

# Drehtisch-Untersuchungen an Bytownit aus einem Basalt von Island

Autor(en): **Glauser, Alfred**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **51 (1971)**

Heft 2-3

PDF erstellt am: **20.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-39833>

## Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# **Drehtisch-Untersuchungen an Bytownit aus einem Basalt von Island**

Von *Alfred Glauser* (Basel)\*)

Mit 6 Textfiguren und 2 Tabellen

## **Summary**

In the first part of an investigation on the universalstage concerning bytownites in a basalt of Island, the optical orientation of several twin-groups by means of Euler angels is given. It allowed the determination of the An-content ranging in the average from 81 to 85%. The chemical analysis of separated crystals taken out from the same hand-specimens as the slides were made showed: 82,6% An, 16,8% Ab and 0,6% Or. The determination of the An-content by optical means matches far better with the chemical result by using the high-temperature-curves instead the low-ones. This might not absolutely mean that this bytownite is of high-temperature-stage. However the chemical and geological reasons are strong indications for it.

In the second part some twins after (001) are shortly treated. The following laws seem to occur: Manebach, Ala and Manebach-Ala-Complex. Beside them the pericline law is present. Complexly built twin groups revealed twinlike relations between two individuals, the one taking part on twinning after (010), the other on (001), resp. pericline.

## **Zusammenfassung**

Im 1. Teil der vorliegenden Drehtisch-Untersuchung an Bytownit eines Olivinbasaltes aus Island wurde anhand der Eulerwinkel 1. Art die optische Orientierung einiger Zwillinggruppen ermittelt. Sie erlaubte die Bestimmung der An-Gehalte mittels der Tafeln und Tabellen in BURRI, PARKER, WENK (1967). Anhand der Migrationskurven für Hochtemperatur-Plagioklase sind bei den geprüften Bytownit-Zwillingen in den beiden Dünnschliffen An-Gehalte von 79–85%, bzw. 81% als Mittelwerte bestimmt worden. Meine chemische Analyse aus separierten Bytowniten dieses Gesteins ergab: 82,6% An, 16,8% Ab und 0,6% Or. Würde die An-Bestimmung auf optischem Weg mittels der Tiefkurven vorgenommen, fiel der An-Gehalt gegenüber demjenigen aus der chemischen Analyse zu hoch aus, was natürlich nicht unbedingt heisst, dass es sich bei dem hier untersuchten Bytownit um eine Hochform handeln muss. Immerhin ist dies aus geologischen und chemischen Gründen jetzt wahrscheinlich.

Im 2. Teil wurden einige Zwillinge nach (001) behandelt. Manebach-, Ala- und Mane-

---

\*) Adresse: Dr. A. Glauser, Rütliweg 68, 4143 Dornach (SO).

bach-Ala-Komplex-Gesetz scheinen vorzuliegen. Auch ist das Periklin-Gesetz vertreten. In den komplex aufgebauten Zwillingen dieses Bytownits können zwillingsartige Beziehungen zwischen Individuen gefunden werden, die aus der Kombination von Zwillingsgesetzen nach (010) und (001), resp. Periklin hervorgehen.

### Einleitung

Die vorliegende Untersuchung befasst sich in ihrem 1. Teil mit der optischen Orientierung von Bytownit in einem olivinführenden Basalt aus Südwest-Island. Der Fundpunkt der Proben Isl. 25b und 25c der Sammlung des Mineralogisch-Petrographischen Institutes in Basel befindet sich nordwestlich Kleinfarvatn, an der Strasse Hafnarfjörður-Krisuvík. Das Gestein wurde von GLAUSER und WENK (1960) beschrieben. In dieser Arbeit wurde auch die mittlere optische Orientierung des in 25b vorkommenden Bytownites auf Grund zweier synoptischen Stereogramme in Eulerwinkeln 1. Art wiedergegeben. Die aus diesem Handstück (Nr. 11 in der oben erwähnten Veröffentlichung) separierten Plagioklas-Einsprenglinge sind von mir seinerzeit chemisch analysiert worden und ergaben einen An-Gehalt von 82,6%. Dazu ist zu bemerken, dass nicht die optisch untersuchten Körner analysiert wurden.

Bei den am Drehtisch geprüften Bytownit-Kristallen handelt es sich um ziemlich grosse, unzersetzte Zwillinggruppen. Oft zeigen sie mehr oder weniger gerundete, z. T. buchtige Umrisse, die wohl auf Korrosion zurückzuführen sind (fehlendes physikalisch-chemisches Gleichgewicht zwischen Schmelze und Kristallit während der Abkühlung des Basalts). Meist sind die Plagioklase nach (010) verzwillingt. Zur optischen Orientierung erwiesen sich – wie in früheren Fällen – kombinierte Zwillingstöcke als am besten geeignet. Leider konnte das Karlsbader Gesetz nicht ausgewertet werden, weil in der stereographischen Projektion die optischen Symmetrieachsen  $[n_\beta]$  der Partner zu kleine Winkel miteinander bilden. Da im allgemeinen die untersuchten Kristalle etwas zonar gebaut sind, war die Ermittlung der Indikatrixlage bisweilen etwas erschwert. Im Dünnschliff 25b konnten von sieben untersuchten Zwillingen deren drei zur optischen Orientierung verwendet werden; im Präparat 25c jedoch nur fünf von insgesamt 33. Die am Drehtisch erhaltenen Messdaten, ferner die die Konstruktion der Zwillingachsen betreffenden Angaben nebst den Eulerwinkeln 1. Art der optischen Orientierung sind in der Tabelle 1 enthalten. Wie in früheren derartigen Untersuchungen konnten auch in der vorliegenden die optischen Achsen A in mehreren Fällen nicht gemessen werden; in anderen scheint ihre Bestimmung etwas fraglich zu sein, so dass von der Anwendung der von R. L. Parker vorgeschlagenen Eulerwinkel 2. Art leider abgesehen werden musste.

Im 2. Teil dieser Untersuchung werden kurz einige Zwillinge nach (001), resp. Periklin dieses Bytownites behandelt. Die zugehörigen Messdaten finden sich auch in der Tabelle 1.

