

Hvad skal bjergarterne hedde?

II. Vulkanske bjergarter, pyroclaster m.v.

HENNING SØRENSEN



Sørensen, H.: Hvad skal bjergarterne hedde? II. Vulkanske bjergarter, pyroclaster, m.v. *Dansk geologisk Forening, Årsskrift for 1985*, side 59–65, København, 1. marts 1986.

A review is given of the recommendations of the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks with regard to the use of the TAS-diagram for the classification of volcanic rocks, and the classification of lamprophyres and pyroclastic rocks.

H. Sørensen, Institut for Petrologi, Øster Voldgade 10, 1350 København K. 22. oktober 1985.

I Dansk geologisk Forenings Årsskrift for 1980 gjorde jeg rede for de bestræbelser, der på internationalt plan gøres for at bringe orden i det virvar, som herskede og stadig hersker inden for petrologisk nomenklatur og klassifikation. Arbejdet udføres af en af IUGS (International Union of Geological Sciences) nedsat kommission, der i en lang årrække havde professor Albert Streckeisen, Bern, som formand og inspirator og stadig omtales som Streckeisen-kommissionen.

Kommissionen blev reorganiseret under geologkongressen i Moskva i 1984. Dr. Peter Sabine, London, er nu formand for Commission on Systematics in Petrology, Dr. M. LeBas, Leicester, formand for dens subkommission for magma-bjergarter, dr. R. Schmid, Zürich, for en nyoprettet subkommission for metamorfe bjergarter og dr. F. Chayes, Washington, for subkommissionen for elektroniske databaser. Forfatteren er medlem af kommissionen og subkommissionen for magmabjergarter, og det er med dette udgangspunkt, der her fortælles om publicerede og endnu upublicerede resultater af det hidtidige arbejde.

I Årsskriftet for 1980 blev subkommissionens forslag vedrørende inddeling og navngivning af plutoniske og vulkanske bjergarter beskrevet. Det foreslåede system anvendte modalsammensætningen af bjergarterne, d.v.s. disses kvantitative mineralindhold. Hoveddiagrammet for inddeling var dobbelttrekanten QAPF, eller som den ofte kaldes Streckeisen-diagrammet. Q er kvarts, A alkalifeldspat, P plagioklas og F feldspathoider, se Sørensen (1981).

Som nævnt var forslagene for inddeling af magmabjergarter baseret på bjergarternes modale mineralindhold. En sådan inddeling kan foretages uden større problemer, når det gælder de plutoniske bjergarter, idet disse er holokrystalline og kornede. Deres mineralindhold kan let bestemmes, i hvert fald ved betragtning af tyndslib.

Derimod er der, som nævnt af Sørensen (1981, side 43), problemer med mange vulkanske bjergarter på grund af indhold af vulkansk glas eller meget fine kornstørrelser. Det blev foreslået, i tilfælde hvor en modal analyse ikke kunne foretages, at klassificere ved at omregne kemiske analyser til »standardminerale«, d.v.s. norm-sammensætningen af bjergarter og således at inddelingen og navngivningen af vulkanske bjergarter svarer til inddelingen af de plutoniske bjergarter. Men det er en kendt sag, at omregning af en kemisk analyse af en vulkanit til »standardminerale« ofte vil give et andet mineralindhold end man finder i en plutonisk bjergart med samme kemiske sammensætning. Et af problemerne er, at man ikke af en normberegning kan se, hvorledes det normative indhold af albit, *ab*, skal fordeles mellem alkalifeldspat og plagioklas. Der skal her erindres om, at A i dobbelttrekanten er kalifeldspat samt plagioklas med ind til 5% albit. Ydermere vil jerns oxidationsforhold i en bjergart bestemme norm-mineralogien.

Anvendelsen af QAPF diagrammet til klassifikation af vulkanske bjergarter har givet så mange problemer, at Subkommissionen har undersøgt andre klassifikationsmetoder og er standset op ved det såkaldte TAS diagram.

