



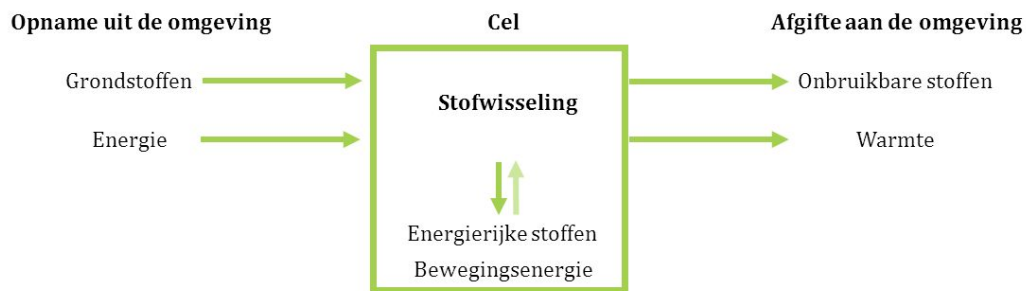
Biologie Voor Jou samenvatting stofwisseling

Biologie (Best notes for high school - NL)

Paragraaf 2:

In cellen vindt er voortdurend **stofwisseling** plaats (**metabolisme**).

Stofwisselingsprocessen bestaat uit de opbouw en de afbraak van stoffen in de cel. **Enzymen** maken deze processen mogelijk. Voor deze processen is energie nodig. De energie in energierijke stoffen wordt **chemische energie** genoemd. Stofwisseling in een cel wordt in de onderstaand afbeelding



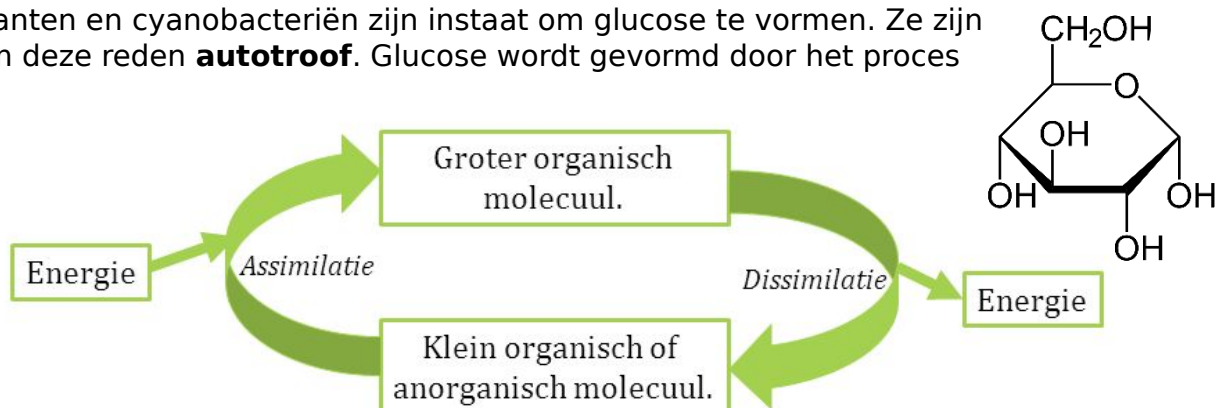
weergegeven.

Een deel van de reacties in een cel bestaat uit **assimilatie**. Assimilatie is het ontstaan van grote moleculen uit kleine moleculen. Door assimilatie ontstaan er **organische stoffen**, zoals koolhydraten, eiwitten, vetten en DNA. Het tegenovergestelde van assimilatie is dissimilatie. Bij dissimilatie worden grote organische moleculen weer afgebroken in kleinere moleculen. Bij assimilatie is energie nodig, maar bij dissimilatie komt er energie vrij. Assimilatie is dus een endotherme reactie, want er is energie nodig. Dissimilatie is een exotherme reactie, want er komt energie vrij.

Stoffen kun je indelen in **organische stoffen** en **anorganische stoffen**.

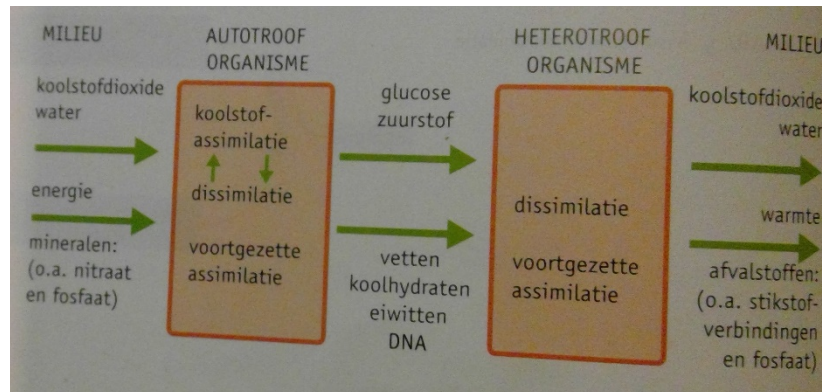
Organische stoffen zijn **koolstofverbindingen**. De organische stoffen bevatten koolstofatomen (C-atomen). Andere veelvoorkomende atomen zijn: H-atomen, N-atomen, S-atomen, P-atomen en O-atomen. **Glucose** ($C_6H_{12}O_6$) is een voorbeeld van een organische stof. Anorganische stoffen stammen af van de levenloze natuur. Anorganische stoffen bevatten geen C-atomen.

