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

Band: 56 (1976)

Heft: 2

Artikel: Baylissit, ein neues Karbonmineral aus den Schweizer Alpen

Autor: Walenta, Kurt

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-43684

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: 16.07.2025

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

Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. 56, 187–194, 1976

Baylissit, ein neues Karbonatmineral aus den Schweizer Alpen

Von *Kurt Walenta* (Stuttgart) *)

Mit 1 Tabelle

Abstract

Baylissite, $K_2Mg(CO_3)_2 \cdot 4H_2O$, occurs as secondary mineral in the cable tunnel Gerstenegg-Sommerloch in the Grimsel area (Canton Berne). It forms crusts where mineralization zones and fissure veins intersect Grimsel granodiorite and aplite granite and is associated with grimselite, schröckingerite, calcite, monohydrocalcite and an unknown potassium calcium carbonate.

The new mineral is monoclinic. The crusts consist of colourless fine-grained aggregates which are mostly anhedral. No cleavage, fracture conchoidal, hardness 2–3, G (determined of synthetic material) 2.01, D_x 2.03. Optical properties: biaxial positive, 2V about 64°, n_α 1.462 ± 0.002, n_γ 1.531 ± 0.002.

Unit-cell dimensions: a_0 12.37, b_0 6.24, c_0 6.86 Å, β 114.5°, $a_0 : b_0 : c_0 = 1.982 : 1 : 1.099$, Z = 2. Space group $P2_1/a$. Strongest lines of the powder pattern: 3.12 (8) 020, 002, $30\bar{2}$, 2.98 (10) diff. $11\bar{2}$, $21\bar{2}$, 2.56 (7) 410, 2.47 (8) $50\bar{1}$, $32\bar{1}$. The identity with the synthetic compound $K_2Mg(CO_3)_2 \cdot 4H_2O$ known already for a long time, is proved by the comparison of the optical properties and the X-ray powder data as well as by the results of microchemical investigations of the new mineral, which established its carbonate nature and showed that K and Mg are the main cations. Baylissite is decomposed in water and in a humid ambience.

Zusammenfassung

Baylissit, $K_2Mg(CO_3)_2 \cdot 4H_2O$, tritt als Sekundärmineral im Kabelstollen Gerstenegg-Sommerloch im Grimselgebiet (Kanton Bern) auf. Er bildet Krusten im Bereich von Mineralisationszonen und Zerrklüften im Grimselgranodiorit und in Aplitgranit. Zu den sekundären Begleitmineralien gehören Grimselit, Schröckingerit, Calcit, Monohydrocalcit und ein noch unbekanntes Kalium-Calciumkarbonat.

Das neue Mineral kristallisiert monoklin. Die Krusten bestehen aus farblosen feinkörnigen Aggregaten, die meist xenomorph ausgebildet sind. Keine Spaltbarkeit, Bruch muschelig, Härte 2–3, G (bestimmt an Syntheseprodukt) 2,01, D_x 2,03. Optische Eigenschaften: zweiachsig positiv mit 2V zirka 64°, n_α 1,462 ± 0,002, n_γ 1,531 ± 0,002.

---

*) Institut für Mineralogie und Kristallchemie der Universität, Pfaffenwaldring 55, D-7000 Stuttgart 80.

Gitterkonstanten: a_0 12,37, b_0 6,24, c_0 6,86 Å, β 114,5°, $a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}982 : 1 : 1{,}099$, $Z = 2$. Raumgruppe $P2_1/a$. Stärkste Linien des Pulverdiagramms: 3,12 (8) 020, 002, $30\bar{2}$, 2,98 (10) diff. $11\bar{2}$, $21\bar{2}$, 2,56 (7) 410, 2,47 (8) $50\bar{1}$, $32\bar{1}$. Die Identität mit der schon seit längerer Zeit bekannten künstlichen Verbindung $K_2Mg(CO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ergibt sich eindeutig aus dem Vergleich der optischen Eigenschaften und des Pulverdiagramms wie auch aus der mikrochemischen Untersuchung des Minerals, die dessen Karbonatnatur erwies und zum Nachweis von K und Mg als Hauptkomponenten führte. Der Baylissit ist unbeständig und wird in Wasser und feuchter Atmosphäre zersetzt.

