

baseerd op reservoirstudies, dat er maximaal 20.000 m³ gas per dag wordt geproduceerd. Het gas wordt uiteraard nauwkeurig gemeten en daarna verbrand.

Toekomst

Met spanning zal er naar de fakkel in Peer worden gekeken. Komt er gas? Begin december zal de voortgang (en hopelijk ook het goede nieuws over de gasproductie) tijdens een colloquium op de RGD uit de doeken worden gedaan.

Voor Nederland betekent het, dat er mogelijk een nieuwe energiebron bij is. Geschat wordt, dat er in de Nederlandse ondergrond zeker 55 miljard m³ winbaar gas in de kolen zit. Vooral de Achterhoek lijkt interessant te zijn.

Winning is niet zo maar mogelijk. Eerst moet er nog gekeken worden, of de productie van dit methaan onder een gas- of onder een kolenconcessie valt, met alle juridische complicaties van dien. Daarnaast wordt het in Nederland steeds moeilijker om een boring te zetten gezien de emoties over boren

voor de kust van Zandvoort, de slepende kwestie van het IJsselmeer en de Waddenzee-problematiek. Voor SMW zijn een tamelijk groot aantal boringen nodig, die vrij dicht op elkaar staan om het gas economisch uit de kolen te halen. Zoiets is in Twente (nog) wel mogelijk voor de zoutwinning, maar bij gas spelen andere emoties een rol.

Adres van de auteur
Rijks Geologische Dienst
Postbus 157
2000 AD Haarlem

Ordovicische zwerfstenen in het Twents-Duitse grensgebied

Over herkomst en transport

Freek Rhebergen

De zand- en grindwinning in Noordoost-Twente en het aansluitende Duitse grensgebied levert al vele tientallen jaren een schat aan fossielen. Duizenden sponzen en 'koralen' (tabulaten) liggen in musea en particuliere verzamelingen. De even oude kalkstenen zijn weliswaar bekend, maar werden en worden minder verzameld. Toch blijken er veel vragen omtrent herkomst en transportwegen te bestaan. Bovendien heerst er verwarring doordat in het verleden nagenoeg alle typen verkieselde kalksteen 'Baksteenkalk' werden genoemd.

In dit artikel wordt getracht een overzichtelijke en bruikbare indeling van het materiaal uit deze streek op te stellen en wordt een poging gedaan om te komen tot een voorlopige reconstructie van de transportwegen en de herkomst van het beschreven materiaal.

Beperkingen

In tientallen miljoenen jaren is een grote verscheidenheid aan kristallijn en sedimentair gesteente vanuit het Fennoscandinaavische gebied in zuidelijke richting vervoerd door een combinatie van glaciaal en fluviatiel transport.

De hierdoor gevormde sedimentpakketten van zanden en keileem liggen in een strook van Polen tot in Engeland. In dit artikel beperk ik mij in drie opzichten:

- De kristallijne gesteenten blijven geheel buiten beschouwing, terwijl van de sedimentaire gesteenten de zand- en kalkstenen uit het Cambrium en het Siluur onbesproken blijven.
- Van het Ordovicisch materiaal laat ik de vondsten uit de Saale-keileem van Nederland buiten beschouwing en beperk mij tot de oudere fluviatiele afzettingen uit het Menapien.
- In geografisch opzicht beperk ik mij tot het materiaal uit Oost-Twente en het aangrenzende Duitse gebied in het graafschap Bentheim,

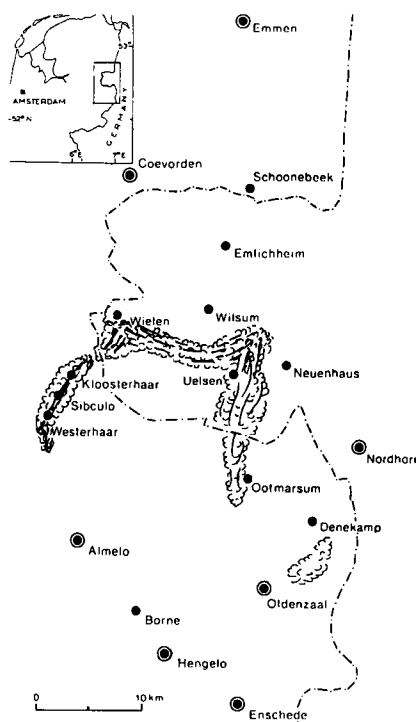


Fig. 1. Het stuwwallencomplex in het Twents-Duitse grensgebied.

met als zwaartepunten het stuwwallencomplex van de Wilsomer Bergen en de ontsluitingen in het gebied van Westerhaar-Sibculo-Kloosterhaar (Fig. 1).

Gebieden met vergelijkbaar materiaal

Voor een goed begrip worden in dit artikel enkele lokaties vermeld waar vergelijkbaar of identiek materiaal wordt gevonden. De geologische geschiedenis van deze gebieden mag weliswaar grote verschillen vertonen en onderling onvergelijkbaar zijn, de gemeenschappelijke factor is de aanwezigheid van vergelijkbaar Ordovicisch materiaal. Hetzelfde materiaal kan overigens ook op, hier niet vermelde, plaatsen voorkomen.

Het gaat dan ten eerste om Ordovicische zwerfstenen van Gotland (niet het Silurische vaste gesteente!). Verder om de Noord-Duitse laagvlakte (Sleeswijk-Holstein, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Rügen) waar grote hoeveelheden Laat-Pleistocene (Weichselien) glaciale afzettingen liggen. In de Saalien-keileemafzettingen van Neder-

land en Duitsland worden naast Silurische ook Ordovicische kalkstenen aangetroffen.

Vervolgens is het eiland Sylt van belang, waar de kern van het eiland is opgebouwd uit Pliocene en Vroeg-Pleistoocene kaolienzanden met veel Ordovicische gesteenten. Tenslotte is vergelijkbaar Ordovicisch materiaal bekend uit het bruinkoolgebied van Nieder-Lausitz in Oost-Duitsland, waar tussen enkele Miocene bruinkoollagen een pakket grindhoudende zanden is afgezet.

Literatuuronderzoek

Het is mij opgevallen dat er een tegenstelling bestaat tussen de bekendheid van het gebied vanwege de fossielenrijkdom en de literatuur over dit gebied. Met name over de kalkstenen is dikwijls slechts terloops geschreven. Ook trof het mij dat de oudere literatuur meer kennis verschaft dan men zou verwachten. Om die reden begin ik dit overzicht met het werk van K. Martin (1878). Deze beschrijft een aantal lokaties 'westelijk en oostelijk van de Elbe' met concentraties van kalkstenen. In Polen, rond Sadewitz, is de dichtheid zo groot, dat exploitatie in de vorm van kalkbranderijen lonend was. Volgens hem komen 'Onder-Silurische' (=Ordovicische) kalkstenen in Groningen niet voor. De (Boven-)Silurische kalkstenen vertonen volgens hem een grotere overeenkomst met de Baltische formaties dan met de Gotlander equivalenten. Weliswaar noemt hij ze 'kieselige Kalke und Kieselknollen' en veronderstelt dat zij uit Estland afkomstig zijn, maar lokaliseert ze op Ösel (=Saaremaa), dat uitsluitend uit 'Boven-Siluur' bestaat. Of hij werkelijk Ordovicische kalksteen bedoelt wordt niet duidelijk. Hoe dan ook, hij baseert zich vooral op vondsten in de Groninger keileem.

Frappant is de vermelding van enkele 'silurische Schwämme und korallen im Lochemerberg der Nedelande, die von zahlreichen Jurageschieben begleitet werden' (pag. 28). Het begrip 'Backsteinkalk' (pag. 49) wordt terloops vermeld, namelijk dat het bij Wismar niet vaak voorkomt.