Planten en cyanobacteriën zijn in staat om glucose te vormen. Ze zijn om deze reden **autotroof**. Glucose wordt gevormd door het proces

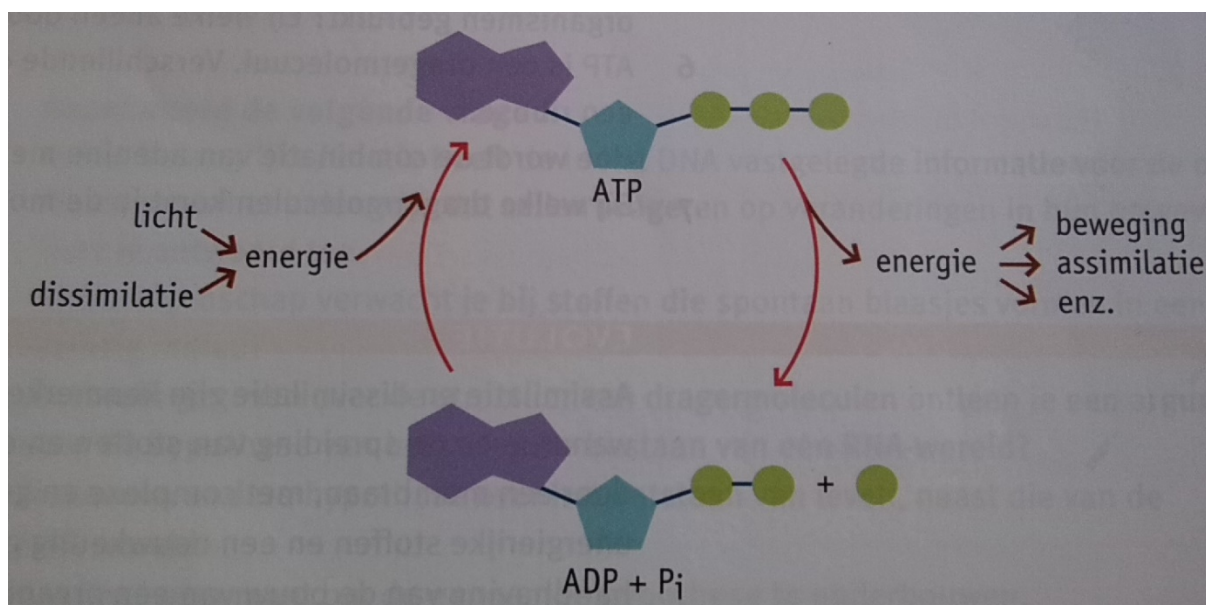


koolstofassimilatie. Voor **koolstofassimilatie** is energie nodig. Deze energie wordt geleverd in de vorm van licht (fotosynthese). **Heterotrofe organismen**

zoals de mens haalt zijn voedsel van autotrofe organismen. Heterotrofe organismen kunnen dus niet hun eigen voedsel produceren. In de **voortgezette assimilatie** is glucose de basis voor de vorming van koolhydraten, eiwitten, vetten en DNA. Voor de voortgezette assimilatie in autotrofe organismen (planten) zijn er **mineralen** nodig, zoals nitraat en fosfaat.



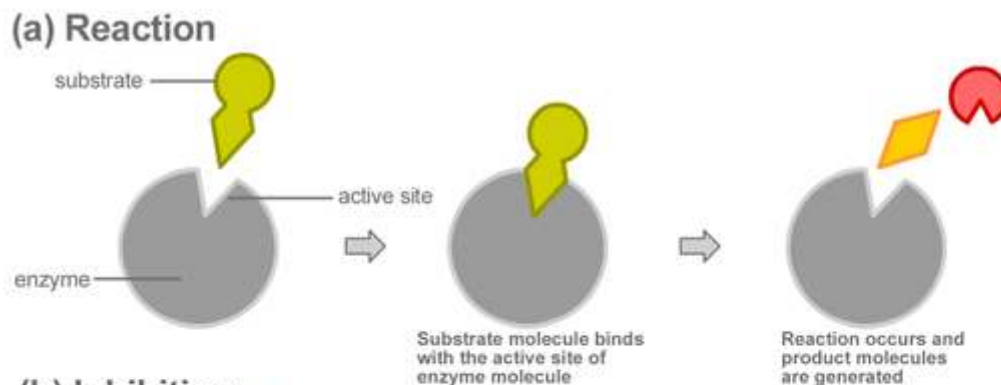
Zoals gezegd zijn er voor stofwisselingsprocessen **energie** nodig. Deze energie wordt geleverd in de vorm van **ATP** (adenosinetrifosfaat). ATP wordt gevormd door energie van **fotosynthese** (licht) en dissimilatie. ATP is een **nucleotide**, het bestaat uit adenosine en 3 fosfaatgroepen. Tussen deze groepen kan veel chemische energie plaatsvinden. Uit ATP ontstaat **ADP** (adenosinedifosfaat) en P_i , omdat er een fosfaatgroep gesplitst wordt. De energie die hierbij vrijkomt wordt gebruikt voor bijvoorbeeld assimilatie. Fosforlyering is het maken van ATP door $ADP + P_i$ (vrije fosfaatgroep) te laten reageren.



