

ΣΥΝΕΔΡΙΑ ΤΗΣ 28^{ΗΣ} ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 1982

ΠΡΟΕΔΡΙΑ ΠΕΡΙΚΛΗ ΘΕΟΧΑΡΗ

ΟΡΥΚΤΟΛΟΓΙΑ.— Έργαστηριακή υδροθερμική σύνθεσις τῶν ἀλκαλικῶν ἀστρίων $Or_{90}Ab_{10}$ καὶ $Or_{75}Ab_{25}$, ὑπὸ Θ. Μαρκοπούλου*. Ἀνεκοινώθη ὑπὸ τοῦ Ἀκαδημαϊκοῦ κ. Λουκᾶ Μούσουλου.

Τὰ ὄρυκτὰ ἀλβίτης (Ab) καὶ ἀνορθίτης (An) σχηματίζουν μεικτοὺς κρυστάλλους ὑπὸ οἰανδῆποτε ἀναλογίαν, καλουμένους γενικῶς πλαγιόκλαστα, ἐνῶ μεικτοὶ κρύσταλλοι ἐκ τοῦ καλιούχου ἀστρίου (Or) καὶ νατριούχου ἀστρίου (Ab) μόνον ἐντὸς ὀρισμένων ὁρίων περιεκτικότητος ἀπαντῶνται. Οἱ ἄστριοι συνήθως εἶναι πυριγενῆ ὄρυκτὰ ἀναπτυχθέντα ἐντὸς μαγμάτων. Ἡ σύστασις τῶν μεικτῶν κρυστάλλων ἐξαορτᾶται ἀφ' ἑνὸς ἐκ τοῦ ὑπάρχοντος χημισμοῦ τοῦ μάγματος καὶ ἀφ' ἑτέρου ἐκ τῶν συνθηκῶν πιέσεως καὶ θερμοκρασίας.

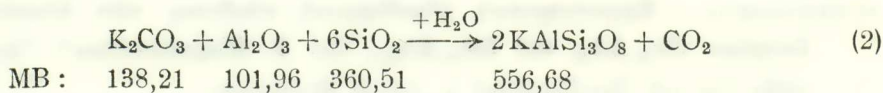
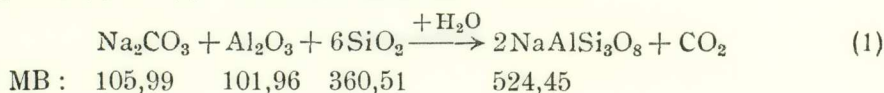
Εἰς μίαν προγενεστέρην μελέτην (Marcououlos, 1978) περιεγράφη ἡ τεχνικὴ καὶ αἱ πειραματικαὶ συνθήκαι, ὑπὸ τὰς ὁποίας παρήχθησαν υδροθερμικῶς ἄστριοι διαφόρων συστάσεων. Εἰς τὴν παρούσαν περιγράφεται ἡ σύνθεσις δύο ἀλκαλικῶν ἀστρίων ὑπὸ συνθήκας ἀντιστοίχους πρὸς ἐκείνας ὑπὸ τὰς ὁποίας κρυσταλλοῦνται εἰς γρανιτικὰ τήγματα, ἐνῶ ἡ σύστασις των εἶναι ἀνάλογος φυσικῶν ἀλκαλικῶν ἀστρίων οἱ ὅποιοι περιέχονται εἰς γρανίτας (Marcououlos, 1973).

Ἡ μελέτη τῶν ἀνωτέρω ἀστρίων δίδει περαιτέρω στοιχεῖα, χρήσιμα διὰ τὴν διαλεύκανσιν τοῦ «γρανιτικοῦ προβλήματος».

Ἡ παραγωγή τῶν ἀλκαλικῶν ἀστρίων $Or_{90}Ab_{10}$ καὶ $Or_{75}Ab_{25}$ ἔγινεν εἰς τὸ υδροθερμικὸν ἐργαστήριον τοῦ Ἰνστιτούτου Ὄρυκτολογίας καὶ Πετρολογίας

* TH. MARCOPOULOS, Zur hydrothermalen Synthese der Alkalifeldspäte $Or_{90}Ab_{10}$ und $Or_{75}Ab_{25}$.

