

**Zeitschrift:** Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen =  
Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

**Band:** 30 (1950)

**Heft:** 2

**Artikel:** Beziehungen zwischen der Symmetrie des Kristall-, Fourier- und  
Patterson-Raumes. II, Die Harker-Maxima in den triklinen, monoklinen  
und orthorhombischen Raumgruppen

**Autor:** Nowacki, Werner

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-24447>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 03.07.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Beziehungen zwischen der Symmetrie des Kristall-, Fourier- und Patterson-Raumes.

## II. Die Harker-Maxima in den triklinen, monoklinen und orthorhombischen Raumgruppen\*).

Von *Werner Nowacki* (Bern)

Als Fortsetzung der Arbeit in H. 1, S. 147 (NOWACKI, 1950)<sup>1)</sup> dieser Zeitschrift wurde begonnen, die Harker-Maxima der allgemeinen Punktgruppen in allen Raumgruppen zusammenzustellen. Es ist üblich geworden, als „Harker-Maxima“ diejenigen Maxima einer Pattersonsynthese, welche den Abständen gleichwertiger Punkte (gleichwertig in bezug auf eine Raumgruppe) entsprechen, zu bezeichnen; die übrigen als „Nicht-Harker-Maxima“. Dabei sei vorausgesetzt, dass kristallographisch gleichwertige Punkte auch von chemisch gleichwertigen Teilchen der Elektronenzahl  $Z_r$  besetzt werden.

Um die Harker-Maxima nach Lage und Gewicht zu erhalten, geht man vom allgemeinen Gitterkomplex (NIGGLI, 1919), der für eine Raumgruppe charakteristisch ist, aus und berechnet sich die Komponenten aller Vektoren zwischen gleichwertigen Punkten durch Differenzbildung ihrer Koordinaten. Die Gewichte erhält man, indem man nachsieht, wie oft derselbe Vektor vorkommt. Dies sei an einigen Beispielen erläutert.

1. Raumgruppe =  $C_s^3 - Cm$ ; allgemeiner Gitterkomplex =  $\left[ \begin{array}{c} xyz | \bar{x}\bar{y}\bar{z} \\ a \quad b \end{array} \right]$   $\left[ \frac{1}{2} + x, \frac{1}{2} + y, z \mid \frac{1}{2} + x, \frac{1}{2} - y, z \right]$ ; die Differenzbildung ergibt die Harker-Maxima der Tabelle 1.

Tabelle 1

Vektoren zwischen den Punkten	Gewicht	Harker-Maxima u, v, w	Charakter
aa, bb, cc, dd	$4 Z_r^2$	0 0 0	Punkt $P_1$
ab, cd	$2 Z_r^2$	0 $2\bar{y}$ 0	Gerade $G_1$
ba, dc	$2 Z_r^2$	0, $2y$ , 0	Gerade $G_1$
ac, bd	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ 0	Punkt $P_2$
ca, db	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2}$ $\frac{1}{2}$ 0	Punkt $P_2$
ad, cb	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{2} - 2y$ , 0	Gerade $G_2$
da, bc	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{2} + 2y$ , 0	Gerade $G_2$

\*) Mitteilung Nr. 56 von W. N. und Mitarbeitern.

<sup>1)</sup> Diese Arbeit sei als I bezeichnet.