Paragraaf 3:

In cellen vinden er veel stofwisselingsreacties plaats. Niet alle reacties lopen en snel, daarom gebruikt een cel **enzymen** om deze reactie sneller te laten verlopen (**katalyseren**). Enzymen zijn **eiwitten**, daarom is een **enzymmolecuul** een molecuul met veel knikken en lussen. In een bepaald deel van het enzymmolecuul is het **actieve centrum** aanwezig. Een **substraat** kan zich aan dit actieve centrum binden. Wanneer dit gebeurt start de werking van het enzym. Het substraat past precies in het actieve centrum. Zodra de reactie is afgelopen

is het substraat opgesplitst in andere moleculen. Een enzym raakt dus niet op! In de afbeelding is het proces weergegeven.

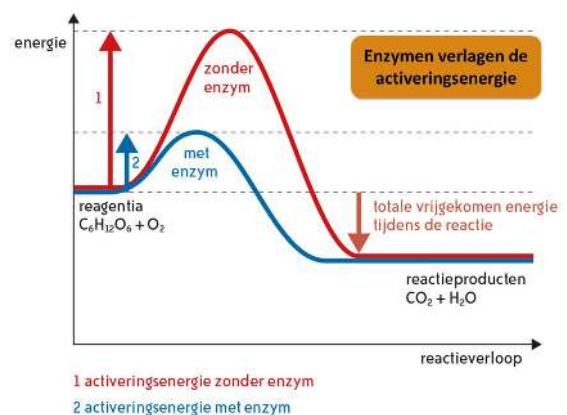


De naam van een enzym is vaak opgesteld uit de naam van het substraat op -ase. Het enzym **ATPase** werkt in op het substraat ATP. Het enzym versnelt de volgende **evenwichtsreactie**:



Veel enzymen hebben een bepaald molecuul of **ion** nodig om goed te kunnen werken. Als een enzym zo'n molecuul nodig heeft wordt dit molecuul een **cofactor** genoemd. Het enzym wordt dan een **apo-enzym** genoemd. Een cofactor kan een organische stof of een anorganische stof zijn. Wanneer het een organische stof is spreken we van een **co-enzym**.

Voor een reactie is energie nodig. De energie die nodig is om de reactie te laten optreden noemen wij **activeringsenergie**. De energie die ontstaat tijdens de reactie noemen wij de **reactie-energie**. De energie die nodig is voor een bepaalde reactie (activeringsenergie) kan worden verkleind door enzymen te gebruiken. De **energiedrempel** wordt dan verlaagd, waardoor er minder activeringsenergie nodig is. Wij laten het verschil zien in de volgende afbeelding →

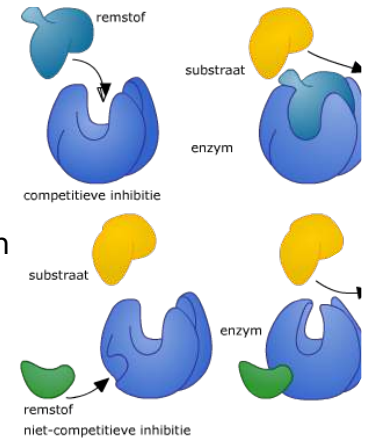


De snelheid waarmee een enzym de reactie versnelt wordt de **enzymactiviteit** genoemd. De enzymactiviteit wordt beïnvloed door de temperatuur, zuurgraad, concentratie en de bindingen tussen stoffen en enzymen.

Enzymen hebben een **minimumtemperatuur**, **optimale temperatuur** en **maximale temperatuur**. Bij de minimumtemperatuur beginnen de eerste substraten en enzymen zicht met elkaar te verbinden en dus te reageren. Op de optimale temperatuur is de temperatuur zo goed dat er de meeste bindingen plaatsvinden. Wanneer de maximale temperatuur wordt overschreden vindt er **denaturatie** plaats. De enzymen kunnen dan niet meer hun functie uitvoeren, dit is definitief.

