

Außerdem wurde die Abhängigkeit der Elektronenübertragung von der Dissoziation und Struktur der Hydroxyalkylradikale studiert. Hydroxyisopropyl ist z.B. in sauren und neutralen Lösungen ein wirkungsvollerer Elektronendonator als Hydroxymethyl, während sich die ionisierten Hydroxyalkylradikale in alkalischen Lösungen diesbezüglich nicht unterscheiden.

[\*] Dr. K. Eiben  
Mellon Institute – Carnegie-Mellon-University  
Pittsburgh (USA)

und  
Institut für Strahlenchemie, Kernforschungszentrum  
75 Karlsruhe, Postfach 947

- [1] K. Eiben u. R. W. Fessenden, *J. physic. Chem.* 72, 3387 (1968).  
[2] A. C. Avery, J. R. Remko u. B. Smaller, *J. chem. Physics* 49, 951 (1968).

### Die Reaktion von Diboran und Borancarbonyl mit Stickstoff-Sauerstoffverbindungen

Von U. Engelhardt [\*]

Versuche zur Darstellung eines hypothetischen Trihydronitrosylborats (vgl. [1]),  $\text{Na}[\text{H}_3\text{BNO}]$ , aus Diboran und „Nitrosylnatrium“ ( $\text{NaNO}$ )<sup>[2]</sup> lieferten als Hauptprodukt Natriumtetrahydridoborat. Ohne zusätzliches Lösungsmittel als heterogene Festkörper-Reaktion oder in Suspension in flüssigem Diboran bei  $-100$  bis  $-130^\circ\text{C}$  durchgeführt, bleibt die Umsetzung selbst bei wochenlanger Reaktionsdauer unvollständig (etwa  $1/4$  des Diborans wird verbraucht).

Es entsteht in kleiner Menge eine nicht näher identifizierte, äußerst schockempfindliche Verbindung, die im Gemisch mit nicht umgesetztem Ausgangsprodukt und mit Natriumtetrahydridoborat anfällt. Die nach Abpumpen des nicht umgesetzten Diborans zurückbleibenden festen Reaktionsprodukte geben bei langsamem Erwärmen auf Raumtemperatur keine gasförmigen Zersetzungsprodukte (ähnliche Ergebnisse in Pentansuspension). Wird das feste Ausgangsprodukt in Äther suspensiert und bei  $-78$  bis  $-110^\circ\text{C}$  mit Diboran umgesetzt, so entstehen während der Reaktion und beim anschließenden Erwärmen auf Raumtemperatur  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{H}_2$ . Der Rückstand enthält  $\text{Na}[\text{BH}_4]$  als einziges identifiziertes Produkt mit  $\text{BH}$ -Bindung. Der Verbrauch an Diboran beträgt bei diesen Umsetzungen etwa 1  $\text{BH}_3$  pro Formeleinheit  $\text{NaNO}$ .

$\text{N}_2\text{O}$  reagiert zwischen  $-105^\circ\text{C}$  und Raumtemperatur in homogener Gasphase nicht mit Diboran unter Komplexbildung, wie aus pV/T-Kurven entnommen werden kann. Ebenso inert erweist sich  $\text{NO}$ . Es reagiert erst bei  $+90^\circ\text{C}$  langsam mit Diboran unter Bildung von  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$  und  $\text{B}_2\text{O}_3$ . Bei  $+120^\circ\text{C}$  wird die Reaktion explosionsartig.

Da sich Borancarbonyl schon unterhalb Raumtemperatur primär in  $\text{CO}$  und  $\text{BH}_3$  zersetzt, schien diese Verbindung ein besonders geeignetes Ausgangsprodukt für die Bildung von Borankomplexen der Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen bei tiefer Temperatur. Das benötigte Borancarbonyl wurde teilweise nach einer neuen Methode in normalen Glasgeräten ohne Anwendung von Druck dargestellt.

Hierbei wird eine Gasmischung aus Diboran und Kohlenmonoxid an einem Heizfinger auf  $200^\circ\text{C}$  erwärmt und gleichzeitig das sich bildende  $\text{BH}_3\text{CO}$  am Gefäßboden bei  $-150^\circ\text{C}$  ausgefroren. Versuche zur direkten Darstellung von  $\text{BH}_3\text{CO}$  aus  $\text{Na}[\text{BH}_4]$ ,  $\text{CO}$  und Säure blieben dagegen erfolglos. Borancarbonyl beginnt bereits bei  $-135^\circ\text{C}$  mit  $\text{NO}$  unter Freisetzung von  $\text{CO}$  zu reagieren. Untersuchungen in einer Tiefkühl-IR-Küvette zeigten, daß schon bei dieser tiefen Temperatur  $\text{N}_2\text{O}$  entsteht. Daneben bildet sich ein weißer Belag von  $\text{H}_3\text{BO}_3$ .  $\text{BH}_3\text{NO}$  als Intermediärprodukt konnte IR-spektroskopisch nicht nachgewiesen werden. Bei höheren Temperaturen bis zu Raumtemperatur führt die Reaktion mit einem großen Überschuß an  $\text{NO}$  quantitativ zu  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}$  und  $\text{H}_3\text{BO}_3$ . Massenspektren einer Gasmischung von  $\text{BH}_3\text{CO}$  und überschüssigem  $\text{NO}$  bei sehr niedrigen Drucken zeigten

