

# Waarom moet je als mens jaloers zijn op bacteriën?

<https://www.youtube.com/watch?v=8jyQZnZ-QXA&feature=youtu.be>

Vanaf 5:30 tot ca. 10:00

# Flagellen

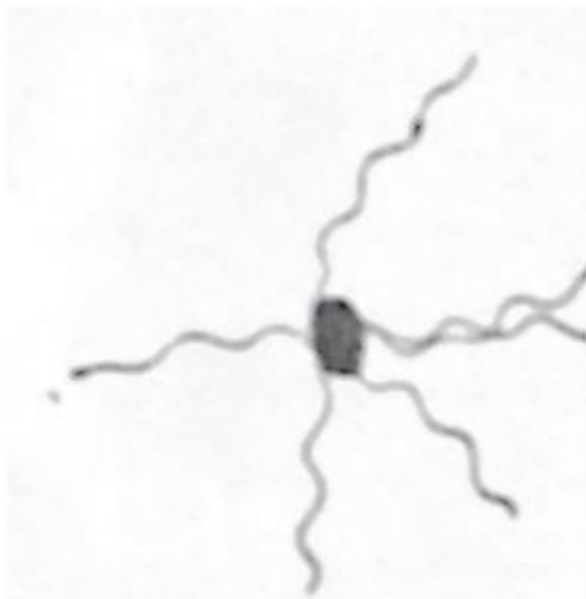
Doorsnede: 15-20 nm

Verschillende typen (kennen!):

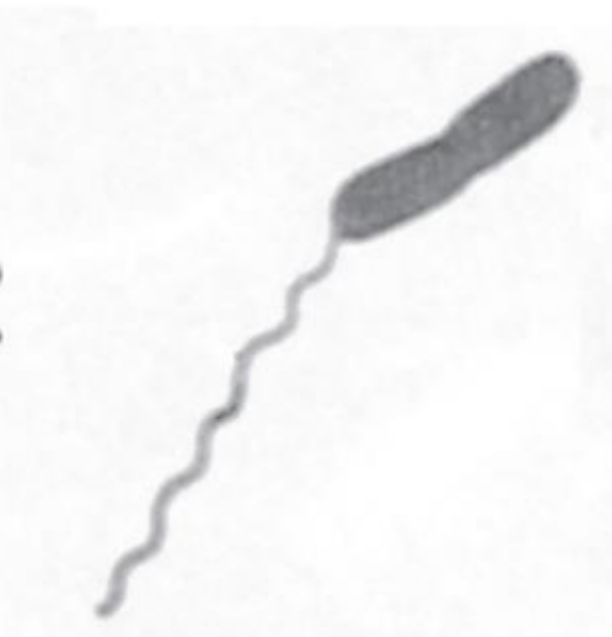
peritrichous

polar

lophotrichous



(a)



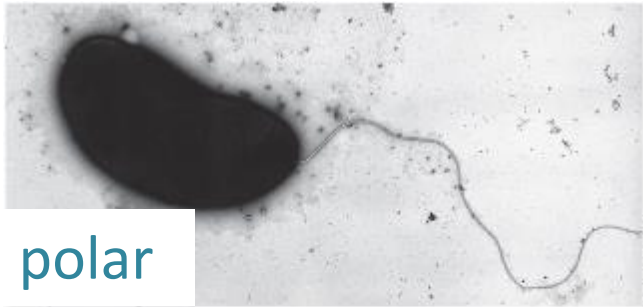
(b)



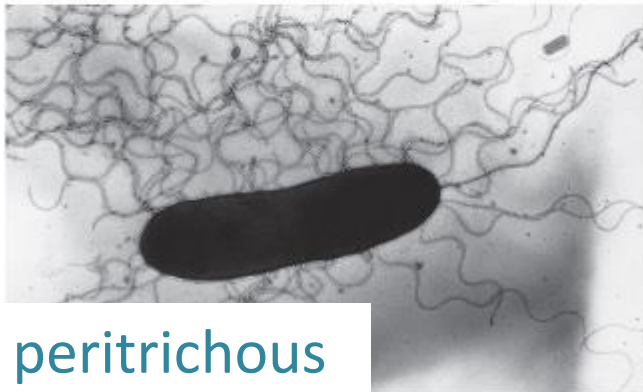
(c)