Het is verbazingwekkend, dat Martin reeds in 1878 enerzijds zoveel kennis van de Oostzee- en Baltische gesteenten bezat en anderzijds een zijns inziens sluitende verklaring voor het transport wist te geven: transport op grote ijsbergen, die in Noord-Duitsland strandden.

Het werk van Jonker (1904) beperkt zich tot Silurische kalkstenen van de noordelijke Hondsrug en blijft daarom hier onbesproken.

Kruizinga (1918) geeft een samenvattende beschrijving van fossielen uit al-

lerlei collecties. Het overgrote deel van het door hem beschreven materiaal komt uit het keileem, o.a. van Gaasterland. Hij concludeert op pagina 235 dat de hoofdmassa der Baltische sedimentaire zwerfstenen in ons land is afkomstig uit het westelijk, het zuidwestelijk en het middendeel van de Oostzee. Hiermee neemt hij stelling tegen Jonkers opvatting die aan de 'Onder-silurische' kalkstenen van Groningen wel degelijk een Oostbaltisch karakter toeschreef. Het voert te ver daarop in het raam van dit artikel verder in te gaan. Anderson (1952, 1953) schrijft over Silurische lavendelblauwe verkiezelingen als zwerfsteen en is, voor zover mij bekend, de eerste die dit gesteentetype als een lithografische eenheid beschouwt. Helaas behandelt hij niet de flora en fauna van dit gesteente, maar gaat nader in op het voorkomen van sponzen en korallen en op de lithografie van de grindhoudende zanden. Hij is overtuigd van een directe aanvoer vanuit het Oost-Balticum naar onze gebieden - de zg. Baltische Oerstrom - met Weser en Elbe als zijrivieren. Deze opvatting wordt bestreden door Boekschoten (1957).

Ook Krul (1954) maakt onderscheid tussen de twee typen 'Silurische' verkiezelde kalkstenen: '... een fossielrijk poreus gesteente dat soms overgaat in een dichte kiezelmasse, die dan veel overeenkomst vertoont met kiezelsteen' en '... blauwgrijze dichtverkiezelde kalk met ongeveer dezelfde fossielen'. Hij plaatst alle verkiezelde kalkstenen in het 'Onder-Siluur' en noemt als herkomst de omgeving van Gotland. De bijdragen van Hucke (1967) en van Neben & Krueger (Staringia nrs. 1, 2 en 5, resp. 1971, 1973 en 1979) vormen nog steeds een waardevol naslagwerk, dat in een grote leemte heeft voorzien. Wij dienen ons echter wel te realiseren, dat deze auteurs de Noordduitse zwerfstenen beschrijven, die deels in het Saalien, deels in het Weichselien zijn getransporteerd. De verschillen met het Twents-Duitse materiaal t.a.v. fauna, flora, verkiezelingsgraad en mate van ververing zijn dermate groot dat er van een ander kalksteengezelschap moet worden gesproken. Winterman (1990) heeft daarmee helaas geen rekening gehouden. Hij heeft in zijn artikel 'Baksteenkalk' geciteerd uit de inleiding in Staringia 2 en dit ten onrechte op het Oostnederlandse gezelschap van toepassing doen zijn.

Huisman (1974, 1975) heeft in G&H een belangwekkend artikel gepubliceerd dat helaas wat moeilijk te vinden is. Het is verborgen in twee afleveringen uit de serie 'Noordelijke Zwerfsteenkorallen' (5,6). Het is volgens de ondertitel geheel gewijd aan herkomst en genese

van lavendelblauwe verkiezelingen. In het kader van de serie ligt het accent op korallen en sponzen. Hij maakt t.a.v. sponzen een onderscheid tussen de grijsbruine en de blauwgrijze/blauwzwarte. Daarnaast maakt hij een tweedeling naar het wel of niet voorkomen van afslijting door transport en andere eroderende inwerkingen. Op deze misschien bruikbare indeling kom ik nader terug. T.a.v. de kalkstenen maakt hij eenzelfde onderscheid: geelwitte en blauwe verkiezelde kalkstenen. Toch, ondanks het consequente onderscheid spreekt hij op pagina 131 van baksteenkalk die zowel paarsblauw als vuil geelwit kan zijn en van overige kalksteensoorten die bestaan uit kleine paarsblauwe verkiezelde fragmenten. Naar zijn opvatting is de blauwe kalksteen in het algemeen jonger (Midden- en Laat-Ordovicium, E, F1c, F2). Als herkomstgebied noemt hij het Oost-Balticum.

Genieser (1970) behandelt de zwerfsteengezelschappen van Baltische oorsprong zoals deze in het Mioceen, Pliocene en fasen van het Pleistoceen zijn gesedimenteerd. Hij toont de relatie aan tussen de Hattemlagen en de Loosener Sande in West-Mecklenburg. Hij geeft tevens een mogelijke reconstructie aan van de afwateringssystemen van Elbe, Saale/Mulde en Weser in het Vroeg- en Midden-Pleistoceen (zie ook figuur 2).

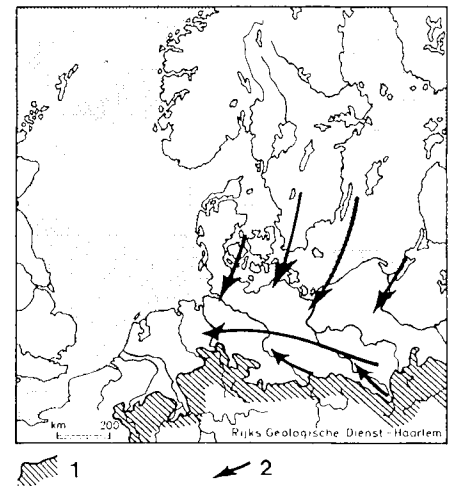


Fig.2. Schematische weergave van de afwateringssystemen in het Vroeg-Pleistoceen. 1: Noordrand van de Duitse Middelgebergten. 2: De voornaamste stroomrichtingen. Naar Zagwijn, 1975.

Krueger (1990) heeft de fauna uit de lavendelblauwe verkiezelingen van Sylt vergeleken met die uit het materiaal van de Miocene bruinkoolzanden in de Lausitz (Seeser Sande). Voor ons gebied is deze publikatie van belang, omdat hier op het oog identiek materiaal wordt gevonden. Bovendien gaat Krueger in op de herkomst van deze com-

ponent. Mede op grond van Finse studies neemt hij aan, dat de lavendelblauwe verkiezelingen uit West- en Noordwest-Finland en uit Lapland afkomstig zijn. De ouderdom is Midden- en Laat-Ordovicium (C3 F2, met een hiaat D3-E). Hoewel de volgende auteurs zich niet met het zwerfsteenonderzoek hebben beziggehouden, zijn hun publikaties in dit kader toch van belang. Bijlsma (1981) introduceert het begrip Baltic Gravel Assemblage (BGA). Hij baseert zijn opvattingen omtrent afwateringssystemen uit de Oostzee en sedimentatie sinds het Mioceen in het Pools-Duitse en het Noordwest-Duitse Bekken op onderzoek van grind en zware mineralen.

Kluiving (1989, 1993) heeft in de Wilsumer Bergen onderzoek gedaan naar glaciotectionische verschijnselen en stratigrafisch het gebied in kaart gebracht.

Lithologie en chronostratigrafie

De lithostratigrafische eenheden die in het stuwwallengebied voorkomen zijn van zowel Tertiaire als Kwartaire ouderdom. Uit het Tertiair zijn afzettingen uit het Oligoceen, Mioceen en Pliocene bekend. Op de Pliocene en Kwartaire afzettingen wordt hieronder verder ingegaan. De Middenoligocene klei (Ruppelien) en de erboven liggende Middenmiocene zanden zijn ontsloten in Lemke, tussen Uelsen en Neuenhaus. Zij blijven in dit artikel onbesproken. In de zand- en grindgroeven zijn vier formaties van belang.