intensive Signale bei den Massenzahlen 28 ( $\text{CO}$ ), 44 ( $\text{N}_2\text{O}$ ), 26 ( $^{11}\text{B}_2\text{H}_4$ ,  $^{11}\text{B}^{10}\text{BH}_5$ ,  $^{10}\text{B}_2\text{H}_6$ ) und 27 ( $^{11}\text{B}_2\text{H}_5$  usw.). In sehr geringer Intensität treten neben anderen auch die Massenzahlen 43 und 45 auf, die als  $^{11}\text{BH}_2^{14}\text{N}^{16}\text{O}$  bzw.  $^{11}\text{BH}_3^{15}\text{N}^{16}\text{O}$  gedeutet werden könnten. Die aus den am häufigsten vorkommenden Isotopen gebildete Spezies  $^{11}\text{BH}_3^{14}\text{N}^{16}\text{O}$  mit der Massenzahl 44 wird durch das stets vorhandene  $\text{N}_2\text{O}$  mit gleicher Massenzahl überdeckt.

Untersuchungen an Mischungen von  $\text{N}_2\text{O}$  mit  $\text{BH}_3\text{CO}$  bei Raumtemperatur in einer IR-Gasküvette zeigten, daß die Komponenten nicht miteinander reagieren. Das Borancarbonyl zersetzt sich im Verlauf mehrerer Tage mit oder ohne  $\text{N}_2\text{O}$  quantitativ in  $\text{B}_2\text{H}_6$  und  $\text{CO}$ .

[\*] Dr. U. Engelhardt  
Institut für Anorganische Chemie der Freien Universität  
1 Berlin 33, Fabeckstraße 34/36

- [1] L. J. Malone u. R. W. Parry, *Inorg. Chem.* 6, 817 (1967).  
[2] J. Goubeau u. K. Laitenberger, *Z. anorg. allg. Chem.* 320, 78 (1963).

### Die Hydroformylierung ungesättigter Verbindungen mit Carbonyl-trialkylphosphin-rhodium-Komplexe-katalysatoren

Von B. Fell (Vortr.) und W. Rupilius [\*]

Die Hydroformylierung eines Oleins wird bekanntlich von einer Doppelbindungsomerisierung begleitet, die die Ursache dafür ist, daß auch bei Einsatz einer Verbindung mit definierter Lage der Doppelbindung nicht nur die dem Olein entsprechenden Aldehyde (oder Alkohole) gebildet werden, sondern ein Gemisch aller theoretisch möglichen stellungsisomeren Reaktionsprodukte. Ersetzt man den normalerweise verwendeten Kobaltkatalysator durch einen komplexen Carbonyl-trialkylphosphin-kobalt-Katalysator, so wird, auch wenn von einem Olein mit innenstehender Doppelbindung ausgegangen wird, der unverzweigte Aldehyd besonders bevorzugt gebildet.

Im Gegensatz zur kobaltkatalysierten Reaktion ist die rhodiumkatalysierte Hydroformylierung mit einer geringeren Doppelbindungsomerisierung verbunden. Diese wird nun vollständig unterbunden, wenn eine Katalysatorkombination aus einer Rhodiumverbindung und überschüssigem Trialkylphosphin verwendet wird. Wichtig ist, daß ein molares Rhodium-Phosphin-Verhältnis von mindestens 1 : 50 bis 1 : 60 eingehalten wird.

Mit diesem Katalysatorsystem ist es u.a. möglich, auch Verbindungen zu hydroformylieren, die bislang der Reaktion nicht zugänglich waren, da sie infolge Doppelbindungsomerisierung unter Bildung anderer Produkte reagierten, z.B. Allylalkohol oder 2-Buten-1,4-diol. 1,5,9-Cyclododecatrien bildet in glatter Reaktion das tris-hydroformylierte Produkt. Ebenso verhalten sich andere Di- und Polyene mit isolierten Doppelbindungen. Der wichtigste Erfolg mit diesem Katalysatorsystem bestand in der erstmals gelungenen zweifachen Hydroformylierung von Dienen mit konjugierten Doppelbindungen wie 1,3-Butadien oder 1,3-Pentadien.

