

## Darstellung und Kristallstruktur von $\text{CsTe}_4$

P. BÖTTCHER\* und U. KRETSCHMANN

Aachen, Institut für Anorganische Chemie der Technischen Hochschule

**Inhaltsübersicht.**  $\text{CsTe}_4$  entsteht aus Gemengen von Caesium und Tellur im Molverhältnis 1:4, wenn man diese in abgeschlossenen Ampullen einer Schmelzreaktion bei 570°C unterwirft. Die Elementgemenge stellt man dar, indem man  $\text{CsN}_3$  und Te (1:4) zusammengibt und anschließend durch kontrollierte Zersetzung des Azids den Stickstoff vertreibt.

$\text{CsTe}_4$  kristallisiert monoklin in der Raumgruppe  $P2_1/c$  ( $Z = 4$ ) mit den Gitterkonstanten  $a = 7,857(1) \text{ \AA}$ ,  $b = 7,286(1) \text{ \AA}$ ,  $c = 14,155(2) \text{ \AA}$ ,  $\beta = 93,83(1)^\circ$ . In der Struktur liegt ein zweidimensional-unendliches Polyanion  ${}^\infty[\text{Te}_4^-]$  vor. Die Verwandtschaft mit anderen tellurreichen Telluriden  $\text{MTe}_n$  wird diskutiert.

### Preparation and Crystal Structure of $\text{CsTe}_4$

**Abstract.**  $\text{CsTe}_4$  results from a melting reaction at 570°C in sealed quartz tubes. The starting materials Cs and Te in the molar ratio 1:4 are produced in a first step by controlled decomposition of the  $\text{CsN}_3$  from mixtures of  $\text{CsN}_3$  and Te (1:4) at 350°C.

$\text{CsTe}_4$  is monoclinic, space group  $P2_1/c$ , with  $a = 7.857(1) \text{ \AA}$ ,  $b = 7.286(1) \text{ \AA}$ ,  $c = 14.155(2) \text{ \AA}$ ,  $\beta = 93.83(1)^\circ$ , and  $Z = 4$ . The tellurium atoms form a two-dimensional puckered layer built of from pseudo-trigonal-bipyramidal, T-shaped units  $\text{Te}_4^-$ . The central tellurium atom of this unit may be considered as a pseudo iodine. The compound is compared with other tellurides  $\text{MTe}_n$  having some like that unexpected principles of connection.

### 1. Einleitung

Die chalkogenreichen Sulfide und Selenide sowohl elektropositiver Metalle  $\text{M}^{n+}$  als auch des Ammoniums und des alkylsubstituierten Ammoniums  $\text{NR}_4^+$  bilden die wohlbekannten Strukturen mit kettenförmigen Anionen  $\text{S}_n^{2-}$  bzw.  $\text{Se}_n^{2-}$ . Bei den Telluriden sind die Verhältnisse weniger monoton: Während sich im Falle des sterisch anspruchsvollen Kations Tetrabutylammonium ein Pentatellurid  $(n\text{-Bu}_4\text{N})_2\text{Te}_5$  mit isoliertem kettenförmigen Anion  $\text{Te}_5^{2-}$  bildet [1], werden mit Metallkationen andere Verknüpfungsmöglichkeiten des Tellurteilgitters verwirklicht, die prinzipiell für das schwere Homologe Tellur aufgrund seiner Stellung im Periodensystem nicht unerwartet kommen. So findet man sowohl im  $\text{Rb}_2\text{Te}_5$  als auch im  $\text{Cs}_2\text{Te}_5$  eindimensional-unendliche Ketten, die aus einer charakteristischen planar-quadratischen Einheit  $(\text{TeTe}_4)^{2-}$  aufgebaut gedacht werden können [2, 3]. Diese Baugruppe kann auch in anderen Metalltelluriden  $\text{MTe}_n$  als konstitutiv angesehen werden, wobei manches darauf hindeutet, daß man sich auf dem Wege zum kationenstabilisierten metallischen Tellur befindet [2, 4]. Im Rahmen

dieser Überlegungen stellt sich die Frage, inwieweit diese oder analoge Möglichkeiten bestimmend bleiben, wenn man zu immer tellurreicheren Verbindungen wie z. B.  $\text{CsTe}_4$  fortschreitet.

