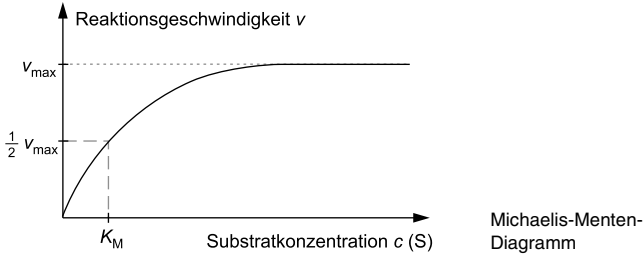


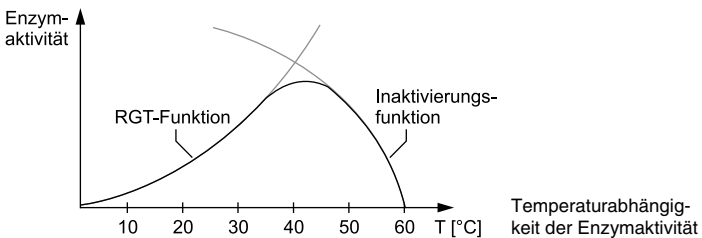
Abhängigkeit der Enzymaktivität

- Substratkonzentration:** Die Reaktionsgeschwindigkeit einer Enzymreaktion steigt mit zunehmender Substratkonzentration an, bis alle Enzymmoleküle mit Substrat gesättigt sind \Rightarrow konstante Maximalgeschwindigkeit v_{\max} , auch wenn die Substratkonzentration weiter erhöht wird.



Die **Michaelis-Konstante K_M** bezeichnet die Substratkonzentration, bei der die Hälfte der Maximalgeschwindigkeit $\frac{1}{2} v_{\max}$ erreicht ist. Je kleiner der K_M -Wert, desto höher ist die Bindefähigkeit des Enzyms gegenüber seinem Substrat und desto höher ist seine Aktivität.

- Temperatur: RGT-Regel:** Bei einem Temperaturanstieg um 10°C verdoppelt sich die Reaktionsgeschwindigkeit chemischer Reaktionen.

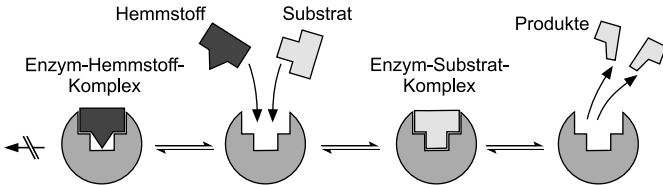


Inaktivierungsfunktion: Ab einer Temperatur von ca. 40°C nimmt die Enzymaktivität ab, da die Tertiärstruktur der Enzymproteine durch die Hitze immer stärker verändert wird (**Denaturierung**).

- pH-Wert:** Jedes Enzym entfaltet seine volle Aktivität nur bei einem bestimmten Säuregrad der Umgebung. Optimum der meisten Enzyme: pH 6–8.

Reversible Enzymhemmungen zur Regulation der Enzymaktivität

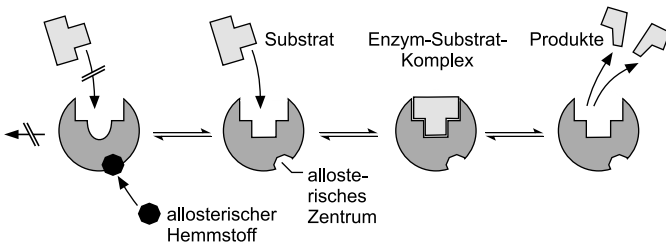
• Kompetitive Hemmung:



- Hemmstoff und Substrat besitzen eine ähnliche Molekülstruktur.
- Beide konkurrieren um die Bindung am aktiven Zentrum.
- Gebundener Hemmstoff blockiert für kurze Zeit die Anlagerung und Umsetzung des Substrats.