# Flagellen

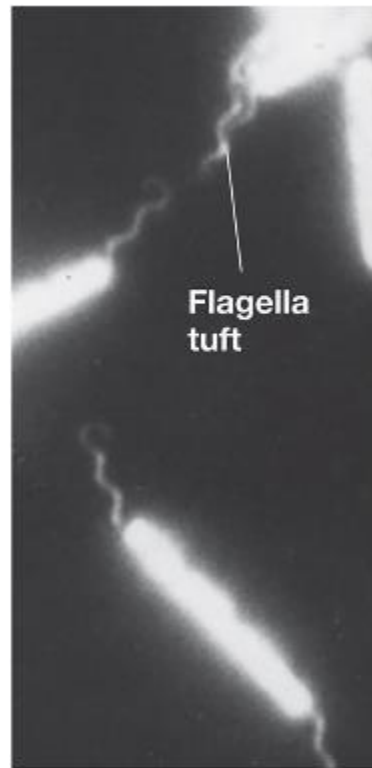
16e: figuur 2.31+32



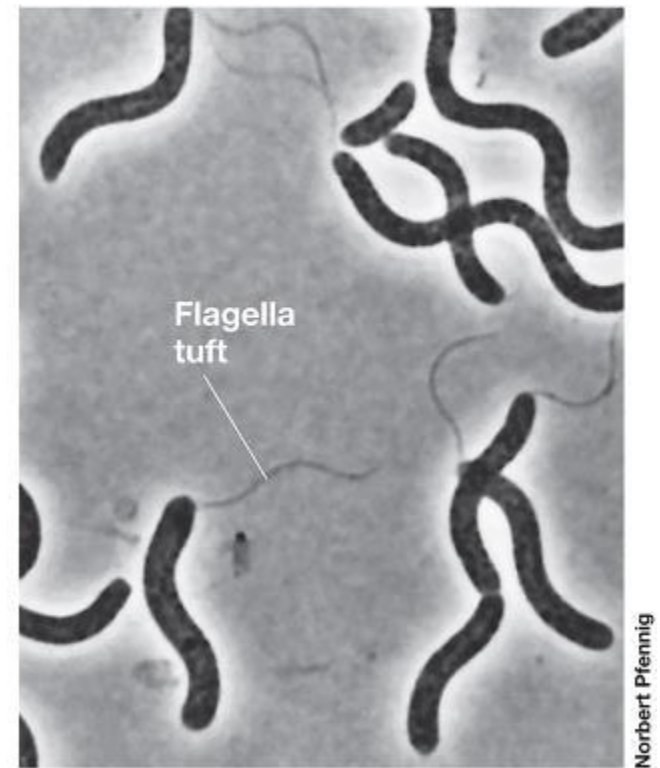
(a)



(b)