TAS-diagrammet

TAS står for Total Alkali-Silica Diagram. Diagrammet er et af de enkleste petrologiske diagrammer overhovedet. Det baseres på den kemiske bjergartsanalyses værdier for Na_2O , K_2O og SiO_2 angivet som vægtprocenter. $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ plottes langs ordinataksen, SiO_2 langs abscisseaksen. Diagrammet har i mange år været anvendt til belysning af petrologiske problemer, et kendt eksempel er Macdonald & Katsura's (1964) publicerede klassifikation af Hawaii's vulkaniter i alkaline og tholeiiske typer. Cox m.fl. (1979, side 14) anvendte en variant af dette diagram til inddeling af »normale« vulkanske bjergarter (d.v.s. uden høje kaliumindhold) og da diagrammet i det hele taget er anvendt til klassifikationsformål af mange forskere, var det naturligt for Subkom-

missionen at undersøge, om diagrammet kunne være grundlag for klassifikation af vulkanske bjergarter.

Le Maitre (1984) har på Subkommissionens vegne beskrevet de undersøgelser, der har ført frem til et forslag om at anvende TAS-diagrammet til klassifikation af vulkanske bjergarter. Undersøgelserne bestod bl.a. i at plote det store antal af analyser af uomdannede vulkanske bjergarter, der er lagret i databaserne CLAIR og PETROS. Ved at betragte den måde analyser af de forskellige typer af vulkanske bjergarter fordeler sig i diagrammet, har det været muligt at tegne grænselinier, der afgrænser felter for de almindeligste vulkanske bjergarter, og som er i rimelig overensstemmelse med grænsedragningen i QAPF-diagrammet. Den seneste version af dette diagram er vist som Fig. 1 (som i parentes er æn-

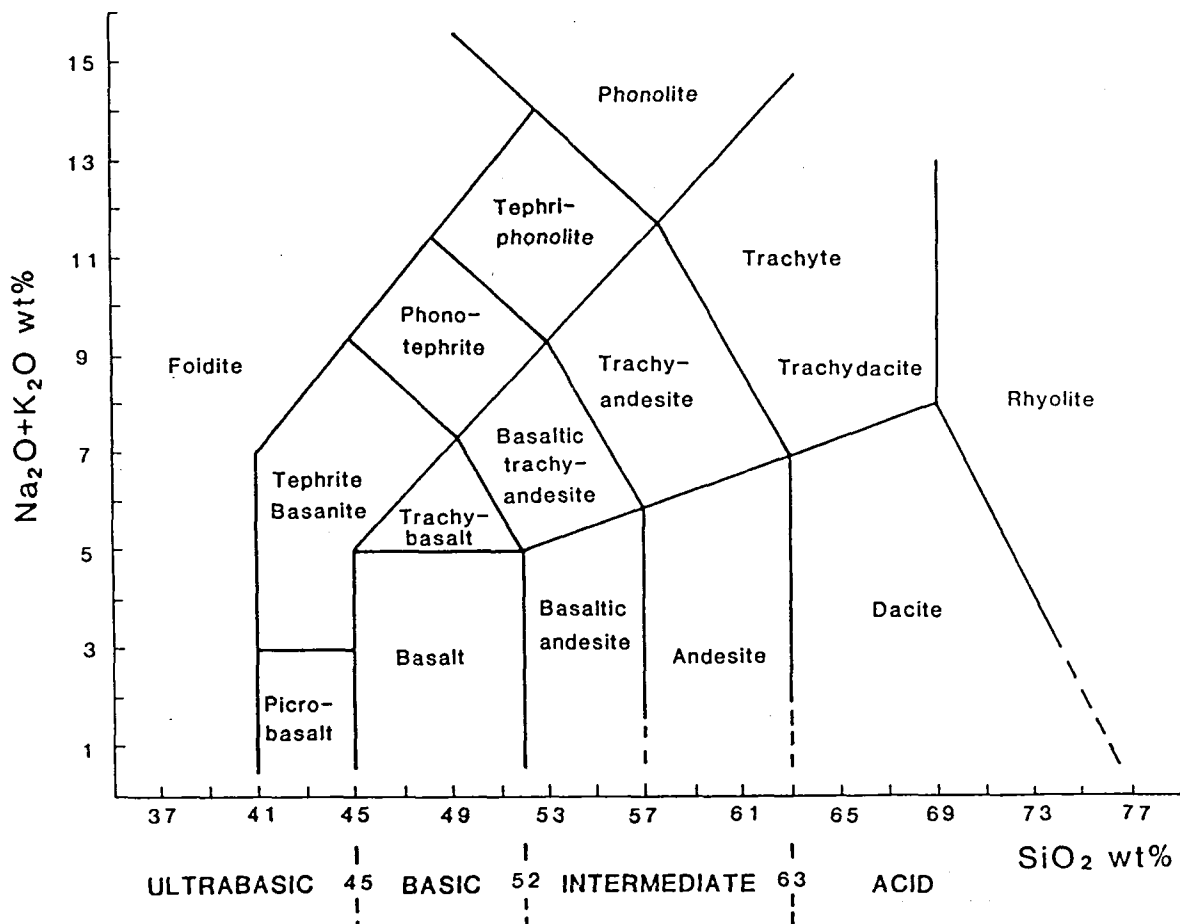


Fig. 1. TAS-diagram for vulkanske bjergarter. Forslag udarbejdet af IUGS-subkommissionen for magmabjergarter.