τοῦ Πανεπιστημίου Goettingen, τὸ ἔτος 1979, εἰς θερμοκρασίαν τῶν 710°C καὶ πίεσιν ($P_{\text{H}_2\text{O}}$) = 2000 bar. Ἐχρησιμοποιήθησαν πρὸς τοῦτο αἱ ἀπολύτως καθαροὶ χημικαὶ οὐσίαι (spec pure), Na_2CO_3 , K_2CO_3 , Al_2O_3 , SiO_2 τῆς ἐταιρείας Johnson Matthey Chemikals Ltd, London, ἀναμιχθεῖσαι βάσει ὑπολογισμῶν τῶν μοριακῶν αὐτῶν βαρῶν καὶ τῆς ἀναλογίας μὲ τὴν ὁποίαν συμμετέχουν εἰς τὸν χημικὸν τύπον τοῦ ἐκάστοτε ἀστρίου. Διὰ τὴν σύνθεσιν π.χ. τοῦ ἀστρίου $\text{Or}_{75}\text{Ab}_{25}$ ὁ ὁποῖος περιέχει κατὰ 75% ὀρθόκλαστον καὶ κατὰ 25% ἀλβίτην ἔγινεν ὁ ὑπολογισμὸς τῶν ποσοτήτων τῶν ἀντιδραστηρίων συμφώνως πρὸς τὰς ἀντιδράσεις (1) καὶ (2).



Ἀπὸ τὰ μοριακὰ βάρη τῆς ἀντιδράσεως (1) ὑπελογίσθη ἡ ποσότης τῶν ἀντιδραστηρίων τὰ ὁποῖα ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν σύστασιν τοῦ ἀλβίτου ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), ὁ ὁποῖος ὑπεισέρχεται κατὰ 25% εἰς τὴν σύνθεσιν τοῦ ἀστρίου $\text{Or}_{75}\text{Ab}_{25}$, ἴτιοι:

$$X_1 = \frac{105,99 \cdot 250}{524,56} = 50,52 \text{ mg Na}_2\text{CO}_3$$

$$X_2 = \frac{101,96 \cdot 250}{524,45} = 48,60 \text{ mg Al}_2\text{O}_3$$

$$X_3 = \frac{360,51 \cdot 250}{524,45} = 171,85 \text{ mg SiO}_2$$

Ἀπὸ τὰ μοριακὰ βάρη τῆς ἀντιδράσεως (2) ὑπελογίσθη τὸ βᾶρος τῶν ἀντιδραστηρίων, τὰ ὁποῖα ἀντιστοιχοῦν εἰς τὴν σύστασιν τοῦ ὀρθόκλαστου (KAlSi_3O_8) ὁ ὁποῖος ὑπεισέρχεται κατὰ 75% εἰς τὴν σύνθεσιν τοῦ ἀστρίου $\text{Or}_{75}\text{Ab}_{25}$.

$$Y_1 = \frac{138,21 \cdot 750}{556,68} = 186,21 \text{ mg K}_2\text{CO}_3$$

$$Y_2 = \frac{101,96 \cdot 750}{556,60} = 137,37 \text{ mg Al}_2\text{O}_3$$

$$Y_3 = \frac{360,51 \cdot 750}{556,68} = 485,70 \text{ mg SiO}_2$$

Τὰ ἐπὶ μέρους ποσὰ προστίθενται καὶ δίδουν τὰς ἀπαιτουμένας ποσότητας ἀντιδραστηρίων διὰ τὴν σύνθεσιν τῶν ἀλκαλικῶν ἀστρίων.