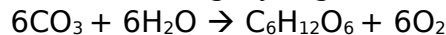
De **zuurgraad** zorgt is belangrijk voor de vorm van het actieve centrum. De zuurgraad kan er voor zorgen bij een te lage of een te hoge zuurgraad dat het actieve centrum van enzymen gaat veranderen.

De enzymactiviteit kan worden beïnvloed. Door moleculen toe te voegen die het aantal bindingen verminderd of meer van maakt. Wanneer een stof ervoor zorgt dat de enzymactiviteit stijgt noemen wij deze stof een **activator**. **E-S-complexen** worden dan sneller gevormd (enzym-substraat-complex). Stoffen die de enzymactiviteit verlagen worden **remstoffen** genoemd. Enzymatische reacties hebben vaak invloed op grotere **reactieketens**. Het eindproduct van een reactieketen kan bijvoorbeeld dienen als remstof of activator van een ander enzym.



Paragraaf 4:

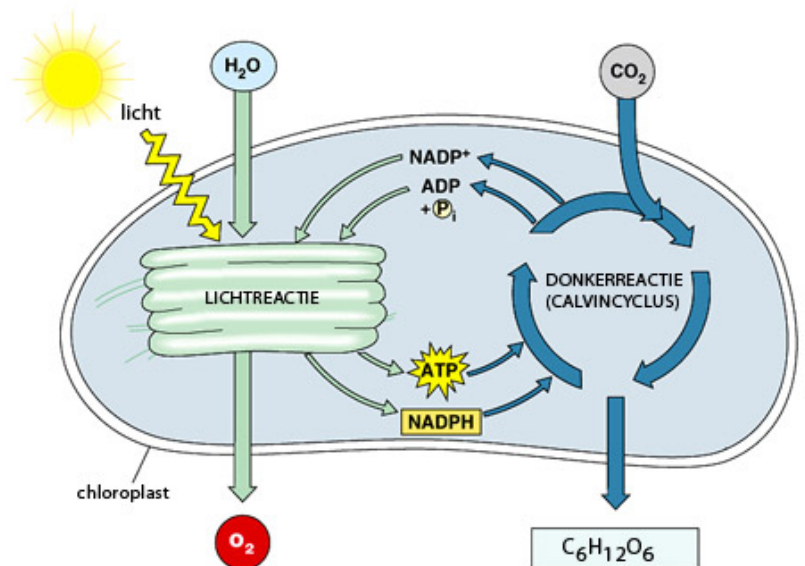
De reactievergelijking voor **fotosynthese** ziet er als volgt uit:



De meeste autotrofe organismen gebruiken licht als energiebron voor koolstofassimilatie. Koolstofassimilatie met behulp van licht is fotosynthese. Planten en cyanobacteriën bevatten **chlorofyl**, bij planten bevindt chlorofyl zich in de **chloroplasten**. De glucose die bij fotosynthese ontstaat wordt direct omgezet in **zetmeel** ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$). De intensiteit van fotosynthese is afhankelijk van een aantal factoren. De factoren die dit bepalen werken als **beperkende factor**. Verhoging van deze factor leidt tot een verhoging van de intensiteit.

De groene delen van planten bevatten chlorofyl. Chlorofyl **weerkaatst** de kleur groen en **absorbeert** de andere kleuren. Dit kun je meten en hierdoor ontstaat er een **absorptiespectrum**.

De fotosynthese bestaat uit twee samenhangende reactieketens. De fotosynthese begint met de **lichtreacties** en eindigt met de **donkerreacties**. Het proces wordt in de volgende afbeelding weergegeven:



In het **thylakoïden membraan** liggen verschillende typen chlorofyl, enzymen en elektronenacceptoren gerangschikt in **fotosystemen**. Bij de splitsing van water ontstaan er waterstofionen (2H^+), elektronen (2e^-) en zuurstof ($1/2\text{O}_2$). De fotosystemen geven deze producten door en maken elektronen **energierijk**.

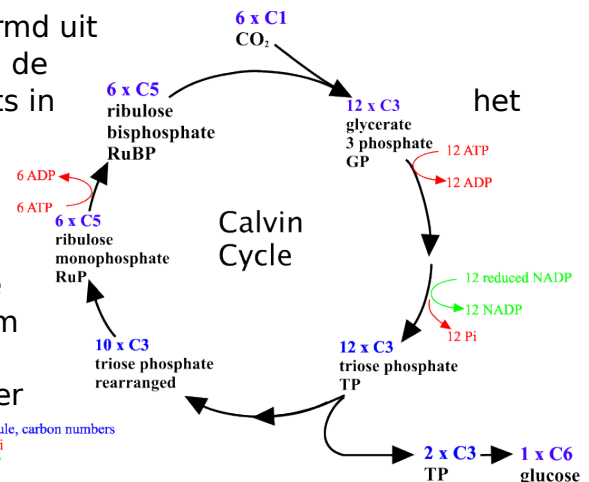
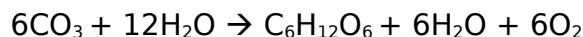
In **fotosysteem I** worden energierijke elektronen afgestaan aan **NADP⁺** in het **stroma** (vloeistof) van de chloroplast. Het NADP⁺ neemt twee van deze

elektronen op en een waterstofion. Hierdoor ontstaat de volgende reactie:
 $\text{NADP}^+ + 2\text{e}^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{NADPH}$.