TAS diagram for the volcanic rocks. A preliminary proposal for discussion presented by the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks.

dret i forhold til det diagram, der findes i Le Maitres afhandling fra 1984).

Ved anvendelsen af TAS-diagrammet må følgende forhold tages i betragtning:

1. Klassifikationen er udelukkende deskriptiv og ikke genetisk.
2. Der må kun anvendes gode kemiske analyser af uforvitrede, friske bjergarter. Analyser med mere end 2% H₂O og/eller mere end 0.5% CO₂ bør næppe anvendes.
3. Analyserne bør omregnes til 100%, idet der ses bort fra indhold af H₂O og CO₂.
4. Grænselinier mellem felterne bør være rette.

Når omregningen og plotningen har fundet sted og det er konstateret, i hvilket felt i diagrammet en given analyse plotter, har man, som når QAPF-diagrammet anvendes, fundet »rodnavnet« for den pågældende bjergart.

Bjergartens dækkende navn kan derefter gives med inddragning af andre mineralogiske og kemiske kriterier. F.eks. vil almindelige rhyoliter og peralkaline rhyoliter alle plottes i rhyolit-feltet. Peralkaline rhyoliter har Na₂O + K₂O > Al₂O₃ (opgivet som mol-forhold), almindelige rhyoliter Na₂O + K₂O < Al₂O₃.

Men det ses af Fig. 1, at f.eks. basalt og andesit, i modsætning til forholdene i QAPF-diagrammet, er tydeligt adskilt, og at diagrammet i det hele taget viser en god adskillelse af de mest almindelige typer af vulkanske bjergarter.

Det ses også, at overmættede, mættede og undermættede bjergarter (med hensyn til SiO₂) er fordelt i tre tydelige zoner:

Overmættede bjergarter plotter i den nedre zone fra basalt og videre til dacit og rhyolit. Undermættede bjergarter findes i en øvre zone fra foidit-basanit til phonolit. Mættede bjergarter ligger mellem disse zoner, i god overensstemmelse også med QAPF-diagrammet.

Fig. 1 viser, at der også ved grænsedragningen er taget hensyn til den klassiske inddeling i sure, intermediære, basiske og ultrabasiske bjergarter.

Den her viste udgave af TAS-diagrammet er ikke den endegyldige, idet f.eks. det store felt foiditer stadig volder problemer. Dette skyldes bl.a., at mineralet leucit har et højere SiO₂-indhold end andre feldspathoider. Leucit-rige foiditer kan derfor plottes i tefrit-basanit-feltet. Dette problem vil ikke blive let at løse, men Subkommissionen arbejder med sagen.

Der kunne tilføjes endnu mange bemærkninger om TAS-diagrammets anvendelse til klassifikation af vulkanske bjergarter. Samtidig anbefaler forfatteren, at TAS-diagrammet herefter anvendes på linie med QAPF-diagrammet i klassifikation af magmabjergarter.

Carbonatiter og melilitbjergarter, samt lamprophyrer

Subkommissionen har i 1978 fremsat forslag til nomenklatur for carbonatiter og melilitholdige bjergarter, samt lamprophyrer.

Hvad angår carbonatiter og melilitholdige bjergarter, dvs. meget specielle bjergarter, skal henvises til subkommissionens 1978 rapport og til Fig. 2.

