

- 145 *J. Zandstra*: Schisteuze granaatamfiboliet en andere metamorfieten uit Zuidwest-Zweden: gidsgesteenten?
- 151 *E. Spijkerman*: Reptielen van het fosfaatplateau van Marokko
- 155 *L.M.J.U. van Straaten*: Zuidelijke porfieren
- 148 *C. de Jong*: Boekbespreking 'Klassische Fundstellen der Paläontologie'
- 149 *W. van der Bruggen*: Over tanden van Hexanchidae uit het Pliocene van Kallo (België)
- 168 *J.W.M. Jagt*: Boekbespreking 'Die Fauna und Flora der Rügener Schreibkreide'
- 150/158/169 *F. J. Rabe*: Geovaria

Schisteuze granaatamfiboliet en andere metamorfieten uit Zuidwest-Zweden: gidsgesteenten?

J. Zandstra

J.G. Zandstra, Mozartstraat 142, 1962 AG Heemskerk, tel. 0251-236690

Kristallijne gidsgesteenten in keileem of andere sedimenten zijn karakteristiek voor een bepaald herkomstgebied. Noordelijke zwerfstenen van granaatamfiboliet zijn in Nederland en Duitsland nooit als gidsgesteente beschouwd en daarom ook niet in tellingen gebruikt. Vijftig jaar geleden werd in Zweden wel veel waarde gehecht aan granaatamfiboliet in glaciële afzettingen als gidsgesteente (Wennberg 1949). De oorspronkelijke naam 'dioritskiffer med granater' (schisteuze dioriet of diorietgneis met granaten, naar o.a. Hummel 1877 en Svedmark 1888) is dan al geruime tijd verlaten. Hummel en Wennberg behandelen uitsluitend de amfibolieten, die zij in Zuidwest-Zweden in grote aantallen als zwerfsteen aantreffen. Zij beschouwden dit deel van Zweden als het herkomstgebied. Van 1950 tot 1988 wordt de waarde als gidsgesteente echter niet benut of niet erkend. Sinds de verschijning van het boek 'Sten i det danske landskab' van Smed (1988) ondervindt de Zuidwest-Zweedse granaatamfiboliet weer een opwaardering als gidsgesteente. In dit artikel wordt ingegaan op de vraag of dit type zwerfsteen in Nederland ook als gidsgesteente is te gebruiken. Ik beperk me daarbij tot de schisteuze granaatamfiboliet. Daarnaast wordt van andere metamorfieten hun bruikbaarheid als gidsgesteente besproken.

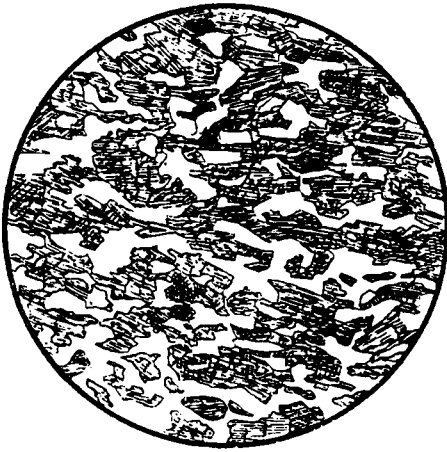
Oorsprong en samenstelling van schisteuze amfiboliet

Schisteuze amfiboliet is een hoog-gradig metamorfe 'groensteen', die hoofdzakelijk uit basische plagioklaas (andesien) en naald- of zuilvormige hoornblende is samengesteld (Afb. 1). Verder kunnen rode granaat (alman-

dien), augiet, biotiet, kwarts en erts van betekenis zijn. Het oorspronkelijke materiaal is een basisch magmatisch gesteente (gabbro, dioriet, basalt, of diabaas). Daaruit ontstond door regionale metamorfose een donkergroen tot zwart, fijn-, middel- of grofkorrelig omzettingsgesteente, dat tot de meta-

basierten behoort. In zekere zin is er sprake van de basische tegenhanger van zure, lichtgetinte gneis.