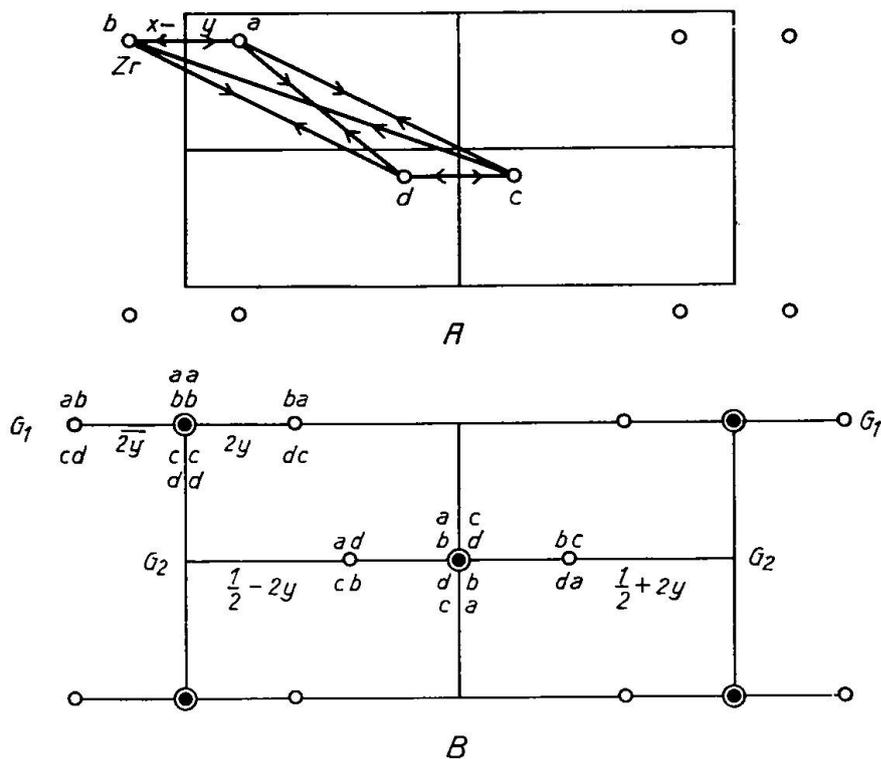


Fig. 1. A. Kristallraum  $C_s^3$ -Cm mit allgemeiner Punktlage  $a, b, c, d$   
 B. Harker-Maxima des zugehörigen Pattersonraumes:  $(000)$  und  $(\frac{1}{2} \frac{1}{2} 0)$  mit dem Gewicht  $4 Z_r^2$ ;  $(0, 2y, 0)$ ,  $(0, \overline{2y}, 0)$ ,  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 0)$  und  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2} - 2y, 0)$  mit dem Gewicht  $2 Z_r^2$ .

Das Maximum am Nullpunkt ( $u, v, w, = 0, 0, 0$ ) ist trivial; sein Gewicht ist überall gleich der Zähligkeit der allgemeinen Punktlage mal  $Z_r^2$ . Zum Maximum  $(0, 2y, 0)$  gehört als gleichwertiges (aber davon verschiedenes) dasjenige auf derselben Harker-Geraden  $G_1$  bei  $(0, \overline{2y}, 0)$ , da jeder Pattersonraum zentrosymmetrisch ist (vgl. I). Die Maxima  $(ac, bd)$  und  $(ca, db)$  fallen zusammen und ergeben in  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$  ein solches vom Gewicht  $4Z_r^2$ , das auch aus  $(000)$  durch die Translation  $C = \frac{1}{2}\frac{1}{2}0$  entstanden gedacht werden kann, da die Symmetrie des Pattersonraumes  $C_{2h}^3$  —  $C2/m$  (vgl. Tab. 3, S. 156 in I) ist. Die Maxima  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 0)$  und  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2} - 2y, 0)$  je vom Gewicht  $2Z_r^2$  sind auf einer zweiten Harker-Geraden  $G_2$  zentrosymmetrisch zum Punkt  $(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 0)$  gelegen ( $G_2$  ist durch die Translation  $C$  mit  $G_1$  gleichwertig) (Fig. 1) und sind mit den Maxima  $(0, 2y, 0)$  und  $(0, \overline{2y}, 0)$  gleichwertig. — In abgekürzter Schreibweise, unter Weglassung des Maximums am Nullpunkt und des Buchstabens  $Z_r^2$  und unter Berücksichtigung der Translationsgruppe  $C$  ergibt sich für  $C_s^3$ —Cm folgende Charakteristik:

$$C_s^3$$
—Cm;  $0, 2y, 0/2$ ; + C

2. Raumgruppe =  $D_2^8 - I 222$ ; allgemeiner Gitterkomplex =  $\left[ \begin{matrix} xyz \\ a \\ \overline{xyz} \\ b \\ \overline{xyz} \\ c \\ \overline{xyz} \\ d \\ + \left( \frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2} \right) \\ e \\ f \\ g \\ h \end{matrix} \right]$ ; die Differenzenbildung ergibt die Harker-Maxima der Tabelle 2.