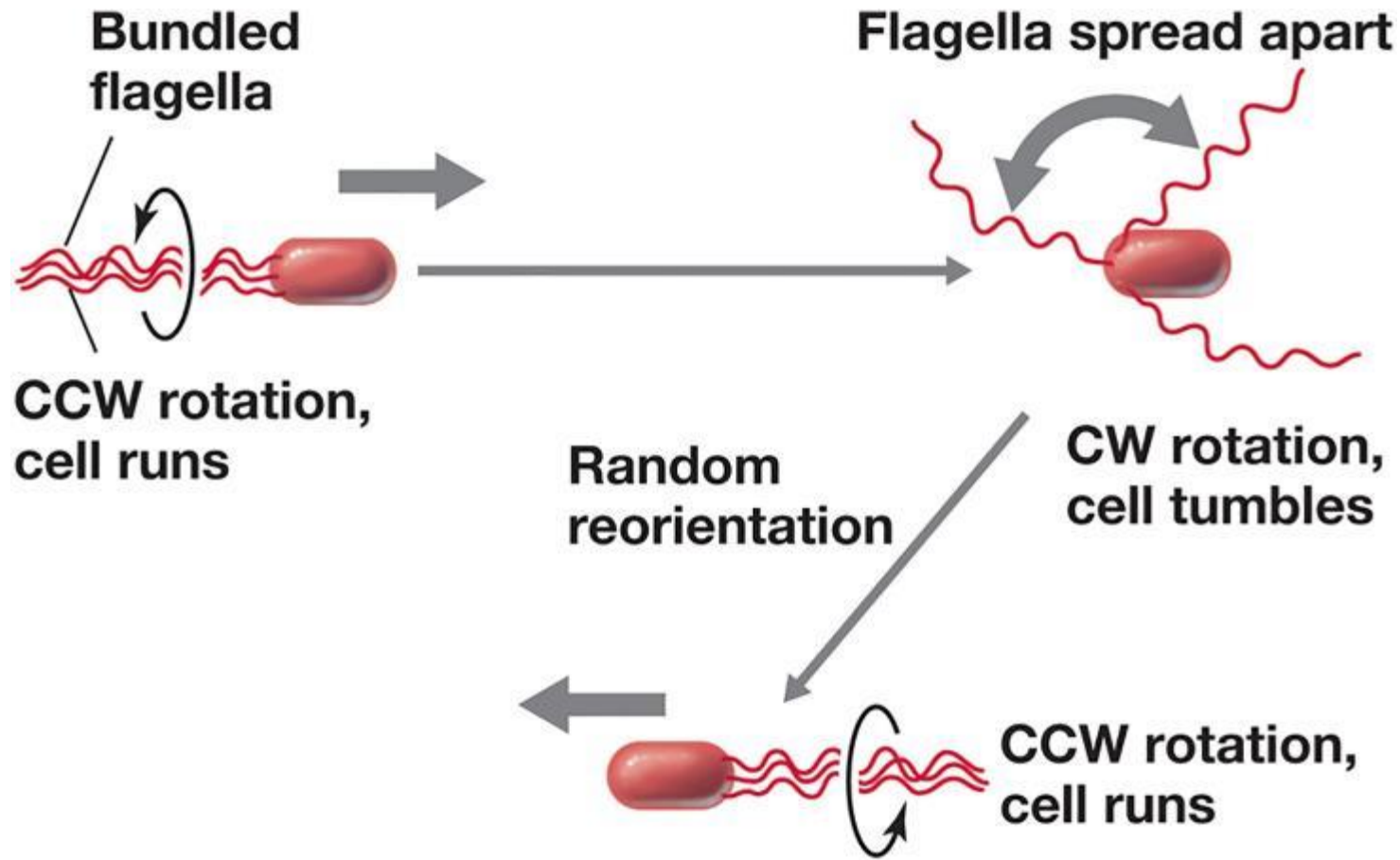


amphitrichous tuft



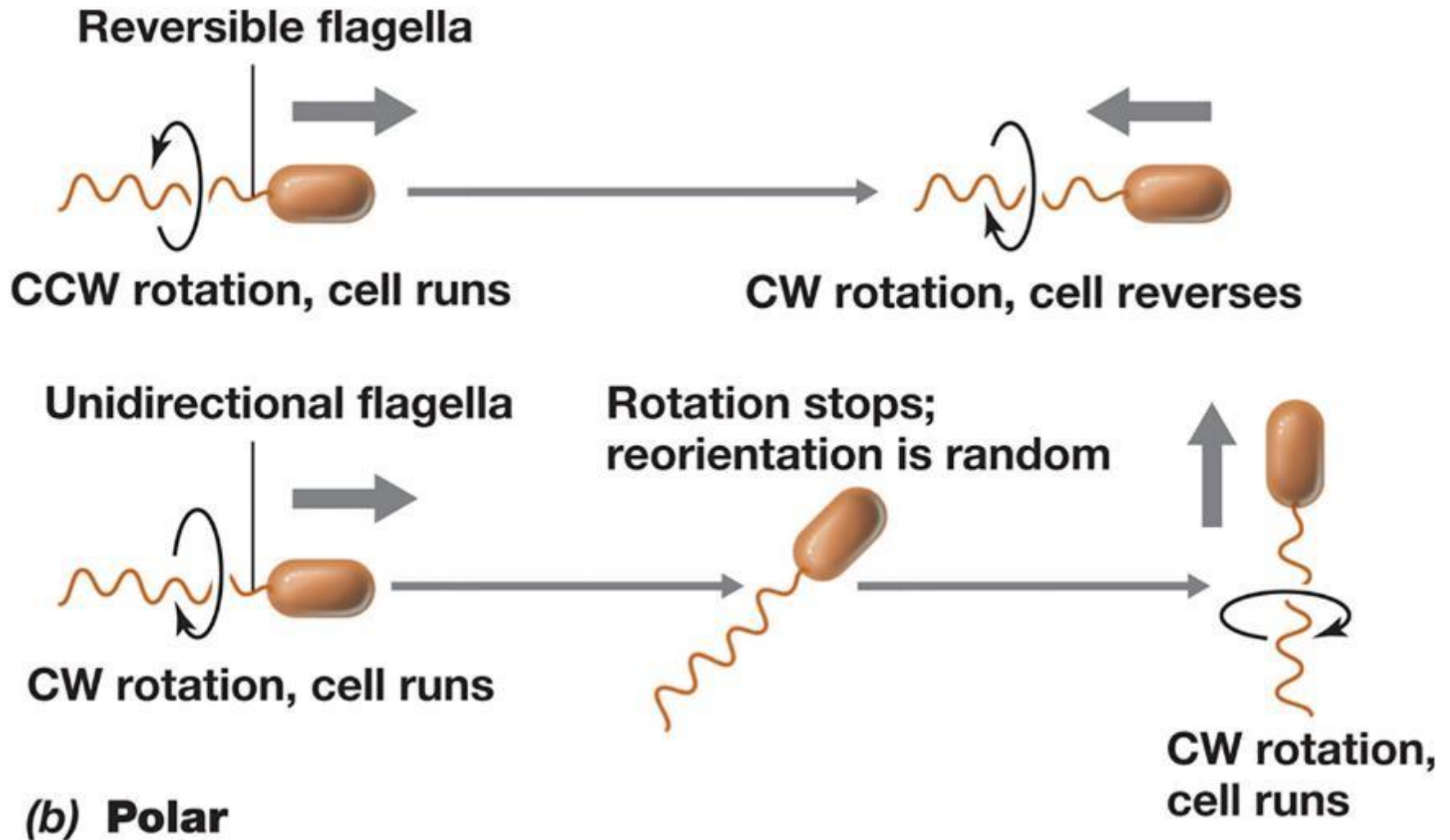
lophotrichous tuft

# Voortbeweging (peritrichous flagellen)



**(a) Peritrichous**

# Voortbeweging (polaire flagellen)



# Structuur flagel

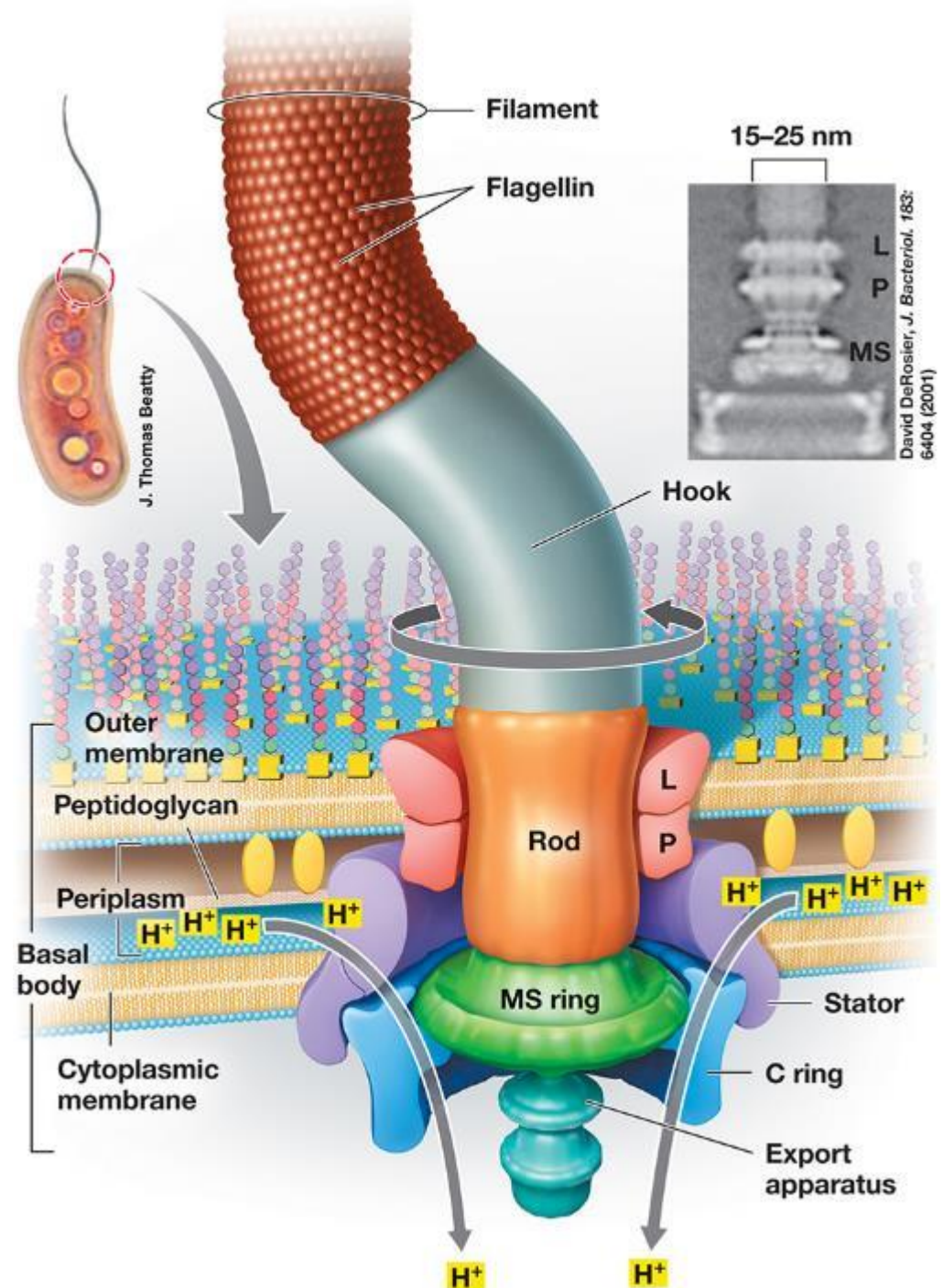
Filament is opgebouwd uit flagelline en via hook verbonden met basal body