## 2. Experimentelles

Caesiumtetratellurid,  $\text{CsTe}_4$ , wird dargestellt, indem man ein Ausgangsgemenge aus Caesium und Tellur im Molverhältnis 1:4, welches sich in einem Korundtiegel in einer abgeschmolzenen Quarzampulle befindet, für etwa fünf bis sieben Tage bei  $570^\circ\text{C}$  einer Schmelzreaktion unterwirft. Die notwendigen Ausgangsgemenge kann man auf dreierlei Weise erzeugen:

a) Gemenge aus Caesiumazid,  $\text{CsN}_3$ , und Tellur (1:4) werden bei  $350^\circ\text{C}$  durch kontrollierte Zersetzung des Azids zu einem feinverteilten, äußerst reaktionsfähigen Caesium-Tellur-Gemenge umgesetzt, welches im allgemeinen schon während der Zersetzung miteinander zu reagieren beginnt. Nach dem Ende der Zersetzung wird die Quarzampulle abgeschmolzen.

b) Man vermengt  $\text{Cs}_2\text{Te}_3$  und Tellur im Molverhältnis 1:5 miteinander.

c) Man setzt Caesium und Tellur im Molverhältnis 1:4 in flüssigem Ammoniak um, wobei man ein heterogenes Produkt erhält, welches in der Hauptsache aus  $\text{Cs}_2\text{Te}_3$  und Tellur besteht.

Nach den Schmelzreaktionen erhält man die Substanzen als metallisch grau glänzende, mikrokristalline Schmelzkuchen, die manchmal geringe Spuren von Tellur enthalten, welche sich z. B. entsprechend folgender Gleichung bilden können:  $2 \text{CsTe}_4 \rightleftharpoons \text{Cs}_2\text{Te}_3 + 5 \text{Te}$ .

Tabelle 1 Simon-Guinier-Diagramm von  $\text{CsTe}_4$ <sup>a)</sup>

h k l	$2\theta_{\text{obs}}$	$2\theta_{\text{calc}}$	$I_{\text{obs}}^{\text{b)}$	$I_{\text{calc}}$	h k l	$2\theta_{\text{obs}}$	$2\theta_{\text{calc}}$	$I_{\text{obs}}^{\text{b)}$	$I_{\text{calc}}$
1 1 $\bar{3}$	24,61	24,62	m	55	3 1 3		42,48		3
0 0 4		25,20		4	2 1 5	42,50	42,50	ssch	2
2 0 $\bar{2}$	25,21	25,22	m	32	3 2 0		42,54		10
0 2 1		25,22		4	2 2 4		43,38		4
2 0 2	26,70	26,72	st	100	3 2 1	43,35	43,40	sch/m	21
0 2 2		27,52		16	1 3 3		43,80		14
1 2 $\bar{1}$	27,51	27,54	st	79	2 3 0	43,76	43,81	sch	6
0 1 4		28,06		37	3 1 4		46,25		7
2 1 $\bar{2}$	28,02	28,08	m/st	39	4 0 0	46,24	46,28	sch	14
1 2 $\bar{2}$	29,46	29,50	sch	23	1 1 $\bar{7}$		47,40		17
2 1 $\bar{3}$	31,15	31,19	sch	29	2 3 $\bar{3}$	47,40	47,42	m	4
1 2 3		33,54		26	3 1 $\bar{5}$		47,42		27
2 2 0	33,55	33,56		7	4 1 0		48,04		4
1 1 $\bar{5}$		35,24		5	4 1 $\bar{1}$	48,04	48,05	ssch	9
2 1 $\bar{4}$	35,26	35,24	sch	18	1 3 $\bar{5}$		50,36		5
1 1 5	36,61	36,64	m	44	2 3 $\bar{4}$	50,40	50,37	ssch	4
3 0 2	37,43	37,45	sch	12	3 0 $\bar{6}$		50,37		2
1 0 $\bar{6}$		39,18		6	2 3 4	52,03	52,05	ssch	12
0 3 2	39,18	39,20	sch/m	13	4 2 0		53,01		7
1 3 $\bar{1}$		39,20		13	4 2 $\bar{1}$	52,97	53,02	ssch	5
0 1 6	40,27	40,27	ssch, d	12					