Schisteuze amfibolieten zitten ingeschakeld in ouder gesteente, als vreemde-gesteentencomplexen. De grenzen van deze gesteentelichamen



Afb. 1. Amfiboliet, loodrecht op de schistositeitsvlakken. Vergr. 20:1. Naar Rosenbusch 1923.

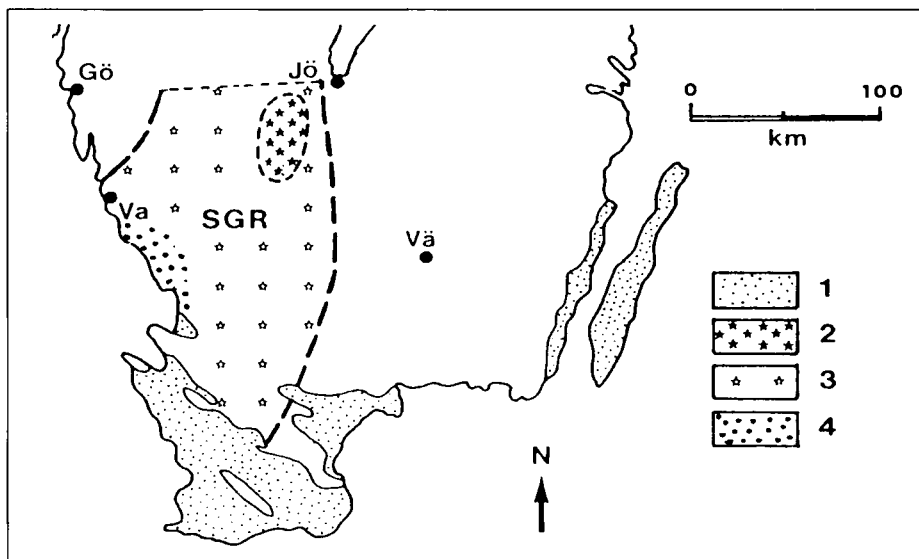
zijn nogal grillig en de dikte varieert van enkele centimeters tot vele meters. De vorming vond plaats onder bepaalde voorwaarden, waarvan een bepaalde druk en temperatuur de belangrijkste zijn. De metamorfosegraad is dan ook matig tot hoog. Amfibolietlenzen en -banden worden doorgaans gevormd in gneis-, granuliet-, en schistformaties, of in gesteenten die daarmee chemisch verwant zijn. Dergelijke donkere amfibolietinschakelingen in lichtgetinte, zure omzettingsgesteenten komen voor in alle tektonische plooiingsgebergten van de wereld.

Granaatamfiboliet in Zuidwest-Zweden

Voorzover zwerfstenen van schisteuze granaatamfiboliet in Nederland en Duitsland kwantitatief een rol van

betekenis spelen, komt alleen Zuidwest-Zweden als herkomstgebied in aanmerking. Het gaat daarbij om een gebied van Värmland in het noorden tot in Schonen in het zuiden (Afb. 2). Volgens Smed (1988, 1994) komen verreweg de meeste Deense zwerfstenen van dit type amfiboliet (Afb. 3) uit een beperkt deel van dit gebied, namelijk het deel ten oosten van Varberg (Afb. 2). Uit de 'National Atlas of Sweden, Geology' (Curt Fredén, 1994) blijkt dat bovengenoemde regio aan de westkant wordt begrensd door Varberg en Halmstad aan het Kattegat en door Vaggeryd en Ljungby in Småland aan de oostkant. De geologische kaart in deze atlas (p. 30-31) laat hier een concentratie van voorkomens zien van gabbro (deels ultrabasisch), dioriet en amfiboliet. Een deel van deze tot 20 kilometer lange voorkomens bestaat dus uit amfiboliet, die waarschijnlijk veelal granaathoudend is.

