 13<sup>th</sup> (12<sup>th</sup> or 11<sup>th</sup> edition), Prentice Hall; (Basis of this lecture)

plus the indicated papers and reviews

**Power point presentation of lecture can be downloaded:**

PDF zur Vorlesung unter:

<https://moodle-app2.let.ethz.ch/course/view.php?id=1014>

n.ethz username und password erforderlich

Student Self-Enrolment Key: BioStudFS2015



## **Vorlesung Grundlagen der Biologie IIB**

### **Teil Mikrobiologie: Bacterial Cell biology**

#### **Microbiology: Introduction (Chapters 1,2,3 Brock Biology of Microorganisms)**

- microbiology: introduction
- historical perspective
- why to study microorganisms

#### **Structure of a bacterial cell ("bacterial cell biology"; Chapters 2,3 Brock Biology of Microorganisms)**

- microscopic methods to study microorganisms
- comparison eukaryotic cell/bacterial cell
- cell size
- cell shape
- gram stain

##### **- Bacterial cell envelope**

- cytoplasmic membrane
- physical structure "unit membrane"
- phospholipid bilayer
- lipid composition
- ester linkage (Eukarya, Bacteria); ether linkage (Archaea)
- permeability barrier
- membrane transport proteins:
  - concentration gradients
  - carrier-mediated transport
    - "simple transporter": Uni-, Anti-, Symporter
    - group translocation : modification of transported substance
    - ABC transporter

##### **- Bacterial cell wall:**

- general: 2 atm turgor pressure; shape/rigidity
- peptidoglycan:
  - composition; Gram-positive/-negative
  - cell division
  - synthesis
  - antibiotics
  - cell wall of Archaea
  - protoplast
- Gram-positives:
  - teichoic acids, Lipoteichoic acids
- Gram-negatives:
  - murein Lipoprotein
  - outer membrane:
    - structure, composition
    - LPS
    - barrier function + practical implications
    - porins

##### **- Bacterial surface structures:**

- Flagella, motility, chemotaxis
- Pili
- Secretion systems of Gram-neg. bacteria
- Fimbriae

- S-layer
- capsules
- **Structures within bacteria:**
  - storage granules
  - gas vesicles
  - endospores
    - structure
    - formation
    - germination
- **Recognition of bacteria by the innate immune system**

**Literature for more detailed information:**

Brock "Biology of Microorganisms", 13<sup>th</sup> (12<sup>th</sup> or 11<sup>th</sup> edition), Prentice Hall; (Basis of this lecture)

Neidhard ed. "*Escherichia coli* and *Salmonella*": the bible, but very detailed! (online available at ETH library)

Ben Lewin "GENES VII", very good in depth information about genetics and gene expression....there is an online version at the cost of ca. 30 US dollars (<http://www.ergito.com/index.jsp>)

"Encyclopedia of Microbiology" 2<sup>nd</sup> edition, Academic press: not organized like a conventional encyclopedia; presents chapters on many aspects of microbiology.