Einleitung

Das neue Mineral wurde bereits in der Arbeit des Verfassers über den Grimselit kurz beschrieben (Walenta, 1972, S. 108). Eine Benennung unterblieb, da infolge Mangels an Substanz nur eine unvollständige Bestimmung der Eigenschaften möglich war.

Inzwischen zeigte es sich, dass das Mineral mit der bereits seit längerer Zeit bekannten künstlichen Verbindung $K_2Mg(CO_3)_2 \cdot 4H_2O$ identisch ist. Den ersten Hinweis auf eine mögliche Identität des Minerals mit der genannten Verbindung verdankt der Verfasser Dr. M. Fleischer, Washington, der auf Ähnlichkeiten in den optischen Eigenschaften der beiden Substanzen aufmerksam machte. Der Beweis konnte allerdings erst erbracht werden, nachdem die Synthese der Verbindung nachvollzogen wurde und ein Pulverdiagramm vorlag. In der Literatur fehlten Daten über das Pulverdiagramm der Verbindung $K_2Mg(CO_3)_2 \cdot 4H_2O$, wodurch ähnlich wie beim Grimselit die Feststellung der Identität des neuen Minerals mit einer bereits bekannten künstlichen Verbindung verzögert wurde.

Die Entdeckung der neuen Mineralart erfolgte bei der näheren Untersuchung von Mineralstufen, die aus dem Kabelstollen Gerstenegg-Sommerloch der Kraftwerke Oberhasli stammen (vgl. Walenta, 1972, S. 95f.). Der Stollen wurde vom Verfasser bei einer im September 1969 unternommenen Exkursion befahren, die im Rahmen des in Bern abgehaltenen Einschluss-Kolloquiums durchgeführt wurde. Das von dieser Exkursion mitgebrachte Material diente zu den Untersuchungen, die zum Nachweis des Baylissits, Grimselits und eines weiteren neuen Karbonatminerals führten.

Die Benennung erfolgte nach Noel Stanley Bayliss, Professor der Chemie, University Nedlands, Western Australia. Zusammen mit seinem Mitarbeiter D. F. A. Koch hat er neue Untersuchungen über die Synthese der Verbindung $K_2Mg(CO_3)_2 \cdot 4H_2O$ durchgeführt. Diese Arbeit von 1952 diente als Grundlage für die Identifizierung des unbekannten Minerals aus dem Grimselgebiet. Der Name Baylissit wurde von der «Commission on New Minerals and Mineral Names» gebilligt.

Das Originalmaterial befindet sich in der Sammlung des Instituts für Mineralogie und Kristallchemie der Universität Stuttgart.

Vorkommen

Das neue Mineral tritt in Vergesellschaftung mit Grimselit im Bereich der vom Kabelstollen Gerstenegg-Sommerloch nördlich vom Grimselpass erschlossenen Zerrklüfte und Mineralisationszonen auf. Der in der zentralen Granitzone des Aarmassivs aufgefahrene Stollen durchörtert Aaregranit, Grimsel-Granodiorit und Aplitgranit (STALDER, 1969; vgl. WALENTA, 1972, S. 95f.). Zerrklüfte finden sich vorwiegend im südlichen Stollenabschnitt. Das Nebengestein besteht hier aus Grimsel-Granodiorit mit Einschaltungen von Aplitgranit.

An zwei Stellen ist die Radioaktivität im südlichen Stollenabschnitt erhöht. Es sind Bereiche, in denen Mineralisationszonen bzw. Zerrklüfte auftreten, die der Fundortgruppe 4c zuzuordnen sind. An den Stollenwänden haben sich hier stellenweise Krusten von Sekundärmineralien gebildet.