Volgens Vinx (1996 b, 1998) is de Zuidwest-Zweedse granulietregio, het betreffende gebied waar schisteuze en andersoortige amfibolieten voorkomen, nog groter dan Smed aangeeft. Deze regio beslaat volgens Vinx een oppervlak van ongeveer 20.000 km². Dit hele gebied werd in het Precambrium tijdens de svecofennische orogenese (gebergtevormingsperiode) sterk beïnvloed door processen van metamorfose. Ook in Noorwegen, onder andere in het Kongsberggebied westelijk van Drammen, komt granaatamfiboliet voor (Smed 1988, fig. 70a; Smed 1994, Abb. 51). Zwerfstenen van Zuid-



Afb. 2. Lokaties van enkele gesteenten in Zuid-Zweden (naar Vinx 1998, vereenvoudigd). Gö = Göteborg; Jö = Jönköping; Va = Varberg; Vä = Växjö. 1 = sedimentair; 2 = granaatcoroniet; 3 = Zuid-Zweedse granulietregio; 4 = Gedeformeerde bonte pegmatiet.

Zusammenfassung

In dieser Abhandlung wird den potentiellen neueren kristallinen Leitgeschieben und anderen Geschieben aus Südwest-Schweden Aufmerksamkeit gewidmet, über die Smed und Vinx zwischen 1988 und 1998 berichteten. Es handelt sich besonders um Granatamphibolite (Abb. 3 und 4), die hin und wieder anzutreffen sind. Unsere Möglichkeiten zur näheren Bestimmung dieser Gesteinsarten sowie auch einiger anderer Gesteinsarten sind abhängig von den Fundumständen bzw. Verhältnissen am Fundort.

Bei Geschiebezählungen in den Niederlanden müssen notwendig Lesesteine sowie Geschiebe aus Baugruben verwendet werden. Solche hier aufgefundenen Geschiebe sind meistens klein und mehr oder weniger verwittert. Die Bestimmung wird dadurch erheblich erschwert. Das gilt auch für die Gesteine der südwest-schwedischen Granulitgruppe.

Die Strände und Kliffs der Ostsee in Dänemark und Deutschland liefern hingegen gut erhaltene Geschiebe, außerdem auch viel größere Exemplare, was die Bestimmung wesentlich erleichtert. Die Auswertung bei Aufsammlungen von unterschiedlich gut erhaltenem Material ist erfolgversprechender, wenn die Größe der Steine nicht allzu sehr variiert (Bandbreite: 2,5 bis etwa 15 cm). Dabei sollten schwierig zu bestimmende Gesteine außerhalb der Zählsumme bleiben und besser nebenher - sofern gewünscht - in einer Hilfszählung (Tab. 1) untergebracht werden. Die 'circle-map'-Methode von Smed und anschließend die Leitserien-Methode von Vinx werden kurz erwähnt.

Noorse granaatamfiboliet worden verwacht op plaatsen waar veel Oslomateriaal wordt aangetroffen. In Nederland en Westfalen (Noordwest-Duitsland) is de kans op een zwerfsteen uit dit gebied gering. Granaatamfiboliet in situ komt daarnaast in verschillende gebieden in Fennoscandiavië voor.

Plagioklaas-slierige granaatamfiboliet

Granaatamfibolieten met slieren van witte plagioklaas en meer of minder kwarts zijn zeer karakteristieke verschijningen (Vinx, 1996 a, 1998). Ze zijn daardoor eenvoudig te herkennen. Het verloop van de witte slieren is opvallend: meestal zijn ze onregelmatig streep- of bandvormig en heb-



Afb. 3. Schisteuze granaatamfiboliet (met enkele grote bruine roestplekken). Zwerfsteen van het strand N. van Koldkilde, Fur (Den.).



Afb. 4. Plagioklaassierige (witslierige) granaatamfiboliet. Zwerfsteen van het strand ter hoogte van hotel Frydendal N. van Fynshav, Als (Den.).