$$X_1 = 50,52 \text{ mg Na}_2\text{CO}_3$$

$$Y_1 = 186,21 \text{ mg K}_2\text{CO}_3$$

$$X_2 + Y_2 = 185,97 \text{ mg Al}_2\text{O}_3$$

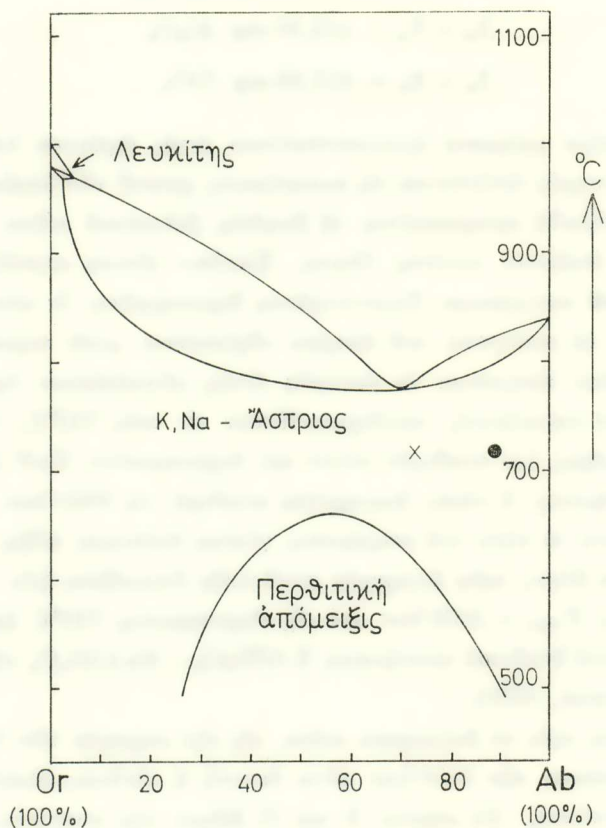
$$X_3 + Y_3 = 657,55 \text{ mg SiO}_2$$

Τὰ ἀνωτέρω μείγματα ὁμογενοποιῦνται ἐντὸς ἀχάτινου ἰγδίου ἐπὶ μίαν ὥραν καὶ ἐν συνεχείᾳ ἐγκλείονται εἰς σωληνίσκους χρυσοῦ τῶν ὁποίων τὸ ἐν ἄκρον εἶχε αὐτοσυγκολληθῆ προηγουμένως τῇ βοηθείᾳ βολταϊκοῦ τόξου. Διὰ σύριγγος εἰσάγεται καὶ ἀνάλογος ποσότης ὕδατος. Κατόπιν γίνεται συγκόλλησις καὶ τοῦ ἄλλου ἄκρου τοῦ σωληνίσκου. Τοιοῦτοτρόπως δημιουργεῖται ἐν κλειστὸν σύστημα εἰς τὸ ὁποῖον τὰ συστατικά τοῦ ἀστρίου εὐρίσκονται μετὰ περισσεΐας ὕδατος. Τὰ δοκίμια αὐτὰ εἰσάγονται ἐν συνεχείᾳ ἐντὸς αὐτοκλείστων ὑψηλῆς πίεσεως (high pressure autoclave), προθερμανθέντων εἰς τοὺς 710°C , ὅπου παραμένουν ἐπὶ 15 ἡμέρας ὑπὸ σταθερὰν πίεσιν καὶ θερμοκρασίαν. Καθ' ὅλην τὴν διάρκειαν τοῦ πειράματος ἡ πίεσις διατηρεῖται σταθερὰ εἰς 2000 bar. (Marcopoulos, 1978). Κατὰ τὸ τέλος τοῦ πειράματος γίνεται ἀπότομος ψῦξις τῶν δοκιμίων διὰ πεπιεσμένου ἀέρος, πρὸς ἀποφυγὴν περθιτικῆς ἀπομείξεως (εἰκ. 1). Αἱ συνθήκαι τῆς πίεσεως $P_{\text{H}_2\text{O}} = 2000 \text{ bar}$ καὶ τῆς θερμοκρασίας 710°C ἐπελέγησαν ἀπὸ τὸ διάγραμμα τοῦ δυαδικοῦ συστήματος $\text{KAlSi}_3\text{O}_8 - \text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ τῆς εἰκ. 1 (κατὰ Tuttle καὶ Bowen, 1950).

Συμφώνως πρὸς τὸ διάγραμμα τοῦτο, εἰς τὴν περιοχὴν τῶν 710°C καὶ ὑπὸ τὴν σταθερὰν πίεσιν τῶν 2000 bar εἶναι δυνατὴ ἡ σύνθεσις ἀλκαλικῶν ἀστρίων ὀρισμένης συστάσεως. Τὰ σημεῖα X καὶ O δίδουν τὰς συστάσεις τῶν ἀστρίων $\text{Or}_{75}\text{Ab}_{25}$ καὶ $\text{Or}_{90}\text{Ab}_{10}$ ἀντιστοίχως.