Zu diesen Sekundärbildungen gehört neben den beiden Uranmineralien Grimselit und Schröckingerit auch der Baylissit. Zu erwähnen ist ausserdem das Auftreten von Calcit und Monohydrocalcit sowie eines neuen Kalium-Calciumkarbonats.

Der Baylissit ist auf den untersuchten Stufen stets mit dem Grimselit vergesellschaftet, dagegen nicht mit dem Schröckingerit. Auch das unbenannte Kalium-Calciumkarbonat, das winzige nadelige Kristalle bildet, ist in unmittelbarer Vergesellschaftung mit Baylissit und Grimselit zu finden.

Auf weitere Angaben über Vorkommen und Paragenese sei hier verzichtet und auf die zuvor zitierte Arbeit des Verfassers über den Grimselit verwiesen (S. 95ff.).

Ausbildungsform

Der Baylissit tritt krustenförmig auf einer hellen, hauptsächlich aus Quarz und Feldspat bestehenden Unterlage auf. Da er selbst farblos ist, kann man ihn auf diesem Untergrund im Gegensatz zu dem gelb gefärbten Grimselit makroskopisch nicht erkennen, zumal seine Korngrösse gering ist. Der Nachweis des Minerals erfolgte daher erst bei der Untersuchung der krustenförmigen Bildungen unter dem Mikroskop.

In der Regel bildet der Baylissit xenomorphe körnige Aggregate. Nur selten sind Ansätze zu idiomorpher Ausbildungsform vorhanden. Es sind in solchen Fällen allerdings meist nur einzelne Kristallkanten undeutlich entwickelt. In einem Fall wurde auch ein unscharf begrenzter, mehr oder minder langprismatisch ausgebildeter Kristall beobachtet.

Da die optische Untersuchung ergab, dass die Auslöschung in bezug auf die beobachteten Kristallkanten meist gerade ist, wurde zunächst der Schluss gezogen (WALENTA, 1962, S. 108), dass das Mineral rhombisch kristallisiert, ähnlich wie dies auch von BAYLISS und KOCH (1952) für die künstliche Verbindung

angegeben wurde. Die röntgenographische Untersuchung zeigte indessen, dass die Symmetrie monoklin ist (vgl. S. 191).

Bei den weiteren Untersuchungen, vor allem an künstlichen Kristallen, liessen sich dann auch die kristalloptischen Verhältnisse mit der monoklinen Symmetrie in Einklang bringen, wie später noch dargelegt wird.

Erwähnt sei ausserdem, dass vereinzelt an natürlichen Kristallfragmenten polysynthetische Zwillingslamellen festgestellt wurden, die auf eine Verzwillingung nach (001) schliessen lassen, wie sie auch bei künstlichen Kristallen zu verzeichnen ist (vgl. S. 193).

Physikalische und optische Eigenschaften

Eine deutliche Spaltbarkeit konnte bei der Untersuchung unter dem Mikroskop nicht festgestellt werden. Der Bruch ist muschelig. Die Härte beträgt 2–3. Die Dichtebestimmung an synthetischem Baylissit ergab einen Wert von 2,01 in guter Übereinstimmung mit der Röntgendichte D_x von 2,03.

Das Mineral ist farblos. Einzelkörner sind durchsichtig bis durchscheinend.

Optische Daten

Baylissit, Grimselgebiet	Baylissit, künstlich nach Bayliss und Koch (1952, S. 247)
n_α 1,462 ± 0,002	n_α 1,465
	n_β 1,485
n_γ 1,531 ± 0,002[1])	n_γ 1,535
optisch zweiachsig positiv	optisch zweiachsig negativ
2V zirka 64°	Dispersion r < v

[1]) n_β berechnet 1,483.

Die optischen Daten, die an natürlichem Baylissit ermittelt wurden, stimmen mit den Angaben von Bayliss und Koch für synthetische Kristalle relativ gut überein. Lediglich beim optischen Charakter lauten die Angaben entgegengesetzt. Dies ist auf einen Irrtum der genannten Autoren zurückzuführen, wie ihre Angaben über die Höhe der Brechungsindizes zeigen. Der aus den drei Brechungsindizes berechnete Achsenwinkel $2V_Z$ beträgt 64,6°, was optisch positiven Charakter bedeutet.