Hulptelling bij kwantitatief onderzoek van noordelijke kristallijne gidsgesteenten (> 2,5 cm)		aantal	%	
	Zure tot intermediaire stollingsgesteenten			
1	Graniet (+ porfierische graniet en aplietgraniet)			
2	Syeniet (+ kwartssyeniet en helsinkiet)			
3	Porfier (+ porfieriet gedeeltelijk)			
4	Overige (o.a. primaire kwarts, veldspaat en pegmatiet)			
	Zure tot intermediaire metamorfe gesteenten			
5	Gneis (+ granuliet en schist gedeeltelijk) met granaat			
6	Als boven, zonder granaat			
7	Helleflint			
8	Overige (metagraniet, leptiet e.a.)			
	Basische tot intermediaire stollingsgesteenten			
9	Dioriet, gabbro c.a., ultrabasiet (ook met eerstelingen)			
10	Diabaas, doleriet, kullaiet, melafier (ook met eerstelingen)			
11	Basalt (ook met eerstelingen)			
12	Overige			
	Basische tot intermediaire metamorfe gesteenten			
13	Amfiboliet, metagabbro (+ gneis, granuliet en schist gedeeltelijk) met granaat			
14	Als boven, zonder granaat			
15	Overige met granaat			
16	Overige zonder granaat			
Som:				
Plaats:		Datum:		
Vondstomstandigheden:				
Hesemantelling:				
Opmerkingen:				

Tabel 1. Model van formulier voor hulptelling van alle noordelijke kristallijne gesteenten (als aanvulling op tellingen van uitsluitend kristallijne gidsgesteenten).

ben ze een dikte die over korte afstand sterk varieert, of ze vertonen grillige witte vlekken (Afb. 4; fig. 4 in Caldenius et al. 1966; foto 229 in Lundegårdh & Laufeld 1984; foto 119 in Smed 1988, 1994). De Zuidwest-Zweedse granulietregio is in Fennoscandiavië het belangrijkste en verreweg grootste herkomstgebied van plagioklaas-slierige granaatamfiboliet. Maar ook in het bovengenoemde Kongsberggebied in Zuid-Noorwegen komt dit type gesteente voor.

Zwerfstenen van dit type zijn goed te herkennen aan onregelmatig verlopende centimeter tot decimeter brede, soms groepsgewijs ingeschakelde witte aders en banden, en voorts aan zeer veel aggregaten van nietige rode granaatjes. In Denemarken zijn zwerfstenen van dergelijke amfibolieten plaatselijk vrij algemeen. Zwerfstenen van amfiboliet - ongeacht het type - zijn in Nederland naar verhouding zeldzaam. Het aandeel is als regel minder dan 1% van al het kristallijne materiaal. De plagioklaas-slierige variëteit is hier zeer zeldzaam. In de boeken van Van der Lijn (1935, 1974) wordt er zelfs geen melding van gemaakt. Zijn afbeeldingen tonen alleen schisteuze vormen zonder witte slieren en zonder granaat. In Bos (1949) toont afbeelding 55 een gebande amfiboliet met een ongewoon strak rechtlijnige begrenzing van een witte veldspaatband. Het gaat hier om een verschijningsvorm, waarvan de herkomst onbekend is.

Amfiboliet: een gidsgesteente?

Zuidwest-Zweden is een omvangrijk gebied. Verreweg het grootste deel bevat geen gesteente dat van oudsher erkend is als gidsgesteente. Gneis, granuliet, basieten en metabasieten uit deze streek werden daarvoor in de meeste gevallen niet geschikt bevonden. Door Smed (1988) werd schisteuze granaatamfiboliet als 'statistisch gidsgesteente' voor Zuidwest-Zweden geïntroduceerd. Anders gezegd: veel zwerfstenen van dit gesteente op een bepaalde vindplaats betekent dat de herkomst vooral uit Zuidwest-Zweden moet zijn. Deze opvatting is stellig juist.