Pliocene mariene afzettingen, in enkele te onderscheiden faciës.

- Zeer fijn, wit glimmerhoudend zand (Glimmerfeinstsand). Het is een kustnabije afzetting waarin levenssporen (graafgangen) in grote aantallen worden aangetroffen in het westelijk deel van het Duitse stuwwalcomplex tussen Wilsun en Wielen. Dit zand wordt gerekend tot de Formatie van Scheemda.
- Een grover type wit zand komt in het Nederlandse deel voor, tussen Sibculo en Westerhaar. Dertig jaar geleden was deze laag ontsloten in een kleine groeve oostelijk van Sibculo. Er komen verkiezelde mariene schelpen in voor, o.a. *Glycimeris sp.* (Anderson, 1958; Eggink, in voorbereiding). Mogelijk behoort ook deze eenheid tot de Formatie van Scheemda.
- In het oostelijk deel van het complex, de Wilsumer Bergen en zuidelijk van Uelsen (o.a. in Hesingen) treffen we de Formatie van Oosterhout aan. Voor zover mij bekend is deze afzetting even oud als de Formatie van Scheemda, maar onderscheidt zich daarvan door faciës-

verschillen: de glauconiethoudende zandige leem en lemige zanden duiden op een marien sediment, maar minder kustnabij afgezet als de eerder genoemde witte delta-zanden. Ook hierin komen plaatselijk dezelfde graafgangen voor. Enkele haaietanden en twee walviswervels die ik daarin vond bevestigen het mariene karakter van deze afzetting.

Onderpleistocene (Menapien) fluviatiele zand- en grindpakketten, behorend tot de Formatie van Enschede (fig. 3). Deze afzettingen bestaan uit

PERIODE		TIJDVAK	TIJD (=etage)
K W A R T A I R	LAAT	PLEISTOC EEN	(FLANDRIEN)
	KWARTAIR		WEICHSELLEN*
			EEMIEN
	MIDDEN		SAALIEN*
			HOLSTEINIEN
			ELSTERIEN*
			LAAT
	KWARTAIR		"CROMERIEN
			COMPLEX** VROEG
	VROEG		MENAPIEN*
KWARTAIR	WAALIEN		
	EBURONIEN*		
	TIGLIEN		
			PRAETIGLIEN*
T E R T I A I R	LAAT	PLIOCEEN	REUVERIEN
	TERTIAIR		BRUNSSUMIEN

* KOUDE TIJD ** = COMPLEX VAN 4 WARMEN EN 3 KOUDE TIJDEN

Fig.3. Indeling van het Laat-Tertiair en Pleistocene. Naar Zagwijn, 1975.

een grote verscheidenheid van pakketten lichte, grove zanden met een wisselende hoeveelheid grind, dat opvallend veel gangkwarts en lydiet naast bontzandsteen bevat, waardoor een karakteristiek zwart-wit beeld ontstaat. Een belangrijk deel van dit materiaal blijkt afkomstig te zijn uit het Duitse Mittelgebirge. De Elbe met zijn zijrivieren, waaronder het toenmalig waarschijnlijk zelfstandige Saale-Mulde-systeem en de Weser hebben grote hoeveelheden geërodeerd materiaal aangevoerd vanuit het Riesengebirge, Erzgebirge, Thüringerwald en wellicht ook uit de Harz, uit het Weserbergland, Wiehengebirge en Teutoburgerwald. Er is in deze afzettingen een zeer karakteristieke bijmenging van Baltisch materiaal, hoofdzakelijk bestaande uit Cambriësche zandstenen, Ordovicische verkiezelde kalkstenen, losse sponzen, tabulaten en bryozoën. Noordelijke kristallijne gesteenten zijn weinig talrijk. Af en

toe is op enkele plaatsen een bijzondere afzetting waar te nemen: het Complex van Hattem, een doorlopende laag met grote en middelgrote stenen in het grind met een hoger percentage noordelijk kristallijn gesteente (8?-30%) dan in de boven- en onderliggende zanden. Soms zijn er enkele niveaus van de Hattemlagen zichtbaar, gescheiden door fluviatiele zanden.

Middenpleistocene fluvioglaciale zanden (Saalien),

behorend tot de Formatie van Drenthe. Deze vormen in de Wilsumer Bergen een pakket van verscheidene meters dikte. De afzettingen bestaan uit geramanieerd materiaal o.a. afkomstig uit de Formatie van Enschede. De weinige grindtellingen geven voornamelijk geen duidelijke verschillen met de onderliggende lichtere zanden. De veelal bruine kleur is veroorzaakt door oxydatie van glauconiet uit het verspoelde materiaal van de Formatie van Oosterhout dat door smeltwater van de naderende gletsjer uit de ondergrond van het voorland is opgenomen. Kluiving (1989, 1993) heeft in het noordoostelijk deel van de stuwwal verscheidene door het stuwende ijs veroorzaakte structuren beschreven. Hij beschrijft een merkwaardig fenomeen, namelijk dat tijdens de stuwing op een aantal plaatsen o.a. de Pliocene zandige leem fungeerde als glijlaag, waardoor niet zozeer verschuiving van de lagen optrad, als wel een stelsel van overschuivingen met een dekbladkarakter werd gevormd. Op enkele plaatsen zijn in het bovenste deel van de profielen afzettingen ontsloten, soms als fijne zanden, soms als kleilagen, die beschouwd worden als respectievelijk delta, kames- en lacustriene afzettingen. Aangezien zij tektonische invloeden hebben ondergaan zijn ze als Saalien aan te duiden. Zij blijven hier verder onbesproken omdat zij geen rol spelen t.a.v. het Ordovicisch materiaal. Dat geldt ook voor de soms aanwezige jongere afzettingen, zoals die van de Formatie van Beuningen.

Het Ordovicische materiaal

De tientallen jaren van het gericht verzamelen van Ordovicische kalkstenen hebben mij de ervaring opgeleverd dat zo'n 75 tot 80 % van de vele duizenden stukken afkomstig zijn uit de bovenste lagen, dus uit het fluvioglaciale pakket. Dikwijls worden deze droog gegraven en gezeefd. In de groeven met zuiginstallaties, waar de zanden met het meer zwart-witte grind uit grotere diepten worden opgezogen, komen kalkstenen veel minder voor. Dat geldt echter niet voor de losse fossielen zoals sponzen. Integendeel, het materiaal uit de diepere lagen zou wel eens rijker kun-

nen zijn aan sponzen e.d. Vergelijken- de grindtellingen uit beide afzettingen kunnen misschien uitsluitel geven of er aantoonbare verschillen zijn, en zo ja, of zij een indicatie opleveren om- trent veranderingen in het Pleistocene rivierstelsel.