**I. Die Zwillinggruppen nach (010), ihre optische Orientierung und die mutmasslichen An-Gehalte**

Dünnschliff 25b:

*Zwillinggruppe 3 ABCD:* Vier grosse langgestreckte Individuen sind nach den drei Gesetzen Albit, Karlsbad und Roc Tourné verzwillingt. Von zwei untersuchten Partien konnten nur in der einen Symmetrieverhältnisse festgestellt werden, welche die optische Orientierung der Partner erlaubten. Aber auch hier sind jene keineswegs ideal. Wie die Tabelle 1 zeigt, streuen die entsprechenden Eulerwinkel eher stark. Ihr arithmetisches Mittel ist:

$$\phi \ 24^\circ \quad \theta \ 36^\circ \quad \psi \ -5^\circ \quad 2 V_\gamma \ 96,5^\circ$$

Die Eulerwinkel der einzelnen Partner weichen nicht mehr als  $2^\circ$  von diesen Mittelwerten ab.

Die entsprechenden An-Gehalte, nach den Hoch- und Tieftemperatur-Kurven der Tafeln I und XII in BURRI, PARKER, WENK (1967) sind die folgenden:

$$\begin{array}{llll} \text{Hoch:} & \phi \ 84,5\% & \theta \ 85-90\% & \psi \ 84\% \quad 2 V_\gamma^\circ \ 80\% \\ \text{Tief:} & \phi \ 90\% & \theta \ 83\% & \psi \ 91\% \quad 2 V_\gamma^\circ \ 79,5\% \end{array}$$

Die Streuung ist in bezug auf die Hochkurven somit wesentlich kleiner.

*Zwillinggruppe 4 ABEF:* Diese Teilgruppe eines sehr komplex aufgebauten Zwillingstockes, in welchem neben den Gesetzen nach (010) noch weitere verwirklicht sind, erlaubte die Bestimmung der Indikatrixlage auf Grund der folgenden Symmetrieelemente: Zwillingssachse des Albitgesetzes EF und des Roc-Tourné-Gesetzes BF. Die gemittelten Eulerwinkel,  $2 V_\gamma$  und die diesen optischen Daten entsprechenden An-Gehalte – nur nach den Hochtemperaturkurven interpretiert – sind:

$$\phi \ 27^\circ (81\%) \quad \theta \ 35,5^\circ (81\%) \quad \psi \ -3^\circ (82\%) \quad 2 V_\gamma \ 98^\circ (85\%)$$

Der mittlere An-Gehalt mag ungefähr 82% betragen.

*Zwillinggruppe 7 CDF:* Die drei Individuen stellen ebenfalls nur eine Teilgruppe aus einem grösseren Zwillingstock dar. Sie sind nach den drei Gesetzen Albit, Karlsbad und Roc Tourné verzwillingt. Die optische Orientierung wurde anhand der Albit-Zwillingssachse CF und derjenigen des Roc-Tourné-Gesetzes CD versucht. Die Eulerwinkel,  $2 V_\gamma$  und die nach den Hochtemperaturkurven gedeuteten An-Gehalte sind die folgenden:

$$\phi \ 23,5^\circ (85\%) \quad \theta \ 36^\circ (85-90\%) \quad \psi \ -5^\circ (85\%) \quad 2 V_\gamma \ 100^\circ (91\%)$$

Der mittlere An-Gehalt dürfte um 85% liegen – immer unter der Voraussetzung, dass es sich bei diesem Bytownit um einen Hochtemperatur-Plagioklas handelt.

Das arithmetische Mittel der Eulerwinkel und von  $2 V_\gamma$  der drei untersuchten Zwillingssverbände im Dünnschliff 25b ist:

$$\phi 25^\circ (83\%) \quad \theta 36^\circ (\text{ca. } 85\%) \quad \psi -4,5^\circ (83,5\%) \quad 2 V_\gamma 98^\circ (85\%)$$

Hinter den Eulerwinkeln ist wiederum der nach den Hochtemperaturkurven eruierte An-Gehalt angegeben. Die chemische Analyse ergab die folgenden Werte: An 82,6%, Ab 16,8% und Or 0,6%. In GLAUSER und WENK (1960) ist die optische Orientierung anhand zweier synoptischen Stereogramme bestimmt worden. Sie sei hier wiedergegeben:

$$\begin{array}{llll} 11a: & \phi 24^\circ & \theta 36,5^\circ & \psi -6^\circ \\ 11b: & \phi 24^\circ & \theta 35,5^\circ & \psi -5,7^\circ \quad 2 V_\gamma 98^\circ{}^1) \end{array}$$

Für den Vergleich des optisch erhaltenen An-Gehaltes mit dem auf chemischem Weg ermittelten scheint vor allem das Stereogramm 11b massgebend zu sein, da ihm eine grössere Anzahl von Messungen zugrunde liegt. Die ihm entnommenen Eulerwinkel weisen anhand der Hochkurven auf einen An-Gehalt von ca. 83%. Die Basizität der drei hier besprochenen Zwillingssgruppen kommt diesem Wert nahe.

In diesem Zusammenhang sei auf den Bytownit von Cape Parry hingewiesen (E. WENK, H. R. WENK und H. SCHWANDER (1968), an dem die folgenden Eulerwinkel bestimmt worden sind:

$$\phi 24,5^\circ \quad \theta 37^\circ \quad \psi -4,5^\circ \quad 2 V_\gamma 97^\circ$$

Die Lage der Indikatrix ist also derjenigen des vorliegenden Isländer Bytownites recht ähnlich. Der Bytownit von Cape Parry hat nach der chemischen Analyse einen An-Gehalt von 84,8%. Er scheint also leicht basischer zu sein als der Isländer.

Was die Ermittlung des An-Gehaltes aus den Köhlerwinkeln des Albit- und Roc-Tourné-Gesetzes betrifft, kann – wie aus der Tabelle 2 zu entnehmen ist – ein durchschnittlicher An-Gehalt von 85% eruiert werden – wiederum unter der Voraussetzung, dass als Grundlage die Hochtemperaturkurven benutzt werden, wie sie in den Tafeln XII und XIV in BURRI, PARKER, WENK (1967) veröffentlicht worden sind.

#### Dünnschliff 25c:

In diesem Präparat konnten im ganzen fünf Zwillingssgruppen, an welchen Albit- und Roc-Tourné-Gesetz verwirklicht sind, zur optischen Orientierung ausgewertet werden.