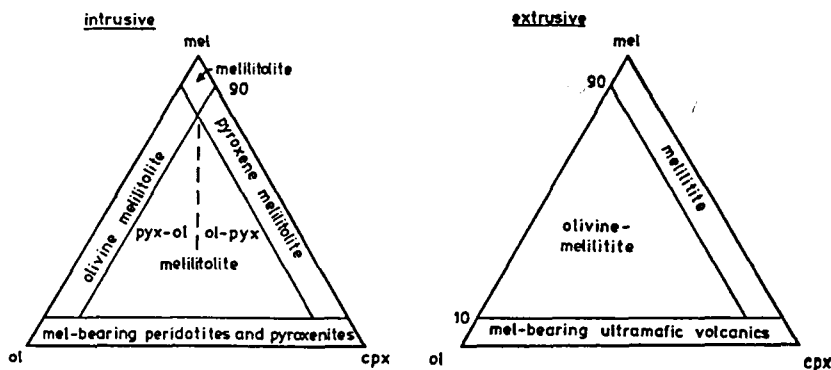


Fig. 2. Forslag til inddeling af melilitholdige bjergarter.

The proposed classification of melilit-bearing rocks (IUGS Subcommission, 1978).

Lamprofyrene er en bjergartsgruppe, der i stigende grad er kommet i søgelyset, fordi de giver vigtige oplysninger om magmadannelsen i jordens kappe og om magmaudvikling.

Lamprofyrene er dyke-bjergarter, som ud fra teksturer og mineralsammensætning adskiller sig fra plutoniske og vulkanske bjergarter. Lamprofyrene karakteriseres af:

1. Det er meso- til melanokrate og eventuelt ultramafiske bjergarter med porfyrisk tekstur.
2. De har som væsentlige mineraler biotit (eller Fe-phlogopit) og/eller amfibol (ofte kaersutit), samt eventuelt clinopyroxener og olivin eller melilit og ofte som strørkorn. Feldspat og/eller feldspathoider vil, hvis de findes, være begrænset til grundmassen.
3. Calcit og zeoliter kan være primære bestanddele.
4. Indholdet af K_2O (eller evt. $K_2O + Na_2O$) er højt og indholdet af SiO_2 lavt (lavere end 40-45%).
5. Der er høje indhold af H_2O , CO_2 , S, P_2O_5 , Ba og mange sjældne grundstoffer og væsentlig højere end i andre bjergarter med tilsvarende SiO_2 indhold.
6. Hydrotermal omdannelse af mineralerne er hyppigt forekommende og mineraler rige på H_2O , CO_2 , etc. er udbredte.

Tabel 1. Klassifikation af lamprofyrene.

Lyse mineraler		Mørke mineraler			
feldspat	feldspathoider	biotit	hornblende diops.augit (± olivin)	titanaugit amfibol (kaersutit,mv) olivin,biotit	melilit biotit +titanaugit +olivin +calcit
or > pl		minette	vogesit		
pl > or		kersantit	spessartit		
or > pl				sannait	
pl > or	fsp>foid			camptonit	
	glas eller feldspathoid			monchiquit	polzenit alnøit
or = alkalifeldspat, pl = plagioklas					

Lamprofyrene foreslås inddelt i tre hovedgrupper:

- I. Kalk-alkaline lamprofyrene (af shoshonitisk affinitet). De findes især som sene dykes i orogene bæltter. De vigtigste typer er: Minette, vogesit, kersantit og spessartit. Vedrørende bjergartstypernes mineralindhold henvises der til subkommissionens 1978 afhandling og til petrologibøger samt til tabel 1 og fig. 3. Det kan påpeges, at de oftest har farveindex over 35.
- II. Alkaline lamprofyrene, der kemisk set er beslægtet med alkalibasalter og basanit og undertiden nefelinit, men med højere indhold af H_2O , CO_2 , osv. De har farveindex over 40 og findes især som dykes i områder med alkaline komplekser. De vigtigste typer er: Camptonit, sannait og monchiquit. Disse bjergarter indeholder bl.a. kaersutit og titanaugit.
- III. Melilitholdige lamprofyrene har farveindex over 70 og findes sammen med alkaline komplekser og/eller carbonatiter. Vigtige typer er alnøit og polzenit.

Tabel 1 viser relationerne mellem de her nævnte hovedtyper af lamprofyrene.

Classification of lamprophyres.