Zur Auslöschungsschiefe sei bemerkt, dass vom Verfasser an natürlichen Kristallen mitunter ein Wert von 12 bis 14° gemessen werden konnte (Z ∧ längere Kante). Wegen der unvollkommenen Ausbildungsform liessen sich jedoch vollständige Daten über die optische Orientierung der natürlichen Kristalle nicht gewinnen. An künstlichen Kristallen wurde festgestellt, dass X mit der b-Achse zusammenfällt, Z bildet mit der Richtung der c-Achse auf (010) einen Winkel von ca. 27°. Dies führt bei der gegebenen Grösse des Winkels β dazu,

dass sich Y der Richtung der a-Achse stark nähert. Die Auslöschung in bezug auf eine entsprechende Kantenrichtung ist also mehr oder minder gerade, was bei einem stärkeren Hervortreten einer solchen Richtung an einem unvollständig ausgebildeten Kristall rhombische Symmetrie vortäuschen kann (vgl. S. 189).

Röntgenographische Eigenschaften

Als Grundlage für die Ermittlung der Gitterkonstanten dienten Einkristallaufnahmen nach der Weissenbergmethode. Für diese Aufnahmen wurde ein künstlicher Baylissitkristall verwendet. Sie ergaben monokline Symmetrie und einen Winkel β von 114,5°.

Die endgültige Berechnung der Gitterkonstanten erfolgte aus dem Pulverdiagramm des natürlichen Minerals. Sie führte zu folgender Elementarzelle:

a_0	12,37 Å	$a_0 : b_0 : c_0 = 1{,}982 : 1 : 1{,}099$
b_0	6,24 Å	$Z = 2$
c_0	6,86 Å	V 481,9 Å^3
β	114,5°	

Die festzustellenden Auslöschungen sind mit der Raumgruppe $P2_1/a$ vereinbar.

In der Tabelle 1 ist das Pulverdiagramm für natürlichen und synthetischen Baylissit angegeben sowie die auf der Grundlage obiger Elementarzellengrösse berechneten d-Werte mit Indizes. Die Übereinstimmung zwischen den d-Werten des natürlichen Minerals und der künstlichen Verbindung ist gut. Unterschiede ergeben sich hauptsächlich dadurch, dass das Pulverdiagramm der künstlichen Verbindung von besserer Qualität und daher linienreicher ist. So sind diffuse Linien im Pulverdiagramm des natürlichen Baylissits in dem von der künstlichen Verbindung angefertigten Pulverdiagramm in getrennte Einzellinien aufgespalten.

Chemische Untersuchung

Über eine mikrochemische Analyse des Minerals wurde bereits berichtet (Walenta, 1972, S. 108). Sie ergab die Karbonatnatur des in HCl 1 : 5 rasch unter Gasentwicklung löslichen Minerals und führte zum Nachweis von K, Mg und Ca als Kationen. Was die beiden letztgenannten Kationen anbetrifft, so konnte festgestellt werden, dass Mg in grösseren Mengen vorhanden ist und sicherlich zu den Hauptkomponenten gehört, beim Ca war der Befund nicht ganz eindeutig, so dass es fraglich blieb, ob auch dieses Element ein wesentlicher Bestandteil des neuen Minerals ist.

Bei einer später durchgeführten Spektralanalyse zeigte es sich, dass Ca nicht zu den Hauptkomponenten zu zählen ist[1]). Zusammen mit Al, Fe und Cu ge-

[1]) Die Spektralanalyse wurde von Dr. H. Wilk, Chemisches Untersuchungsamt der Stadt Stuttgart, angefertigt.