a) Nonius FR 552;  $\text{CuK}\alpha_1$ -Strahlung; Quarz-Standard

b) st = stark, m = mittel, s = schwach, ssch = sehr schwach, d = diffus

a = 7,862(1) Å, b = 7,290(2) Å, c = 14,148(4) Å,  $\beta = 93,81(2)^\circ$

Die röntgenographischen Pulverdiagramme zeigen dann als einzigen sehr schwachen Fremdreflex die intensitätsstärkste Linie des Tellurs, ansonsten lassen sie sich mit den aus der Einkristalluntersuchung gewonnenen Strukturparametern eindeutig und widerspruchsfrei indizieren (Tab. 1). Die bei 25°C mit Petroleum als Sperrflüssigkeit ( $\rho(\text{Petroleum}) = 0,782$ ) pyknometrisch bestimmte Dichtezahl beträgt 5,27; sie stimmt gut mit der röntgenographischen Dichte von 5,285 g cm<sup>-3</sup> überein.

### 3. Strukturermittlung

Ein Kristall mit trigonal-prismatischem Habitus (0,1 × 0,1 × 0,04 mm; Markröhrchen) wird auf dem automatischen Vierkreisdiffraktometer CAD4 (Enraf Nonius, Delft) vermessen (AgK $\alpha$ -Strahlung, Meßbereich 1° ≤  $\Theta$  ≤ 24°, maximale Meßzeit: 120 sec/Reflex). Auf Absorptionskorrektur wurde verzichtet ( $\mu^{-1}(\text{CsTe}_4, \text{AgK}\alpha) = 0,10$  mm). Von 2183  $|F_{\text{obs}}|^2 \geq 0,01 \sigma(|F_{\text{obs}}|^2)$  (= asymmetrischer Einheit) wurden bei der Verfeinerung nur 1131 mit  $|F_{\text{obs}}|^2 \geq 3\sigma(|F_{\text{obs}}|^2)$  berücksichtigt.

Die mit 25 willkürlich gewählten Reflexen ermittelten Gitterkonstanten lauten:  $a = 7,857(1)$  Å,  $b = 7,286(1)$  Å,  $c = 14,155(2)$  Å,  $\beta = 93,83(1)^\circ$ . Diese Werte stimmen innerhalb der dreifachen Standardabweichung mit den aus dem röntgenographischen Pulverdiagramm erhaltenen überein (Tab. 1). Die Auslöschungsgesetze führen zu der Raumgruppe P2<sub>1</sub>/c. Mit Hilfe der BILTZschen Rauminkremente [5] erhält man ein Molvolumen von 118 cm<sup>3</sup> pro CsTe<sub>4</sub> (Inkremente: Cs<sup>+</sup> 26 cm<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup>; Te<sub>4</sub><sup>-</sup> 92 cm<sup>3</sup> mol<sup>-1</sup>. Das Inkrement für Te<sub>4</sub><sup>-</sup> ist aus bekannten Anionen Te<sub>n</sub><sup>2-</sup> [2, 6] errechnet, indem man diese formal in Te<sup>o</sup> und Te<sup>-</sup> zerlegt). Sowohl mit Hilfe dieses Ergebnisses als auch der Dichte erhält man die Zahl der Formeleinheiten zu 4.

Die Struktur ist mit Hilfe direkter Methoden gelöst worden (pdp 11/45-Rechner, SDP-Programmsystem [7]). Alle Atome besetzen (4e). Bei anisotroper Beschreibung der Temperaturparameter ist R(ungewichtet) = 0,048 und R(gewichtet) = 0,041 (nach Zählstatistik der I<sub>obs</sub>-Messung,  $w = 1/\sigma(F_{\text{obs}}^2)$ ). Maximale Restelektronendichte der Differenz-Fourier-Synthese: 2,45 e Å<sup>-3</sup>.

Die Lage- und Temperaturparameter der Atome sind in Tab. 2, die interatomaren Abstände und die Bindungswinkel in Tab. 3 aufgeführt.