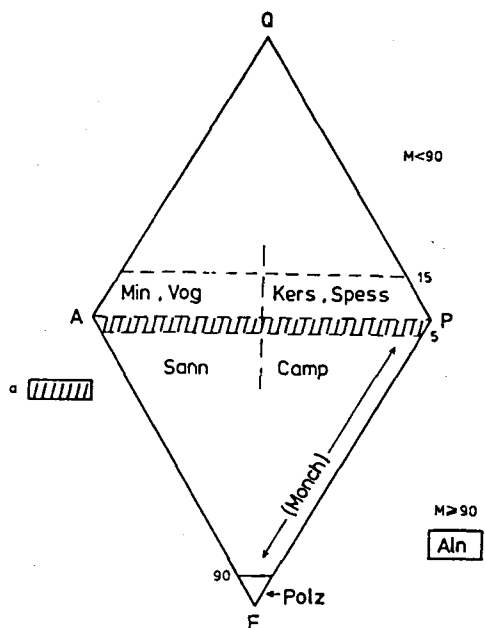


Fig. 3. QAPF-diagram med de vigtigste lamprofyrbjergarter angivet. Det skraverede felt viser overlap af minette/vogesit og sannait og af kersantit/spessartit og camptonit. Bemærk alnøit er anbragt i feltet med $M > 90$, dvs. som en ultramafisk bjergart. (Monch = monchiquit; polz = polzenit).

A QAPF-diagram for the most important types of lamprophyres (IUGS Subcommission, 1978). In the field between A and P marked a there is an overlap of minette/vogesite with sannait and of kersantite/spessartite with camptonite. Alnöite is indicated in the box having $M > 90$.

Table 2. Inndeling af pyroclaster og af velsorterede (efter kornstørrelse) pyroclastiske bjergarter.

Grænseværdierne 64, 2 og 1/16 mm er foreløbige og bør bringes i overensstemmelse med fremtidige internationalt anbefalede inddelinger af sedimenter.

Pyroclastiske bjergarter

Pyroclastiske bjergarter eller tephra eller løse udbrudsprodukter kan i sig selv være en forvirrende blanding af bestanddele: vulkansk glas, krystaller, vulkanske bomber, fragmenter af vulkanske og andre bjergarter, osv. Denne forvirring er ikke blevet mindre af en temmelig blandet international nomenklatur. Subkommissionens forslag til at rette op på disse forhold bringes i det følgende.

Først nogle definitioner: *Pyroclaster* er de krystaller, krystalbrudstykker samt glas- og bjergartsbrudstykker, der er dannet ved sønderdeling i forbindelse med vulkanske eruptioner.

Vulkanske bomber er pyroclaster med en diameter over 64 mm og som ud fra ellipsoide, skiveformede eller uregelmæssige former og overfladeudviklinger kan ses at være dannet ved vulkansk udslyngning af helt eller delvis smeltet materiale.

Blokke er pyroclaster med diameter over 64 mm og med skarpkantede former der viser, at de er udslynget i fast tilstand.

Lapilli er pyroclaster med diameter mellem 2 og 64 mm, mens *askekorn* har diameter mellem 1/16 og 2 mm og *askepartikler* (eller vulkansk støv) har diameter under 1/16 mm.

Classification of pyroclasts and well sorted pyroclastic rocks (after grain size).

Gennemsnitsstørrelse af pyroclaster	Pyroclast-type	Pyroclastiske aflejringer	
		hoveds. uhardnede: tephra	hoveds. hardnede: pyroclastiske bjergarter
Grov — 64 mm	bombe blok	bombe/blok tephra eller lag	agglomerat pyroclastisk breccie
Mellem — 2 mm	lapilli	lapilli-tephra eller lag	lapilli tuf
Fin 1/16 mm	askekorn støv	grov aske fin aske/støv	grov tuf fin tuf (støv tuf)

aske-tuf

Velsorterede pyroclastiske dannelser

Pyroclastiske aflejringer har mere end 75% (rumfangs%) af pyroclaster, mens *pyroclastiske bjergarter* er i hovedsagen hærtnede pyroclastiske aflejringer.

Tephra anvendes om i hovedsagen ikke hærtnede pyroclastiske aflejringer.

Pyroclastiske breccier er pyroclastiske bjergarter med diameter over 64 mm og opbygget af skarpkantede pyroclaster.

Agglomerater består af afrundede pyroclaster med diameter over 64 mm. Er disse pyroclaster svejset sammen fås *agglutiner*.

Lapilli-tuf er pyroclastiske bjergarter med diameter mellem 2 og 64 mm, *tuf* eller *aske-tuf* har diameter under 2 mm og *støvtuf* har diameter under $\frac{1}{16}$ mm.

Denne nomenklatur og inddeling er vist i tabel 2.