Rotor: central rod, gaat door L, P, C en MS ringen

Stator: Mot proteins

Energie voor rotatie: pmf

Export apparatus: rol bij synthese flagel (in cp, niet afgebeeld in 15e)



# Snelheid

Flagellen roteren niet altijd even snel

Snelheid afhankelijk van de pmf (tot wel  $300 \text{ s}^{-1}$ )

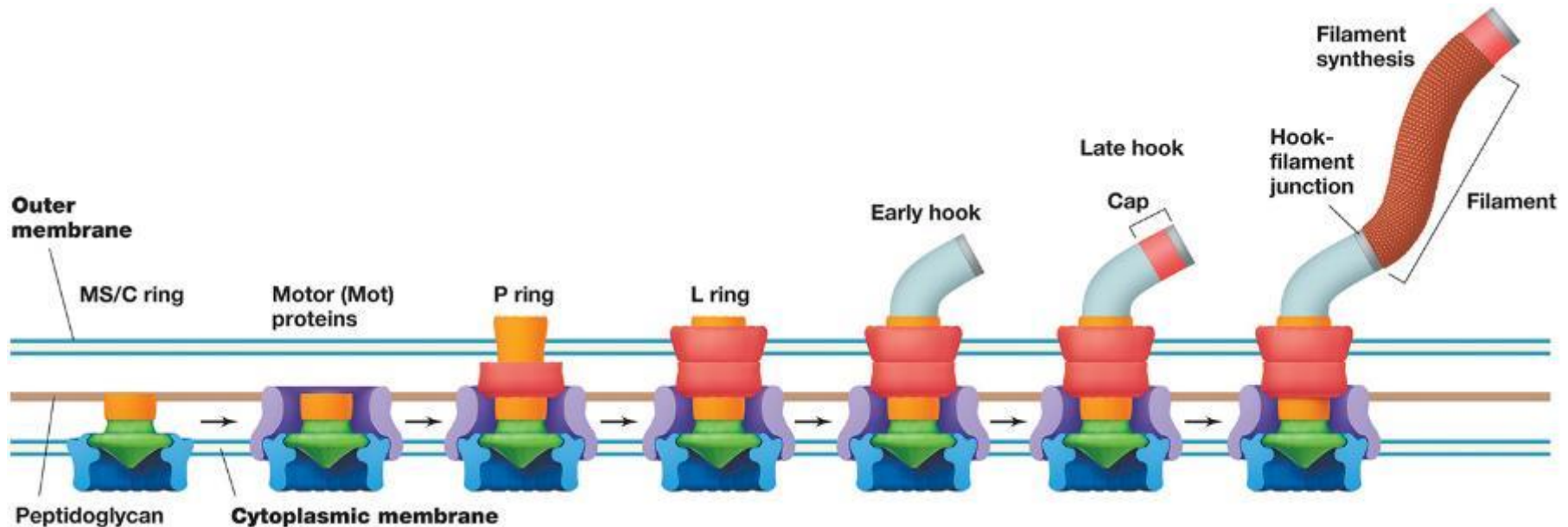
60 cellengtes per seconde!

