

## Lösung zum Kapiteltest 4.2

- a) Das Gleichgewicht liegt auf der Seite von B.  
Begründung: B wird schnell gebildet, reagiert jedoch nur langsam zu B zurück.
- b) *Regel:* Das Gleichgewichtssystem versucht bei einer Druckerhöhung, den Druck wieder zu verringern (Le-Chatelier-Prinzip), und zwar indem es jene Reaktion (Hin- oder Rückreaktion) bevorzugt, die zu einer geringeren Anzahl Teilchen im System führt.

*Konkrete Anwendung:* Eine Druckerhöhung verschiebt das Gleichgewicht auf die Seite mit geringerer Teilchenanzahl, also auf rechte Seite (auf die Seite des Ammoniaks). So entstehen zum Beispiel – gemäss den stöchiometrischen Faktoren der Reaktionsgleichung – aus 100 N<sub>2</sub>-Molekülen und 300 H<sub>2</sub>-Molekülen 200 NH<sub>3</sub>-Moleküle. Aus 400 Eduktmolekülen entstehen also 200 Produktmoleküle, was den Druck reduziert, da nun weniger Teilchen im gleich gebliebenen Volumen vorhanden sind.

c)

$$K_{T_{\max}} = \frac{1}{600} = \frac{c^2(\text{NO})}{c(\text{N}_2) \cdot c(\text{O}_2)}$$
$$K_{25^\circ} = \frac{1}{10^{30}} = \frac{c^2(\text{NO})}{c(\text{N}_2) \cdot c(\text{O}_2)}$$

$K < 1$  bedeutet, dass der Nenner grösser ist als der Zähler im Gleichgewichtsausdruck (Massenwirkungsgesetz). Im Nenner stehen die Konzentrationen der Edukte. Das Gleichgewicht liegt also bei 25 °C auf der Seite der Edukte, also links.

$$K_{25^\circ\text{C}} = 1/10^{30} \qquad K_{T_{\max}} = 1/600 = 1/0.6 \cdot 10^3$$

Bei Erhöhung der Temperatur auf Motortemperatur ist das neue  $K$  immer noch kleiner 1. Es ist jedoch massiv grösser (rund  $10^{27}$ -mal grösser) und liegt näher bei 1. Der Nenner wurde also kleiner. Im Nenner stehen die Edukte. Also wurde die Eduktkonzentration kleiner und damit die Produktkonzentration grösser. Das Gleichgewicht verschiebt sich also bei Erhöhung der Temperatur auf die Seite der Produkte, d.h. nach rechts. (Das Gleichgewicht liegt bei Motortemperatur jedoch weiterhin links, wenn auch weniger stark als bei 25 °C).

Bei 25° C liegt somit viel weniger NO vor.

Bei Raumtemperatur liegt das Gleichgewicht praktisch ganz auf der Seite von N<sub>2</sub> und O<sub>2</sub>.

Die Zerfallsreaktion läuft aber äusserst langsam. Der Katalysator ermöglicht die rasche Einstellung des Gleichgewichtes. Der Ausstoss von NO wird drastisch reduziert.