Tabelle 2 CsTe<sub>4</sub>, Lageparameter und Temperaturfaktoren  $U_{ij} \cdot 10^4$  [Å<sup>2</sup>]

	x	y	z	U <sub>11</sub>	U <sub>22</sub>	U <sub>33</sub>	U <sub>12</sub>	U <sub>13</sub>	U <sub>23</sub>
Cs	0,1430(3)	0,8828(3)	0,3492(1)	460(10)	340(10)	370(10)	-10(10)	84(9)	20(10)
Te(1)	0,3762(3)	0,0555(2)	0,1240(1)	360(10)	167(8)	236(8)	-2(9)	114(8)	9(8)
Te(2)	0,8758(3)	0,8896(3)	0,0350(1)	380(10)	260(9)	268(9)	20(10)	36(9)	20(9)
Te(3)	0,6596(3)	0,9821(2)	0,2861(1)	440(10)	203(9)	270(9)	40(10)	46(9)	-29(9)
Te(4)	0,4532(3)	0,6918(2)	0,0687(1)	390(10)	178(8)	226(8)	30(10)	57(18)	-13(9)

### 4. Strukturbeschreibung von CsTe<sub>4</sub>

Das charakteristische Strukturelement sind die senkrecht zur a—c-Ebene verlaufenden, gewellten Schichten aus Tellur, deren Spuren in Abb. 1 ersichtlich sind. Abb. 1 zeigt auch, daß die Kationen in tunnelartigen Hohlräumen angeordnet sind, die wegen der Wellung der Te-Schichten auftreten. Senkrecht zur a—c-Ebene liegt eine zick-zack-förmige Anordnung von Cs<sup>+</sup> vor, das durch acht

Tabelle 3 CsTe<sub>4</sub>, interatomare Abstände [Å] und Bindungswinkel

Te—Te				Cs—Cs	
innerhalb einer Schicht		zwischen den Schichten			
(3) <sup>I</sup> —(4) <sup>III</sup>	2,754(1)	(4) <sup>I</sup> —(4) <sup>II</sup>	3,512(2)	(1) <sup>I</sup> —(1) <sup>III</sup>	5,036(2) 2×
(3) <sup>III</sup> —(4) <sup>I</sup>	2,754(1)	(1) <sup>I</sup> —(4) <sup>II</sup>	3,621(1)	alle anderen > 5,24	
(2) <sup>I</sup> —(2) <sup>II</sup>	2,764(2)	(2) <sup>I</sup> —(4) <sup>I</sup>	3,679(2)		
(1) <sup>I</sup> —(4) <sup>I</sup>	2,839(1) 2×				
(1) <sup>I</sup> —(2) <sup>II</sup>	2,923(2)				
(1) <sup>II</sup> —(2) <sup>I</sup>	2,923(2)				
(1) <sup>I</sup> —(3) <sup>I</sup>	3,135(2) 2×				
(1) <sup>III</sup> —(3) <sup>I</sup>	3,378(2)				
(1) <sup>I</sup> —(3) <sup>III</sup>	3,378(2)				
alle anderen > 3,99					

Cs—Te		Winkel	
Cs <sup>I</sup> —Te(4) <sup>IV</sup>	3,858(2)	Te(2)—Te(1)—Te(3)	176,48(5)°
—Te(3) <sup>III</sup>	3,872(2)	Te(2)—Te(1)—Te(3)	95,43(4)°
—Te(3) <sup>I</sup>	3,911(2)	Te(2)—Te(1)—Te(4)	93,56(5)°
—Te(2) <sup>III</sup>	3,958(2)	Te(3)—Te(1)—Te(3)	87,36(3)°
—Te(1) <sup>I</sup>	3,985(2)	Te(3)—Te(1)—Te(4)	83,59(5)°
—Te(4) <sup>III</sup>	3,999(2)	Te(1)—Te(2)—Te(2)	95,91(6)°
—Te(2) <sup>IV</sup>	4,000(2)	Te(1)—Te(3)—Te(4)	101,73(5)°
—Te(2) <sup>III</sup>	4,046(2)	Te(1)—Te(4)—Te(3)	103,21(4)°
alle anderen > 4,28			

Bedeutung des Superskripts  
 I (x, y, z); II ( $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$ ,  $\bar{z}$ ); III ( $\bar{x}$ , 1/2+y, 1/2-z); IV (x, 1/2-y, 1/2+z)

Telluratome im Abstandsbereich von 3,86 bis 4,05 Å relativ niedersymmetrisch umgeben wird (Tab. 3 sowie Abb. 2). Die Abstände Cs—Cs liegen mit 5,04 Å bei der erwarteten Größe.