In Nederland is de invloed van granaatamfiboliet op de samenstelling van zwerfsteengezelschappen te verwaarlozen. Van een 'statistisch gidsgesteente' is hier geen sprake, omdat het gesteente veel te zeldzaam is. De herkomst zal daarom onzeker blijven. Rubricering op basis van herkomst volgens het principe van de viergroe-

penmethode naar Hesemann (1930) of van de tiengroepenindeling naar Zandstra (1983, 1988, 1999) is dan onmogelijk. De toekenning van een TGZ-waarde (Theoretisches Geschlechtszentrum; theoretisch middelpunt van het gebied van herkomst, uit te drukken in lengte- en breedtegraad, volgens Lüttig, 1958) stuit op hetzelfde probleem. Bij kwantitatief onderzoek van gidsgesteenten lijkt het een betere oplossing om alle amfibolieten samen met andere metabasieten in een hulptelling van alle kristallijne zwerfstenen op te nemen, ongeacht de aan- of afwezigheid van granaat en witte slieren. En er zodoende het begrip gidsgesteente niet direct aan te verbinden. Het formulier dat in dit artikel afgedrukt is biedt daartoe de mogelijkheid (Tabel 1).

Het criterium 'met of zonder witte slieren' is bij onderzoek van kleine stenen niet houdbaar, doordat dit kenmerk (de witte slieren) zich dan niet of onvoldoende manifesteert. Daarom is een afsplitsing op basis van dit kenmerk niet op het hulptellingformulier doorgevoerd. Alleen in Scandinavië, op zeestranden en in groeven met veel grote, frisse stenen is dit kenmerk bruikbaar. In Nederland en in Noordrijn-Westfalen en westelijk Nedersaksen (Noordwest-Duitsland) lukt dit niet. Een opwaardering - van welke amfiboliet dan ook - tot gidsgesteente is hierdoor niet haalbaar.

Andere Zuidwest-Zweedse metamorfieten

In het boek 'Steine aus dem Norden' (Smed 1994, foto's 150 a en b) wordt de Schonengranuliet als gidsgesteente geïntroduceerd (Zandstra 1999, nr. 219). Uit de praktijk van alle dag blijkt dat in Nederland bij kleine zwerfstenen van zure granuliet het moeilijk of onmogelijk is om aan te tonen of de specifieke eigenschappen van het Schonentype aanwezig zijn. Dit komt omdat het vaak om stenen van akkers gaat die door bodemvorming aangeast zijn of door humuszuren verkleurd. Bovendien vertoont dit type zwerfsteen op akkers een neiging tot gruisvorming, waardoor men geen vers breukvlak kan slaan. Net als voor plagioklaas-slierige en andere granaatamfibolieten, is het wenselijk om zure granulieten uitsluitend in de hierboven genoemde hulptellingen op te nemen. Als een herkomst uit Schonen vaststaat, kan dit gegeven als extra opmerking bij de hulptelling worden vermeld en kan de betreffende zwerfsteen eventueel ook meegeteld worden bij de gidsgesteenten.

Granaatcoroniet (Vinx 1996 a en b; afb. 1; nr. 218 in Zandstra 1999) maakt als gidsgesteente een betere kans dan beide voorgaande metamorfieten, omdat de karakteristieke eigenschappen met de loep wel vast te stellen zijn, ook wanneer het gaat om steentjes van slechts enkele centimeters. Kwantitatief zal dit gesteentetype in Nederland en omgeving geen rol van enige betekenis spelen. Wat herkenbaarheid en zeldzaamheid betreft geldt dit ook voor gedeformeerde bonte pegmatiet (Vinx 1998; nr. 217 in Zandstra 1999; Afb. 2). Varbergcharnockiet ('Varberggraniet') is wel de bekendste vertegenwoordiger van de groep der Zuidwest-Zweedse metamorfieten (nr. 173 in Zandstra 1988; nr. 173 op foto 217 en 218 in Zandstra 1999). Dit type is goed te herkennen en vormt daardoor een bruikbaar, in Nederland en omgeving zeldzaam gidsgesteente. De zure granulitische, magnetiethoudende Järngneis (nr. 174 in Zandstra 1988) sluit nauw aan bij Schonengranuliet.

Het is te hopen dat er binnenkort een beschrijving wordt gepubliceerd van de nieuwe kristallijne gidsgesteenten van Zuidwest-Zweden en de gesteenten die daar eventueel voor in aanmerking komen. In die beschrijving zou het accent sterk op de macroscopische eigenschappen moeten liggen. Iemand met getrainde ogen en een goede loep moet er namelijk mee uit de voeten kunnen. Een dergelijke nuttige publicatie zal echter het verschil in mogelijkheid tot determinatie, ofwel benoembaarheid tussen grote, onverweerde zwerfstenen van keileemkliffen en stranden enerzijds en kleine, verweerde veldstenen anderzijds niet uit de wereld helpen.