⇒ Stärke der Hemmwirkung hängt vom Mengenverhältnis Substrat/Hemmstoff ab ⇒ Bei starker Erhöhung der Substratkonzentration geht Hemmung zurück.

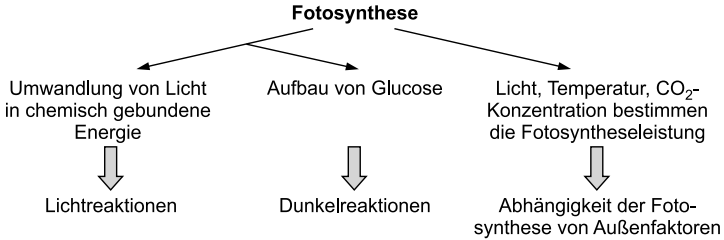
• Allosterische (nicht kompetitive) Hemmung:



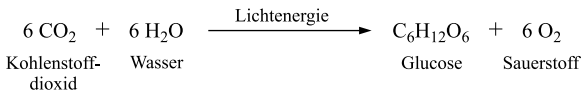
- Hemmstoff und Substrat weisen keine Ähnlichkeiten in der Molekülstruktur auf.
- Hemmstoff wird an einer eigenen Bindestelle, dem allosterischen Zentrum, gebunden.
- Durch Bindung des Hemmstoffs verändert sich die Raumstruktur des aktiven Zentrums und verhindert eine Substratbindung ⇒ Enzymmoleküle sind inaktiv.

⇒ Stärke der Hemmwirkung hängt vom Mengenverhältnis Enzym/Hemmstoff ab ⇒ Veränderung der Substratkonzentration hat keinen Einfluss auf die Stärke der Hemmwirkung.

2 Energiebindung und Stoffaufbau durch Fotosynthese



Vereinfachte Summgleichung der Fotosynthese:



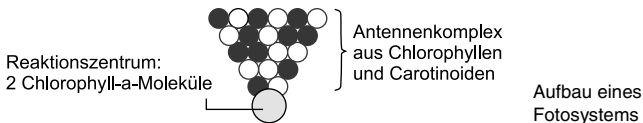
2.1 Lichtreaktionen (lichtabhängige Reaktionen)

Lichtenergie wird von den Fotosynthesefarbstoffen absorbiert und zum Aufbau des ...

- Energieträgers **ATP** aus ADP und anorganischem Phosphat P_i
 $\text{ADP} + \text{P}_i \longrightarrow \text{ATP}$
- sowie des energiereichen Reduktionsmittels **NADPH/H⁺** aus NADP⁺ + 2 H⁺ + 2 Elektronen verwendet.
 $\text{NADP}^+ + 2 \text{ e}^- + 2 \text{ H}^+ \longrightarrow \text{NADPH}/\text{H}^+$

Fotosynthesefarbstoffe und Fotosysteme

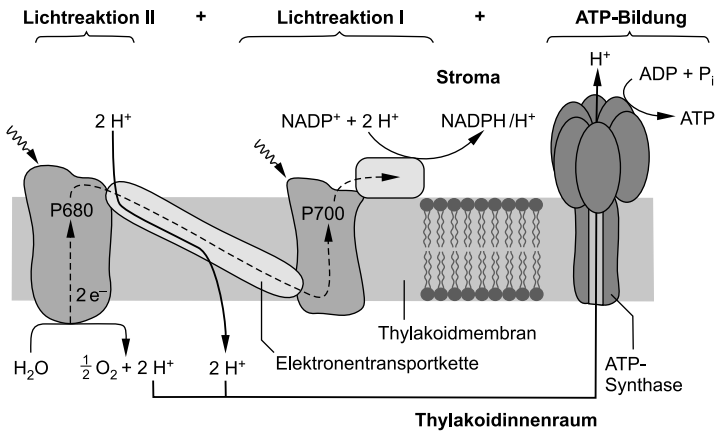
Wichtigste Fotosynthesepigmente: grüne **Chlorophylle a und b** sowie orangerote **Carotinoide**. Mehrere Hundert Farbstoffmoleküle bilden ein **Fotosystem**. Die Fotosysteme sind in die Thylakoidmembranen der Chloroplasten eingelagert.