Μετὰ τὸ τέλος τοῦ πειράματος ἀνοίγονται οἱ σωληνίσκοι ἐκ χρυσοῦ, τὸ περιεχόμενον κονιοποιεῖται καὶ ἐν συνεχείᾳ γίνεται διερεύνησις δι' ἀκτίνων X, τῇ βοηθείᾳ περιθλασιμέτρου. Διὰ τὴν ἀκτινοσκοπικὴν μελέτην ἐχρησιμοποιήθη ἀκτινοβολία $\text{CuK}\alpha$ μὲ φίλτρον νικελίου καὶ μονοχρωμάτορος ὑπὸ συνθήκας 40 kV, 30 mA. Τὰ ληφθέντα ἀκτινογραφήματα δεικνύουν μόνον τὰς χαρακτηριστικὰς ἀνακλάσεις τῶν ἀλκαλικῶν ἀστρίων. Τὸ σχῆμα τῆς εἰκ. 2 δεικνύει τὰς κυριωτέρας ἀνακλάσεις τοῦ ἀστρίου $\text{Or}_{90}\text{Ab}_{10}$. Ὁ προσδιορισμὸς τῆς συστάσεως ὡς πρὸς τὴν ἑκατοστιαίαν ἀναλογίαν τοῦ ὀρθοκλάστου (Or) καὶ τοῦ ἀλβίτου (Ab)

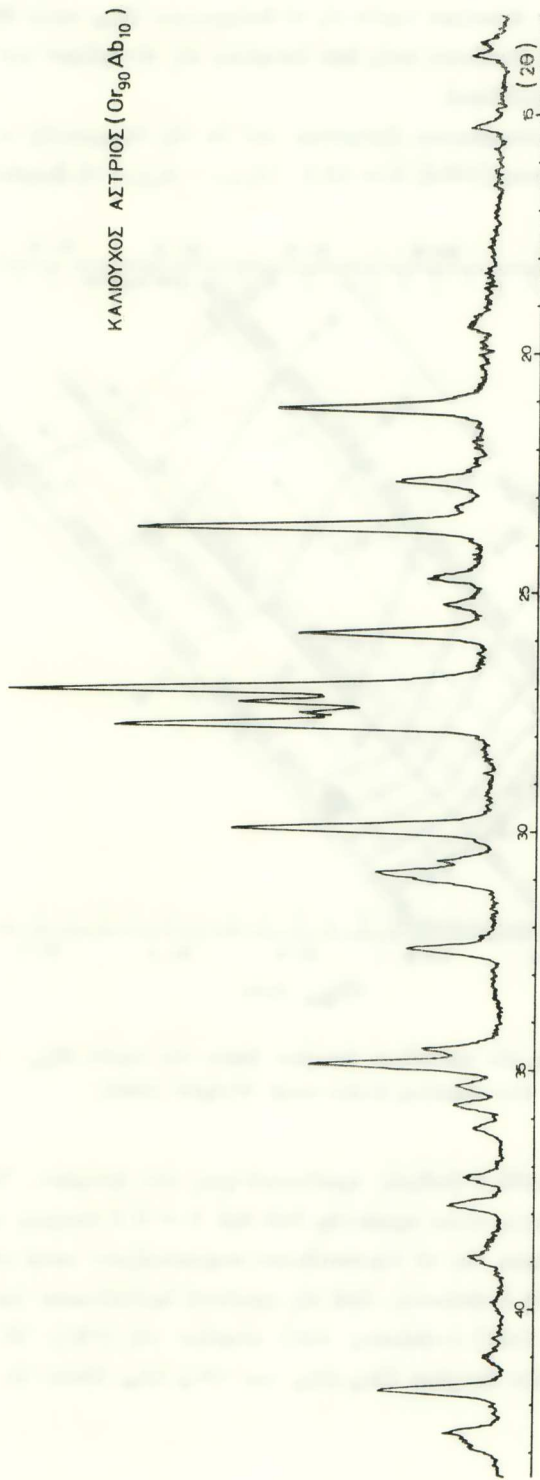
εἰς τὸν ἄστρον ἔγινε μὲ τὴν μέθοδον τοῦ Orville (1963). Εἰς τὴν μέθοδον αὐτὴν μετρεῖται ἡ ἀπόστασις μεταξὺ τῆς ἀνακλάσεως ($\bar{2}01$) τοῦ ἀστροῦ καὶ τῆς ἀνακλάσεως (101) τοῦ KBrO_3 , τὸ ὁποῖον χρησιμοποιεῖται ὡς σταθερὰ (Margaroulas, 1978). Τῇ βοήθειᾳ τῶν μεθόδων τῶν Wright καὶ Stewart (1968) καὶ



Εἰκ. 1. Διαδικόν σύστημα KAlSi_3O_8 (Or) — $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ (Ab) κατὰ Tuttle καὶ Bowen (1950), ὑπὸ πίεσιν $\text{P}_{\text{H}_2\text{O}} = 2000$ bar.

