

Enzyme katalysieren chemische Reaktionen ohne selbst verbraucht zu werden. Nach der enzymatischen Reaktion kann das Enzymmolekül sofort das nächste Substratmolekül umsetzen.

Die Wechselzahl (turnover number, tn oder k_{cat}) ist die Anzahl der Substratmoleküle, die ein einzelnes Enzymmolekül pro Zeiteinheit umsetzen kann.

Typische Wechselzahlen für Enzyme liegen im Bereich $100 - 50000 \text{ s}^{-1}$. Ein einzelnes Enzymmolekül kann bei optimaler Versorgung mit dem jeweiligen Substrat typischerweise 100 bis 50000 Substratmoleküle pro Sekunde umwandeln!

Typischerweise bezieht man sich bei der Angabe von Wechselzahlen auf optimal versorgte, also mit Substrat gesättigte, Enzyme. Freies ungebundenes Enzym gibt es in einer solcher Situation also nicht. Die Enzyme sind allesamt ständig belegt und mit der Umsetzung beschäftigt. In dem Sekundenbruchteil in dem sie das fertige Produkt abspalten, bindet schon das nächste Substratmolekül. **Somit ist die Wechselzahl also ein Maß dafür, wie schnell ein Enzym bereits gebundene Substratmoleküle in Produktmoleküle umwandeln kann.**

Kennt man die maximale Enzymaktivität v_{max} und die vorliegende Enzymmenge, $n(E)$ oder $c(E)$, so kann man die Wechselzahl berechnen.

$$tn = k_{cat} = \frac{v_{max}}{c(E)} \quad \text{oder} \quad tn = k_{cat} = \frac{v_{max}}{n(E)}$$

Variiert man die Enzymkonzentration, so verändert sich in gleichem Maß auch v_{max} . Verdoppelt man beispielsweise die Enzymkonzentration $c(E)$, so verdoppelt sich auch v_{max} . Deshalb ist die Wechselzahl eines Enzyms eine Konstante, die nicht durch Veränderung der Enzymkonzentration variiert werden kann. Als Konstante wird sie auch mit k_{cat} abgekürzt. Zur Erinnerung: Auch die Michaelis-Konstante, hängt nicht von der vorliegenden Enzymkonzentration ab.

Wie **effizient** ein Enzym unterm Strich arbeitet, hängt allerdings nicht nur von der Wechselzahl ab, also wie schnell es seine katalytische Arbeit verrichtet. Eine hohe katalytische Arbeitsgeschwindigkeit reicht nicht aus, wenn das Enzym das Substrat nur schlecht binden kann. Die **katalytische Effizienz** hängt also auch davon ab, wie hoch das Bindungsbestreben (= Affinität = $1/K_M$) des Enzyms zu seinem Substrat ist. Beides beeinflusst die Effizienz

$$\text{Effizienz} = \text{Wechselzahl} \cdot \text{Affinität}$$

$$\text{Effizienz} = k_{cat} \cdot \frac{1}{K_M} \Rightarrow$$

Bei Anwendung auf die Michaelis-Menten-Gleichung, d.h. konkretisiert auf Enzyme, entspricht die katalytische Effizienz der Tangentensteigung am Ursprung der Substratsättigungskurve. Sie beträgt rechnerisch v_{max}/K_M .

$$\text{katalytische Effizienz} = \frac{v_{max}}{K_M}$$

Aufgaben zur Wechselzahl

1.1 10 mg des hochreinen Enzympräparats ($M = 1093 \text{ g/mol}$) wurden auf 100 mL gelöst. Zu 1900 μL Substrat-Lösung werden 100 μL Enzymlösung pipettiert. Innerhalb von 2 Minuten werden 17,5 mmol Substrat umgesetzt. Berechnen Sie die Wechselzahl in s^{-1} . **Hinweis:** Es wird mit großem S-Überschuss gearbeitet: Das Enzym ist optimal mit S versorgt.

1.2 Das untere Diagramm zeigt die Substratsättigungskurven von zwei verschiedenen Enzymen. Die beiden Enzymkonzentrationen waren identisch. Welches der beiden Enzym besitzt....

a) die höhere Wechselzahl?, b) ...die höhere Substrataffinität?, c) die höhere katalytische Effizienz?