Tabelle 2

Vektoren zwischen den Punkten	Gewicht	Harker-Maxima u, v, w	Charakter
aa bis hh	$8 Z_r^2$	0 0 0	Punkt $P_1$
ab, ef	$2 Z_r^2$	$\overline{2x}, \overline{2y}, 0$	Ebene $E_1$
ba, fe	$2 Z_r^2$	$2x, 2y, 0$	Ebene $E_1$
ac, eg	$2 Z_r^2$	$0, \overline{2y}, \overline{2z}$	Ebene $E_2$
ca, ge	$2 Z_r^2$	$0, 2y, 2z$	Ebene $E_2$
ad, eh	$2 Z_r^2$	$\overline{2x}, 0, \overline{2z}$	Ebene $E_3$
da, he	$2 Z_r^2$	$2x, 0, 2z$	Ebene $E_3$
ae, bf, cg, dh	$4 Z_r^2$	$\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$	Punkt $P_2$
ea, fb, gc, hd	$4 Z_r^2$	$\frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2}$	Punkt $P_2$
af, eb	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2} - 2x, \frac{1}{2} - 2y, \frac{1}{2}$	Ebene $E_4$
fa, be	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{2}$	Ebene $E_4$
ag, ec	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2} - 2y, \frac{1}{2} - 2z$	Ebene $E_5$
ga, ce	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{2} + 2z$	Ebene $E_5$
ah, ed	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2} - 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} - 2z$	Ebene $E_6$
ha, de	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z$	Ebene $E_6$
bc, fg	$2 Z_r^2$	$2x, 0, \overline{2z}$	} mit ad und da gleichwertig
cb, gf	$2 Z_r^2$	$\overline{2x}, 0, 2z$	
bd, fh	$2 Z_r^2$	$0, 2y, \overline{2z}$	} mit ac und ca gleichwertig
db, hf	$2 Z_r^2$	$0, \overline{2y}, 2z$	
cd, gh	$2 Z_r^2$	$\overline{2x}, 2y, 0$	} mit ab und ba gleichwertig
dc, hg	$2 Z_r^2$	$2x, \overline{2y}, 0$	
bg, fc	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} - 2z$	} mit ah und ha gleichwertig
gb, cf	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2} - 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z$	
bh, fd	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{2} - 2z$	} mit ag und ga gleichwertig
hb, df	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2} - 2y, \frac{1}{2} + 2z$	
ch, gd	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2} - 2x, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{2}$	} mit af und fa gleichwertig
hc, dg	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2} - 2y, \frac{1}{2}$	

Abgekürzt lautet für  $D_2^8 - I 222$  die Charakteristik:

$$D_2^8 - I 222; 2x, 2y, 0/2; 0, 2y, 2z/2; 2x, 0, 2z/2; + I$$

3. Raumgruppe =  $D_2^8 - I 2_1 2_1 2_1$ ; allgemeiner Gitterkomplex =  $\left[ \begin{matrix} xyz \\ a \\ \frac{1}{2} - x, \overline{y}, \frac{1}{2} + z \\ b \\ \frac{1}{2} + x, \frac{1}{2} - y, \overline{z} \\ c \\ \frac{1}{2} - z, \frac{1}{2} + y, \frac{1}{2} - x \\ d \\ + \left( \frac{1}{2} \frac{1}{2} \frac{1}{2} \right) \\ e \\ f \\ g \\ h \end{matrix} \right]$ ; die Differenzenbildung ergibt die Harker-Maxima der Tabelle 3.