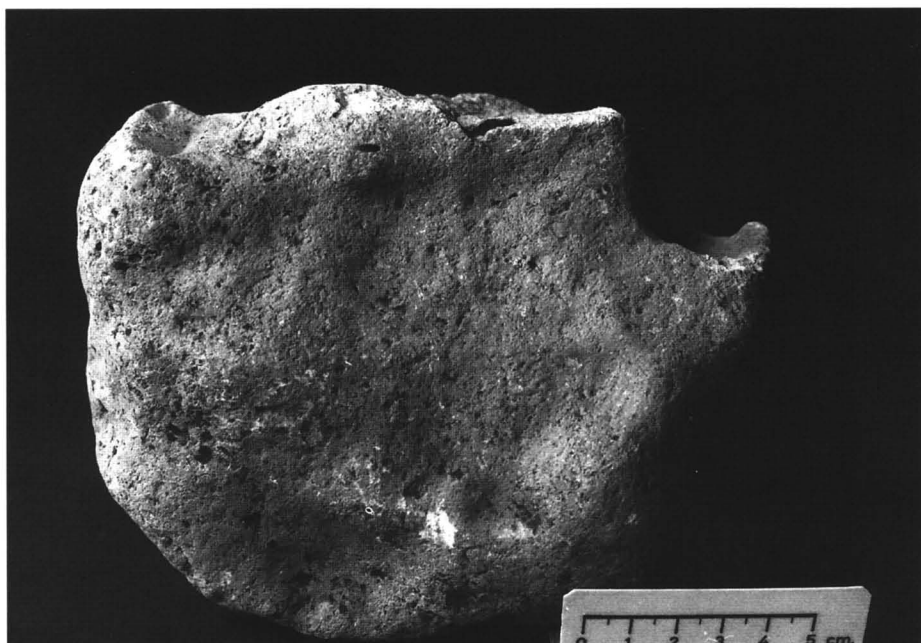
Er heerst een hardnekkige spraakver- warring rond het Ordovicische mate- riaal. Vele noemen alle Ordovicische verkiezelingen 'baksteenkalk'. Dat leidt tot een voortdurende begripsverwar- ring. Het lijkt me daarom zinvol een viertal afzonderlijke eenheden te on- derscheiden te weten:

1. baksteenkalk in engere zin
2. lavendelblauwe verkiezelingen
3. ölemyrflint of ölemyrvuursteen
4. siltige kalksteen (ölemyrkalksteen?)

1. De Baksteenkalk

Dit is een nog te ruime benaming voor verschillende typen poreuze, geelgrij- ze, soms witte, soms groengrijze ver- kiezelde kalksteen. De ouderdom is Midden-Ordovicium (Caradoc), vol- gens de voor ons meest gebruikte Est- landse indeling behorend tot de vol- gende Etages: bovenste deel Kukruse (C2b), Idavere (C3), Jöhvi (D1) en Keila (D2), zie fig. 6.

Baksteenkalk is met 73% het meest voorkomende Ordovicische gesteente (Dit en de volgende percentages zijn gebaseerd op onderzoek van ca. 3700 bewerkte zwerfstenen tussen 1985 en 1992). Naar mijn mening moeten de hier gevonden kalkstenen reeds in het Balticum (tenminste gedeeltelijk) ver- kiezeld zijn en hebben zij dank zij deze verkiezeling de lange en langdurige



Gr. Brittanië	Estland	
SERIE	SERIE	ETAGES
	F.S. *	
	F ₂	Porkuni
ASHGILL	HARJU F _{1c}	Pirgu
	F _{1b}	Vormsi
	F _{1a}	Nabala
	E	Rakvere
	D ₃	Oandu
CARADOC	D ₂	Keila
	D ₁	Jöhvi
	C ₃	Idavere
	C ₂	Kukruse
LLANDELLO	C _{1c}	Uhaku
	C _{1b}	Lasnamäe
	C _{1a}	Aseri
LLANVIRN	B ₃	Kunda
	B ₂	Volkhov
ARENIG	B ₁	Latorp
	A ₃	Varangu
TREMADOC	A ₂	Pakerort

*F.S.: Stratigrafie vlg. F. Schmidt

Fig. 6. Chronostratigrafische indelingen van het Ordovicium. Naar Kask, 1992. N.B. Sommige auteurs, waaronder Stel, 1975, rekenen Porkuni (F₂) tot het Siluur.

Fig. 4. Baksteenkalk uit de Wilsmer Bergen met golvende bovenzijde. Het meest voorkomende type.

Fig. 5. Hetzelfde stuk als van 4, met vlakke onderzijde.

transportweg overleefd. Door verdere uitloging en verwerking is alle kalk verdwenen. De fossielen zijn bijna altijd als steenkern en/of afdruk bewaard gebleven.

Er zijn tot nu toe een drietal typen baksteenkalk te onderscheiden.

- 1.1 Het meest voorkomende type heeft vaak een onregelmatig golvende, knollige (boven)kant en een vlakke (onder)kant, zie fig. 4 en 5. de meest voorkomende fossielen in dit type zijn de algen *Apidium krausei* en *Coelosphaeridium cyclocrinophilum*, veel crinoïdenresten, brachiopoden (o.a. *Platystrophia sp.*) en trilobieten (vooral de kleine *Otarion sp.* en *Chasmops marginata*), zie fig. 7 en 8.
- 1.2 Een tweede type bestaat vaak uit platte stukken met gladde onder- en bovenzijden. De fossielinhoud wijkt af van het eerste type door het veelvuldig voorkomen van de alg *Mastopora concava* en gastropoden (*Lesueurilla sp.*, *Bucania sp.* en *Salpingostoma sp.*)
- 1.3 Een derde type is grofkorrelig, voelt stroef aan, lijkt sterk uitgeloozd en bevat hoornsteenachtige fragmenten. Er komen zelden herkenbare fossielen in voor, soms kleine bryozoëntakjes. Wel zien we er dikwijls (opvullingen van) graafgangen in. Misschien zal dit type als een aparte Middenordovicische eenheid beschouwd moeten worden en niet tot de baksteenkalk worden gerekend.

Flora en fauna van de baksteenkalk duiden op een Oostbaltische herkomst. Omdat er evenwel duidelijke verschillen optreden met de Estlandse fauna, wordt de oorsprong van de baksteenkalk gezocht in de huidige Oostzee ten westen van Estland, misschien ook noordelijker.

Al het Zweedse en Westbaltische materiaal is in ons gebied onbekend. Een plaats van herkomst 'ergens tussen Estland en Zweden' ligt dan ook niet voor de hand. Vergelijkt men overigens onze baksteenkalk met die uit de Saalien- en Weichselien-afzettingen in Noord-Duitsland (Rügen, Sleeswijk-Holstein) dan ziet men nauwelijks overeenkomsten!

In onverweerde vorm is het daar een taai, zeer hard, zwartgrijs gesteente met een splinterend breukvlak, waaruit fossielen slechts met zeer veel moeite zijn te prepareren (Schallreuter, 1969; Krueger, 1990). Ook de naam 'Backsteinkalk' wijst op verschillen. Deze naam is in het begin van de vorige eeuw door verzamelaars in Brandenburg gegeven aan blokken, die hen qua vorm aan bakstenen deed denken. Deze grote, hoekige blokken ko-



Fig. 7. Kopschild (cephalon) van een trilobiet uit de baksteenkalk. *Chasmops mutica*. Eigen coll. nr. Ue 1332a. Foto B. Rhebergen, Woerden.



Fig. 8. Staartschild (pygidium) van een trilobiet uit de Baksteenkalk. *Atractopyge sp.* Eigen coll. nr. Ue 1313a. Foto B. Rhebergen, Woerden.

men bij ons nauwelijks voor. Ook in dit verband geldt dat de beschrijvingen van het gesteente door Hucke en Neben & Krueger volstrekt niet van toepassing zijn op ons materiaal. Bij vergelijkend onderzoek is de fossielinhoud het enige houvast. Zoals de heer Krueger mij meedeelde is onze baksteenkalk geheel verweerd en heeft zijn bleke kleur gekregen doordat het de laatste paar honderdduizend jaar dicht onder een humusrijke oppervlaktelaag gelegen heeft. Wel kunnen lokale omstandigheden de normale bleekgrijze kleur van de steen beïnvloeden. Zo zijn veel kalkstenen uit de Wilsumer Bergen overtrokken met een bruin laagje en vertonen zij inwendig

veelal bruine infiltratiekringen, veroorzaakt door een overmaat van ijzer in de bovenste zandlagen, in tegenstelling tot de grijze kleur van de kalkstenen uit het glauconietvrije deel in Westerhaar-Sibculo. De oorzaak van de donkerkleuring van het materiaal uit Almelo en Zwolle is nog niet onderzocht.