<https://www.youtube.com/watch?v=4hexn-DtSt4>



# Synthese flagel

Flagellar filament groeit niet vanuit de basis, maar vanuit de top



Filament: helix-structuur

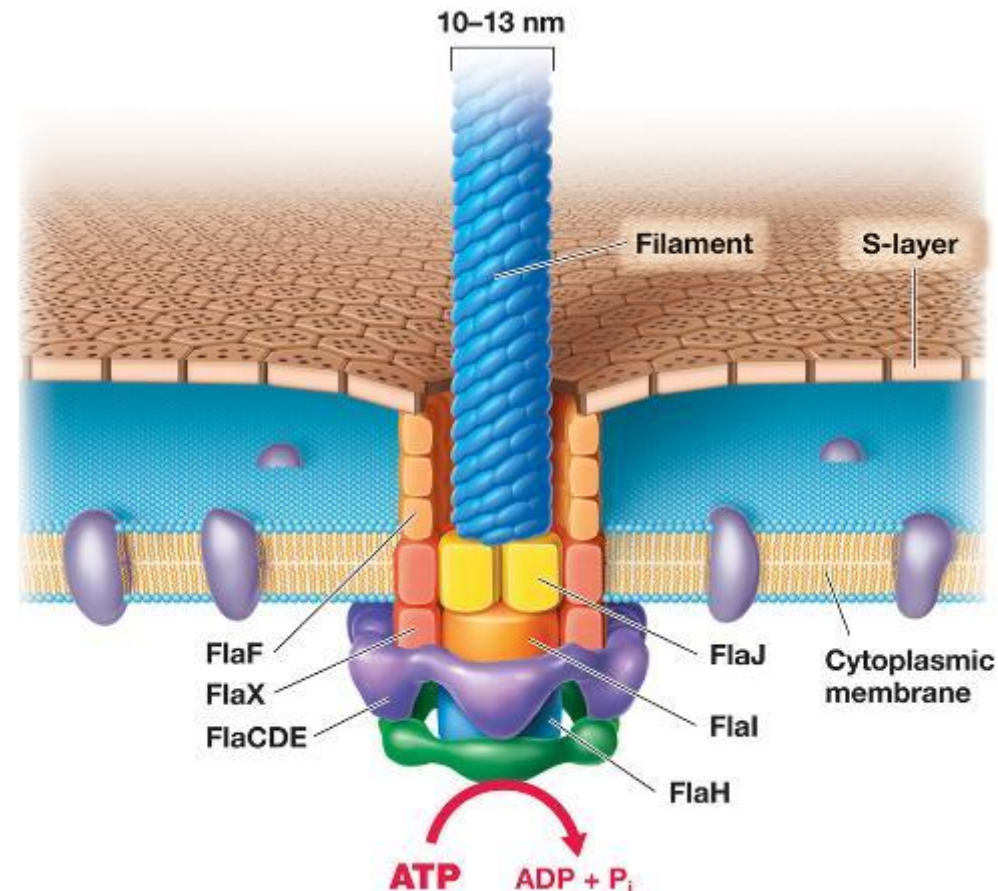
Flagellin

ca. 20.000 per flagel!



# Archaeella (enkelvoud: archaeellum)

- Geen homologie met flagellen, lijken meer op type IV pili:
  - dunner (ca. 10–13 nm)
  - niet hol
  - opbouw vanuit de basis
  - rotatie: ATP hydrolyse
  - motor: minder eiwitten

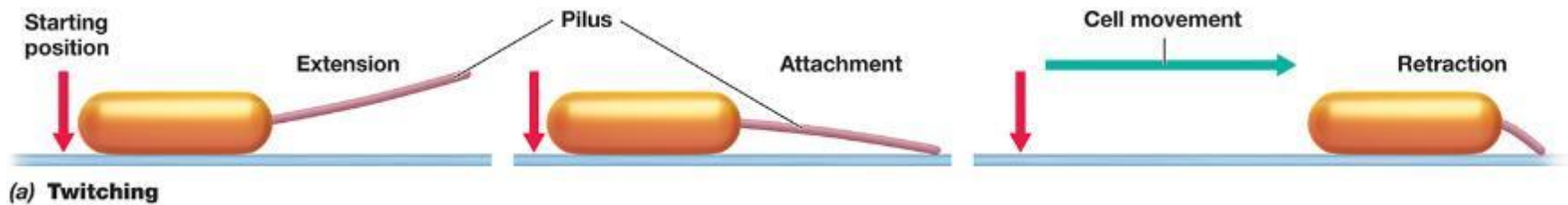


# Beweging over oppervlakken

- B.v. twitching motility en gliding
- langzamer en gelijkmatiger dan zwemmen
- contact met oppervlak noodzakelijk

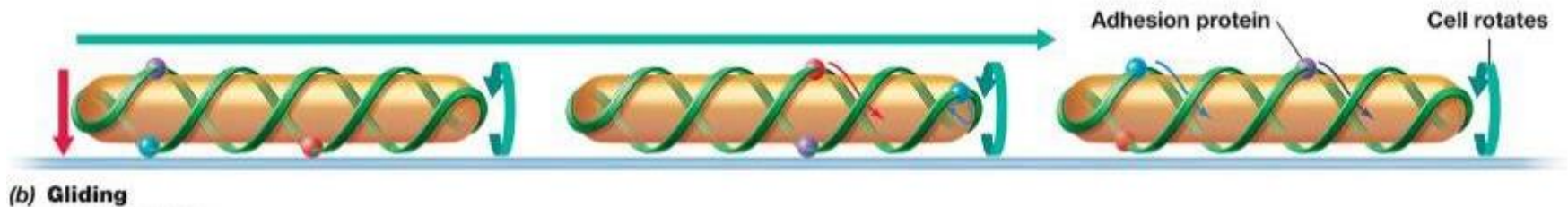
# Twitching motility

- M.b.v. Type IV pili
- Cel 'kruipt' over het oppervlak:
  1. Extension (van pilus)
  2. Attachment (aan oppervlak)
  3. Retraction (van pilus)



