

## Über das Gleichgewicht Isocyanensäure — Cyanursäure

Von

**Alfred Schmidt**

Aus der Chemischen Forschungsabteilung der Österreichischen  
Stickstoffwerke AG, Linz/Donau

Mit 4 Abbildungen

(Eingegangen am 3. Januar 1970)

Der Dampfdruck fester Cyanursäure im Bereich von 300 bis  
400° C wurde gemessen und läßt sich durch die Gleichung

$$\log p = \frac{-6740}{T} + 12,5$$

darstellen. Das Gleichgewicht Isocyanensäure—Cyanursäure wurde  
im gleichen Temperaturbereich gemessen und die Gleichgewichts-  
konstanten bestimmt.

*The Equilibrium between Isocyanic and Cyanuric Acids*

Über die Eigenschaften von Cyanursäure — *s*-Triazin-2,4,6-triol — ist  
bisher in der Literatur nur wenig bekannt. So fehlen vor allem Bestim-  
mungen des Zerfallsgleichgewichtes mit Isocyanensäure, obwohl diese  
Reaktion präparativ zur Herstellung von Isocyanensäure schon lange ver-  
wendet wird.

Wir haben zunächst den Dampfdruck von Cyanursäure gemessen  
und hiezu eine dynamische Methode verwendet. Ein getrockneter Stick-  
stoffstrom wurde durch eine Schichte körniger Cyanursäure geleitet und  
die Gewichtsabnahme der Cyanursäure nach dem Durchgang bestimmter  
Stickstoffmengen bestimmt. Die Messungen erfolgten in einem Tempera-  
turbereich von 295 bis 360° C. Die Ergebnisse der Messungen zeigt die  
Abb. 1. Wie ersichtlich, lassen sich die Messungen im  $\log p$  vs.  $1/T$ -Dia-  
gramm durch eine Gerade darstellen, die sich durch die Gleichung

$$\log p = \frac{-6740}{T} + 12,5$$

ausdrücken läßt.

Aus der Neigung der Geraden ergibt sich eine Verdampfungswärme von

$$\Delta H_v = -30,8 \text{ kcal/mol.}$$

In der Abb. 1 ist auch der Dampfdruck von Melamin<sup>1</sup> eingezeichnet. Man erkennt, daß die beiden Geraden parallel verlaufen. Die Verdampfungswärme von Melamin beträgt  $29 \pm 1 \text{ kcal/mol}^2$ , ist also der der Cyanursäure sehr ähnlich. Hieraus kann der Schluß gezogen werden, daß bei der Verdampfung von Cyanursäure noch keine wesentliche

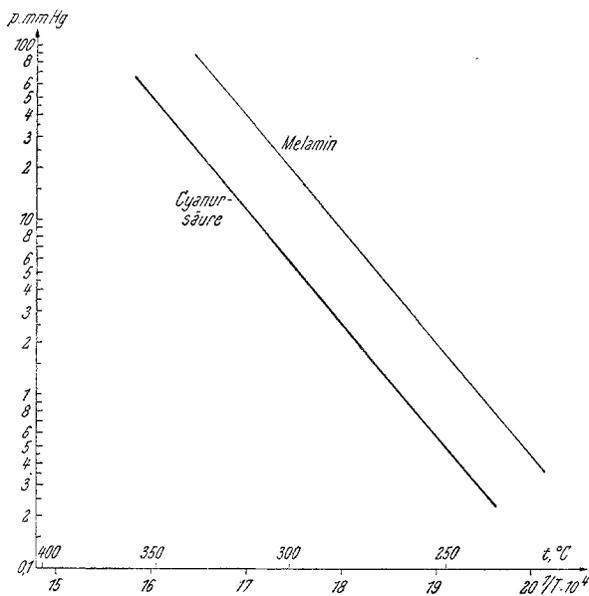
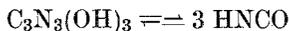


Abb. 1

Spaltung in Isocyanensäure eintritt. In diesem Falle müßte sich ja eine wesentliche größer Wärmetönung ergeben.

Zur Bestimmung des Zersetzungsgleichgewichtes



haben wir uns einer Dampfdichtemessung bedient. Die Apparatur zeigt Abb. 2.

Es handelt sich dabei um eine modifizierte *Victor Meyer*-Methode, bei der zwei Glasrohre an den Reaktionskolben angeschlossen wurden. Durch das

<sup>1</sup> R. C. Hirt, S. E. Steger und G. L. Simard, J. Polymer Sci. **43**, 319 (1960).

<sup>2</sup> P. Lemoult, C. r. hebdomad. Sé. Acad. Sci. **121**, 351 (1895).

eine, gerade Rohr wurde die Probe eingeworfen, unmittelbar danach ein kleiner Glaspfropfen, der dieses Rohr beim Eingang in den Kolben abschloß. Das zweite Rohr ist spiralförmig um das gerade Rohr gewandelt und führt zur Gasbürette. Zweck dieser Anordnung ist es, länger dauernde Messungen ausführen zu können, ohne einen Teil der zu messenden Substanz durch Diffusion in den kalten Teil der Apparatur zu verlieren.