Tabelle 3

Vektoren zwischen den Punkten	Gewicht	Harker-Maxima u, v, w	Charakter
aa bis hh	$8 Z_r^2$	0 0 0	Punkt $P_1$
ab, ef	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2} + 2x, 2y, \frac{1}{2}$	Ebene $E_1$
ac, eg	$2 Z_r^2$	$\frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 2z$	Ebene $E_2$
ad, eh	$2 Z_r^2$	$2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z$	Ebene $E_3$

+ zentrosymmetrische  $+(\frac{1}{2}\frac{1}{2}\frac{1}{2})$

abgekürzt:

$D_2^9 - I 2_1 2_1 2_1; \frac{1}{2} + 2x, 2y, \frac{1}{2}/2; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 2z/2; 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/2; + I.$

Bemerkung:  $D_2^8 - I 222$  und  $D_2^9 - I 2_1 2_1 2_1$  gehören zur selben Auslöschungseinheit  $mmmI---$  (vgl. I.) und können mittels Auslöschungen alleine nicht voneinander unterschieden werden. Die Patterson-Harker-Synthesen gestatten eine eindeutige Unterscheidung.

4. Raumgruppe =  $C_1^1 - P\bar{1}$ ; allgemeiner Gitterkomplex =  $[xyz | \overline{xyz}]$ ; die Differenzenbildung ergibt die Harker-Maxima (000) vom Gewicht  $2Z_r^2$  und  $(2x, 2y, 2z)$  vom Gewicht  $Z_r^2$ , während bei der Raumgruppe  $C_1^1 - P1$  nur ein Harker-Maximum (000) vom Gewicht  $1Z_r^2$  auftritt.  $C_1^1 - P\bar{1}$  und  $C_1^1 - P1$  gehören zur selben Auslöschungseinheit  $\bar{1}P\bar{1}$ , unterscheiden sich aber durch ihre Harker-Maxima.

Auf diese Weise wurde Tabelle 4 berechnet, welche für die triklinen, monoklinen und orthorhombischen Raumgruppen die Harker-Maxima der allgemeinen Punktlage in der abgekürzten Schreibweise angibt; diejenigen der speziellen Punktlagen sind durch Einsetzen spezieller Parameterwerte leicht zu erhalten (die Gewichte müssen gesondert berechnet werden). Ausser bei  $C_1^1 - P1$  ist das Maximum am Nullpunkt und translatorisch identische stets weggelassen. Translatorisch identische Harker-Punkte (0 Parameter), —Geraden (1 Parameter), —Ebenen (2 Parameter) oder —Räume (3 Parameter) sind nur durch das Symbol C, A, F oder I gekennzeichnet.

Diese Harker-Maxima sind für die Raumgruppen ebenso charakteristisch wie die Koordinaten der allgemeinen Punktlage, aus denen sie gewonnen worden sind. Lage und Gewichte der Harker-Maxima gestatten im triklinen, monoklinen und orthorhombischen Fall eine eindeutige Raumgruppenbestimmung. Von den enantiomorphen Paaren abgesehen, gilt dies allgemein. Die praktische Schwierigkeit liegt im Erkennen der Maxima einer aus den beobachteten  $|F|^2$ -Werten berechneten Pattersonsynthese als Harker-Maxima und in der Notwendigkeit der Verwendung dreidimensionaler Synthesen auf absoluter Basis.