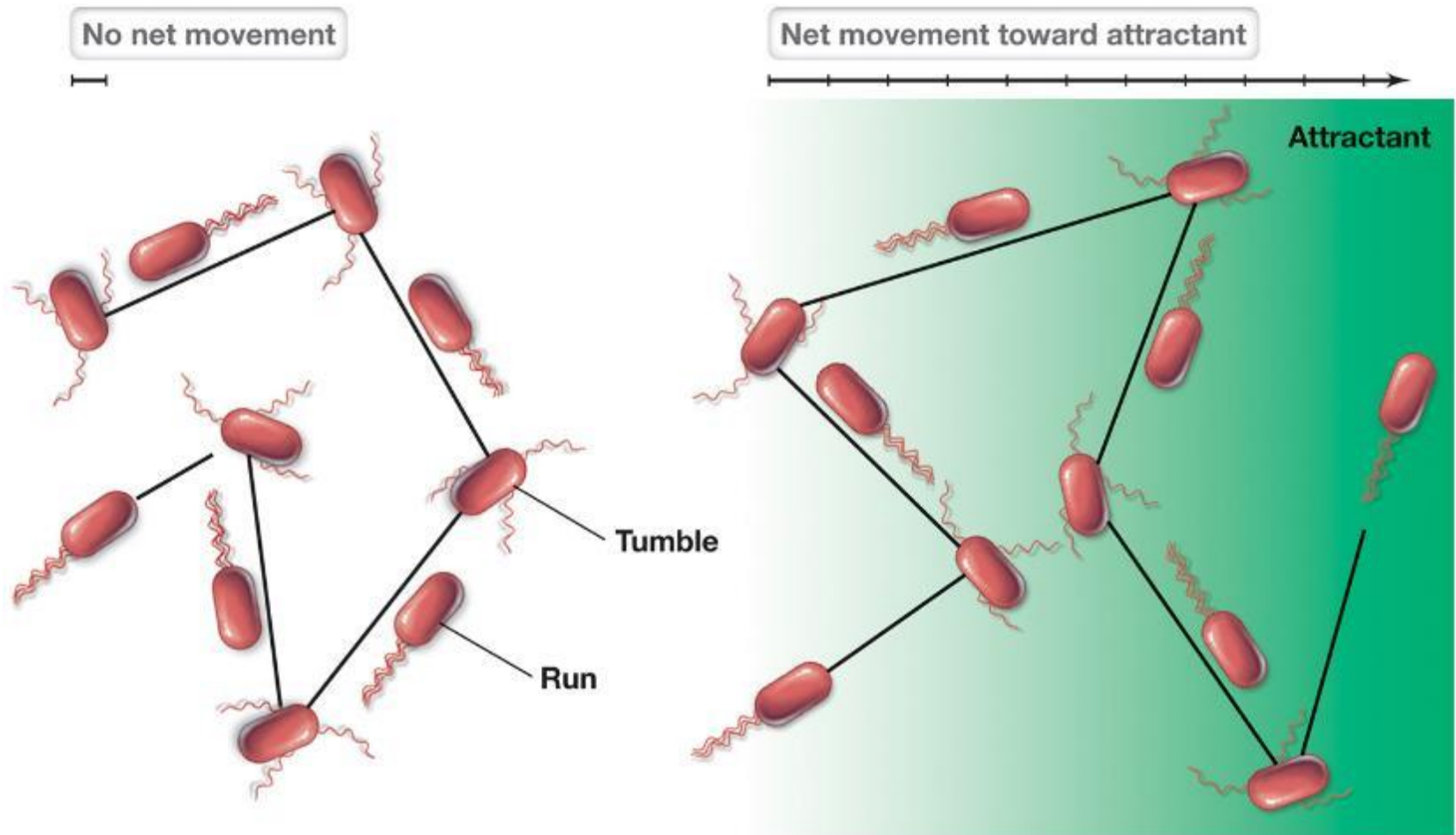
# Gliding motility

- 'smooth movement along the long axis of the cell'
- zonder hulp van 'voorstuwingsstructuren' (zoals pili)
- 'Intracellular helical protein track'\* maakt contact met gliding motoreiwitten en extracellulaire adhesie eiwitten.
- gedreven door pmf
- Exacte mechanisme nog niet opgehelderd



# Chemotaxis

Beweging in reactie op chemicaliën



(a) No attractant present: Random movement

(b) Attractant present: Directed movement

Langere runs, minder vaak tumbles

# Hoe detecteert een bacterie chemicaliën?

Prokaryoten zijn te klein om een gradiënt waar te nemen

‘Attractants’ en ‘repellents’ worden gedetecteerd door speciale membraaneiwitten: **chemoreceptors**

Bacterie detecteert ‘temporal’ i.p.v. ‘spatial’ verschillen

# Andere vormen van taxis

## Fototaxis:

- Beweging richting licht
- Photoreceptor detecteert licht gradiënt
- Interactie met cytoplasmatische eiwitten die ook betrokken zijn bij chemotaxis

- Andere vormen:

- Scotophobotaxis
- Aerotaxis
- Osmotaxis
- Hydrotaxis

**Taxis:** gerichte beweging als reactie op een chemische of fysische gradient



# Hoofdstuk 4

# Macromoleculaire samenstelling van een cel

## **Macromolecular composition of a cell**

<b>Macromolecule</b>	<b>Percent of dry weight</b>
----------------------	------------------------------