2. De lavendelblauwe verkiezelingen (Blauwe hoornsteen)

In de Wilsumer Bergen is dit een weinig voorkomend gesteente. Het omvat slechts 2% van het materiaal. Het komt voor in twee typen:

- 2.1 Een dof blauwgrijs gesteente, meestal zonder fossielen, met witte insluitsels, en/of met holten die

soms zijn opgevuld met agaten. Soms zijn de wanden van de holten bezet met heldere kwarskristallen.

2.2 Het andere type is blauwgrijs tot blauwzwart, dicht, met een glad kiezellaagje (windlak) en bevat een van de baksteenkalk afwijkend fossielengezelschap. Het Middenordovicische gezelschap (C3-D2) wordt gekenmerkt door het veelvuldig voorkomen van de alg *Cyclocrinites* (*Cyclocrinus*) *porosus*, de gastropode *Brachytomaria* sp. en de brachiopode *Plectatrypa* sp. Daarnaast komt een identiek lijkend jonger gesteente voor, namelijk Bovenordovicisch (F1, misschien ook wel F2) met bryozoën en rugosekoralen.

Zoals voorheen vermeld wordt het vaak in één adem met baksteenkalk genoemd. Het gaat echter om een gesteente met een andere flora en fauna, een andere verkiezelingsgeschiedenis en een andere herkomst, kortom, het behoort als een aparte eenheid te worden bestempeld. In de keileem ontbreekt dit materiaal tot nu toe. Op Sylt is het met minstens 80% van het Ordovicisch materiaal veruit het meest voorkomende gesteente. Vanwege de grote verschillen met zowel de Zweedse, de Westbaltische als met de Estlandse fauna wordt, o.a. door Krueger, een herkomst uit West- of Noordwest-Finland of uit Lapland aangenomen, fig. 9. Tijdens een opheffing van dit gebied in het Oligoceen zouden deze lagen door erosie van bovenliggend materiaal aan de oppervlakte zijn gekomen en aan langdurige verwerking onder semi-aride omstandigheden zijn blootgesteld (Krueger, 1990).



Fig. 9. Schematische weergave van de veronderstelde herkomst en transportwegen van lavendelblauwe verkiezelingen. 1: Miocene zanden in de Lausitz. 2: Pliocene zanden op Sylt. 3: Pleistocene zanden van Wilsom-Sibculo.

TYPE ÖJLEMYRFLINT	SEDIMENTATIE TIJDENS	OSTRACODEN e.a. KALKSKELETEN	FOSFATISCHE FOSSIELEN	ACRITARCHEN
Sylt	Pliocene	verkiezeld	ontbreken	ontbreken
Wielen	Vroeg Pleistoceen	verkiezeld	redelijk geconserveerd	weinig
Gotland	Laat Pleistoceen	kalk	goed geconserveerd	veel

Fig. 10. Schematisch overzicht van het voorkomen en de conserveringstoestand van fossielen in de öjlemyrflint van de drie bekende vindplaatsen.

3. De öjlemyrflint

Dit is een Bovenordovicische (F1c-F2) vuursteen met kantige breukvlakken, waarvan het oppervlak veelal met een laagje ijzeroxyde is overtrokken. Het geheel is meestal bedekt met een laagje kiezel. Op de verse breuk is de kleur grijs tot bruinzwart. Dikwijls zijn een of meer zijden voorzien van druksporen (Verwürgung, plucking). Een ander kenmerk is het voorkomen van één, soms twee zijden met een grijswitte, soms geelwitte (verwerings?) korst, in dikte variërend van enkele millimeters tot enkele centimeters. Deze korst bestaat uit een zeer fijnkorrelig materiaal. De buitenzijde ervan is meestal glad afgeslepen en gerond waardoor de indruk ontstaat dat deze vuurstenen fragmenten zijn van wat eens ronde of ovale concreties waren of in sommige gevallen fragmenten van een dunne vuursteenbank in fijn siltachtig materiaal. Uit het korstmateriaal zijn macrofossielen goed te prepareren, in tegenstelling tot die uit de vuursteenmatrix. Opvallend zijn de soms talrijke zwarte puntjes en streepjes in de vuursteen: fosfatische microfossielen, dikwijls gepytitiseerde melanosklerieten.

Het Ordovicisch materiaal bestaat voor ca. 16% uit deze öjlemyrflint. Het oorspronkelijke vaste gesteente is onbekend. Het gesteente werd in 1901 voor het eerst beschreven door de Zweedse geoloog Wiman. Hij beschreef het als zwerfsteen op Gotland waar hij het aantrof onder een veenpakket bij het dorpje Öjle Myr. Rond 1960 werd het gesteente door Von Hacht herkend op Sylt. In 1982 werd vastgesteld dat de vuursteen die ik al meer dan twintig jaar in Sibculo, Westerhaar en Wilsom verzameld had ook öjlemyrflint was. Bij analyse bleek het zelfs een apart type te zijn, door Schallreuter het Wielener type genoemd naar de lokatie (groeve Straaten te Wielen) van het onderzochte materiaal. In het Geologisch Instituut te Hamburg is een methode ontwikkeld om vuursteen op te lossen in een verdunde oplossing van fluorwaterstof (HF), waardoor een buitengewoon rijke microfauna en flora werd gewonnen. Schallreuter (1983, 1987) onderzocht

daarvan vooral de ostracoden en chitinozoën, terwijl Eiserhardt (1992) de acritarchen bestudeerde, fig. 11.

Op grond van de verschillen in flora en fauna en in verschillen van conservering van fossielen onderscheidt Schallreuter drie typen: het Gotlander, het Sylter en het Wielener type, zie tabel en fig. 10.

Het ostracodenonderzoek heeft uitgezeten dat de fauna's nagenoeg identiek zijn. Eiserhardt evenwel veronderstelt een faciësverschil te kunnen constateren: De acritarchen van het Wielener type zouden in een meer kustnabij milieu hebben geleefd dan die uit Gotland. In het Sylter type ontbreken acritarchen. Toch is het niet uitgesloten dat de mate van verwerking van de vuursteen bepalend is voor een

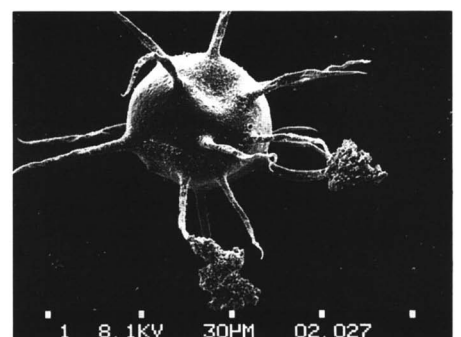
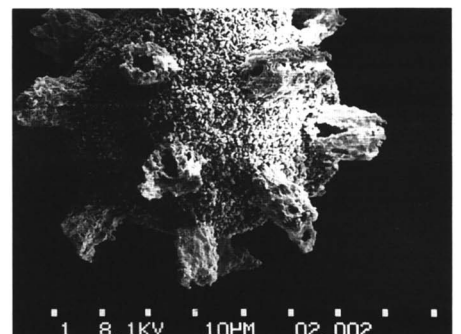


Fig. 11. Twee acritarchen uit een in HF opgeloste öjlemyrflint van Wielen. a: *Palaeohystrichosphaeridium wimani* (EIS.) EISERHARDT 1985. (02-002) ca. x900. b: *Baltisphaeridium longispinosum* (EISENACK 1931) ca. x500. REM-opname en determinatie door Eiserhardt. Coll. Geol. Inst. Hamburg. Reg.nr. AGH-G RHE 87.