<sup>1)</sup> In GLAUSER und WENK (1960) findet sich auf p. 44 ein Versehen: Der Achsenwinkel  $2V_\gamma$  für 11a (25b) von  $101,6^\circ$  gehört zu Nr. 14. Der 11a zukommende Achsenwinkel beträgt richtigerweise  $98^\circ$ .

*Zwillingsgruppe 15 ABCD*: Sie ist nach den Albit-, Karlsbad- und Roc-Tourné-Gesetzen verzwillingt, wobei breite Lamellen von zum Teil recht schmalen getrennt sind (Fig. 1). Bei den Individuen A, B und C konnte die Lage der Indikatrix mit hinreichender Genauigkeit bestimmt werden. Die gemittelten Eulerwinkel und  $2 V_\gamma$  mit den mittels der Hochtemperaturkurven erhaltenen An-Werten sind:

$$\phi \ 26^\circ \ (82\%) \quad \theta \ 35^\circ \ (78\%) \quad \psi \ -3,5^\circ \ (83\%) \quad 2 V_\gamma \ 97,5^\circ \ (83\%)$$

Wiederum ist es der Winkel  $\theta$ , der infolge des flachen Verlaufs der Migrationskurve in diesem Bereich, einen ungenauen Wert ergibt. Unter der Voraussetzung, dass es sich bei diesem Bytownit um eine Hochform handelt, liegt wohl ein mittlerer An-Gehalt von 82–83% vor.

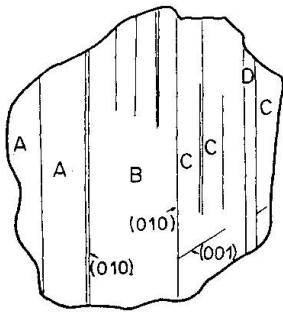


Fig. 1. Zwillingsgruppe 15.

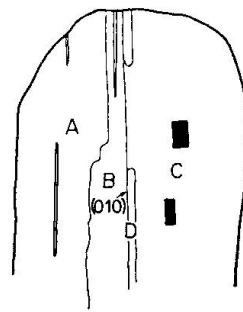


Fig. 2. Zwillingsgruppe 18 mit Erzeinschlüssen.

*Zwillingsgruppe 18 ABCD*: Die drei Zwillingsgesetze Albit, Karlsbad und Roc Tourné sind an einer grossen Gruppe verwirklicht, deren oberer Teil in der Fig. 2 wiedergegeben ist. Die beiden im Individuum C eingeschlossenen Erzkörner sind vielleicht kristallographisch gesetzmässig orientiert, indem die grössere Fläche der beiden rechteckigen Schnitte durch das opake Mineral (010) und die kleinere (001) (?) des Individ. C darzustellen scheinen. Die teilweise unregelmässig verlaufende Abgrenzung von A gegen B ist eine Erscheinung, die bei Feldspat-Zwillingen hin und wieder beobachtet werden kann. Die ziemlich schmale Lamelle D konnte zur Eruierung der Indikatrixlage nicht verwendet werden, da die Konstruktion der Zwillingsachsen BD und CD zu grosse Fehlerdreiecke ergab. Die arithmetischen Mittel der Eulerwinkel und der optischen Achsen nebst den dazugehörigen An-Gehalten sind:

$$\phi \ 28^\circ \ (81\%) \quad \theta \ 35,5^\circ \ (81\%) \quad \psi \ -1^\circ \ (81\%) \quad 2 V_\gamma \ 95,5^\circ \ (79\%)$$

*Zwillingsgruppe 22 ABCD*: Die vier breiten Lamellen dieses Systems sind untereinander nach den folgenden Gesetzen verzwillingt: Albit, Karlsbad und Roc Tourné. Die gemittelten Eulerwinkel, Achsenwinkel und die entsprechenden An-Gehalte lauten:

$$\phi \ 26^\circ \ (82\%) \quad \theta \ 35,5^\circ \ (81\%) \quad \psi \ -2,2^\circ \ (81,5\%) \quad 2 V_\gamma \ 97,5^\circ \ (83\%)$$



82% ist ein solcher Achsenwinkel bei typischen Hochtemperatur-Bytowniten eindeutig zu hoch.

Obschon aus dem optisch ermittelten An-Gehalt von wenigen Kristallen kaum auf die genauere Basizität der Plagioklase in diesem Basalt geschlossen werden darf, möge das arithmetische Mittel der aus den vier Zwillinggruppen mit normaler Indikatrixlage eruierten Eulerwinkel bestimmt werden. Der Kristall Nr. 28 wurde also nicht berücksichtigt. Die errechneten Mittelwerte der Eulerwinkel mit den dazugehörigen, anhand der Hochtemperaturkurven abgelesenen An-Gehalten sind die folgenden:

$$\phi \ 27,5^\circ \ (81\%) \quad \theta \ 35,3^\circ \ (80\%) \quad \psi \ -1,2^\circ \ (81\%) \quad 2 V_\gamma \ 96,8^\circ \ (80,5\%)$$

Was die aus den Köhlerwinkeln ermittelten An-Gehalte betrifft, sei auf die Tabelle 2 verwiesen. Der durchschnittliche An-Gehalt jener vier Zwillinggruppen mit normaler Indikatrixlage beläuft sich auf 81,5%, wiederum unter der Voraussetzung, dass nach den Hochtemperaturkurven interpretiert wird. In der erwähnten Tabelle 2 sind die Winkel, welche die gleichnamigen optischen Vektoren der Zwillingspartner mit den betreffenden Zwillingachsen bilden, einzeln als Summanden angeführt worden. Diese Darstellungsweise erlaubt einen weiteren Einblick in die Qualität der Symmetrieverhältnisse der untersuchten Zwillinggruppen.

## II. Zwillinge nach (001), resp. Periklin

Neben der überwiegenden Anzahl an Zwillingen nach (010) kommen in den untersuchten Dünnschliffen auch solche nach der Basis und Periklin vor. Im folgenden seien vier Beispiele kurz beschrieben. Die Messungen finden sich auch in der Tabelle 1.