Tabelle 4

Raumgruppe	Lage und Gewichte der Harker-Maxima
<b>Triklin</b>	
$C_1^1 - P 1$	000/1
$C_i^1 - P \bar{1}$	2x, 2y, 2z/1
<b>Monoklin</b>	
$C_s^1 - Pm$	0, 2y, 0/1
$C_s^2 - Pc$	0, 2y, $\frac{1}{2}$ /1
$C_s^3 - Cm$	0, 2y, 0/2 + C
$C_s^4 - Cc$	0, 2y, $\frac{1}{2}$ /2 + C
$C_2^1 - P 2$	2x, 0, 2z/1
$C_2^2 - P 2_1$	2x, $\frac{1}{2}$ , 2z/1
$C_2^3 - C 2$	2x, 0, 2z/2 + C
$C_{2h}^1 - P 2/m$	0, 2y, 0/2; 2x, 0, 2z/2; 2x, 2y, 2z/1
$C_{2h}^2 - P 2_1/m$	0, $\frac{1}{2} + 2y$ , 0/2; 2x, $\frac{1}{2}$ , 2z/2; 2x, 2y, 2z/1
$C_{2h}^3 - C 2/m$	0, 2y, 0/4; 2x, 0, 2z/4 + C
$C_{2h}^4 - P 2/c$	0, 2y, $\frac{1}{2}$ /2; 2x, 0, $\frac{1}{2} + 2z/2$
$C_{2h}^5 - P 2_1/c$	0, $\frac{1}{2} + 2y$ , $\frac{1}{2}$ /2; 2x, $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{2} + 2z/2$
$C_{2h}^6 - C 2/c$	0, 2y, $\frac{1}{2}$ /4; 2x, 0, $\frac{1}{2} + 2z/4 + C$
<b>Orthorhombisch</b>	
$C_{2v}^1 - Pmm$	2x, 0, 0/2; 0, 2y, 0/2; 2x, 2y, 0/1
$C_{2v}^2 - Pmc$	2x, 0, 0/2; 0, 2y, $\frac{1}{2}$ /2; 2x, 2y, $\frac{1}{2}$ /1
$C_{2v}^3 - Pcc$	2x, 0, $\frac{1}{2}$ /2; 0, 2y, $\frac{1}{2}$ /2; 2x, 2y, 0/1
$C_{2v}^4 - Pma$	$\frac{1}{2} + 2x$ , 0, 0/2; $\frac{1}{2}$ , 2y, 0/2; 2x, 2y, 0/1
$C_{2v}^5 - Pca$	$\frac{1}{2} + 2x$ , 0, $\frac{1}{2}$ /2; $\frac{1}{2}$ , 2y, 0/2; 2x, 2y, $\frac{1}{2}$ /1
$C_{2v}^6 - Pnc$	2x, $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{2}$ /2; 0, $\frac{1}{2} + 2y$ , $\frac{1}{2}$ /2; 2x, 2y, 0/1
$C_{2v}^7 - Pmn$	2x, 0, 0/2; $\frac{1}{2}$ , 2y, $\frac{1}{2}$ /2; $\frac{1}{2} + 2x$ , 2y, $\frac{1}{2}$ /1
$C_{2v}^8 - Pba$	$\frac{1}{2} + 2x$ , $\frac{1}{2}$ , 0/2; $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{2} + 2y$ , 0/2; 2x, 2y, 0/1