zekere selectie binnen de flora en fauna, m.a.w. dat de verschillen van fossielinhoud zijn bepaald door externe omstandigheden, tijdens de periode van transport en de duur van de verweringsinvloeden voor en na het transport. Zo veronderstelt Von Hacht dat de bovenste lagen in het oorspronkelijke sediment het sterkst verweerd en meest verkiezeld zijn. Deze zouden al in het Pliocen zijn getransporteerd (o.a. naar Sylt) waar de voortgaande verweering plaatsvond. Het ontbreken van de fosfatische fossielen en van de acritarchen zou zo verklaard kunnen worden. De wat dieper liggende lagen, in wat mindere mate verweerd, zouden vervolgens getransporteerd zijn in het Vroeg-Pleistoceen en o.a. zijn afgezet in ons gebied. Tenslotte zouden de laatste gletsjers de diepste gelegen en minst verweerde vuurstenen hebben opgenomen en na transport over korte afstand op Gotland hebben gedeponeerd. Het aantreffen van kalkskelten in het Gotlander type, in tegenstelling tot de verkiezelde fossielen in het Wielener en Sylter type maakt deze redenering aanvaardbaar. Veel zaken rond de öjlemyrflinten zijn nog onopgelost. Een aantal geologen zoekt de herkomst in een gebied ten noorden van Gotland. Anderen veronderstellen een gebied ten noorden van de Ålandseilanden, weer anderen noemen gebieden in of nabij Finland.

4. Bovenordovicische fijne verkiezelde kalksteen (F1c-F2)

De hier bedoelde kalksteen is van een type, dat veel overeenkomst vertoont met het materiaal waaruit de 'verweeringskorst' van öjlemyrflint bestaat. Misschien is het daarmee identiek. Het omvat ca 9% van het gevonden materiaal, zie fig. 12.



Fig.12. Een öjlemyr(?)kalksteen met drukverschijnselen. Boven-Ordovicium. Vindpl. Wilsu-mer Bergen.

Het siltachtige gesteente is buitengewoon rijk aan bryozoën, ostracoden en brachiopoden. De trilobietenfauna is rijk vertegenwoordigd door *Decoroproetus* (*Proetus*) sp., *Harpidella* (*Otarion*) sp. en een extreem frequent voorkomen van *Erratencrinurus* (*Celtencrinurus*) *kiaeri* OWEN 1979. (Det. Krue-

ger). De flora is vertegenwoordigd door nog onbekende staaftvormige, soms dichotoom gelede algen en door de enige en uitsluitend Bovenordovicisch voorkomende knikkeralg *Apidium rotundum* HOEG 1932.

Bij de afronding van dit artikel ontdekte ik de vermelding van Eiserhardt (1992) dat Wiman in 1901 de öjlemyrkalksteen als zwerfsteen van Gotland heeft beschreven. In deze Bovenordovicische (F2) kalksteen zouden zich stukken vuursteen bevinden, die echter ook afzonderlijk zouden voorkomen.

Dit geeft aanleiding ons type 'fijne' kalksteen voorlopig als öjlemyrkalksteen te benoemen. Aangezien de öjlemyrflint tot nu toe van slechts drie gebieden bekend is, zou dit kunnen betekenen dat ons gebied, naast Gotland, de tweede lokatie is waar de öjlemyrkalksteen zou voorkomen, althans herkend zou zijn.

Losse verkiezelde fossielen

De meest voorkomende zijn sponzen, voornamelijk *Aulocopium aurantium*, *Astylospongia praemorsa*, *Carpespongia globosa* en *Caryspongia juglans*. Voorts komen er nogal eens tabulaten voor, het meest *Palaeofavosites* sp. en *Propora* sp. Vaak worden ze koralen genoemd, maar steeds meer paleontologen rekenen de tabulaten tot de Sclerosponzen. Tenslotte worden soms verkiezelde algen (*Coelosphæridium*) en halfbolvormige bryozoënkolonies gevonden, doorgaans *Diplotrypa petropolitana*, het zg. Petersburger hoedje.

Een deel van de sponzen is blauwgrijs van kleur en kan misschien worden gecorreleerd met de lavendelblauwe verkiezelingen. Met name geldt dat voor enkele soorten, die bekend zijn uit het materiaal van Sylt en de Lausitz: *Syltochos* sp., waarvan enkele honderden exemplaren bekend zijn en *Diotrichium vonhachtii* V. KEMPEN 1989, met enkele tientallen exemplaren. Het is aan te bevelen extra aandacht te schenken aan deze en andere nog onbeschreven zeldzame sponzen.

De 'bruine' sponzen zijn van Midden- en Laatorovicische ouderdom en zijn misschien in verband te brengen met de kalksteensoorten. Voor zover mij bekend is er weinig overeenkomst met de Zweedse, Westbaltische en de Estlandse sponzenfauna. Het merendeel van de tabulaten heeft een blauwgrijs oppervlak en is vaak grijswit van binnen, soms met holten, die met kwartskristallen zijn bekleed. De ouderdom varieert van Bovenordovicisch (F1) tot in het Siluur (Wenlock, J2), zoals *Palaeofavosites*. Volgens Stel bestaat er een grote mate van overeenkomst met de favo-

sieten van Estland, reden waarom hij de herkomst daar en uit het aangrenzende deel van de Oostzee veronderstelt. Opvallend is het verschil met de tabulaten uit de Saale-keileem: De tabulaten uit de keileem zijn meestal onverkiezeld en bestaan uit andere soorten (Vooraf *Favosites* i.p.v. *Palaeofavosites*). Bovendien komen daarnaast veel meer soorten 'echte' koralen voor. Sponzen zijn in de keileem zeldzame fossielen. In ons gebied vindt men slechts zelden sponzen en tabulaten in of met het oorspronkelijke sediment. Dat is verklaarbaar als men in aanmerking neemt dat de fossiele organismen in kalksteen dikwijls compacter van structuur zijn dan het omringende sediment. Bij verkiezeling, zeker bij sponzen met een kiezel skelet, zal dat verschil in dichtheid gehandhaafd blijven of zelfs versterkt worden. Tijdens perioden van verweering en transport loopt de matrix dan ook grotere kans op oplossing of afslijping dan het fossiel. In de weinige gevallen dat sediment bewaard is, zal onderzoek van de begeleidende fossielen wat meer helderheid omtrent de fauna kunnen verschaffen.

Er werden naast volledig afgesleten sponzen ook exemplaren gevonden die zoveel fijne oppervlaktedetails vertonen, dat deze tot op het laatste moment voor de laatste sedimentatie in een omhullende laag gezeten moeten hebben. Dat omhulsel moet daarna zijn opgelost (als het uit kalk bestond) of uitgespoeld (klei, leem). Zoals eerder vermeld heeft Huisman (1974) de sponzen in vier groepen ingedeeld. De 'blauwe' en de 'bruine', die beide in een 'afgesleten' en een 'gave' groep zijn te verdelen. Hoewel lokale invloeden ná sedimentatie de kleur (mede) beïnvloed hebben, loont het niettemin wellicht de moeite een sleutel te zoeken tot een correlatie tussen kleur en mate van transportslijtage. Een eerste opzet daartoe heb ik gemaakt tijdens de ontmoetingsdag van sponzenverzamelaars in Schoonebeek in februari 1993.

Een poging tot reconstructie

Het reconstrueren van de transportgeschiedenis en -wegen van de herkomstgebieden naar de huidige vindplaatsen in de afgelopen miljoenen jaren lijkt op het maken van een driedimensionale legpuzzel, waarvan geen voorbeeld aanwezig en waarvan het onbekende aantal oorspronkelijke stukjes vele malen groter is dan het aantal halve en beschadigde stukjes waarmee wij ons moeten behelpen. Het is dus een hachelijke zaak, met het gevaar van 'Hineininterpretierung' en 'wishful thinking'. De poging is dan ook niet meer dan een synthese van gegevens uit de literatuur, van gesprekken

met beroeps- en amateurpaleontologen en eigen waarnemingen.