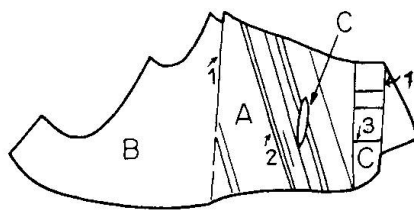


Fig. 4. Zwillingengruppe 6.

*Zwillingengruppe 6* (Schliff 25b). Es handelt sich um einen komplex gebauten Zwillingenstock (Fig. 4), an dem die folgenden Gesetze verwirklicht zu sein scheinen: AB: Manebach, AC: Manebach-Ala-Komplex und BC: Ala. Überdies sind im Individuum A sehr schmale Lamellen sichtbar, deren Verwachsungsflächen sehr wahrscheinlich der rhombische Schnitt darstellt. Eine derartige Periklin-Lamellierung ist in den Feldspäten dieses Gesteins eher selten. Leider sind die Fehlerdreiecke der Zwillingachsen z. T. gross, so dass ihre Position im entsprechenden Stereogramm der Migrationskurven nicht erläutert



werden soll. Immerhin sei erwähnt, dass sie sich nach Tafel X in BURRI, PARKER, WENK (1967) identifizieren lassen, wobei freilich im Fall AC nicht entschieden werden kann, ob die Zwillingsachse  $[010]$  (Aklingsesetz) oder  $\perp (100)$  in  $(001)$  (Manebach-Ala-Komplex-Gesetz) handelt. Die Tatsache jedoch, dass dieser Zwillingstyp offenbar gemeinsam mit dem Manebach- und dem Ala-gesetz vorkommt, spricht sehr für das Komplex-Gesetz (BURRI, PARKER, WENK (1967), S. 73). Der Pol der Fläche  $(001)$  der Individuen A und B weist – nach den Hochkurven des Stereogrammes IX interpretiert – auf einen An-Gehalt zwischen 80 und 85%. Der Pol der Periklinfläche in B bildet mit demjenigen von  $(001)$  einen Winkel von  $9^\circ$  und hat hinsichtlich der Migrationskurve von  $(001)$  eine typische Lage inne.

*Zwillingsgruppe 32* (Schliff 25 c). Eine kleine Gruppe, deren Hauptindividuen nach dem Roc-Tourné-Gesetz verzwillingt sind (Fig. 5), enthält Periklin-Lamellen, von welchen die eine (C) im Ind. A optisch gemessen werden konnte. Im Individuum B sind neben den Verwachsungsflächen mit einer dünnen Lamelle, die mit dem enthaltenden Ind. auch nach dem Periklin-Gesetz verzwillingt sein dürfte, Spaltrisse nach  $(001)$  vorhanden. Diese bilden mit der Periklin-Fläche einen Winkel von  $8^\circ$ . Währenddem der Pol der Fläche  $(001)$  von B auf die Hochtemperatur-Migrationskurve der Tafel IX fällt, auf einen An-Gehalt von ca. 90%weisend, sticht die Normale zur Periklinfläche links und unterhalb der entsprechenden Migrationskurve aus. Die Zwillingsachse des Periklin-Gesetzes AC ist ziemlich genau bestimmbar. Ihr Pol weicht maximal  $2^\circ$  von der Hochkurve  $[010]$  ab und deutet auf einen An-Gehalt von ca. 90%, währenddem der Pol der Fläche  $(010)$  und die Zwillingsachse des Roc-Tourné-Gesetzes im Mittel eher auf ca. 85% schliessen lassen.

*Zwillingsgruppe 7 AB* (Schliff 25 b). Ein sehr komplex gebauter Zwillingstock, in welchem die Individuen C, D und F optisch orientiert werden konnten, weist verschiedene Zwillinge nach  $(001)$  auf, bei denen die Konstruktion der Zwillingsachsen grösstenteil zu mangelhaften Ergebnissen führte. Einzig beim Manebach-Zwilling AB liess sich die Normale zu  $(001)$  genau konstruieren. Neben des Basis als Verwachsungsfläche der Partner kommen in beiden Individuen Spaltrisse vor, die spitzwinklig zu  $(001)$  verlaufen und möglicherweise Vizinalen zu dieser Fläche darstellen. Daneben ist im Ind. A eine sehr dünne Lamelle eingelagert, bei der es sich um Periklin-Verzwillingung handeln dürfte. Ihre Begrenzungsflächen bilden mit  $(001)$  einen Winkel von ca.  $9^\circ$ . Die Zwillingsachse des Manebach-Gesetzes weicht von der Hochkurve  $(001)$  der Tafel IX weniger als  $1^\circ$  ab und deutet auf einen An-Gehalt von ca. 90%. Der Pol der wahrscheinlichen Periklin-Verwachsungsfläche des Partners B hat dabei wiederum die charakteristische Lage unterhalb und etwas links des  $(001)$ -Poles inne.

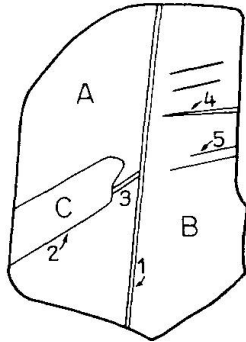


Fig. 5. Zwillingsgruppe 32.

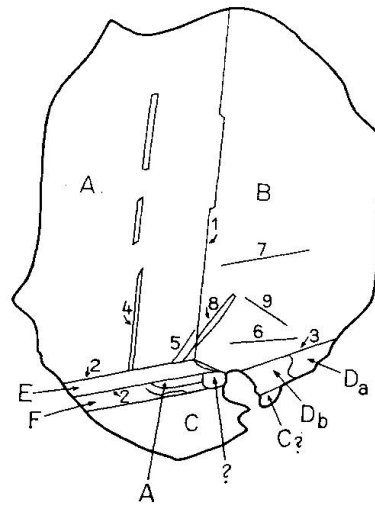


Fig. 6. Zwillingsgruppe 24.