$C_{2v}^9 - Pna$	$\frac{1}{2} + 2x$ , $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{2}$ /2; $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{2} + 2y$ , 0/2; 2x, 2y, $\frac{1}{2}$ /1
$C_{2v}^{10} - Pnn$	$\frac{1}{2} + 2x$ , $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{2}$ /2; $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{2} + 2y$ , $\frac{1}{2}$ /2; 2x, 2y, 0/1
$C_{2v}^{11} - Cmm$	2x, 0, 0/4; 0, 2y, 0/4; 2x, 2y, 0/2 + C
$C_{2v}^{12} - Cmc$	2x, 0, 0/4; 0, 2y, $\frac{1}{2}$ /4; 2x, 2y, $\frac{1}{2}$ /2 + C
$C_{2v}^{13} - Ccc$	2x, 0, $\frac{1}{2}$ /4; 0, 2y, $\frac{1}{2}$ /4; 2x, 2y, 0/2 + C
$C_{2v}^{14} - Amm$	2x, 0, 0/4; 0, 2y, 0/4; 2x, 2y, 0/2 + A
$C_{2v}^{15} - Abm$	2x, $\frac{1}{2}$ , 0/4; 0, $\frac{1}{2} + 2y$ , 0/4; 2x, 2y, 0/2 + A
$C_{2v}^{16} - Ama$	$\frac{1}{2} + 2x$ , 0, 0/4; $\frac{1}{2}$ , 2y, 0/4; 2x, 2y, 0/2 + A
$C_{2v}^{17} - Aba$	$\frac{1}{2} + 2x$ , $\frac{1}{2}$ , 0/4; $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{2} + 2y$ , 0/4; 2x, 2y, 0/2 + A
$C_{2v}^{18} - Fmm$	2x, 0, 0/8; 0, 2y, 0/8; 2x, 2y, 0/4 + F
$C_{2v}^{19} - Fdd$	$\frac{1}{4} - 2x$ , $\frac{1}{4}$ , $\frac{1}{4}$ /4; $\frac{1}{4}$ , $\frac{1}{4} - 2y$ , $\frac{1}{4}$ /4; 2x, 2y, 0/4 + F
$C_{2v}^{20} - Imm$	2x, 0, 0/4; 0, 2y, 0/4; 2x, 2y, 0/2 + I
$C_{2v}^{21} - Iba$	$\frac{1}{2} + 2x$ , $\frac{1}{2}$ , 0/4; $\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{2} + 2y$ , 0/4; 2x, 2y, 0/2 + I
$C_{2v}^{22} - Ima$	$\frac{1}{2} + 2x$ , 0, 0/4; $\frac{1}{2}$ , 2y, 0/4; 2x, 2y, 0/2 + I

