

# Anorganisch Chemisches Praktikum II

## Präparatengruppe 14: Ionenaustauscher

### Bariumdithiocyanat Trihydrat $Ba(SCN)_2 \cdot 3H_2O$

#### 1. Theorie zu den Ionenaustauschern(IAT)

Bei Ionenaustauschern handelt es sich in der Regel um Feststoffe, die aus einem wasserunlöslichem und relativ inertem Gerüst(Matrix) und dissoziationsfähigen, auf der Matrix fest verankerten Restgruppen bestehen. Generell wird zwischen Kationenaustauschern (KAT) und Anionenaustauschern (AAT) unterschieden. Kationenaustauscher sind in der Lage, Kationen in einer den Austauscher durchströmenden Lösung gegen andere, meist vorher "beladene" auszutauschen. Anionenaustauscher können dementsprechend Anionen tauschen. Desweiteren unterscheidet man nach der Konstitution der Matrix organische und anorganische Ionenaustauscher. Bei den anorganischen IAT's handelt es sich um Schicht und Gerüstsilikate, insbesondere Zeolithe(Alumosilikate), welche zur Wasserenthärtung eingesetzt werden. Organische Ionenaustauscher, wie sie im Labor und Technik zu finden sind, bestehen aus hochpolymeren Kunsthazen, in die Ankergruppen eingelassen wurden. Einige Austauscherankergruppen:

KAT : stark sauer  $M - SO_3 - H^+$

: schwach sauer  $M - COO - H^+$

AAT : stark basisch  $M - N^+ - R_3 - X^-$

: schwach basisch  $M - N^+H_3 - X^-$

Durch Quellen der IAT mit einem stark polaren Lösemittel bildet sich um die Ankergruppen eine diffuse Ionenschicht, die den Gegenionen der Ankergruppen eine gewisse Beweglichkeit verleiht. Wird nun eine Elektrolytlösung durch den IAT geschickt, können die Gegenionen in der diffusen Ioneschicht gegen Fremdionen getauscht werden, z. B.

$R - SO_3H + M^+ \leftrightarrow R - SO_3M + H^+$  wobei der Grad des Austauschs durch die Lage des Gleichgewichts charakterisiert wird. Diese ist abhängig von:

-Fremdelektrolytkonzentration (Verschiebung des GG nach rechts gemäß MWG)

-Wertigkeit der Gegenionen: Je größer die Ladung, desto stärker die Bindung zur Ankergruppe(  $^{4+}$   $Al^{3+}$   $Mg^{2+}$   $^{+}$  )

-Größe des Gegenions im solvatisierten Zustand. Je größer die Solvathülle, desto schwächer die Wechselwirkung mit der Ankergruppe.(  $I^- > HSO_4^- > NO_3^- > Br^- > Cl^-$  )

-Stärke der Komplexbildung mit dem Ankerion

-Stärke(bzw. Schwäche) der Komplexbildung mit dem normalen Co-Ion

-Temperatur

-Oberfläche

Durch die Säulenförmige Konstruktion der IAT wird das Gleichgewicht weiter nach rechts verschoben, da die Elektrolytlösung ständig auf neue unverbrauchte Ankergruppen trifft, während die verbrauchten zurückbleiben und somit aus der Lösung entfernt werden.

Das Austauschvermögen kann quantitativ durch die Kapazität und durch den

Selektivitätskoeffizienten  $K(D)$ . Dieser ist für die Trennung von Ionen durch den Tauscher zu

berücksichtigen. Er resultiert aus dem Nernstschen Verteilungssatz:  $K = \frac{C_{Phase1}(A)}{C_{Phase2}(A)}$ .

Für einen Ionenaustauscher folgt daraus der Selektivitätskoeffizient:

$$K_D(M^+) = \frac{\left(\frac{c(M^+)}{c(H^+)}\right)_{IAT}}{\left(\frac{c(M^+)}{c(H^+)}\right)_{Lösung}}; K_D(A^-) = \frac{\left(\frac{c(A^-)}{c(OH^-)}\right)_{IAT}}{\left(\frac{c(A^-)}{c(OH^-)}\right)_{Lösung}}$$

## 2. Durchführung

Die angegebene Kapazität des verwendeten Ionenaustauschers (220mmol) erwies sich in einem ersten Versuch als zu hoch. Beim zweiten Mal wurde zur Sicherheit eine Kapazität von 80mmol angenommen, obwohl die reale wahrscheinlich 1,5-2 mal so hoch ist. Auf eine Neubestimmung der Kapazität wurde aus Zeitgründen verzichtet, da der Austausch und damit auch die Tropfgeschwindigkeit sehr niedrig war. Der Ionenaustauscher wurde zuerst gewaschen, dann mit 3 n HCl bestückt und neutral gewaschen. Die KSCN-Lösung wurde nun hindurchgeschickt und die Rhodansäure in einem 600ml Becherglas, in dem sich auch die eingewogene Menge Bariumcarbonat befand, aufgefangen. Es wurde bis zur Neutralität nachgewaschen und die schließlich leicht saure, klare Lösung im Becherglas mit ein wenig Bariumhydroxidlösung bis zur leicht basischen Reaktion versetzt, um später eine Zersetzung des Rhodanids zu verhindern. Schließlich wurde auf dem 60°C Wasserbad eingedampft.

## 3. Berechnungen

Einzusetzende Mengen:

$$M(BaCO_3) = 197,34 \frac{g}{mol}$$

$$M(KSCN) = 97,18 \frac{g}{mol}$$

$$n = 0,08 mol;$$

$$m_{BaCO_3} = M * n = 0,08 mol * 197,34 \frac{g}{mol} = 15,78 g$$

$$m_{KSCN} = M * 2n = 0,16 mol * 97,18 \frac{g}{mol} = 15,55 g$$

$$C = \frac{n}{V} = \frac{0,5 mol}{1 l} = \frac{0,16}{xl} \Rightarrow 320 ml$$

Theoretische Ausbeute

$$n = 0,08 mol$$

$$M(Ba(SCN)_2 * 3H_2O) = 307,48 \frac{g}{mol}$$

$$m = M * n = 0,08 mol * 307,48 \frac{g}{mol} = 24,59 g$$

Praktische Ausbeute:

Auswaage: 22,87 g

$$\frac{m(\text{praktisch})}{m(\text{theoretisch})} = \frac{22,87 g}{24,59 g} = 93,00\%$$

## **1. Toxikologie**

Bariumcarbonat:

R22 Gesundheitsschädlich beim Verschlucken

S24/25 Berührung mit der Haut und den Augen vermeiden.

Kaliumthiocyanat:

R 20/21/22 Gesundheitsschädlich beim einatmen, Verschlucken und Berührung mit der Haut.

R32 Entwickelt beim Berühren mit Säure sehr giftige Gase.

S13 Von Nahrungsmittel, Getränken und Futtermitteln fernhalten.

## **2. Literatur**

Professor Evers: Skript zum Grundpraktikum

Versuchsanleitung zum Grundpraktikum, V44,V45

Fluka Katalog 1995