NADPH transporteert de energierijke elektronen en de waterstofionen naar de donkerreacties. De lading in het fotosysteem krijgt een positieve lading, maar dit verandert wanneer nieuwe elektronen worden negatief worden gemaakt.

In **fotosysteem II** worden de energierijke elektronen en de waterstofionen actief getransporteerd. De energie van de elektronen wordt hiervoor gebruikt. Wanneer de energie is verbruikt keren de elektronen terug naar het vorige fotosysteem. Dit proces noemen we **cyclische fosforylering**. De constante wisseling van concentratie van waterstofionen worden gebruikt door het enzym ATPsynthese om ATP te vormen.

Bij de donkerreacties wordt er glucose gevormd uit **koolstofdioxide** (CO_2) en de producten van de lichtreacties. De donkerreacties vinden plaats in stroma. Ze vormen een cyclische keten die vernoemd is naar de ontdekker **calvin-cyclus**. Voor de vorming van glucose zijn er 24 waterstofionen nodig. De helft wordt direct van de NADPH gebruikt om glucose te vormen en de andere helft wordt gebruikt om het aan het zuurstof te binden. De **bruto reactievergelijking** van fotosynthese ziet er als volgt uit:



Fotosynthese is een bron van energie, maar er is ook een andere manier om aan energie te komen. Andere soorten organismen maken gebruik van **oxidatie** (verbranding) van een anorganische stof om aan energie te komen. We noemen deze bacteriën **chemo-autotroof**. Er zijn 3 verschillende chemo-autotrofe bacteriën:

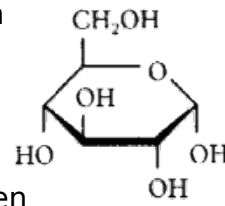
- Chemo-autotrofe **zwavelbacteriën**: oxideren waterstofsulfide tot zwavel. Zwavel kan verder geoxideerd worden tot zwavelzuur.
- Chemo-autotrofe **nitrietbacteriën**: oxideren ammoniak en ammoniumionen.
- Chemo-autotrofe **nitraatbacteriën**: oxideren nitrietionen verder tot nitraationen.

Paragraaf 5:

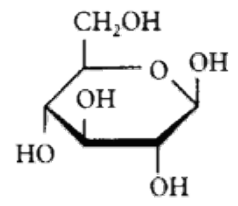
Glucose dient als grondstof voor de vorming van de meeste andere organische stoffen. De vorming van organische stoffen wordt **voortgezette assimilatie** genoemd. Ook levert de verbranding van glucose energie op, namelijk ATP. ATP levert de energie voor de voortgezette assimilatie. Ook heterotrofe organismen maken gebruik van voortgezette assimilatie, maar kunnen geen stikstof of zwavel inbouwen in organische stoffen, daarom eten ze eiwitten.

Koolhydraten hebben in een cel de functie als **bouwstof** en **reservestof** voor de energievoorziening. Koolhydraten zijn te verdelen in:

- **Monosachariden:** zijn enkelvoudige suikers en bevatten vijf of zes C-atomen. Glucose is een voorbeeld van een monosacharide. Het speelt een centrale rol in de stofwisseling. Wanneer glucose oplost in water kunnen er twee soorten glucosemoleculen ontstaan, namelijk een