1. Oligoceen

Opheffing van Finland/Lapland. Na erosie van bovenliggende lagen komen Ordovicische afzettingen aan de oppervlakte die onderhevig zijn aan verwerking en verkiezeling, waar zij hun lavendelblauwe kleur krijgen.

2. Mioceen

Glaciaal- en fluviatieltransport van dit en o.a. Cambrisch materiaal in zuidelijke richting. Sedimentatie o.a. in Lausitz als zandlagen (Seeser Sande) op een bruinkoolpakket. In een daaropvolgende warmere periode volgt overdekking met vegetatie, waaruit ook weer bruinkool ontstaat. Verder opvulling van het Oostduits-Poolse Bekken, fig. 13.

3. Plioceen-kontinentaal

Fluvioglaciale afzettingen van kaolienzanden o.a. op Sylt. Er worden lavendelblauwe verkiezelingen en in mindere mate öjlemyrflinten en baksteenkalk afgezet. Er zijn tenminste twee transportfasen geweest. Het materiaal uit het noorden, zie boven, is eerst in het zuidelijk deel van de Oostzee gesedimenteerd, waarna in een latere fase remaniëring plaatsvindt, met transport in westelijke of zuidwestelijke richting. Overkiezelde krassen duiden op deze onderbreking (Von Hacht, 1987).

4. Plioceen-marien

Min of meer gelijktijdig met de kaolienzandafzettingen worden de afzettingen van de Formaties van Oosterhout en Scheemda als mariene, kustnabije zand- en leemlagen gevormd.

5. Pleistoceen - Menapien

Fluvioglaciaaltransport met veel baksteenkalk en öjlemyrflint vanuit het Balticum en sedimentatie in het Noordwestduitse Bekken. Onderweg vindt opname plaats van restanten lavendelblauwe verkiezelingen. Vanuit het zuidoosten snijden de afwateringssytemen van Elbe en Weser, met materiaal vanuit het Mittelgebirge, deze pakketten met noordelijk materiaal aan en transporteren het mengsel naar het westen, waar het o.a. in ons gebied wordt afgezet. De verspreiding van de karakteristieke fossielen geeft een waaivormig beeld van de Achterhoek tot in Drenthe (en Groningen?). De hoofdstroom schijnt toch wel ter hoogte van Twente te zijn geweest met een voortzetting in westelijke richting.

6. Pleistoceen - Saalien

Keileemafzettingen in Nederland en Noord-Duitsland. De keileemafzettingen in Friesland bevatten Ordovicische kalkstenen met een Zweeds-Westbal-

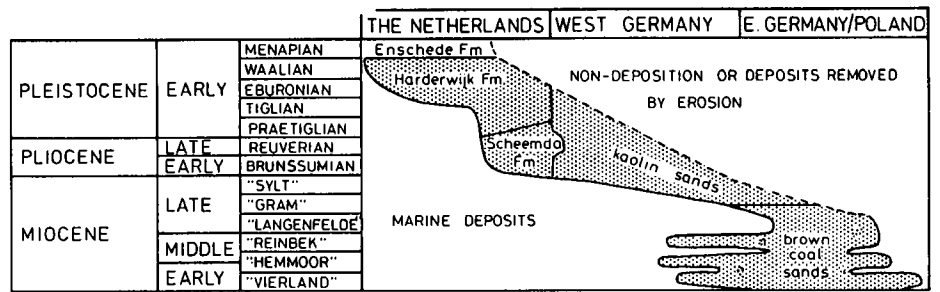


Fig. 13. Stratigrafische correlatie van de afzettingen van het Baltische afwateringssysteem. De van oost naar west verschuivende sedimentatie is gecorreleerd aan de tijd. Uit: Bijlsma 1981.

tisch karakter, terwijl de keileem van het noordelijk deel van de Hondsrug, naast een rijkdom aan Silurische, ongeveer 30% aan Ordovicische kalkstenen bevat met een Oostbaltisch karakter.

7. Pleistoceen - Weichselien

Keileemafzettingen in Sleeswijk-Holstein, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern en op Rügen, waarin grote hoeveelheden deels onverkiezelde Ordovicische kalksteen samen met verkiezelde maar goeddeels onverwerde baksteenkalk voorkomen. Op Gotland worden de weinig verwerde öjlemyrkalkstenen afgezet.

Slot

Mocht de indruk zijn gewekt, dat wij een aardig sluitend beeld zouden hebben van wat het Balticum ons heeft nagelaten, dan moet dat gecorrigeerd worden. Er blijven veel vragen over. Gletsjers en rivieren zullen uit de ondergrond zonder selectie materiaal opnemen. Zo zullen dus ook Onderordovicische en Silurische sedimenten in grote massa's zijn geërodeerd. Toch zijn deze, voor zo ver mij bekend, in ons grind niet aangetroffen. De erosie heeft kennelijk selectief gewerkt. De zandsteen- en kleischaliepakketten uit het Onder- en Midden-Ordovicium zullen onderweg vermalen en afgeslepen zijn. De Silurische kalken zullen opgelost zijn. Dat de Middenordovicische baksteenkalk en de Bovenordovicische siltige kalksteen het transport wél hebben doorstaan, zal moeten worden toegeschreven aan een vroegtijdig (Ordovicisch?-Silurisch?) in situ-verkiezelingsproces. In de literatuur wordt in dit verband verwezen naar de invloed van bentonietlagen, dat zijn kleilagen met een hoog kiezelgehalte, ontstaan door of onder invloed van vulkanische as.

Of hiermee de herkomst van de immense hoeveelheden kiezel valt te verklaren lijkt mij onwaarschijnlijk, gelet op de geringe invloed van bentoniet op de onmiddellijk eronder gelegen kalksteen, zoals ik in Estland constateerde. Hoe het ook zij, het materiaal geeft ons slechts een fragmentarisch en vaag beeld van enkele levensgemeen-

schappen in het Ordovicium dat door verder onderzoek wellicht wat vollediger en helderder kan worden.

Dankwoord

Mijn dank gaat uit naar Ulrich von Hacht en Hans-Hartmut Krueger voor ede inspirerende discussies, naar Sjoerd Kluiving voor het kritisch doorlezen van het stratigrafisch gedeelte en naar Harry Huisman voor zijn stimulerende commentaar.

Adres van de auteur

Slenerbrink 178
7812 HJ Emmen

Summary

In the Dutch-German border area silicified Baltic Ordovician erratics occur frequently in Lower-Pleistocene arenaceous fluvial sediments. There are four lithographically separated units to be distinguished:

- The Middle-Ordovician 'Backsteinkalk' (with a.o. *Coelosphaeridium cyclocrinophilum*; *Apidium krausei* and especially *Chasmops marginata*) of which till now the original rock is unknown, but supposed to be W or NW of Estonia.
- The Middle- and Upper-Ordovician 'lavenderblue' chertlike silicates are supposed to originate Lapland or the northern part of the Gulf of Bothnia (Krueger, 1990).
- Upper-Ordovician flintlike cherts, so called Öjlemyrflint, occur in this area, being the third known locality. Microfossils have been extracted and studied a.o. by Schallreuter and Eiserhardt.
- Author supposes the fourth type to be the until now for this area unmentioned Upper-Ordovician Öjlemyrlimestone. It has an extreme representation of *Erratencrinurus (C.) kieraeri* OWEN 1979. and *Decoroproetus sp.* The algal flora has not been studied until now, apart from the occurrence of *Apidium rotundum* HOEG 1932.

Author tries to correlate some areas with comparable erratics.