Tabelle 1. *Pulverdiagramm von natürlichem und künstlichem Baylissit*

Baylissit Grimselgebiet		Baylissit künstlich			
d (gemessen)	I	d (gemessen)	I	d (berechnet)	hkl
6,33	6	6,31	8	6,24	010, 001
		5,69	1	5,63	200
5,55	½ diff.	5,47	½	5,46; 5,45	110; 20$\bar{1}$
4,63	2	4,59	4	4,59	11$\bar{1}$
4,20	4	4,19	7	4,18	210
3,75	3	3,78	5	3,75	300, 111
3,33	½	3,38	½	3,39	31$\bar{1}$, 10$\bar{2}$, 20$\bar{2}$
3,23	1	3,22	5	3,22	310
3,12	8	3,13	8	3,12	020, 002, 30$\bar{2}$
		3,05	2	3,06	211
		3,01	10	3,01	120
2,98	10 diff.	2,98	9	2,98	11$\bar{2}$, 21$\bar{2}$
2,79	1 diff.	2,81	1	2,83; 2,82; 2,79; 2,77	12$\bar{1}$; 400; 021, 012, 31$\bar{2}$; 41$\bar{1}$
		2,70	1	2,71	22$\bar{1}$
2,56	7	2,56	8	2,57	410
2,47	8	2,46	8 diff.	2,47	50$\bar{1}$, 32$\bar{1}$
2,36	4	2,36	4	2,35	202
2,28	1 diff.	2,29	1	2,30; 2,28	22$\bar{2}$, 12$\bar{2}$, 51$\bar{1}$; 203
		2,25	1	2,26; 2,24	30$\bar{3}$; 401
2,18	½	2,19	2	2,20	212, 42$\bar{1}$, 51$\bar{2}$
2,12	½	2,11	½	2,12; 2,11	510; 411
		2,08	½	2,09; 2,08	420, 11$\bar{3}$; 003, 030
2,06	7	2,06	8	2,06; 2,05	321; 122, 42$\bar{2}$, 60$\bar{1}$, 130
2,01	½	2,01	2	2,02	302, 60$\bar{2}$
1,976	3	1,976	4		
		1,926	2		
1,896	½	1,895	½		
1,877	1	1,874	3		
1,815	½ diff.	1,820	1		
		1,766	1		
1,727	4	1,723	5 diff.		
1,681	½ diff.	1,679	1		
		1,663	1		
		1,621	½ diff.		
1,526	½ diff.	1,529	3 diff.		
		1,454	1		
		1,426	1		
1,394	½	1,391	2		
		1,356	½		
		1,331	1		
		1,309	½		
		1,280	1 diff.		
		1,243	½ sehr diff.		
		1,226	2 diff.		
		1,159	1		
1,140	½	1,138	2		
		1,017	1 sehr diff.		

hört es lediglich zu den spektralanalytisch erfassbaren Nebenkomponenten. Als Spurenelement liess sich zudem noch Mn nachweisen. Ob die genannten Elemente neben Mg und K in untergeordneten Mengen tatsächlich im Gitter des Baylissits eingebaut sind, kann allerdings nicht mit Sicherheit gesagt werden, da Verunreinigungen nicht völlig auszuschliessen sind. Das gilt auch für das

sowohl spektralanalytisch als auch mikroanalytisch festgestellte Ca, wenn auch der Ersatz eines Teiles des Mg durch dieses Element am ehesten denkbar wäre.

Der Baylissit wird von Wasser zersetzt, wobei sich Aggregate von Magnesiumkarbonat abscheiden. Auch beim Aufbewahren an Luft tritt mit der Zeit ein Zerfall ein, der sich aber zumindest in trockener Atmosphäre nur sehr langsam vollzieht. Das Aufbewahren von Baylissit in Sammlungen erfordert daher gewisse Vorsichtsmassnahmen, wenn man seine Umwandlung verhindern will.