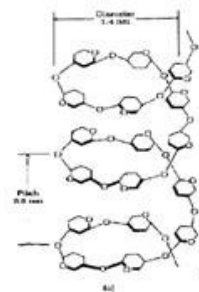


α -glucose

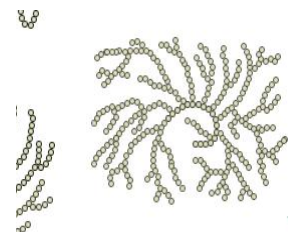


β -glucose

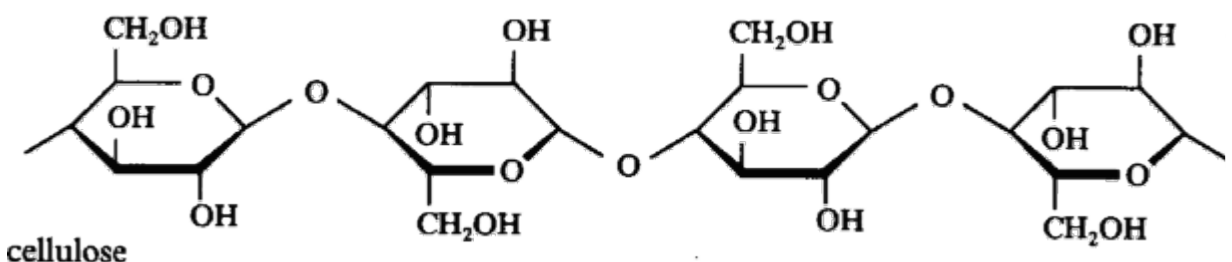
- **Disachariden:** uit een A-glucose molecuul en een fructose molecuul ontstaat er sacharose, dit is een disachariden. Een disachariden ontstaat uit twee monosachariden, hierbij ontstaat er ook een watermolecuul. Dit is een voorbeeld van een **condensatiereactie**. Condensatiereacties is een voorbeeld van assimilatie waarbij een klein molecuul wordt afgesplitst (watermolecuul). Op deze manier kunnen glucosemoleculen lange ketens worden, **polymerisatie**.
- **Polysachariden:** door polymerisatie kan een polysacharide worden gevormd. Een zetmeelmolecuul (**amylose**) is een voorbeeld van een polysacharide. Deze is opgebouwd uit meerdere glucosemoleculen door condensatiereacties. De reactie vindt plaats in de chloroplasten en zetmeelkorrels (**amyloplasten**) in plantaardige cellen. Het zetmeelmolecuul is spiraalvormig en slecht oplosbaar in water.



Bij dieren vinden er **polymerisatiereacties** plaats waarbij **glycogeen** wordt gevormd uit A-glucose. Een glycogeenmolecuul is sterk vertakt.



Cellulose is het hoofdbestanddeel van de celwand van planten. Cellulose is een **polymeer** van B-glucose. Deze moleculen hebben een zigzag vorm en zijn erg stevig.



Eiwitten (Proteïnen) kunnen veel verschillende functies vervullen.

Structuureiwitten vervullen een functie als bouwstof. **Receptoreiwitten**

bevinden zich in de celmembranen en reageren op de aanwezigheid van

hormonen. **Transporteiwitten** vervoeren stoffen. **Plasma-eiwitten** en

antistoffen maken deel uit van het bloedplasma. Eiwitten zijn polymeren van

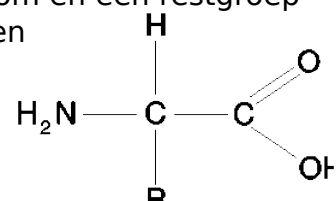
aminozuren. Een **aminozuurmolecuul** bevat een centraal C-atoom, een

aminogroep (NH₂), een **carboxylgroep** (COOH), een H-atoom en een restgroep

(R). In de restgroep kunnen zwavel en stikstof voorkomen. Een

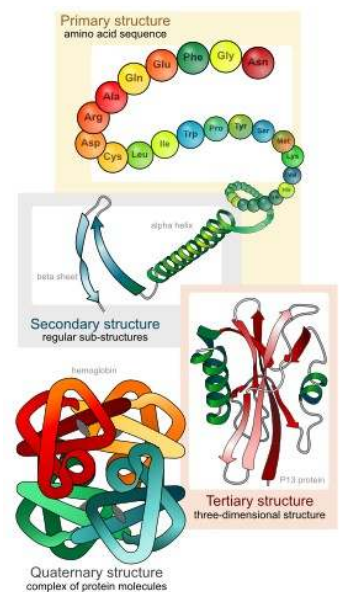
aminogroep is basisch en een carboxylgroep is zuur, maar

beide zijn **polair**. Aminozuur is daarom goed oplosbaar in water.



Planten zijn in staat aminozuren op te bouwen uit glucose en stikstofhoudende ionen. De energie voor de opbouw hiervoor is ATP. **Essentiële aminozuren** zijn aminozuren die dieren niet zelf kunnen maken en dus uit hun voedsel moeten krijgen. Een **peptidebinding** is een binding die wordt aangegaan wanneer een aminozuur een binding aangaat met een carboxylgroep van een ander aminozuur. Hierdoor ontstaat er een **dipeptide**, meerdere aminozuren is een **polypeptide**. De ruimtelijke bouw van eiwitten wordt op verschillende niveaus bepaald. De **primaire structuur** wordt bepaald door de typen en volgorde van aminozuren.