Zusammenfassung

Im Niederländisch-Deutschen Grenzgebiet kommen viele ostbaltische verkieselte Ordovizische Geschiebe in Alt-Pleistozänen fluviolen Sandablagerungen vor. Es sind vier lithografisch getrennte Einheiten zu unterscheiden:

- Der M.-Ordov. 'Backsteinkalk' (mit u.a. *Coelosphaeridium cyclocrinophilum*; *Apidium krausei* und besonders viele *Chasmops marginata*).
- Die lavendelblauen Verkieselungen deren herkunft aus Lappland oder dem oberen teil des Bottengolfes gedacht wird (Krueger, 1990).
- Die O.-Ordov. Feuersteine, Öllemyrflinte, sind von nur zwei anderen Gebieten bekannt. Mikrofossilien wurden von Schallreuter und Eiserhardt bearbeitet.
- Bei der vierten Gesteinsart könnte es sich nach der Meinung des Verf. um den bisher hier unerwähntgebliebenen Öllemyrkalkstein handeln. Es gibt darin eine extrem hohe Vertretung von *Erratencrinurus* (C.) *kiaeri* OWEN 1979. und von *Decoroproetus* sp. Die Algenflora konnte bisher nicht bestimmt werden, abgesehen vom Vorkommen von *Apidium rotundum* HOEG 1932.

Verf. versucht schliesslich einige Gebiete mit vergleichbaren Geschieben zu korrelieren.

Literatuur

Anderson, W.F., 1952. Lavendelblauwe verkieselungen. Publ. 13:249-252. Ned. Geol. Ver.

Anderson, W.F., 1953. Lavendelblauwe verkieselungen van silurische ouderdom als zwerfsteen in Nederland en Duitsland. Publ. 14:286-292. Ned. Geol. Ver.
Anderson, W.F., 1958 (a). De oorsprong en transportwegen van grind uit de witte zanden van Sibculo. G&H 4:77-83. Oldenzaal.
Anderson, W.F., 1958 (b). Een mariene (?) afzetting in Sibculo. G&H: 286-292, Oldenzaal.
Bijlsma, S., 1981. Fluvial sedimentation from the Fennoscandian area into the north-west European Basin during the late Cenozoic. Geol. & Mijnb. 60: 337-345. Dordrecht.
Boekschoten, G.J., 1958. Lavendelblauwe verkieselungen op Gotland. G&H 4: 74-76. Oldenzaal.
Eiserhardt, K.-H., 1992. Die Acritarcha des Öllemyrflintes. Palaeontographica, Pal.B,226. 132pp. + 15pl. Stuttgart.
Genieser, K., 1970. über Quarze, Amethyste und verkieselte Fossilien. G&H 2: 35-64. Oldenzaal.
Hacht, U. von, 1985. Wenig bekannte Spongien von Sylt. In: Hacht, U. von (ed.) Fossilien von Sylt: 43-57. Hamburg
Hucke, K. & Voigt, E., 1967. Einführung in die Geschiebeforschung. 132pp.+50pl. Ned. Geol. Ver. Oldenzaal.
Huisman, H., 1974. Noordelijke Zwerfsteenkoralen (5). Lavendelblauwe verkieselungen-herkomst en genese (1) G&H 6: 119-136. Oldenzaal.
Huisman, H., 1975. Noordelijke Zwerfsteenkoralen (6). Lavendelblauwe verkieselungen (2). G&H 3: 78-91. Oldenzaal.
Kask, J., 1992. Paläozoikum und Geschiebe von Estland. Exkursionsführer. 48pp.+24pl. Tallinn.
Kempen, Th.M.G. van, 1989. On a new anthaspidellid sponge from the Baltic early Paleozoic. Mitt. Geol. Paläont. Inst. Univ. Hamburg, 68: 131-157. Hamburg.
Kluiving, S.J., 1989. Glaciaal tectoniek in de stuwwal van IJterbeck-Uelsen (BRD). Doct. Scr. Univ. v. Amsterdam. 117 pp. A'dam.
Kluiving, S.J., 1993. Glaciotectonics of the IJterbeck-Uelsen push moraines. Submitted to Journal of Quaternary Science.
Krueger, H.-H., 1990. Fossilinhalt der nordischen Geröllgemeinschaft aus der Lausitz

(mizoän) und deren Vergleich Sylt. In: Hacht, U. v., (ed.): Fossilien von Sylt III: 179-201. Hamburg.
Kruizinga, P., 1918. Bijdrage tot de kennis der sedimentaire zwerfsteenen in Nederland. 271 pp. Groningen.
Krul, H., 1954. Zwerfsteenfossilien van Twente. 125 pp. Ned. Geol. Ver. Zutphen.
Martin, K., 1878. Niederländische und Nordwestdeutsche Sedimentaergeschiebe. Ihre übereinstimmung, gemeinschaftliche Herkunft und Petrefakten. 106pp.+3 pl. Leiden.
Neben, W. & Krueger, H.-H., 1973. Fossilien ordovicischer und silurischer Geschiebe. Staringia no.2 59 pl. Ned. Geol. Ver. Oldenzaal.
Schallreuter, R., 1969. Alter und Heimat der Backsteinkalkgeschiebe. Hercynia, bd. 6-3: 285-305. Leipzig.
Schallreuter, R., 1983. On Reginae reginae SCHALLREUTER gen. et sp. nov.; Stereo-Atlas Ostracod Shells, 10 (1) 5: 21-14. Londen.
Schallreuter, R., 1984. Geschiebe-Ostrakoden I (Ostracods from erratic boulders I) N.Jb.Geol. Paläont. Abh. 169-1: 1-40. Stuttgart.
Stel, J.H., 1975. Erratische Favositidae der nördlichen Niederlande. Der Geschiebesammler, Sonderheft 2, 203 pp. Hamburg.
Winterman, W., 1990. Baksteenkalk. G&H 1: 11-14. Maastricht.
Zagwijn, W.H., 1975. De paleografische ontwikkeling van Nederland in de laatste drie miljoen jaar. KNAG Geogr. Tijdschrift IX-3: 181-201.

De Morvan, een mineralogisch en landschappelijk interessant gebied

Frank H.M. Cools

Zes jaren achtereen strandvakantie en de lange autorit naar de Vendée beu, besloten we in 1991 onze vakantiebestemming met 400 km te bekorten. Deze doelstelling werd bereikt door te gaan kamperen aan een meer bij het plaatsje Lormes, ongeveer 50 km boven Château-Chinon in de Morvan. Achteraf een goede keuze, want het bleek een mineralen-eldorado te zijn!

De geologische gesteldheid van het gebied

De Morvan behoort tot de Hercynische gebergten van Midden-Europa, die tegen het eind van het Carboon zijn geplooid en opgeheven. Zoals De Vries (1991) aangeeft, wordt de Morvan ook wel aangeduid als 'geologisch schiereiland', omdat het in feite een noord-oostelijke uitloper is van het ten zuiden liggende Massif Central. Nadat

het jonge gebergte tijdens het Perm aan sterke erosie wordt blootgesteld, neemt tijdens het Mesozoïcum de zee weer bezit van het gebied en komt er een pakket sedimenten tot afzetting. In het Tertiair vindt opnieuw opheffing plaats met aansluitend fluviatiele erosie. Het gebied kan beschreven worden als heuvelachtig, gekenmerkt door de aanwezigheid van vlakke 'plateau'-gedeelten. Voor de ligging van

het gebied en de plaatsen die hierna worden genoemd mag ik verwijzen naar fig. 1 en voor verdere geologische informatie naar De Vries (1991).

Parc regional du Morvan

Het granietgebergte van de Morvan is bedekt met uitgestrekte bossen en velden, vol bronnen, beken en meren. De Morvan staat voor een rijke afwisseling van aantrekkelijke streken en verras-