Ferner zeigt Abb. 1, daß der kürzeste Abstand Te—Te zwischen den Schichten 3,5 Å ist (deutlich kleiner als der van-der-Waals-Abstand von 4,4 Å [8], praktisch identisch mit dem Abstand, den zwei Tellurketten bei Rb<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> und Cs<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> haben [2, 3]). Daraus folgt, daß die Te-Schichten bei CsTe<sub>4</sub> wie die Te-Ketten bei M<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> (M = Rb, Cs) nicht als voneinander isoliert angesehen werden können.

Die Abstände Te—Te innerhalb einer Schicht streuen relativ weit (2,75 Å bis 3,38 Å) mit Bindungswinkeln von 90°, 103° und 180° (Tab. 3). **Es gibt drei Möglichkeiten, den Aufbau des Anionenteilgitters zu beschreiben (Abb. 3):**

a) Zieht man nur die Abstände 2,75–2,92 Å in Betracht, so liegen gewinkelte, untereinander isolierte Ketten Te<sub>8</sub><sup>2-</sup> vor (Abb. 3a). Diese Beschreibung läßt die Verwandtschaft der Verbindung mit den kettenförmigen Polychalkogeniden M<sub>2</sub>X<sub>m</sub> (M = Alkali, Erdalkali, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>; X = Chalkogen; m = 2–6) deutlich werden. Die große Varianz der Abstände und Winkel innerhalb einer Kette des CsTe<sub>4</sub> und das Auftreten weiterer Te—Te-Abstände zeigt, daß diese Beschreibung nicht voll ausreichend sein kann.



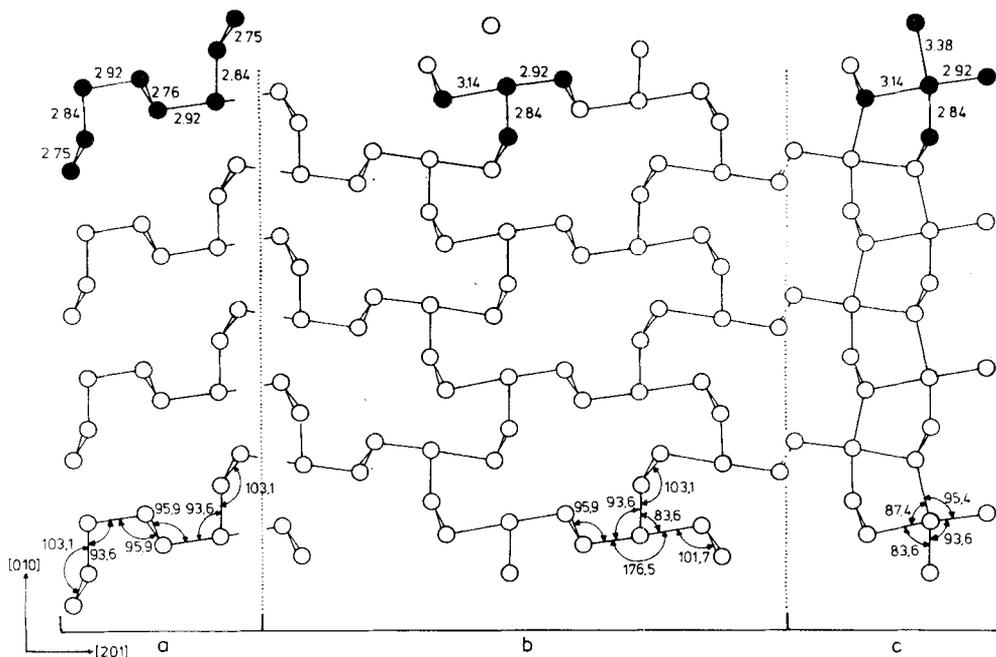


Abb. 3 Aufbau des Anionenteilgitters  $\infty(\text{Te}_4^-)$ ; Blickrichtung längs  $[30\bar{2}]$ . Offene Kreise: Tellur; schwarze Kreise: Telluratome, die bevorzugte Einheiten darstellen, aus denen man das Anionenteilgitter konstruieren kann: a) isolierte  $\text{Te}_8^{2-}$ -Einheiten; b) über kovalente Brücken verknüpfte  $\text{Te}_4^-$ -Einheiten; c) verzerrte Kreuze  $(\text{TeTe}_2\text{Te}_{2/2})^-$ . Nähere Erläuterungen siehe Text.