*Zwillingsgruppe 24 ABCDEF* (Schliff 25c) stellt eine komplex aufgebaute Zwillingsgruppe dar (Fig. 6), deren Hauptindividuen entweder nach dem Periklin- oder Manebach-Ala-Komplex-Gesetz verzwillingt zu sein scheinen. Diese beiden grossen Individuen bilden mit wesentlich kleineren und schmalere Zwillingen nach (010). Der Aufbau der Gruppe lässt im grossen eine gewisse Symmetrie in der Anordnung und Lage der Zwillinge erkennen: (AE und BD: Albitgesetz). Die Ungewissheit, um welchen Zwillingstypus es sich bei Hauptgruppe handelt, beruht darauf, dass in beiden Individuen Spaltrisse der Basis fehlen und in der Erscheinung, dass der Pol der Verwachsungsfläche der beiden Individuen deutlich, um mehrere Grade, unterhalb der Hochkurve (001) der Tafel IX liegt. Man kann also nicht entscheiden, ob die Verwachsungsfläche der Hauptindividuen die Basis oder der rhombische Schnitt darstellt. In beiden Individuen sind Spaltrisse verschiedener Richtung und dünne Lamellen vorhanden. Diese letzteren in A scheinen optisch gleich orientiert zu sein wie B. Ihre Begrenzungsflächen weichen nur sehr wenig von der Verwachsungsfläche A/B ab. Die sehr schmale Lamelle in B mit der Verwachsungsfläche 8 scheint mit dem Individuum B nach einem Gesetz verzwillingt zu sein, das nicht eruiert werden konnte, denn weder B noch diese dünne Leiste können optisch orientiert werden. Immerhin kann aus der ungefähren Position von (010) und (001), welches letzteres aus Tafel IX für die betreffende Basizität (85%) übertragen wurde, durch Transformation in das Stereogramm  $\perp c$ , die ungefähre kristallographische Lage der Begrenzungsfläche jener Lamelle (8) erschlossen werden. Ihr Pol liegt ca.  $3^\circ$  entfernt vom Pol (110) in der stereographischen Projektion von Anorthit (siehe Tafel IV in BURRI, PARKER, WENK, 1967).

Was die Zwillingsgesetze nach (010) betrifft, verweise ich auf die Tabelle 1 am Schluss. Erwähnenswert an diesem Zwillingsstock sind zwillingsartige Beziehungen von Individuen, die miteinander nicht durch Verwachsungs-

flächen verbunden sind, sondern die lediglich aus der Kombination je eines Zwillingsgesetzes nach (010) und eines solchen nach Periklin oder  $\perp$  [100] in (001) hervorgehen. Dies ist z. B. der Fall bei den Kombinationen: BF, CD, DE und AD. Die Schnittgeraden der Ebenen durch die gleichartigen optischen Vektoren dieser Partner bilden in der stereographischen Projektion rel. kleine sphärische Dreiecke. Ihre Schwerpunkte befinden sich entweder nahe bei der Zwillingsachse des Roc-Tourné- oder des Albit-Gesetzes. Diese Erscheinung beruht darauf, dass die Zwillingsachse des Manebach-Ala-Komplex-Gesetzes, resp. des Periklin-Gesetzes mit der Normalen zu (010) einen rel. kleinen Winkel bildet, und dass die Lage der optischen Symmetrieachsen eines Zwillings, der mit dem Partner durch (001) oder den rhombischen Schnitt verwachsen ist, nicht sehr von derjenigen abweicht, die sich durch Verwachsung (010) ergibt. Die Kombination einer Verzwillingung nach (010) mit dem Manebach-Ala-Komplex-Gesetz, resp. dem Periklin-Gesetz führt also zu ähnlicher Lagebeziehung gleichnamiger optischer Vektoren wie die Kombination von Zwillingsgesetzen nach (010).

An der Kombination BF möge dieser Sachverhalt kurz erläutert werden: A ist mit F nach dem Karlsbad-Gesetz verzwillingt, andererseits bildet A mit B einen Zwilling nach dem Periklin- oder Manebach-Ala-Komplex-Gesetz. Beim Paar BF, aus der Kombination dieser beiden Zwillingsgesetze hervorgehend, lässt sich annähernd eine Symmetrieachse konstruieren, die in der Nähe derjenigen des Roc-Tourné-Gesetzes aussticht. So ergibt die Kombination des Karlsbad-Gesetzes mit dem Periklin-Gesetz eine ähnliche Lagebeziehung der optischen Symmetrieachsen wie diejenige des Karlsbad- mit dem Albit-Gesetz.

Die Messungen am Universaldrehtisch und die chemischen Plagioklas-Analysen führte ich seinerzeit im Mineralogisch-Petrographischen Institut in Basel aus. Dessen Leiter, Herrn Prof. Wenk, möchte ich für seine Hilfe und wiederum für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danken. Die Untersuchung ist vom Schweiz. Nationalfonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung unterstützt worden, wofür auch an dieser Stelle gedankt sei.

#### Literatur

SMPM = Schweiz. Mineralogische und Petrographische Mitteilungen

- BURRI, C., PARKER, R. L. und WENK, E. (1967): Die optische Orientierung der Plagioklasse. Unterlagen und Diagramme zur Plagioklasbestimmung nach der Drehtischmethode. Birkhäuser-Verlag.
- GLAUSER, A. und WENK, E. (1960): Optische Orientierung und chemische Zusammensetzung einiger Hoch- und Tieftemperatur-Plagioklasse. SMPM 40, 37–53.
- PARKER, R. L. (1961): Betrachtungen über die Wahl von Winkeln zur Charakterisierung der Plagioklasoptik. SMPM 41, 433–442.
- WENK, E., WENK, H.-R. and SCHWANDER, H. (1968): Bytownite from Cape Parry, East Greenland. Amer. Mineral. 53, 1759–1764.

Manuskript eingegangen am 5. Juli 1971.