Fig. 4 viser en ofte bragt underinddeling af vulkansk aske, dvs. tuf-dannelser, på grundlag af mængdeforholdet mellem vulkansk glas + pimpsten, krystaller + krystalfragmenter og bjergartsfragmenter. Man skelner på dette grundlag mellem vitrisk (dvs. glasrig) tuf, krystal-tuf og lithisk tuf.

Dårligt sorterede pyroclastiske dannelser

Dårligt sorterede dannelser beskrives ved hjælp af en kombination af termer fra tabel 2.

Eksempler på navne er: aske-lapilli tuf (lapilli dominerer over aske), lapilli-agglomerat (blokke/bomber dominerer over lapilli), osv. Bemærk at man her som i klassifikationen af andre magma-bjergarter sætter den dominerende bestanddel nærmest betegnelsen på det pyroclastiske materiale.

Omløjrede pyroclaster

Pyroclastiske bjergarter kan som følge af forvitringsprocesser, erosion og aflejring, slamstrømme-lahars, osv. blive omløjret. Man taler da om omløjrede pyroclastiske dannelser eller vulkanske konglomerater, sandaflejringer, osv. alt efter de dominerende kornstørrelser. Man

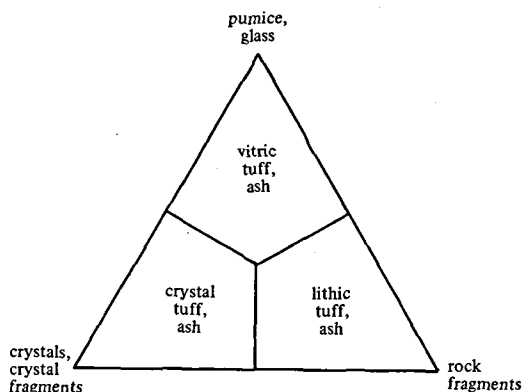


Fig. 4. Inddeling af pyroclastiske bjergarter på grundlag af forholdet mellem vulkansk glas + pimpsten, krystaller og krystalfragmenter og bjergartsfragmenter.

Classification of pyroclastic rocks according to proportion of glass + pumice, crystals and crystal fragments, and rock fragments.

bruger betegnelsen *epiclast* for omløjrede sedimentære bjergarter, når en pyroclastisk oprindelse af kornene ikke kan afgøres. Man kan i denne forbindelse sige, at alle klastiske bjergarter er *epiclastiske*, og at pyroclaster er de eneste klastiske bjergarter, der ikke er *epiclastiske*.

Bjergarter der er blandinger af pyroclastisk og *epiclastisk* materiale kan gives blandingsnavn som f.eks. tufholdig slamsten, tufholdig sandsten, osv.

Fininddeling af pyroclastiske dannelser

Den i tabel 2 præsenterede inddeling af pyroclastiske dannelser tager kun hensyn til pyroclaststørrelser og -former samt hærtningsgrad. Der vil ofte være behov for en nøjere beskrivelse af den pågældende dannelse. Man kan f.eks. angive sammensætningen af magmaet, som f.eks. rhyolitisk tuf. Man kan også ønske at angive dannelsesmåden, som f.eks. lacustrin tuf, ash-flow tuff (askestrøms-tuf), welded tuff (svejsetuf), lahar-tuf, osv. Specielt for ignimbritiske dannelser er udviklet en detaljeret nomenklatur.

Hyaloclastiter er pyroclastiske dannelser opstået ved undersøisk (eller subglacial) vulkanisme og kan i hvert fald delvis bestå af sønderfaldne pudelavaer (pillow lavas).

Litteratur

- Cox, K. G., Bell, J. D. & Pankhurst, R. J. 1979: *The interpretation of igneous rocks*. George Allen & Unwin, London, 1-450.
- IUGS Subcommittee on the systematics of Igneous Rocks, 1978. Classification and nomenclature of volcanic rocks, lamprophyres, carbonatites and melilitic rocks. *N. Jb. Miner. Abh.* 134, 1-14.
- Le Maitre, R. W., 1984. A proposal by the IUGS Subcommittee on the Systematics of Igneous Rocks for a chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica (TAS) diagram. *Australian Journal of Earth Sciences* 31, 243-255.
- MacDonald, G. A. & Katsura, T., 1964. Chemical composition of Hawaiian lavas. *J. Petrol.* 5, 82-133.
- Sørensen, H., 1981. Hvad skal bjergarterne hedde? *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1980*, 39-46.