b) Schon die Einbeziehung des nächstweiteren Abstandes (3,14 Å) führt zu einer völlig anderen Beschreibung (Abb. 3b): Die konstitutiven Elemente sind jetzt verzerrt T-förmige Baugruppen  $\text{Te}_4^-$ , die untereinander über Brücken von 2,75 Å und 2,76 Å zu Ringen  $\text{Te}_8$  verknüpft werden, welche ihrerseits so miteinander verknüpft sind, daß sie die **Tellurschicht** bilden.

c) Berücksichtigt man zusätzlich noch den Abstand von 3,38 Å (Abb. 3c), so entstehen Baugruppen aus jeweils fünf Te, die sich zu verzerrten  $\text{Te}_5$ -Kreuzen mit zwei-, drei- und vierbindigen Telluratomen zusammenschließen  $([\text{Te}^z\text{Te}_2^t\text{Te}_{2/2}^t])^-$  mit z = zentral, t = terminal). Es resultieren Stränge, die über zweibindige Atome zu einer Schicht verbunden werden.

## 5. Diskussion

Das Anionenteilgitter von  $\text{CsTe}_4$  steht zu Molekülverbindungen  $\text{AB}_3\text{E}_2$  ( $\text{BrF}_3$ ,  $\text{IF}_3$ ; E = nichtbindendes Elektronenpaar) in analoger strukturemischer Beziehung wie die Anionenteilgitter der Verbindungen  $\text{M}_2\text{Te}_5$  (M = Rb, Cs) zu  $\text{AB}_4\text{E}_2$ -Verbindungen ( $\text{BrF}_4^-$ ,  $\text{XeF}_4$ ) [2, 3]: Die pseudo-trigonal-bipyramidale, T-förmige Baugruppe  $\text{Te}_4^-$  ist wie  $\text{BrF}_3$  gebaut, die pseudo-oktaedrische, planar-quadratische Baugruppe  $\text{Te}_5^{2-}$  entspricht  $\text{XeF}_4$ . Allerdings sind sowohl  $\text{Te}_4^-$  als auch  $\text{Te}_5^{2-}$  jeweils elektronenärmer als  $\text{BrF}_3$  bzw.  $\text{XeF}_4$ . Beide für die jeweiligen Feststoffe charakteristischen Bauelemente gleichen diesen Elektronenmangel

auf analoge Weise aus, indem sie über Brücken, deren Längen dem kovalenten Einfachbindungsabstand Te—Te entsprechen, zu ein- bzw. zweidimensional unendlichen Verbänden kondensieren.

Im Falle von Telluriden M<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> existiert mit Ga<sub>2</sub>Te<sub>5</sub> [2, 9] eine Substanz, deren Struktur eine mit XeF<sub>4</sub> isoelektronische 36e-Gruppe Te<sub>5</sub><sup>6-</sup> enthält, die als isoliertes Anion im Gitter vorliegt. Dagegen ist CsTe<sub>4</sub> bislang der einzige Vertreter mit einem pseudo-trigonal-bipyramidalen Bauelement, welches nur aus Tellur gebildet wird. Insbesondere fehlt ein Beispiel mit einer zum BrF<sub>3</sub> isoelektronischen 28e-Einheit Te<sub>4</sub><sup>4-</sup>, wobei auch diese als isolierte Gruppe vorliegen sollte. Formal besitzen Alkalimetallditelluride M<sub>2</sub>Te<sub>2</sub> = M<sub>4</sub>Te<sub>4</sub> die gewünschte Zusammensetzung. Leider ist außer der Struktur von MgTe<sub>2</sub> (Pyrit-Typ [10]) keine einzige Struktur eines vergleichbaren Ditellurids bekannt. Unsere Versuche, Cs<sub>2</sub>Te<sub>2</sub> darzustellen [11], haben bisher nur mikrokristalline Produkte mit relativ komplizierten Pulverdiagrammen ergeben.