[\*] Priv.-Doz. Dr. B. Fell und Dr. W. Rupilius  
Lehrstuhl und Institut für Technische Chemie und  
Petrolchemie der Technischen Hochschule  
51 Aachen, Alte Maastrichter Straße 2

### Die Bestimmung des Verzweigungsverhältnisses beim Zerfall von $^{242}\text{Am}$

Von H.-J. Born, R. Gasteiger (Vortr.), G. Höhlein und  
W. Weinländer [\*]

Im Zusammenhang mit der Herstellung schwerer Nuklide durch Neutronenbestrahlung von  $^{241}\text{Am}$  ist es wichtig, das Zerfallsverhältnis des entstehenden  $^{242}\text{Am}$  zu kennen, das

unter  $\beta^-$ -Emission in  $^{242}\text{Cm}$  und durch E.C. in  $^{242}\text{Pu}$  zerfällt.

Da die Werte in der Literatur stark streuen, wurde das genannte Verhältnis durch die Messung der beiden Plutoniumisotope  $^{238}\text{Pu}$  und  $^{242}\text{Pu}$  neu bestimmt. Die hier verwendete Methode vermeidet gegenüber anderen Meßmethoden Fehlerquellen wie Verluste bei Langzeitbestrahlungen durch Spaltung und Neutroneneinschlag, Ungenauigkeiten bei der Neutronenflußbestimmung und der Absolutmessung von Aktivitäten.

Wichtigste Voraussetzung ist eine saubere Abtrennung der gebildeten Pu-Isotope von Am und Cm, wobei die Anforderungen an die Abweichungen des Am mit einem Faktor von  $10^{-9}$  besonders streng sind, da die  $\alpha$ -Energien des  $^{241}\text{Am}$  und  $^{238}\text{Pu}$  nahezu identisch sind. Die Abtrennung an Ionenaustauschern erfüllte erst durch die Kombination von Anionenaustauschern mit Kationenaustauschern die Anforderungen hinsichtlich der Reinheit der Pu-Fraktion.

Das Aktivitätsverhältnis der Pu-Isotope wurde durch  $\alpha$ -Spektroskopie ermittelt, wobei die  $\alpha$ -Präparate elektrolytisch hergestellt wurden.

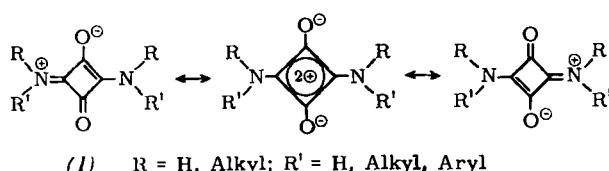
Als Ergebnis wurde festgestellt: Verhältnis im Zerfall des  $^{242}\text{Am}$ -Isotops  $\beta^-/\text{E.C.} = 4.8 \pm 0.1$ .

[\*] Prof. Dr. H.-J. Born, Dr. R. Gasteiger, Dr. G. Höhlein und Dipl.-Chem. W. Weinländer  
Institut für Radiochemie der Technischen Hochschule München  
8046 Garching bei München

### Kondensationsprodukte der Quadratsäure mit primären und sekundären Aminen

Von J. Gauger (Vortr.) und G. Manecke<sup>[\*]</sup>

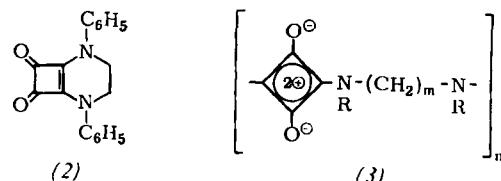
Durch Kondensation von 1,2-Dihydroxy-cyclobutendion (Quadratsäure) mit primären oder sekundären Aminen wurden Quadratsäure-1,3-diamide (1) erhalten, die als Derivate des 1,3-Diaminocyclobuten-diyliumdiolats eine neue Klasse intramolekularer Salze sind.



Diese Verbindungen enthalten das mesomeriestabilisierte Cyclobuten-diyliumdiolat-System, das ihnen durch seinen quasiaromatischen Charakter eine bemerkenswerte chemische und thermische Stabilität verleiht.

Die Struktur der Quadratsäure-1,3-diamide (1) wurde durch Synthese des 1,3-Bis(2,4,6-trimethylphenylamino)cyclobutendiyliumdiolats (Ausschluß einer Kernsubstitution bei den aromatisch substituierten Verbindungen) sowie durch IR-, NMR- und massenspektroskopische Messungen bewiesen.