- bei Fotosystem I: Chlorophyll a = P700
(Absorptionsmaximum bei Wellenlänge 700 nm)
- bei Fotosystem II: Chlorophyll a = P680
(Absorptionsmaximum bei Wellenlänge 680 nm)

Lichtabsorption in Fotosystemen

Lichtenergie führt zur Anregung von Farbstoffmolekülen des **Antennenkomplexes** \Rightarrow Elektronen in diesen Molekülen gehen in einen höheren Energiezustand über. Bei Rückgang in den energieärmeren Grundzustand wird Anregungsenergie auf benachbarte Moleküle übertragen und schließlich zum **Reaktionszentrum** weitergeleitet. Vom angeregten Chlorophyll a im Reaktionszentrum wird ein Elektron an einen **Elektronenakzeptor** abgegeben.



• Lichtreaktion II:

Bei Belichtung gibt das Fotosystem II (P680) Elektronen an eine Kette von **Redoxsystemen (Elektronentransportkette)** ab \rightarrow Elektronentransport zum Fotosystem I (P700). Die dem P680 fehlenden Elektronen werden einem Wassermolekül entzogen \Rightarrow wird oxidiert \rightarrow in O_2 und $2 H^+$ -Ionen gespalten = **Fotolyse des Wassers**.

Redoxsystem: Moleküle, die als Elektronenakzeptoren Elektronen aufnehmen können und diese als Elektronendonatoren an ein anderes Redoxsystem mit geringerem Energiegehalt abgeben.

- **Lichtreaktion I:**

Die über die Elektronentransportkette weitergeleiteten Elektronen schließen die Elektronenlücke im P700, die entsteht, wenn dieses durch Licht angeregt wurde und Elektronen an ein weiteres Redoxsystem abgegeben hat. Durch Aufnahme von 2 angeregten Elektronen und 2 H⁺-Ionen entsteht aus NADP⁺ das energiereiche **Reduktionsmittel NADPH/H⁺**.

- **ATP-Bildung (chemiosmotische Theorie):**

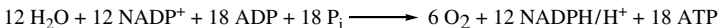
Eines der Redoxsysteme der Elektronentransportkette bindet beim Elektronentransport gleichzeitig H⁺-Ionen aus dem Stroma und gibt sie in den Thylakoidinnenraum ab. Außerdem entstehen im Thylakoidinnenraum H⁺-Ionen durch die Fotolyse und im Stroma werden H⁺-Ionen bei der NADPH/H⁺-Bildung verbraucht.

⇒ **Konzentrationsgefälle** für die H⁺-Ionen (**Protonengradient**) und **Spannungsunterschied:**

- Stroma: geringe H⁺-Ionen-Konzentration und negative Ladung.
- Thylakoidinnenraum: hohe H⁺-Ionen-Konzentration und positive Ladung.

Der Ausgleich dieses chemischen und elektrischen Potentials erfolgt über die **ATP-Synthase**. Der Energie liefernde Strom der H⁺-Ionen ins Stroma wird zum Aufbau von ATP aus ADP und anorganischem Phosphat genutzt ⇒ letztendlich wird die Lichtenergie in Form von **ATP** gespeichert.

Bruttogleichung der Lichtreaktion



Zyklischer Elektronentransport

Neben dem nichtzyklischen Elektronentransport (Fotolyse des Wassers → Fotosystem II → Fotosystem I → NADPH/H⁺) existiert auch ein **zyklischer Elektronentransport** vom Fotosystem I zu einem Redoxsystem der Elektronentransportkette und zurück zum Fotosystem I, wenn NADP⁺-Mangel vorliegt. Dabei werden H⁺-Ionen in den Thylakoidinnenraum transportiert und somit die ATP-Bildung ermöglicht.