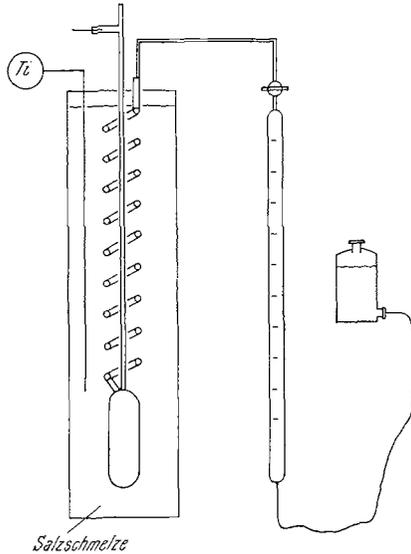


Abb. 2

Zur Messung selbst wurde eine gewogene Menge Cyanursäure in die Substanztasche eingebracht und in der Apparatur die gewünschte Temperatur eingestellt. Nach Erreichen des thermischen Gleichgewichtes wurde die Substanz in den Kolben eingeworfen, unmittelbar danach der Glaspfropfen. Die entstehende Gasmenge wurde an der Gasbürette in Abständen von jeweils einer Minute abgelesen.

Einige der erhaltenen Meßkurven zeigt die Abb. 3. Man erkennt, daß es auf diese Weise möglich ist, die Einstellung des Gleichgewichtes abzuwarten und erst nach eingetretener Volumskonstanz die Dampfdichte

$t, ^\circ\text{C}$	$M$	$K, (\text{at}^2)$
365	63,2	1,915
389	50,0	9,63
413	45,9	27,45
434	44,25	74,3

des Gleichgewichtsgemisches zu berechnen. Die erhaltenen Ergebnisse zeigt die vorstehende Tabelle ( $M$  = Molekulargewicht,  $K$  = Gleichgewichtskonstante).

Die Eintragung dieser Werte in ein  $\log K$  vs.  $1/T$ -Diagramm ergibt eine Gerade, Abb. 4, so daß die Genauigkeit der Werte relativ gut sein dürfte.

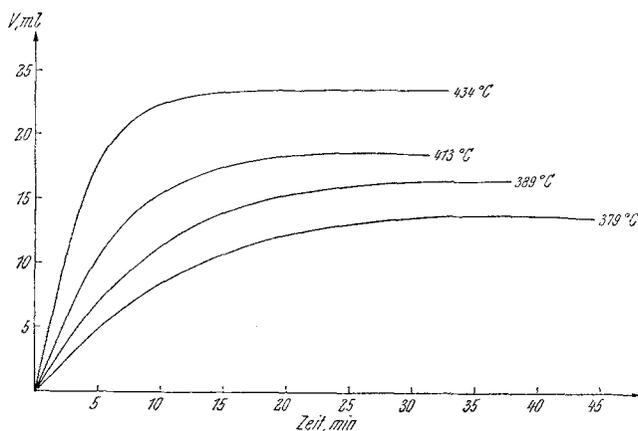


Abb. 3

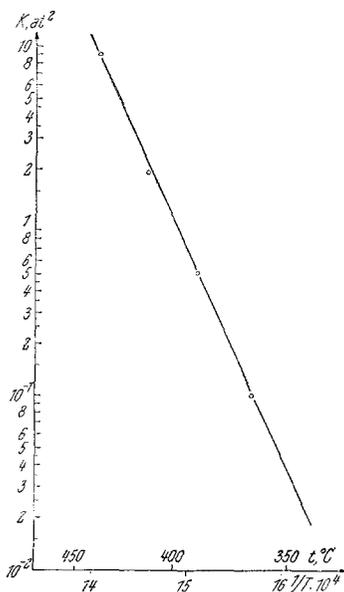
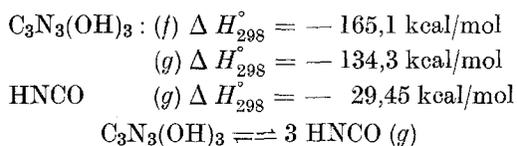


Abb. 4

Aus der Neigung der Geraden kann nach der *van't Hoff*schen Gleichung die Reaktionswärme berechnet werden. Sie beträgt

$$\Delta H_{700} = + 55,5 \text{ kcal/mol } C_3N_3(OH)_3.$$

Zur Kontrolle kann die Reaktionswärme bei 25° aus den bekannten Daten der Cyanursäure<sup>1</sup> und Isocyanensäure<sup>3</sup> berechnet werden:



- a) feste Cyanursäure  $\Delta H_{298} = +76,75$  kcal/mol Cyanursäure  
 b) gasf. Cyanursäure  $\Delta H_{298} = +45,95$  kcal/mol Cyanursäure.

Aus dem Vergleich dieser Werte mit dem oben errechneten kann geschlossen werden, daß die Cyanursäure auch bei höheren Temperaturen zunächst verdampft und dann in einer Gasphasenreaktion zu Isocyanensäure zerfällt.

<sup>3</sup> A. Schmidt, Allgem. und prakt. Chem. 17, 201 (1966).