Synthese

Das Doppelsalz $K_2Mg(CO_3)_2 \cdot 4H_2O$ bzw. $K_2CO_3 \cdot MgCO_3 \cdot 4H_2O$ wurde zuerst von Deville (1851) dargestellt. Er beschreibt zwei Synthesemöglichkeiten. Bei dem einen Verfahren lässt er Kaliumsesquikarbonat auf ein Magnesiumsalz einwirken, wobei jedoch nicht immer ein homogenes Produkt entsteht. Das andere, vorteilhaftere Verfahren besteht darin, dass Magnesia alba («magnésie blanche») oder gewässertes Magnesiumkarbonat («magnésie hydrocarbonaté») 12–15 Stunden lang bei 60–70° C mit Kaliumbikarbonatlösung digeriert wird.

Von Knorre (1903) wandte ebenfalls das an zweiter Stelle genannte Verfahren an, weist aber darauf hin, dass sich das Doppelsalz in sehr einfacher Weise auch durch Einwirkung eines grossen Überschusses konzentrierter Kaliumkarbonatlösung auf Magnesiumchloridlösung darstellen lässt.

Die Synthese von Bayliss und Koch (1952) erfolgte unter Benutzung einer wässrigen Lösung von Kaliumbikarbonat und Kaliumkarbonat, zu denen $KHCO_3 \cdot MgCO_3 \cdot 4H_2O$ und $MgCO_3 \cdot 3H_2O$ in fester Form hinzugefügt wurden.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Synthese im wesentlichen nach dem Verfahren durchgeführt, das Deville beschreibt. Magnesiumkarbonat und Kaliumbikarbonat dienten als Ausgangsstoffe, und zwar wurde ersteres über 20 Std. lang mit einer wässrigen Kaliumbikarbonatlösung bei Temperaturen von 60° bis 70° C behandelt. Man erhält auf diese Weise bis zu mehrere Millimeter grosse Kristalle und Kristallaggregate der Verbindung $K_2Mg(CO_3)_2 \cdot 4H_2O$.

Die Kristalle sind zum Teil dicktafelig nach (010) ausgebildet. Liegen die Kristalle auf der Tafelfläche, ergeben sich pseudohexagonale Querschnittsformen, die durch eine Kombination der Flächen (100) und (012) mit einem Pinakoid 2. Stellung $(h0\bar{1})$, wohl $(20\bar{1})$, zustande kommen. Mitunter ist eine Zwillingsbildung nach (001) zu beobachten.

Bildungsbedingungen

Was die Entstehungsweise des Karbonatminerals anbetrifft, so geht aus den Syntheseversuchen hervor, dass zur Bildung ähnlich wie beim Grimselit ein alkalisches Milieu erforderlich ist. In Wasser ist es unbeständig und wird rasch zersetzt (siehe oben). Der gleiche Vorgang vollzieht sich, wenn auch langsamer,

in feuchter Atmosphäre. Mit dem Auftreten dieses Minerals über Tage ist deshalb zumindest im humiden Klimabereich nicht zu rechnen, und auch unter Tage dürften nicht oft die für die Bildung erforderlichen Voraussetzungen erfüllt sein.

Im vorliegenden Fall ist anzunehmen, dass das Mineral durch Einwirkung von kaliumhaltigen karbonatischen Lösungen auf Ankerit gebildet worden ist. Das Kalium könnte dem Feldspat des Nebengesteins entstammen.

Literaturverzeichnis

BAYLISS, N. S. and D. F. A. KOCH (1952): Investigation of the Engel-Precht method for the production of potassium carbonate. Austral. J. Appl. Sci. *III*, S. 237–251.

DEVILLE, H. S.-C. (1851): Mémoire sur les combinaisons des carbonates métalliques avec les carbonates alcalins et ammoniacaux. Ann. Chim. Phys., 3e sér., *33*, S. 75–106.

KNORRE, G. VON (1903): Über das Magnesiumkarbonat und einige Doppelverbindungen desselben. Z. anorg. Chem. *34*, S. 260–285.

WALENTA, K. (1972): Grimselit, ein neues Kalium-Natrium-Uranylkarbonat aus dem Grimselgebiet (Oberhasli, Kt. Bern, Schweiz). Schweiz. mineral. petrogr. Mitt. *52*, 93–108.

Manuskript eingegangen am 23. Februar 1976.