Aminozuren maken bij hun peptidebinding een bepaalde hoek waardoor er een spiraalvorm (**A-helix**) ontstaat. Het aminozuur proline zorgt voor een knik in de spiraalvorm. De specifieke spiraalvorm van een polypeptidebinding wordt de **secundaire structuur** genoemd. De **tertiaire structuur** ontstaat doordat sommige aminozuren bindingen aangaan met aminozuren die vele windingen verderop in de polypeptideketen liggen. Deze binding wordt een **zwavelbrug** genoemd. Sommige eiwitten hebben nog een **quartaire structuur**. Hierbij vormen meerdere polypeptideketens één eiwit. Een voorbeeld hiervan is **hemoglobine**.



Vetten worden ook wel **lipiden** genoemd. Vetten dienen als bouwstof in membranen, brandstof en isolerende functie. Vetten zijn niet goed oplosbaar in water. Vetten die een functie hebben als hormoon noemen we **steroïdhormoon** (oestrogenen, testosteron). Veel vetten worden gevormd door condensatiereacties, waarbij drie **verzuurmoleculen** (lange keten CH_2 en een COOH -groep) zich binden aan één **glycerolmolecuul** ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$). Het opgeslagen vet van dieren bestaat uit **triglyceriden**. Een **verzadigd** vetzuur is er alleen wanneer er enkelvoudige bindingen voorkomen. Bij een **onverzadigd** vetzuur komen er tussen de C-atomen wel dubbele bindingen voor. **Meervoudig onverzadigde vetzuren** hebben meerdere dubbele bindingen. Verzadigde vetzuren zijn lipiden en onverzadigde verzuren zijn oliën.

Membranen bestaan grotendeels uit **fosfolipiden**. Bij fosfolipiden is 1 vetzuur vervangen voor een fosfaat groep. Fosfolipiden hebben een hydrofobe (slecht met water) staart en een hydrofiele (goed met water) fosfaatgroep, waar nog andere polaire groepen aan zijn gebonden. Hierdoor vormen fosfolipiden een dubbele laag moleculen.

Paragraaf 6:

Bij dissimilatie komt er energie vrij die voor de assimilatie gebruikt kan worden. De belangrijkste brandstof in cellen is glucose. Dissimilatie van glucose met zuurstof noem **je aerobe dissimilatie** of verbranding. Dissimilatie van glucose zonder zuurstof is **anaerobe dissimilatie** of gisting.

Aerobe dissimilatie van glucose:

Glucose is een energierijke stof. In de **mitochondriën** wordt de energie van een glucosemolecuul omgezet in een groot aantal ATP-moleculen die weer worden getransporteerd waar energie nodig is. Bij deze energieomzettingen ontstaat ook

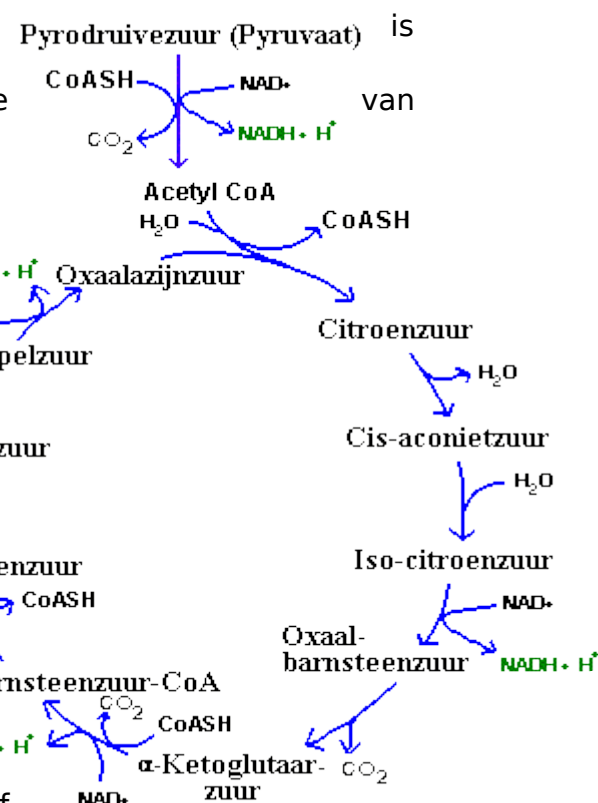
warmte. De aerobe dissimilatie van glucose is te verdelen vier opeenvolgende reacties:

- **Glycolyse:** het glucosemolecuul wordt opgesplitst in twee **pyrodruivenzuur** moleculen ($C_3H_4O_3$). De glycolyse vindt plaats in het cytoplasma en verloopt anaeroob. Pyrodruivenzuur wordt opgenomen door de mitochondriën.
- **Acetylo-enzym A:** wordt gevormd uit een binding tussen een molecuul pyrodruivenzuur en een co-enzym A voorafgaan aan de citroencyclus. Citroenzuur wordt gevormd als acetylgroep.
- **Citroenzuurcyclus:** hierbij worden de citroenzuurmoleculen verder afgebroken tot CO_2 -moleculen. De cyclus vindt plaats in de mitochondriën. De cyclus verloopt anaeroob.
- **Oxidatieve fosforylering:** hierbij staan energierijke elektronen hun energie geleidelijk af voor de synthese van ATP. Dit is het aerobe deel van de dissimilatie. De energiearme elektronen en waterstofionen worden gebonden aan zuurstof.