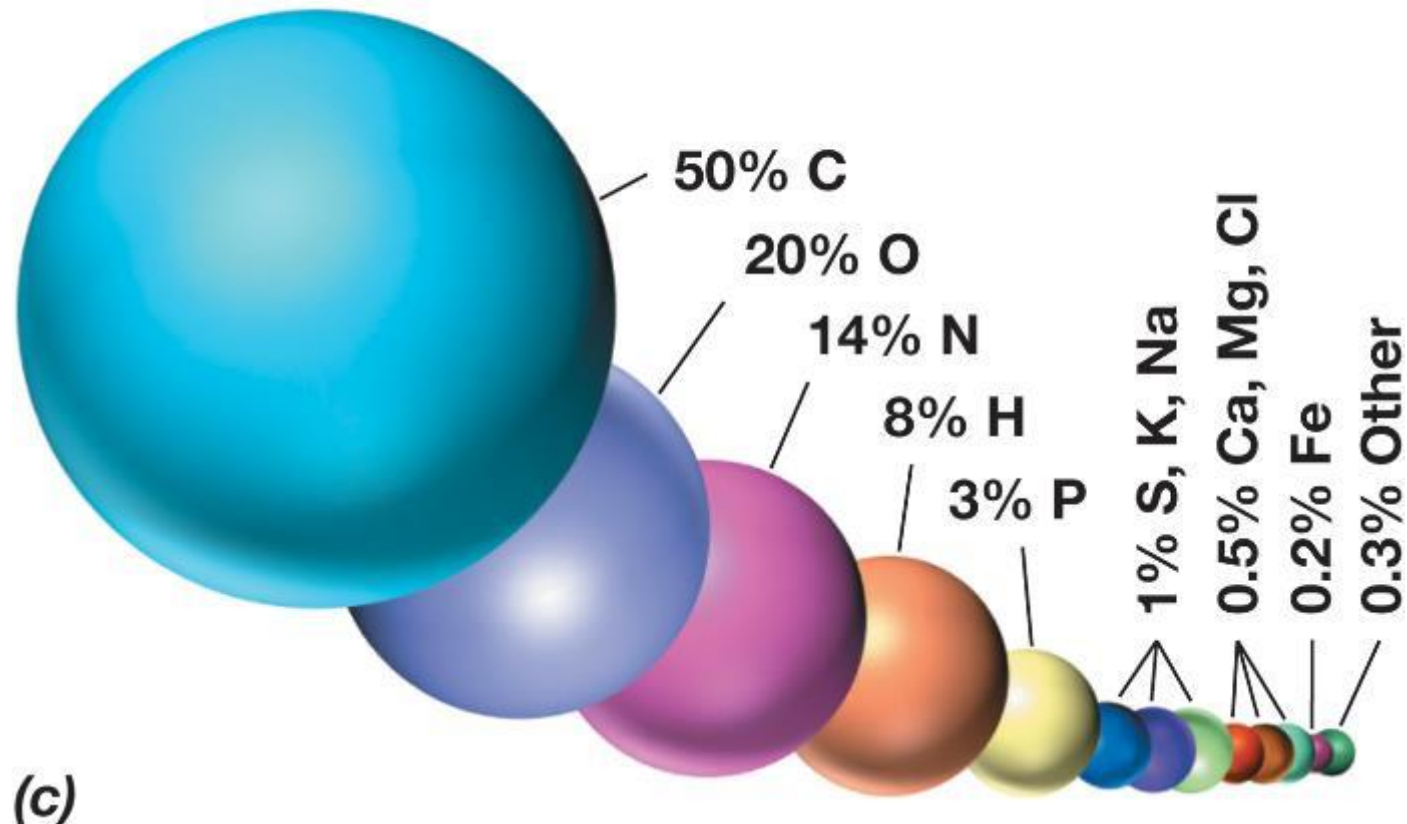
<b>Protein</b>	<b>55</b>
<b>Lipid</b>	<b>9.1</b>
<b>Polysaccharide</b>	<b>5.0</b>
<b>Lipopolysaccharide</b>	<b>3.4</b>
<b>DNA</b>	<b>3.1</b>
<b>RNA</b>	<b>20.5</b>

Eén *E. coli* cel weegt ongeveer  $10^{-12}$  g (= 1 picogram) en bestaat voor 70-80% uit water)

# Elementen in een bacteriële cel

## CHONSP: essentieel voor ALLE cellen

### Elemental composition of an *E. coli* cell (dry weight)



# Koolstof

- belangrijk element in ALLE klassen macromoleculen
- Hoe komt een micro-organisme aan koolstof?

**Heterotroof** => organische koolstofverbindingen

**Autotroof** => koolstofdioxide ( $\text{CO}_2$ )

# Stikstof

- In eiwitten, nucleïnezuren en veel andere celonderdelen
- In de natuur komt stikstof meestal voor in de vorm van:
  - $\text{NH}_3 \rightarrow$  bruikbaar voor bijna alle micro-organismen
  - $\text{NO}_3^- \rightarrow$  bruikbaar voor veel micro-organismen
  - $\text{N}_2 \rightarrow$  alleen bruikbaar voor stikstoffixerende micro-organismen
- Sommige micro-organismen kunnen organische vormen van stikstof gebruiken

# Fosfor en zwavel

- Fosfor b.v. in nucleïnezuren, fosfolipiden
- Zwavel b.v. in sommige aminozuren, maar ook vitaminen zoals thiamine, biotine, etc.