### Tabelle 1. Die Messungen am Universaldrehtisch

A. Zwillinge nach (010); zur optischen Orientierung verwendet

| Individuum<br>Nr. | Zwillings-<br>gesetz                                 | [n $\gamma$ ] |       | [n $\beta$ ] |       | [n $\alpha$ ] |       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub><br>k° | (010)  |       | (001) |     | Fehler $\Delta$<br>Z.A. RT | Fehler $\Delta$<br>Z.A (010)           | $\Delta$ Z.A.<br>RT-AB | Euler-<br>winkel |                |              | 2 v°<br>(n $\gamma$ ) | An %<br>nach<br>Euler<br>$\Delta$ |
|-------------------|------------------------------------------------------|---------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|-------------------------------------|--------|-------|-------|-----|----------------------------|----------------------------------------|------------------------|------------------|----------------|--------------|-----------------------|-----------------------------------|
|                   |                                                      | n°            | h°    | n°           | h°    | n°            | h°    |                                     | n°     | h°    | n°    | h°  |                            |                                        |                        | $\phi^\circ$     | $\theta^\circ$ | $\psi^\circ$ |                       |                                   |
| Schliff<br>25b    |                                                      |               |       |              |       |               |       |                                     |        |       |       |     |                            |                                        |                        |                  |                |              |                       |                                   |
| 3 A               | AB; CD: A                                            | 310           | +33,5 | 203          | +22   | 266           | -48   | 355,5                               | 5      | +36   | 278   | +4  | AD: 1/2°                   | Normale<br>zu (010)                    | 90°                    | 23,5             | 34,5           | -7           | 96                    | ~80                               |
| 3 B               | AC; BD: K                                            | 53            | +17   |              |       | 325           | -7    |                                     | 5      | +36   | 209   | 0   |                            |                                        |                        | 24               | 36,5           | -4,5         | 84                    |                                   |
| 3 C               | AD; BC: RT                                           |               |       | 31           | -18   | 306           | +15   | 33                                  | 5      | +36   |       |     |                            |                                        |                        | 25               | 38             | -6,5         | 97                    |                                   |
| 3 D               |                                                      | 343,5         | -3    |              |       | 72,5          | +24   |                                     | 5      | +36   |       |     |                            |                                        |                        | 22,5             | 34,5           | -5           | ?                     |                                   |
| 4 A <sub>1</sub>  | A <sub>1</sub> B; E <sub>1</sub> F <sub>1</sub> : A  | 79            | +36   | 30           | -41   | 327           | +28,5 | 10                                  | 30     | +20,5 | 302,5 | -21 | BF <sub>1</sub> : 2°       | E <sub>1</sub> F <sub>1</sub> : 1 1/2° | 88,5°                  | 26,5             | 35,5           | -4,5         | 95                    | 83                                |
| 4 B               | A <sub>1</sub> F <sub>1</sub> ; BF <sub>1</sub> : K  | 352           | -6    |              |       | 264           | +6,5  |                                     | 30     | +22   |       |     |                            |                                        |                        | 27               | 36,5           | -3           | 81                    |                                   |
| 4 E <sub>1</sub>  | A <sub>1</sub> E <sub>1</sub> ; BF <sub>1</sub> : RT | 65            | -10   |              |       | 335           | 0     |                                     | 30     | +22   |       |     |                            |                                        |                        | 27               | 35             | -3           | 82                    |                                   |
| 4 F <sub>1</sub>  |                                                      | 344           | +40   |              |       | 93            | +21   |                                     | 30     | +22   |       |     |                            |                                        |                        | 26,5             | 36             | -3           | 82                    |                                   |
| 7 C               | CD: RT                                               |               |       | 263          | -2    | 353,5         | 0     | 52; 309                             | 308    | +45   |       |     |                            |                                        | 89°                    | 23               | 36             | -5           | 103                   | ~85                               |
| 7 D               | CF: A                                                | 69            | -39   |              |       | 328           | -12   |                                     | 308    | +45   |       |     |                            |                                        |                        | 24,5             | 36,5           | -5,5         |                       | ~85                               |
| 7 F               | DF: K                                                | 132           | +4    | 218          | -43,5 |               |       | 315                                 | 308    | +45   |       |     |                            |                                        |                        |                  |                |              |                       |                                   |
| Schliff<br>25c    |                                                      |               |       |              |       |               |       |                                     |        |       |       |     |                            |                                        |                        |                  |                |              |                       |                                   |
| 15 A              | AB; CD: A                                            |               |       | 87           | -7,5  | 354,5         | -18   | 328,5                               | 34     | +27   |       |     |                            |                                        |                        | 27               | 34,5           | -4           | 98                    | ~83                               |
| 15 B              | AC; BD: K                                            | 40            | -18   | 322          | +35   |               |       | 19                                  |        |       |       |     |                            |                                        |                        | 25,5             | 35             | -7           | 98                    | ~83                               |
| 15 C              | AD; BC: RT                                           | 356           | +2    | 85           | -12   |               |       | 40; 315,5                           | 34     | +27   | 324,5 | -17 |                            | AB: 2°                                 | 89°                    | 25               | 35,5           | -4,5         | 95,5                  | ~82                               |
| 15 D              |                                                      | 266           | -37   | 320          | +38   | 23            | -30,5 | 7,5                                 | 34     | +27   |       |     |                            |                                        |                        |                  |                |              | 95                    |                                   |
| 18 A              | AB; CD: A                                            | 125           | +16,5 | 216          | +3    |               |       | 27                                  | 164    | +46   |       |     |                            |                                        |                        | 26,5             | 35,5           | -1,5         | 92                    | 81                                |
| 18 B              | AC; BD: RT                                           | 233,5         | +48   | 256,5        | -40   |               |       | 326                                 | 164    | +46   |       |     |                            |                                        |                        | 28,5             | 34,5           | -1           | 98                    | ~80                               |
| 18 C              | AD; BC: K                                            | 169           | +2    | 258          | -40   |               |       | 39; 315                             | 164    | +46   |       |     |                            |                                        |                        | 28,5             | 36             | 0            | 95                    | ~82                               |
| 18 D              |                                                      |               |       | 219          | +3    | 129           | -3    | 50; 315                             |        |       |       |     |                            |                                        |                        |                  |                |              |                       |                                   |
| 22 A              | AB; CD: A                                            | 3             | -31,5 | 289          | +24   |               |       | 6,5                                 | 310    | -3    | 37    | -3  |                            | AB: 2°                                 | 89,5°                  | 26               | 35             | -4           | 97                    | ~82                               |
| 22 B              | AC; BD: K                                            | 264           | -17   |              |       | 351           | +10   |                                     | 310    | -35   | 44    | +1  |                            |                                        |                        | 26               | 35,5           | -2           |                       | ~82                               |
| 22 C              | AD; BC: RT                                           |               |       | 106          | -25,5 | 190           | +13   | 325,5                               | 310    | -35   | 34    | -22 |                            |                                        |                        | 26               | 36,5           | -0,5         | 98                    | ~82                               |
| 22 D              |                                                      | 331           | +5,5  |              |       | 63            | +21   |                                     | 310    | -35   |       |     |                            |                                        |                        | 26               | 34,5           | -2           |                       | ~82                               |
| 26 A              | AC; CD: A                                            | 348           | +17   | 74           | -13   |               |       | 23                                  | 311    | -6    |       |     |                            |                                        |                        | 31               | 35,5           | +1,5         | 99                    | ~79                               |
| 26 B              | BC: K                                                | 300           | +34   | 13           | -23   |               |       | 5                                   | 311    | -6    |       |     |                            |                                        |                        | 30,5             | 34,5           | +2,5         | 94                    | ~78                               |
| 26 C              | AB; BD: RT                                           | 269           | -30   | 15           | -25   | 138           | -49   | 349,5                               | 311    | -8    |       |     |                            |                                        |                        |                  |                |              | 91                    |                                   |
| 26 D              |                                                      | 347           | +17   | 73           | -15   |               |       | 26                                  | 311    | -8    |       |     |                            |                                        |                        |                  |                |              | 93                    |                                   |
| 28 B              | BC; EF: A                                            | 17            | -19,5 | 292          | +14   |               |       | 20                                  | 1. 355 | +22   |       |     |                            |                                        |                        |                  |                |              | 100                   | ~82                               |
| 28 C              | BE; CF: RT                                           |               |       | 60           | +4    | 332           | -35   | 345                                 |        |       |       |     |                            |                                        |                        | 25,5             | 34,5           | -1,5         | 98                    | ~82                               |
| 28 E              | EC; BF: K                                            | 331           | -14   | 60,5         | +1    |               |       | 333                                 | 2. 358 | +20   |       |     |                            |                                        |                        | 25               | 34,5           | -2           | 98                    | ~82                               |
| 28 F              |                                                      | 46            | +46,5 | 114,5        | -19   | 9             | -37,5 | 350                                 | 3. 358 | +20   |       |     |                            |                                        |                        | 26,5             | 34             | -2           | 99                    | ~82                               |