De citroenzuurcyclus vindt plaats in de **matrix**, dit een vloeistof die wordt omsloten door het binnen membraan van de mitochondriën. Voor de dissimilatie één glucosemolecuul vinden alle reacties twee keer plaats. In de volgende afbeelding zijn alle stappen nauwkeurig te volgen:

Bij de glycolyse ontstaan er per glucosemolecuul twee moleculen pyrodruivenzuur en twee NADH-moleculen. De NADH-moleculen worden later gebruikt bij de oxidatieve fosforylering voor de vorming van ATP.

De NADH en $FADH_2$ -moleculen die zijn ontstaan bevatten energierijke elektronen. Deze worden in een keten van reacties steeds doorgegeven waardoor deze reactieketen ook wel de **elektronentransportketen** wordt genoemd. De elektronen verliezen al hun energie gedurende de reactie. Dit gebeurt doordat ze moleculen moten transporteren en zichzelf binden aan zuurstof.



Anaerobe dissimilatie van glucose:

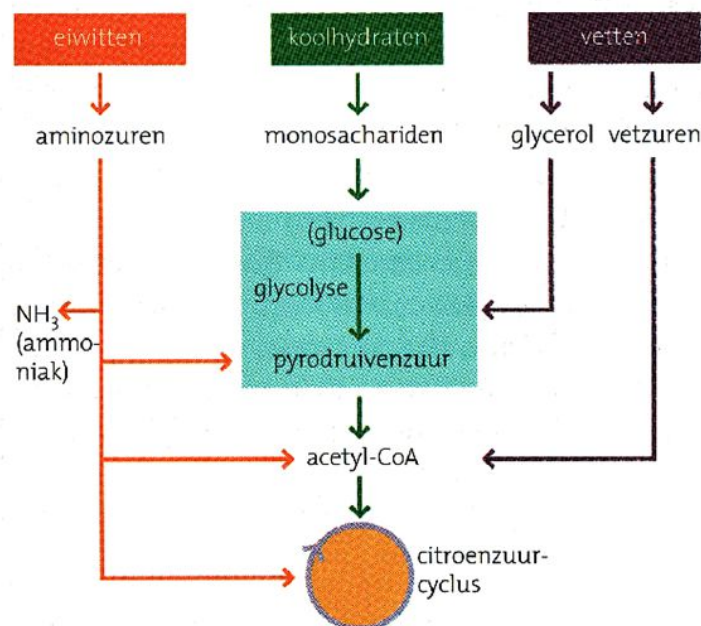
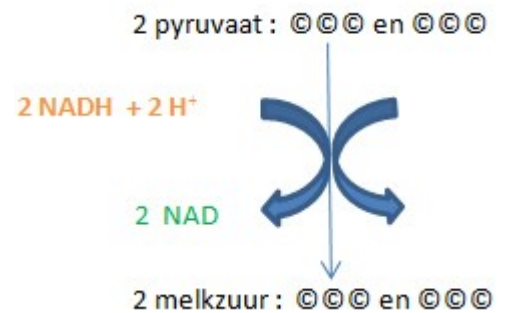
Heterotrofe soorten die weinig energie nodig hebben en beschikken voer veel voedsel kunnen op deze manier genoeg ATP vormen. Dit proces wordt **gisting** genoemd. Voor gisting is NAD^+ nodig, daarom zetten **gisten** pyrodruivenzuur om in **ethanol**. Deze vorm van anaerobe dissimilatie wordt **alcoholgisting** genoemd.



Melzuurbacteriën zetten pyrodruivenzuur om in **melkzuur**. Bij deze reactie wordt NADH omgezet in NAD^+ , dit wordt **melkzuurgisting** genoemd. Ook veel dieren kunnen melkzuur produceren, vooral als er in korte tijd veel energie nodig is. Dit zorgt voor **verzuurde spieren**.

Aerobe dissimilatie van koolhydraten, eiwitten en vetten:

In cellen wordt niet alleen glucose gedissimileerd. In de afbeelding hieronder staan de stappen precies beschreven:



In ons lichaam vinden processen plaats die altijd doorgaan, zoals de hartslag. Alle stofwisselingsprocessen die in rust doorgaan rekenen we samen tot het **basale metabolisme (grondstofwisseling)**. De intensiteit van het basale metabolisme kan worden bepaald door de hoeveelheid zuurstof. Ook het geslacht, leeftijd, gewicht en temperatuur heeft invloed. Dieren met een constante lichaamstemperatuur noemen we **homoiotherm**. Dieren die een lichaamstemperatuur hebben die gelijk is aan de omgeving noemen we **poikilotherm**.