Wie erwähnt, können auch andere Möglichkeiten als das hier bevorzugte Verknüpfungsmuster aus T-förmigen Te<sub>4</sub>-Einheiten zum Aufbau des Anionenteilgitters herangezogen werden. Die Struktur von CsTe<sub>4</sub> wird damit zu einem Beispiel für den Übergang von kettenförmigen, isolierten X<sub>n</sub><sup>2-</sup>-Abschnitten zu höherkondensierten Verbänden nichtkettenförmiger Ausschnitte eines kationenstabilisierten metallischen Tellurs [2, 4, 12]. In diesem Sinne ist LiTe<sub>3</sub> [13] weitgehend analog zu CsTe<sub>4</sub> anzusehen: Betrachtet man bei LiTe<sub>3</sub> wiederum zunächst nur die kürzesten Abstände Te—Te (2,86 bis 3,02 Å) als bindend, so wird das Tellurteilgitter aus Ketten aufgebaut. Diese bestehen im Gegensatz zu CsTe<sub>4</sub> allerdings nicht mehr aus isolierten, kürzeren Abschnitten, sondern sind eindimensional-unendliche Schrauben, die abwechselnd aus linearen (pseudotrigonal-bipyramiden) Te<sub>3</sub>- und gewinkelten (pseudo-tetraedrischen) Te<sub>3</sub>-Stücken bestehen. Nimmt man den nächst weiteren Te—Te-Abstand von 3,14 Å hinzu, so werden die beschriebenen, parallel zueinander verlaufenden Ketten über dann entstehende T-förmige Einheiten verbrückt. Berücksichtigt man schließlich auch die Te—Te-Abstände von 3,25 und 3,32 Å, entsteht ein dreidimensionaler Verband aus verzerrten Te<sub>5</sub>-Einheiten. Allerdings ist der Grad der Verknüpfung bei LiTe<sub>3</sub> höher als im Falle von CsTe<sub>4</sub>. Das bei höchstsymmetrischer Anordnung der Telluratome schließlich erreichbare Ziel ist im AgTe<sub>3</sub> verwirklicht [4]; die Verwandtschaft von AgTe<sub>3</sub> zu LiTe<sub>3</sub> ist daher eng [2, 4, 13].

Wir danken dem Fonds der Chemie für die Unterstützung der Arbeit.

## Literatur

- [1] TELLER, R. G.; KRAUSE, L. J.; HAUSHALTER, R. C.: *Inorg. Chem.* **22** (1983) 1809.
- [2] BÖTTCHER, P.; KRETSCHMANN, U.: *J. Less-Common Met.* **95** (1983) 81.
- [3] BÖTTCHER, P.; KRETSCHMANN, U.: *Z. anorg. allg. Chem.* **491** (1982) 39.
- [4] RANGE, K.-J.; ZABEL, M.; RAU, F.; v. KRZIWANEK, F.; MARX, R.; PANZER, B.: *Angew. Chem.* **94** (1982) 717.
- [5] BILTZ, W.: *Raumchemie der festen Stoffe*, Leipzig: L. Voss 1934.

- [6] BÖTTCHER, P.: *J. Less-Common Met.* **70** (1980) 263.
- [7] FRENZ, B. A. in SCHENK, H.; OLTHOF-HAZEKAMP, R.; v. KONIGSVELD, H.; BASSI, G. C. (Hrsg.): *Computing in Crystallography*, Delft University Press, Delft 1978.
- [8] PAULING, L.: *Die Natur der chemischen Bindung*, Weinheim: Verlag Chemie, 1962, S. 117.
- [9] JULIEN-POUZOL, M.; JAULMES, S.; ALAPINI, F.: *Acta Crystallogr.* **B33** (1977) 2270.
- [10] YANAGISAWA, S.; TASHIRO, M.; ANZAI, S.: *J. Inorg. Nucl. Chem.* **31** (1969) 943.
- [11] KRETSCHMANN, U.: Diplomarbeit, RWTH Aachen, 1981.
- [12] LIN, W.; STEINFINK, H.; WEISS, E. J.; *Inorg. Chem.* **4** (1965) 877; NORLING, B. K.; STEINFINK, H.: *Inorg. Chem.* **5** (1966) 1488.
- [13] VALENTINE, D. Y.; CAVIN, O. B.; YAKEL, H. L.: *Acta Crystallogr.* **B33** (1977) 1389.

Bei der Redaktion eingegangen am 29. Juli 1984.

Anschr. d. Verf.: Dr. P. BÖTTCHER und Dr. U. KRETSCHMANN,  
Inst. f. Anorg. Chemie d. TH, Prof.-Pirlet-Straße 1, D-5100 Aachen