## B. Zwillinge nach (001); Periklin und z. T. nach (010)

| Individuum<br>Nr. | Zwillings-<br>gesetz | [n $\gamma$ ] |       | [n $\beta$ ] |       | [n $\alpha$ ] |       | A <sub>1</sub> A <sub>2</sub><br>k° | (010) |       | (001) |     | Perikl. |      | Weitere kristall.<br>Flächen |     |       |       | 2v°<br>(n $\gamma$ ) | Fehler<br>$\Delta$ Z. A.<br>4 |                          |           |
|-------------------|----------------------|---------------|-------|--------------|-------|---------------|-------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-----|---------|------|------------------------------|-----|-------|-------|----------------------|-------------------------------|--------------------------|-----------|
|                   |                      | n°            | h°    | n°           | h°    | n°            | h°    |                                     | Nr.   | n°    | h°    | Nr. | n°      | h°   | Nr.                          | n°  | h°    | Nr.   |                      |                               | n°                       | h°        |
| Schliff<br>25b    |                      |               |       |              |       |               |       |                                     |       |       |       |     |         |      |                              |     |       |       |                      |                               |                          |           |
| 6 A               | AB: M                | 66,5          | -28   | 332          | -7    |               |       | 13                                  |       |       |       |     | 1v      | 80   | +13                          | 2v  | 88+8  |       |                      | 98 AB: 6°                     |                          |           |
| 6 B               | AC: MAI              |               |       | 9            | +0,5  | 277           | +41   | 8                                   |       |       |       |     | 1v      | 80   | +13                          |     |       |       |                      | 98 AC: 15°                    |                          |           |
| 6 C               | BC: AI               | 294           | -33   |              |       | 29,5          | -8    |                                     |       |       |       |     | 1v      | 80   | +13                          |     |       | 3s    | 345,5                | -9,5                          | BC: 33°                  |           |
| 7 A               | AB: M                | 353           | -9    |              |       | 85            | -8    |                                     |       |       |       |     | 1v      | 32,5 | -28,5                        |     |       | 2v    | 25                   | -35                           | 20-35                    |           |
| 7 B               |                      | 79            | -34   | 216          | -45   | 331,5         | -24   | 17                                  |       |       |       |     | 1v      | 32,5 | -28,5                        |     |       | 5s    | 39                   | -19                           | 6s 35-21                 | AB: 2°    |
| Schliff<br>25c    |                      |               |       |              |       |               |       |                                     |       |       |       |     |         |      |                              |     |       |       |                      |                               |                          |           |
| 32 A              | AB: RT               |               |       | 50           | -24,5 | 324,5         | +10,5 | 37,5                                |       |       |       |     |         |      |                              |     |       |       |                      |                               |                          | 96 AB: 4° |
| 32 B              | AC: Per              | 69,5          | +18   |              |       | 343,5         | -13,5 |                                     | 1v    | 202   | -33,5 |     |         | 2v   | 149+50,5                     | 3v  | 151   | +50   |                      |                               |                          | AC: 0,5°  |
| 32 C              |                      | 358,5         | -12,5 |              |       | 263           | -22,5 |                                     | 1v    | 202   | -33,5 | 5s  | 109     | +5   |                              | 4v  | 106-2 | 5s    | 105                  | +5                            |                          |           |
|                   |                      |               |       |              |       |               |       |                                     |       |       |       |     |         | 2v   | 149+50,5                     |     |       |       |                      |                               |                          |           |
| 24 A              | AB: Per              | 186           | +49   | 242          | -26   | 136           | -29   | 343,5                               | 2v    | 246,5 | +37   |     |         |      |                              | 4v  | 137   | +31,5 | 5s                   | 133+34                        | 101 AB: 2°               |           |
| 24 B              | AE; FC: A            | 106,5         | +1,5  |              |       | 197           | +8    |                                     | 3v    | 254   | +28,5 | 1v  | 137     | +29  |                              | 6s  | 239   | -16   | 7s                   | 239-5                         | AC: 2°                   |           |
| 24 C              | AF; EC: K            | 208,5         | +7    |              |       | 119           | -4    |                                     | 2v    | 246,5 | +37   |     |         |      | B: 8v                        | 100 | -53   | 9s    | 211-3                | AE: 12°                       |                          |           |
| 24 Da             | AC; EF: RT           | 200           | +48,5 | 247,5        | -30   | 141,5         | -26   | 340                                 | 3v    | 254   | +28,5 |     |         |      |                              |     |       |       |                      |                               | 101 BD <sub>b</sub> : 4° |           |
| 24 Db             | BD: A                |               |       | 247          | -33   | 139           | -25   | 341                                 | 3v    | 254   | +28,5 |     |         |      |                              |     |       |       |                      |                               | 102 BD <sub>a</sub> : 5° |           |
| 24 E              |                      | 100,5         | -3    |              |       | 190           | +13   |                                     | 2v    | 246,5 | +37   |     |         |      |                              |     |       |       |                      |                               | CF: 1°                   |           |
| 24 F              |                      | 127           | -45   | 245          | -25   | 354           | -35   | 11                                  | 2v    | 246,5 | +37   |     |         |      |                              |     |       |       |                      |                               | 100 EF: 8°               |           |