Tot slot

In dit artikel wordt de bruikbaarheid gewogen van (mogelijk) nieuwe kristallijne gidsgesteenten van Zuidwest-Zweedse oorsprong. In Nederland en aangrenzend Duitsland zijn we voor tellingen meer en meer aangewezen op kleine, verweerde stenen van akkers en ondiepe bouwputten. Op de Oostzeestranden liggen daarentegen fris uitzijnde zwerfstenen, waaronder ook veel grote exemplaren: een situatie die de soortbepaling een stuk makkelijker maakt.

Het integraal vergelijken van de uitkomsten van de gangbare telmethoden voor materiaal dat zo verschillend bewaard is, levert het beste resultaat. Zeker als de grootte van de stenen niet te veel uiteenloopt

(2,5 - ca. 15 cm) en 'moeilijke' soorten en variëteiten buiten de telling worden gehouden. Naar onze mening moeten alle granaatamfibolieten en de meeste zure granulieten tot de 'moeilijke' soorten worden gerekend. Ze dienen daarom buiten de hoofdtelling te blijven en kunnen beter in een hulptelling van alle kristallijne zwerfstenen worden opgenomen (Tabel 1).

Voorgaande doet niets af aan het feit dat vooral granaatcoroniet en gedeformeerde bonte 'tweeveldspaat'-pegmatiet als gidsgesteenten kunnen dienen in de door Smed geïntroduceerde en door Vinx nader uitgewerkte gids-seriemethode ('Leitseriemethode'; Smed 1993, 1994, 1997, Vinx 1995). Bij deze aanpak worden gesteenteseries uit het totale zwerfstenenbestand gelicht die uit een klein gebied afkomstig zijn en die genetisch bij elkaar horen. Vervolgens wordt elk herkomstgebied met cirkels aangegeven op de kaart van Fennoscandinavië. De plaats van de cirkels komt overeen met het theoretisch middelpunt van het gebied en de grootte van de cirkels is gerelateerd aan het aandeel van het gesteentetype. Ook sedimentaire gesteenten, zoals zandsteen- en kalksteensoorten, worden op dergelijke kaartjes met een cirkel aangegeven. Deze methode leidt tot een gedetailleerd inzicht in de wegen die de gletsjers in Fennoscandinavië volgden. Met het oog op het traceren van Oostzeegletsjers geldt dit in het bijzonder voor zwerfsteengezelschappen met veel Paleozoïsche kalksteen. Voor Nederland biedt dit geen perspectief, omdat de kalksteen op nagenoeg alle beschikbare tellocaties door oplossing verdwenen is.