Das Chelatbildungsvermögen der am Phenylkern in *o*-Stellung Donorgruppen tragenden 1,3-Diaminocyclobutendiyliumdiolate wurde untersucht, die Kupferchelate dieser Verbindungen dargestellt und das Verhältnis  $\text{Cu}^{2+}$ :Ligand in diesen Chelaten mit 2:1 ermittelt. Bei den Di-alkalimetallverbindungen der drei isomeren 1,3-Bis(nitrophenylamino)cyclobutendiyliumdiolate haben die tiefroten Alkalimetall-Salze der *o*- und *p*-Nitroverbindungen ein neuartiges chinoide Farbstoffsysteem, bei dem die Cyclobuten-diyliumdiolat-Gruppierung über N-Atome mit den aromatischen Kernen und den Nitrogruppen in mesomere Wechselwirkung tritt. Die *m*-Nitroverbindung ergibt dagegen mit Alkali eine wesentlich schwächere Farbvertiefung, da in diesem Fall keine Mesomerie über chinoide Strukturen möglich ist.



(3a),  $R = \text{C}_6\text{H}_5$ ,  $m = 2$

(3b),  $R = \text{H, Alkyl}$ ,  $m = 6, 8, 10$

(3c),  $R = \text{H, Alkyl}$ , statt  $-(\text{CH}_2)_m-$   
*p*-Phenylen- oder *p*-Biphenylylen

Bei der Kondensation von Quadratsäure mit *N,N'*-Diphenyläthylendiamin wurden die cyclische Verbindung (2) und das kettenförmige Polykondensat (3a) erhalten.

Wir konnten auch die Polykondensationsprodukte (3b) und (3c) darstellen.

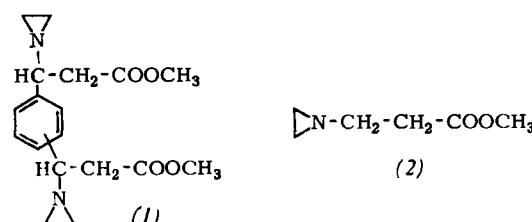
[\*] Dr. J. Gauger und Prof. Dr. G. Manecke  
Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft  
1 Berlin 33, Faradayweg 4–6

### Synthese und Charakterisierung streng einheitlich aufgebauter amphoterer und neuartiger schwach basischer Ionenaustauscher

Von P. Gergs (Vortr.) und G. Manecke<sup>[\*]</sup>

Die bisher durch Copolymerisation von Aziridinylalkancarbonsäureestern mit Bis-aziridinylverbindungen und anschließende Verseifung der Estergruppen synthetisierten amphoteren Ionenaustauscher waren nicht einheitlich aufgebaut<sup>[1]</sup>.

Es gelang uns, durch Copolymerisation von Benzol-1,3-(oder -1,4)-bis(3-aziridinylpropionsäuremethylester (1)<sup>[2]</sup> mit 3-Aziridinylpropionsäuremethylester (2) und anschließende Verseifung der Estergruppen einen amphoteren Ionenaus-



austauscher zu synthetisieren, der in Bezug auf die funktionalen Gruppen völlig einheitlich aufgebaut ist. Die Vernetzung geschieht lediglich durch in die Polymerketten eingegebene Benzolringe. Durch Elementaranalysen ließ sich nachweisen, daß die Zusammensetzung des verseiften Copolymeren dem Verhältnis der Komponenten bei der Copolymerisation entspricht. Neben- und Abbaureaktionen während der Copolymerisation oder der Verseifung können mit großer Sicherheit ausgeschlossen werden. Ein Vernetzeranteil von 25–30 Mol-% erwies sich als besonders günstig. Die Copolymerisate sind hellgelb und von ausgezeichneter chemischer und mechanischer Stabilität. Sie haben gute Quellungs-eigenschaften; aufgrund ihres amphoteren Charakters liegt ihr Quellungsminimum bei  $\text{pH} = 3–4$ . Die Komplexbildungseigenschaften der Copolymerisate wurden mit Schwermetallionen ( $\text{Cu}^{2+}, \text{Ni}^{2+}, \text{Zn}^{2+}$ ) geprüft. Bei  $\text{pH} = 6$  wurden 5 mval  $\text{Cu}^{2+}/\text{g}$  Harz aufgenommen. Die Metallionen lassen sich mit Säuren quantitativ eluieren.

Weiterhin wurden säulenchromatographische Trennungen von Metallionen sowie Aminosäuren und Peptiden an dem neuen amphoteren Ionenaustauscher versucht. Es konnten in einigen Fällen gute Trennfolge erzielt werden.

Außerdem stellten wir Copolymerisate aus Aziridin und den genannten Vernetzersubstanzen dar. Diese Copolymerisate