1. Maximale Seitenlänge des Fehlerdreiecks der Zwillingsachse beim Roc-Tourné-Gesetz.

2. Maximale Seitenlänge des Fehlerdreiecks der Zwillingsachse beim Albit-Gesetz.

3. Winkel zwischen den Schwerpunkten der Fehlerdreiecke der Zwillingsachsen des Roc-Tourné- und des Albit-Gesetzes.

4. Maximale Seitenlänge der Fehlerdreiecke der Zwillingsachsen.

Abkürzungen der Zwillingsgesetze: A = Albit; K = Karlsbad; RT = Roc Tourné; AI = Ala;

M = Manebach; MAI = Manebach-Ala-Komplex; Per = Periklin.

s = Spaltriss; v = Verwachsungsfläche.

Tabelle 2. Köhlerwinkel

## A. Albitgesetz

| Zwilling<br>Nr.                 | $\angle^\circ [n\alpha]$ | $\angle^\circ [n\beta]$ | $\angle^\circ [n\gamma]$ | $\angle^\circ A_1 A_2$ | $\angle^\circ B_1 B_2$ | An % nach<br>Köhler $\angle^\circ$ | An % nach<br>Euler $\angle^\circ$ |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 3 AB                            | 58,5 + 57,5 = 116        | 61 + 62 = 123           | 43,5 + 46 = 89,5         |                        |                        | 82                                 | 82                                |
| 3 CD                            | 56 + 57 = 113            | 59,5 + 63 = 122,5       | 48 + 44,5 = 92,5         |                        |                        | ?                                  | ?                                 |
| 4 E <sub>1</sub> F <sub>1</sub> | 58,5 + 58 = 116,5        | 62,5 + 61,5 = 124       | 44,5 + 45 = 89,5         |                        |                        | 83                                 | 82                                |
| 4 A <sub>1</sub> B              | 59 + 57,5 = 116,5        | 59,5 + 60,5 = 120       | 45 + 46 = 91             |                        |                        | 83                                 | 82                                |
| 15 AB                           | 60 + 59 = 119            | 61,5 + 61,5 = 123       | 44,5 + 45,5 = 90         |                        | 85,5 + 87 = 172,5      | 82                                 | 83                                |
| 18 AB                           | 58,5 + 60 = 118,5        | 61,5 + 61 = 122,5       | 44,5 + 44,5 = 89         |                        |                        | 80,5                               | 81                                |
| 22 AB                           | 58,5 + 59,5 = 118        | 61,5 + 62 = 123,5       | 44,5 + 44 = 88,5         |                        |                        | 81                                 | 82                                |
| 28 BC                           | 59 + 60 = 119            | 62,5 + 62,5 = 125       | 44,5 + 43,5 = 88         |                        | 86 + 85 = 171          | 82,5                               | 82                                |

## B. Roc Tourné-Gesetz

| Zwilling<br>Nr.                 | $\angle^\circ [n\alpha]$ | $\angle^\circ [n\beta]$ | $\angle^\circ [n\gamma]$ | $\angle^\circ A_1 A_2$ | $\angle^\circ B_1 B_2$ | An % nach<br>Köhler $\angle^\circ$ | An % nach<br>Euler $\angle^\circ$ |
|---------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| 3 AD                            | 76,5 + 77,5 = 154        | 29,5 + 27 = 56,5        | 65 + 66,5 = 131,5        |                        |                        | ?                                  | 80?                               |
| 3 BC                            | 75,5 + 75 = 150,5        | 28 + 30,5 = 58,5        | 63 + 63 = 126            |                        |                        | ?                                  | 84?                               |
| 4 A <sub>1</sub> F <sub>1</sub> | 74,5 + 76,5 = 151        | 30 + 27 = 57            | 64,5 + 68 = 132,5        |                        |                        | 82                                 | 83                                |
| 4 BF <sub>1</sub>               | 76,5 + 74,5 = 151        | 27,5 + 28 = 55,5        | 67,5 + 66 = 133,5        |                        |                        | 84                                 | 82                                |
| 7 CD                            | 76 + 76 = 152            | 27 + 29,5 = 56,5        | 67 + 64,5 = 131,5        |                        |                        | 85                                 | 85                                |
| 15 BC                           | 76,5 + 75,5 = 152        | 27 + 29 = 56            | 66 + 66 = 132            |                        |                        | 84,5                               | 83                                |
| 18 AC                           | 75 + 73,5 = 148,5        | 28 + 30,5 = 58,5        | 67,5 + 66,5 = 134        |                        |                        | 81                                 | 82                                |
| 22 AD                           | 75 + 75,5 = 150,5        | 29 + 28,5 = 57,5        | 65,5 + 66,5 = 132        |                        |                        | 82,5                               | 82                                |
| 26 AB                           | 73 + 73,5 = 146,5        | 29,5 + 29 = 58,5        | 66,5 + 67,5 = 134        |                        |                        | 79                                 | 79                                |
| 28 BE                           | 76 + 75,5 = 151,5        | 27 + 27 = 54            | 68 + 68,5 = 136,5        |                        | 87 + 86,5 = 173,5      | 83                                 | 82                                |