(Fortsetzung Tabelle 4)

Raumgruppe	Lage und Gewichte der Harker-Maxima
$D_2^1 - P 222$	$2x, 2y, 0/1; 0, 2y, 2z/1; 2x, 0, 2z/1$
$D_2^2 - P 222_1$	$2x, 2y, \frac{1}{2}/1; 0, 2y, 2z/1; 2x, 0, \frac{1}{2} + 2z/1$
$D_2^3 - P 2_1 2_1 2$	$2x, 2y, 0/1; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 2z/1; \frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, 2z/1$
$D_2^4 - P 2_1 2_1 2_1$	$\frac{1}{2} + 2x, 2y, \frac{1}{2}/1; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 2z/1; 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/1$
$D_2^5 - C 222_1$	$2x, 2y, \frac{1}{2}/2; 0, 2y, 2z/2; 2x, 0, \frac{1}{2} + 2z/2 + C$
$D_2^6 - C 222$	$2x, 2y, 0/2; 0, 2y, 2z/2; 2x, 0, 2z/2 + C$
$D_2^7 - F 222$	$2x, 2y, 0/4; 0, 2y, 2z/4; 2x, 0, 2z/4 + F$
$D_2^8 - I 222$	$2x, 2y, 0/2; 0, 2y, 2z/2; 2x, 0, 2z/2 + I$
$D_2^9 - I 2_1 2_1 2_1$	$\frac{1}{2} + 2x, 2y, \frac{1}{2}/2; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 2z/2; 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/2 + I$
$D_{2h}^1 - P m m m$	$2x, 0, 0/4; 0, 2y, 0/4; 0, 0, 2z/4; 2x, 2y, 0/2; 0, 2y, 2z/2;$ $2x, 0, 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^2 - P n n n$	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{4}/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/4; 2x, 2y, 0/2;$ $0, 2y, 2z/2; 2x, 0, 2z/2; \frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{2} + 2z/1$
$D_{2h}^3 - P c c m$	$2x, 0, \frac{1}{4}/4; 0, 2y, \frac{1}{4}/4; 0, 0, 2z/4; 2x, 2y, 0/2; 0, 2y, \frac{1}{2} + 2z$ $/2; 2x, 0, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^4 - P b a n$	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, 0/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 0/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 2z/4; 2x, 2y, 0/2; 0, 2y,$ $2z/2; 2x, 0, 2z/2; \frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2} + 2y, 2z/1$
$D_{2h}^5 - P m m a$	$\frac{1}{2} + 2x, 0, 0/4; 0, 2y, 0/4; \frac{1}{2}, 0, 2z/4; \frac{1}{2} + 2x, 2y, 0/2; \frac{1}{2},$ $2y, 2z/2; 2x, 0, 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^6 - P n n a$	$2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{4}/4; \frac{1}{2}, 0, 2z/4; \frac{1}{2} + 2x, 2y, 0/2; 0,$ $\frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{2} + 2z/2; \frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^7 - P m n a$	$2x, 0, 0/4; \frac{1}{2}, 2y, \frac{1}{4}/4; \frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2} + 2z/4; \frac{1}{2} + 2x, 2y, \frac{1}{2}/2; 0, 2y,$ $2z/2; \frac{1}{2} + 2x, 0, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^8 - P c c a$	$\frac{1}{2} + 2x, 0, \frac{1}{4}/4; 0, 2y, \frac{1}{4}/4; \frac{1}{2}, 0, 2z/4; \frac{1}{2} + 2x, 2y, 0/2; \frac{1}{2},$ $2y, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, 0, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^9 - P b a m$	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, 0/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 0/4; 0, 0, 2z/4; 2x, 2y, 0/2; \frac{1}{2},$ $\frac{1}{2} + 2y, 2z/2; \frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^{10} - P c c n$	$\frac{1}{2} + 2x, 0, \frac{1}{4}/4; 0, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{4}/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 2z/4; \frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2} + 2y,$ $0/2; \frac{1}{2}, 2y, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^{11} - P b c m$	$2x, \frac{1}{2}, 0/4; 0, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{4}/4; 0, 0, \frac{1}{2} + 2z/4; 2x, 2y, \frac{1}{2}/2; 0,$ $\frac{1}{2} + 2y, 2z/2; 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^{12} - P n n m$	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{4}/4; 0, 0, 2z/4; 2x, 2y, 0/2; \frac{1}{2},$ $\frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{2} + 2z/2; \frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^{13} - P m m n$	$2x, 0, 0/4; 0, 2y, 0/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 2z/4; 2x, 2y, 0/2; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y,$ $2z/2; \frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, 2z/2; \frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2} + 2y, 2z/1$
$D_{2h}^{14} - P b e n$	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, 0/4; 0, 2y, \frac{1}{4}/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/4; \frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2} + 2y,$ $\frac{1}{2}/2; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 2z/2; 2x, 0, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^{15} - P b c a$	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, 0/4; 0, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{4}/4; \frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2} + 2z/4; \frac{1}{2} + 2x, 2y,$ $\frac{1}{2}/2; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 2z/2; 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$
$D_{2h}^{16} - P n m a$	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}/4; 0, \frac{1}{2} + 2y, 0/4; \frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2} + 2z/4; \frac{1}{2} + 2x, 2y,$ $\frac{1}{2}/2; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{2} + 2z/2; 2x, \frac{1}{2}, 2z/2; 2x, 2y, 2z/1$

(Fortsetzung Tabelle 4)