Literatuur

- Bos, L.B., 1949. Geologie voor natuurvrienden. 3^e druk, 157 pp. Rutgers, Naarden.
- Caldenius, C., W.Larsson, E.Mohrén, G.Linnman & H.Tullström, 1966. Beskrivning till kartbladet Halmstad. SGU, Aa 198, 127 pp.
- Fredén, C. (redactie), 1994. Geology, National Atlas of Sweden. Geological Survey of Sweden. 208 pp. Almqvist & Wiksell, Stockholm.
- Hesemann, J., 1930. Wie sammelt und verwertet man kristalline Geschiebe? Sitzungsbericht der Preussischen Geologischen Landesanstalt 5, 188-196. Berlin.
- Hummel, D., 1877. Beskrifning till kartbladet Båstad. SGU Aa 60.
- Lijn, P. van der, 1935. Nederlandse zwerfstenen. 150 pp. Thieme, Zutphen.
- Lijn, P. van der, 1974. Het keienboek, 6^e druk, 361 pp. Thieme, Zutphen.
- Lundegårdh, P.H. & S.Laufeld, 1984. Norstedts stora stenbok. 376 pp. Norstedt, Stockholm.
- Lüttig, G., 1958. Methodische Fragen der Geschiebeforschung. Geologisches Jahrbuch, 361 - 418. Hannover.
- Rosenbusch, H., 1923. Elemente der Gesteinslehre. Vierte Auflage. 779 pp. Schweizerbart, Stuttgart.
- Smed, P., 1988. Sten i det danske landskab. 181 pp. Geografiforlaget, Brenderup.
- Smed, P., 1993. Indicator studies: a critical review and a new data-presentation-method. Bull. Geol.Soc.Denmark 40, 332 - 340. Copenhagen.
- Smed, P., 1994. Steine aus dem Norden. 195 pp. Borntraeger, Berlin-Stuttgart.
- Smed, P., 1997. Kommentare zu Leitgeschiebezählmethoden. Archiv für Geschiebekunde 2 (3), 141-145, Hamburg.
- Svedmark, E., 1888. Pyroxen- och amfibolförande bergarter. SGU, C 97, 27 pp.
- Vinx, R., 1995. Hochauflösende Rekonstruktion von Eistransportwegen: Die 'Leitseriemethode'. Archiv für Geschiebekunde 1 (11), 625 - 640. Hamburg.
- Vinx, R., 1996 a. Granatcoronit (Mafischer Granulit): ein neues Leitgeschiebe SW-schwedischer Herkunft. Archiv für Geschiebekunde 2 (1), 3 - 20, Hamburg.
- Vinx, R., 1996 b. Neue Leitgeschiebe schwedischer Herkunft und neue Befunde zu traditionellen Leitgeschieben. DEUQUA 96, poster 63.
- Vinx, R., 1998. Neue kristalline SW-schwedische Leitgeschiebe: Granoblastischer mafischer Granulit, Halland-Retro-Eklogit und deformierter, bunter Pegmatit. Archiv für Geschiebekunde 2 (6), 361 - 378, Hamburg.
- Wennberg, G., 1949. Differentialrörelser i inlandsisen. Sista istiden i Danmark, Skåne och Östersjön. Medd. Lunds geol.-min. Inst.114, 210 pp.
- Wimmenauer, W., 1985. Petrographie der magmatischen und metamorphen Gesteine. 382 pp. Enke, Stuttgart.
- Zandstra, J.G., 1983. A new subdivision of crystalline Fennoscandian erratic pebble assemblages (Saalian) in the Central Netherlands. Geol. en Mijnb. 62, 455-469.
- Zandstra, J.G., 1988. Noordelijke kristallijne gidsgesteenten. XII + 469 pp. Brill, Leiden.
- Zandstra, J.G., 1999. Platenatlas van noordelijke kristallijne gidsgesteenten. XII + 412 pp. Backhuys Publishers, Leiden.

Geovaria

Fred Rabé

Walvissen

Nature berichtte in de aflevering van 14 augustus 1997 reeds dat Cetacea (walvissen en dolfijnen) nauw verwant zijn aan evenhoevigen (varkens, nijlpaarden, kamelen, giraffen en andere herkauwers). Nature (20 september 2001) meldt over het onderzoek

van Hans Thewissen. Hij vond Pakicetus en die moet zo'n 50 miljoen jaar geleden rond gehold hebben langs de oevers van een vliet.

Science (21 september 2001) bericht weer over andere walvisvoorouders, *Artiocetus clavis* en *Rodhocetus balochistanensis*, behorend tot een groep Procetidae geheten en bewoners van de oostelijke Thetyszee. In betrekkelijk snel tempo, ongeveer 8 miljoen jaar, heeft zich de evolutie van landbewoner tot super zeedier voltrokken.

In National Geographic (Nederlandse editie, november 2001) vertelt Chadwick uitgebreid over de evolutie van de walvis vanaf een hoefdier-voorvader, via vroege walvissen tot de huidige en de verwantschap met bijvoorbeeld het nijlpaard. Indien u een websnuffelaar bent, biedt Scientific American onder www.scientificamerican.com de mogelijkheid nog meer over deze materie te weten te komen.