Wright (1968) ἔγινε ὁ ἔλεγχος τῆς δομικῆς καταστάσεως (structural state) τῶν δύο συνθετικῶν ἀλκαλικῶν ἀστροῦν. Εἰς τὴν μέθοδον αὐτὴν χρησιμοποιοῦνται αἱ γωνίαι 2θ τῶν ἀνακλάσεων (060) καὶ ($\bar{2}04$) καθὼς καὶ ἡ ($\bar{2}01$). Οἱ ἀκτινοσκοπηθέντες συνθετικοὶ ἄστροι ἔδωσαν διὰ τὰς ἀνωτέρω γωνίας τὰς ἐξῆς τιμὰς :

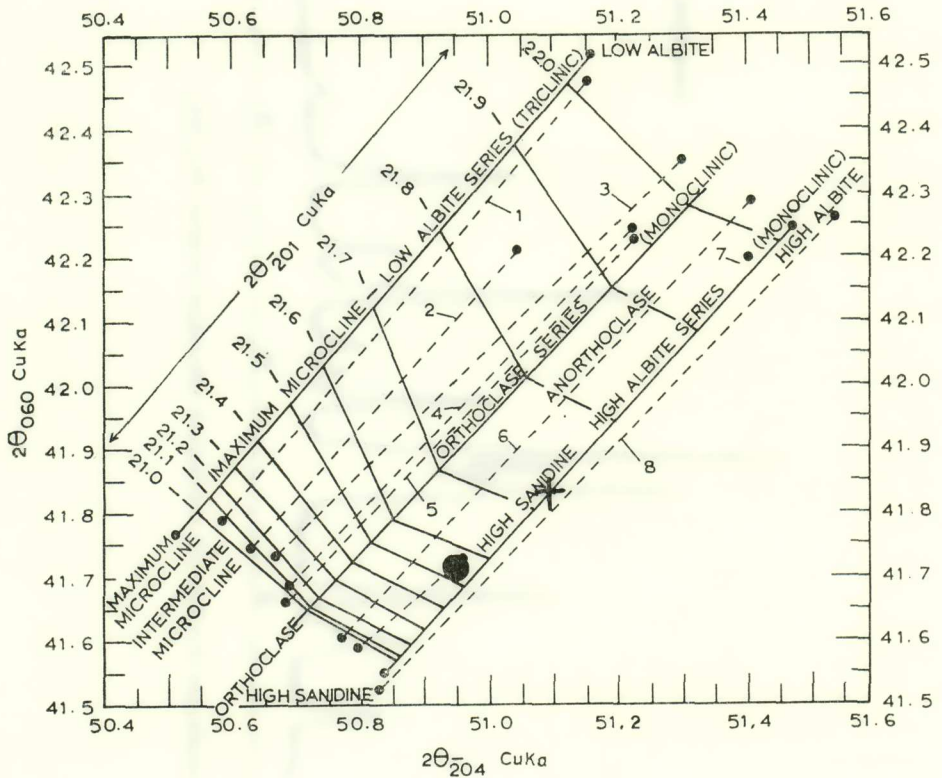
$$\begin{aligned} \text{Or}_{90}\text{Ab}_{10} : 2\theta_{060} &= 41,71, & 2\theta_{\bar{2}04} &= 50,95, & 2\theta_{\bar{2}01} &= 21,37 \\ \text{Or}_{75}\text{Ab}_{25} : 2\theta_{060} &= 41,83, & 2\theta_{\bar{2}01} &= 51,09, & 2\theta_{\bar{2}01} &= 21,68 \end{aligned}$$



Είχ. 2. Άκτινογράφημα (CuKα) του συνθετικού καλιούχου άστρίου O₁₉₀Ab₁₀.