# Kalium, magnesium, calcium en natrium

Niet voor alle micro-organismen essentieel

**Kalium:** nodig voor activiteit sommige enzymen

**Magnesium:** - stabiliseren ribosomen, membraan, nucleïnezuren  
- nodig voor activiteit sommige enzymen

**Calcium:** - stabiliseren celwand  
- belangrijke rol in hittestabiliteit endosporen

**Natrium:** essentieel voor sommige (marine) micro-organismen



# Elementen in een bacteriële cel

**Group** →

**Period** ↓

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>1</b>	1 <b>H</b>																	2 <b>He</b>
<b>2</b>	3 <b>Li</b>	4 <b>Be</b>											5 <b>B</b>	6 <b>C</b>	7 <b>N</b>	8 <b>O</b>	9 <b>F</b>	10 <b>Ne</b>
<b>3</b>	11 <b>Na</b>	12 <b>Mg</b>											13 <b>Al</b>	14 <b>Si</b>	15 <b>P</b>	16 <b>S</b>	17 <b>Cl</b>	18 <b>Ar</b>
<b>4</b>	19 <b>K</b>	20 <b>Ca</b>	21 <b>Sc</b>	22 <b>Ti</b>	23 <b>V</b>	24 <b>Cr</b>	25 <b>Mn</b>	26 <b>Fe</b>	27 <b>Co</b>	28 <b>Ni</b>	29 <b>Cu</b>	30 <b>Zn</b>	31 <b>Ga</b>	32 <b>Ge</b>	33 <b>As</b>	34 <b>Se</b>	35 <b>Br</b>	36 <b>Kr</b>
<b>5</b>	37 <b>Rb</b>	38 <b>Sr</b>	39 <b>Y</b>	40 <b>Zr</b>	41 <b>Nb</b>	42 <b>Mo</b>	43 <b>Tc</b>	44 <b>Ru</b>	45 <b>Rh</b>	46 <b>Pd</b>	47 <b>Ag</b>	48 <b>Cd</b>	49 <b>In</b>	50 <b>Sn</b>	51 <b>Sb</b>	52 <b>Te</b>	53 <b>I</b>	54 <b>Xe</b>
<b>6</b>	55 <b>Cs</b>	56 <b>Ba</b>	71 <b>Lu</b>	72 <b>Hf</b>	73 <b>Ta</b>	74 <b>W</b>	75 <b>Re</b>	76 <b>Os</b>	77 <b>Ir</b>	78 <b>Pt</b>	79 <b>Au</b>	80 <b>Hg</b>	81 <b>Tl</b>	82 <b>Pb</b>	83 <b>Bi</b>	84 <b>Po</b>	85 <b>At</b>	86 <b>Rn</b>
<b>7</b>			57 <b>La</b>	58 <b>Ce</b>	59 <b>Pr</b>	60 <b>Nd</b>												

- Essential for all microorganisms
- Essential cations/anions for most microorganisms
- Trace metals (Table 4.1), some essential
- Used for special functions
- Unessential, but metabolized
- Unessential, not metabolized

# Micronutriënten

Slechts kleine hoeveelheden nodig

I. Trace elements		II. Growth factors	
Element	Function	Growth factor	Function
Boron (B)	Autoinducer for quorum sensing in bacteria; also found in some polyketide antibiotics	PABA ( <i>p</i> -aminobenzoic acid)	Precursor of folic acid
Cobalt (Co)	Vitamin B <sub>12</sub> ; transcarboxylase (only in propionic acid bacteria)	Folic acid	One-carbon metabolism; methyl transfers
Copper (Cu)	In respiration, cytochrome <i>c</i> oxidase; in photosynthesis, plastocyanin, some superoxide dismutases	Biotin	Fatty acid biosynthesis; some CO <sub>2</sub> fixation reactions
Iron (Fe) <sup>b</sup>	Cytochromes; catalases; peroxidases; iron-sulfur proteins; oxygenases; all nitrogenases	B <sub>12</sub> (Cobalamin)	One-carbon metabolism; synthesis of deoxyribose
Manganese (Mn)	Activator of many enzymes; component of certain superoxide dismutases and of the water-splitting enzyme in oxygenic phototrophs (photosystem II)	B <sub>1</sub> (Thiamine)	Decarboxylation reactions
Molybdenum (Mo)	Certain flavin-containing enzymes; some nitrogenases, nitrate reductases, sulfite oxidases, DMSO-TMAO reductases; some formate dehydrogenases	B <sub>6</sub> (Pyridoxine)	Amino acid/keto acid transformations
Nickel (Ni)	Most hydrogenases; coenzyme F <sub>430</sub> of methanogens; carbon monoxide dehydrogenase; urease	Nicotinic acid (Niacin)	Precursor of NAD <sup>+</sup>
Selenium (Se)	Formate dehydrogenase; some hydrogenases; the amino acid selenocysteine	Riboflavin	Precursor of FMN, FAD
Tungsten (W)	Some formate dehydrogenases; oxotransferases of hyperthermophiles	Pantothenic acid	Precursor of coenzyme A
Vanadium (V)	Vanadium nitrogenase; bromoperoxidase	Lipoic acid	Decarboxylation of pyruvate and αketoglutarate
Zinc (Zn)	Carbonic anhydrase; nucleic acid polymerases; many DNA-binding proteins	Vitamin K	Electron transport
		Coenzymes M and B	Methanogenesis <sup>c</sup>
		F <sub>420</sub> and F <sub>430</sub>	Methanogenesis <sup>c</sup>

**Sporenelementen:** metalen zoals ijzer, koper, zinc, etc. Functioneren vaak als **co-factor**.

**Groefactoren:** organische componenten. B.v. vitamines, aminozuren, purines, pyrimidines  
**Vitamines:** meest frequent gebruikte groeifactoren. Functioneren meestal als **co-enzyme**.

Niet alle cellen hebben alle sporenelementen en groeifactoren nodig.

Alle figuren in deze PowerPoint zijn eigen werk of afkomstig uit Brock Biology of Microorganisms (16th edition, Pearson) tenzij anders vermeld.