Raumgruppe	Lage und Gewichte der Harker-Maxima
$D_{2h}^{17}$ – Cmcm	$2x, 0, 0/8; 0, 2y, \frac{1}{2}/8; 0, 0, \frac{1}{2} + 2z/8; 2x, 2y, \frac{1}{2}/4; 0, 2y, 2z/4; 2x, 0, \frac{1}{2} + 2z/4; 2x, 2y, 2z/2 + C$
$D_{2h}^{18}$ – Cmca	$2x, 0, 0/8; 0, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{2}/8; 0, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/8; 2x, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{2}/4; 0, 2y, 2z/4; 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/4; 2x, 2y, 2z/2 + C$
$D_{2h}^{19}$ – Cmmm	$2x, 0, 0/8; 0, 2y, 0/8; 0, 0, 2z/8; 2x, 2y, 0/4; 0, 2y, 2z/4; 2x, 0, 2z/4; 2x, 2y, 2z/2 + C$
$D_{2h}^{20}$ – Ccem	$2x, 0, \frac{1}{2}/8; 0, 2y, \frac{1}{2}/8; 0, 0, 2z/8; 2x, 2y, 0/4; 0, 2y, \frac{1}{2} + 2z/4; 2x, 0, \frac{1}{2} + 2z/4; 2x, 2y, 2z/2 + C$
$D_{2h}^{21}$ – Cmca	$\frac{1}{2} + 2x, 0, 0/8; 0, 2y, 0/8; \frac{1}{2}, 0, 2z/8; \frac{1}{2} + 2x, 2y, 0/4; \frac{1}{2}, 2y, 2z/4; 2x, 0, 2z/4; 2x, 2y, 2z/2 + C$
$D_{2h}^{22}$ – Ccca	$\frac{1}{2} + 2x, 0, \frac{1}{2}/8; 0, 2y, \frac{1}{2}/8; \frac{1}{2}, 0, 2z/8; \frac{1}{2} + 2x, 2y, 0/4; \frac{1}{2}, 2y, \frac{1}{2} + 2z/4; 2x, 0, \frac{1}{2} + 2z/4; 2x, 2y, 2z/2 + C$
$D_{2h}^{23}$ – Fmmm	$2x, 0, 0/16; 0, 2y, 0/16; 0, 0, 2z/16; 2x, 2y, 0/8; 0, 2y, 2z/8; 2x, 0, 2z/8; 2x, 2y, 2z/4 + F$
$D_{2h}^{24}$ – Fddd	$\frac{1}{4} + 2x, \frac{1}{4}, \frac{1}{4}/16; \frac{1}{4}, \frac{1}{4} + 2y, \frac{1}{4}/16; \frac{1}{4}, \frac{1}{4}, \frac{1}{4} + 2z/16; 2x, 2y, 0/8; 0, 2y, 2z/8; 2x, 0, 2z/8; \frac{1}{4} + 2x, \frac{1}{4} + 2y, \frac{1}{4} + 2z/4 + F$
$D_{2h}^{25}$ – Immm	$2x, 0, 0/8; 0, 2y, 0/8; 0, 0, 2z/8; 2x, 2y, 0/4; 0, 2y, 2z/4; 2x, 0, 2z/4; 2x, 2y, 2z/2 + I$
$D_{2h}^{26}$ – Ibam	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, 0/8; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 0/8; 0, 0, 2z/8; 2x, 2y, 0/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 2z/4; \frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, 2z/4; 2x, 2y, 2z/2 + I$
$D_{2h}^{27}$ – Ibca	$\frac{1}{2} + 2x, \frac{1}{2}, 0/8; 0, \frac{1}{2} + 2y, \frac{1}{2}/8; \frac{1}{2}, 0, \frac{1}{2} + 2z/8; \frac{1}{2} + 2x, 2y, \frac{1}{2}/4; \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2y, 2z/4; 2x, \frac{1}{2}, \frac{1}{2} + 2z/4; 2x, 2y, 2z/2 + I$
$D_{2h}^{28}$ – Imma	$\frac{1}{2} + 2x, 0, 0/8; 0, 2y, 0/8; \frac{1}{2}, 0, 2z/8; \frac{1}{2} + 2x, 2y, 0/4; \frac{1}{2}, 2y, 2z/4; 2x, 0, 2z/4; 2x, 2y, 2z/2 + I$

### Literatur

- P. NIGGLI: Geometrische Kristallographie des Diskontinuums. Leipzig, Gebr. Bornträger, 1919.  
W. NOWACKI: Beziehungen zwischen der Symmetrie des Kristall-, Fourier- und Patterson-Raumes. Schweiz. Min. Petr. Mitt. **30** (1950) 147—160.

Eingegangen, den 2. Oktober 1950.

Abteilung für Kristallographie und Strukturlehre, Mineral.-Petr. Inst. Univ. Bern.