Ἡ προβολὴ τῶν ἀνωτέρω τιμῶν εἰς τὸ διάγραμμα $2\theta_{060}$ πρὸς $2\theta_{204}$ τῆς εἰκ. 3 (κατὰ Wright, 1968) ἐντάσσει τοὺς δύο ἀστρίους εἰς τὸν χῶρον τοῦ μονοκλινοῦς ὑψισανιδίνου (high sanidine).

Ἀντίστοιχα συμπεράσματα ἐξάγονται καὶ ἐκ τῆς ἐφαρμογῆς τοῦ τύπου τῶν Goldschmidt καὶ Laves (1954) $\Delta = 12,5 \cdot [d_{(131)} - d_{(\bar{1}\bar{3}1)}]$ τῇ βοήθειά τοῦ ὁποίου



Εἰκ. 3. Χαρακτηρισμὸς τῶν καλιούχων ἀστρίων βάσει τῶν τιμῶν $2\theta_{204}$, $2\theta_{060}$ καὶ $2\theta_{201}$ ἀκτινοβολίας CuKa κατὰ Wright (1968).

δύναται νὰ προσδιορισθῇ ὁ βαθμὸς τρικλινικότητος τῶν ἀστρίων. Ἐὰν τὸ $\Delta \leq 1$ τότε ὁ ἀλκαλικὸς ἄστρος εἶναι τρικλινῆς ἐνῶ διὰ $\Delta = 0$ ὁ ἄστρος εἶναι μονοκλινῆς. Μονοκλινεῖς ἄστριοι, ὡς τὸ ὑψισανιδίνον παρουσιάζουν κατὰ τὴν ἀκτινοσκόπησην μόνον τὴν (131) ἀνάκλαση, ἐνῶ εἰς τρικλινῆ ὀρθόκλαστα καὶ μικροκλινεῖς παρουσιάζεται καὶ ἡ $(\bar{1}\bar{3}1)$ ἀνάκλασις πολὺ πλησίον τῆς (131). Ἡ ἀκτινοσκόπησης τῶν δύο συνθετικῶν ἀστρίων $Or_{90}Ab_{10}$ καὶ $Or_{75}Ab_{25}$ ἔδωσε εἰς τὰς ἀντιστοί-

χους περιοχάς μόνον τήν (131) ανάκλασιν και ὡς ἐκ τούτου τὸ $\Delta = 0$ ἐφ' ὅσον $[d_{(131)} - d_{(1\bar{3}1)}] = 0$. Ἐπομένως και κατὰ τήν μέθοδον αὐτήν οἱ δύο συνθετικοὶ ἄστροι χαρακτηρίζονται ὡς μονοκλινεῖς.

ZUSAMMENFASSUNG

Alkalifeldspäte der Zusammensetzung $Or_{90}Ab_{10}$ und $Or_{75}Ab_{25}$ wurden bei $710^{\circ}C$ und 2000 bar hydrothermal synthetisiert. Aus den specpure reinen Substanzen Na_2CO_3 , K_2CO_3 , Al_2O_3 und SiO_2 wurden für die Feldspäte Mischungen nach den stöchiometrischen Verhältnissen hergestellt. Die Versuchsdauer betrug 15 Tage. Die röntgenographisch untersuchten Feldspäte zeigen nur Alkalifeldspatinterferenzen. Durch die Anwendung der Formel $\Delta = 12,5 \cdot [d_{(131)} - d_{(1\bar{3}1)}]$ von Goldschmidt und Laves und der «three peak method» von Wright wurden die Feldspäte in den Bereich der monoklinen Sanidine eingestuft.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- C. S. Hutchison, Laboratory Handbook of Petrographic Techniques. John Wiley and Sons, New York 527p (1974).
- J. R. Goldschmidt - F. Laves, The microcline sanidine stability relations. Geochim. Cosmochim. acta 5, 1-19 (1954).
- Th. Marcopoulos, Bestimmung kotektischer Schmelzen im granitischen System Qz-Ab-Or-An-H₂O mit einer Näherungsmethode. Diplomarbeit, Universität Göttingen (1973).
- , Hydrothermale Synthese von Alkalifeldspäten und Plagioklasen. Chem. Erde, 37, 277-284 (1978).
- O. F. Tuttle - N. L. Bowen, The system $NaAlSi_3O_8 - KAlSi_3O_8 - H_2O$. J. Geol. 58. 489-511 (1950).
- T. L. Wright, X-ray and optical study of alkalifeldspars. Am. Miner. 53, 88-104 (1968).