

### Ternäre Phasen des Natriums mit den Elementen Gold und Germanium bzw. Zinn

Ternary Phases of Sodium with Gold and Germanium Resp. Tin

GEORG WROBEL und HANS-UWE SCHUSTER  
Institut für Anorganische Chemie  
der Universität zu Köln

(Z. Naturforsch. **30b**, 806 [1975]; eingegangen am 25. Juni 1975)

Alkali Metals, Crystal Data, Gold, Germanium, Tin

The ternary systems Na-Au-Ge and Na-Au-Sn have been investigated and two new phases with the formula  $\text{Na}_2\text{AuGe}$  and  $\text{NaAuSn}$  were observed. They crystallize in the orthorhombic system. The crystal data have been determined.

Ternäre Natriumphasen mit Nebengruppenmetallen und Elementen der 4. Hauptgruppe sind bisher nicht untersucht worden. Die röntgenographische Phasenanalyse in den Systemen Natrium-Gold-Germanium und Natrium-Gold-Zinn hat zur Eingrenzung mehrerer ternärer Phasen geführt, von welchen  $\text{Na}_2\text{AuGe}$  und  $\text{NaAuSn}$  bisher näher charakterisiert werden konnten.

$\text{Na}_2\text{AuGe}$  wurde aus Pulvern der binären Verbindungen  $\text{NaAu}$  und  $\text{NaGe}$  in Tantaltiegeln unter Argon durch kurzes Erhitzen auf  $1000^\circ\text{C}$  und anschließendes Tempern bei  $600^\circ\text{C}$  dargestellt. Nach langsamer Abkühlung im Ofen wurde die Phase als sprödes, metallisch graues Kristallpulver aus dem Tiegel gebohrt, das unter Argon oder trockenem Paraffinöl stabil ist, an feuchter Luft aber schnell schwarz anläuft.

$\text{NaAuSn}$  wurde entsprechend  $\text{Na}_2\text{AuGe}$ , aber aus den Elementen dargestellt. Nach 20-stündigem Vorerhitzen auf  $400^\circ\text{C}$  und kurzem Zusammenschmelzen bei  $1000^\circ\text{C}$  wurden die Präparate bis zur Röntgenhomogenität etwa 20 Stunden bei  $550^\circ\text{C}$  getempert. Das aus dem Tiegel gebohrte, metallisch graue Pulver des  $\text{NaAuSn}$  wird auch von feuchter Luft nicht angegriffen.

Zur Analyse wurde  $\text{Na}_2\text{AuGe}$  in Königswasser gelöst. In einem Teil der Probe wurde das Natrium flammenphotometrisch bestimmt, ein anderer Teil wurde bis zur Ausfällung von  $\text{GeO}_2$  mit Wasser verdünnt und filtriert. Aus dem alkalisch gestellten Filtrat wurde das Gold durch Zugabe von  $\text{H}_2\text{O}_2$  abgeschieden und trocken zur Auswaage gebracht. Beim Lösen in Königswasser destillierte der größere Teil des Germaniums als  $\text{GeCl}_4$  ab; auf seine direkte Bestimmung wurde verzichtet.

Sonderdruckanforderungen an Prof. Dr. H.-U. SCHUSTER, Institut für Anorganische Chemie der Universität, D-5000 Köln 41, Greinstraße 6.

$\text{NaAuSn}$  wurde mit konz.  $\text{HCl}$  behandelt, wobei nur das Natrium und das Zinn in Lösung gehen; das Gold wurde abfiltriert und ausgewogen, im Filtrat wurde das Natrium wieder durch Flammenphotometrie, das Zinn durch Atomabsorption bestimmt. Die Analysen ergaben folgende Werte in Gew.-%:

$\text{Na}_2\text{AuGe}$

Ber. Na 14,57 Au 62,42 Ge 23,01,  
Gef. Na 14,0 Au 61,2 Ge 24,8 (Restanteil).

$\text{NaAuSn}$

Ber. Na 6,79 Au 58,16 Sn 35,05,  
Gef. Na 6,4 Au 57,3 Sn 35,0.

Die röntgenographische Phasenanalyse mit DEBYE-SCHERRER-Aufnahmen zeigte, daß beide Verbindungen ein noch nicht genau bekanntes Homogenitätsgebiet haben. Die in Tab. I angegebenen Gitterkonstanten aus STRAUMANIS-Aufnahmen und die pyknometrischen Dichten wurden an Proben der formelmäßigen Zusammensetzungen  $\text{Na}_2\text{AuGe}$  und  $\text{NaAuSn}$  gemessen.

Tab. I.  
Röntgendaten der Phasen  $\text{Na}_2\text{AuGe}$  und  $\text{NaAuSn}$ .

$\text{Na}_2\text{AuGe}$	Kristallsystem	orthorhombisch*
	Gitterkonstanten [ $\text{\AA}$ ]	$a = 4,417$ $b = 7,529$ $c = 7,227$
	exp. Dichte	$D_4^{25} = 6,35$
	ber. Dichte	$D_{r\ddot{o}} = 6,44 \text{ g/cm}^3$
	Zahl der Formeleinheiten in der Elementarzelle	$Z = 3$
$\text{NaAuSn}$	Kristallsystem	orthorhombisch
	Gitterkonstanten [ $\text{\AA}$ ]	$a = 7,489$ $b = 8,086$ $c = 4,528$
	exp. Dichte	$D_4^{25} = 8,482$
	ber. Dichte	$D_{r\ddot{o}} = 8,209$ $\text{g/cm}^3$
	Zahl der Formeleinheiten in der Elementarzelle	$Z = 4$

\* Die Achsenbezeichnung ( $a$ -Achse als kleinste) wurde gewählt, da das  $a:b$ -Verhältnis fast 1,73 ist, also wenig vom  $\sqrt{3}$ -Verhältnis für den hexagonalen Fall abweicht.

Nach den an Weissenberg- und Präzessionsaufnahmen beobachteten Auslöschungen kommen für das  $\text{Na}_2\text{AuGe}$  die Raumgruppen<sup>1</sup>  $I 222$  (Nr. 23),  $I 2_12_12_1$  (Nr. 24),  $I mm 2$  (Nr. 44) und  $I mmm$  in Frage, für die Phase  $\text{NaAuSn}$  die Raumgruppen  $Pna2_1$  (Nr. 33) und  $Pnma$  (Nr. 62). Strukturbestimmungen sind vorgesehen.

Wir danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft und dem Verband der Chemischen Industrie für die Förderung unserer Arbeiten.

<sup>1</sup> Internat. Tables, Band I, 1969.