

Over Stratigrafie

C.J.Homburg

**Stratigrafie is de studie van voornamelijk sedimentaire gesteenten die niet alleen boven elkaar, maar ook naast elkaar zijn afgezet. In onze kringen gaat de aandacht meestal uit naar het 'boven-
elkaar' omdat daarin de 'tijd' tot uitdrukking komt en dat een direct verband heeft met de
geologische tijdschaal. Door deze gerichtheid komen de andere aspecten van de stratigrafie
nauwelijks aan bod en ontstaat er geen vertrouwdheid met dit deel van de geologie. Hieronder
wordt een poging gedaan hier iets aan te doen, immers 'is de stratigrafie niet de basis van alle
geologische begrip'?**

'Die zeeëgels zitten ongeveer een halve meter boven de harde, grijze bank, halverwege de oostelijke wand van de groeve bij Utterdam'.

Een aanwijzing als deze kan onder amateurs veel gehoord worden. Behalve de topografische aanduiding wordt ook aangegeven in welke laag gezocht moet worden. Vermoedelijk zonder dat de spreker het zich realiseert heeft hij stratigrafie bedreven. De kans is groot dat ook in de omgeving van het hypothetische Utterdam de genoemde bank ontsloten is, en daarmee ook de gezochte fossielen.

Naast deze vorm van 'toegepaste stratigrafie' worden stratigrafische benamingen vrijwel alleen gebruikt als tijds-aanduiding: *'...komt uit het Malm bij Osnabrück; ...uit het Midden-Devoon van de Eifel'*, enzovoorts, waarbij de ervaren amateurs al enigszins een beeld krijgen hoe het materiaal er uit ziet. Dit voor zover het de bekende plaatsen betreft die zij al eens bezocht hebben.

Stratigrafie 'volgens het boekje'

Hoewel stratigrafie de grondslag vormt voor een inzicht in de geologische processen is er geen echt stratigrafisch handboek in het Nederlands geschreven. In Escher (1962) staat het verspreid door het boek. Brouwer (1959) wijdt dertig pagina's aan 'stratigrafische paleontologie' en Pannekoek e.a. (1982) beperken het voornamelijk tot de tijdschaal. In het buitenland zijn tientallen handboeken over stratigrafie verschenen. Hetzelfde geldt voor andere deelgebieden zoals paleontologie, sedimentologie (de studie van afzettingsprocessen en -omstandigheden) en lithologie/petrologie (de studie van de gesteenten zelf in al hun aspecten, zoals samenstelling, structuur, herkomst, diagenese en metamorfose). In een aantal boekjes in onze taal komen fossielen wel aardig aan bod maar ze zijn zelden geschikt voor biostratigrafische doeleinden. We moeten daartoe niet alleen de juiste soortnaam kennen, maar ook

weten wat de onder- en bovengrenzen in de tijd zijn van het voorkomen van zo'n soort. Voor een start in de literatuur zijn de sterk verouderde boeken over 'historische geologie' nog het meest geschikt. Door de grote specialisatie in dit vakgebied vervallen we later onvermijdelijk tot monografieën en aparte artikelen. Echter: stratigrafie is ook zonder speciale kennis van fossielen te doen. Wel missen we dan belangrijke aanwijzingen die bij de correlatie zijn te gebruiken en natuurlijk de gegevens over de tijd waarin het gesteente is gevormd.

Een bruikbaar boekje voor een start in ontsluitingen is de in het Nederlands vertaalde pocket 'Veldgeologie' van Bates en Kirkaldy (1977). Dit boekje bevat veel praktische aanwijzingen, al gaat het niet speciaal op de stratigrafie in.

Stratigrafie in de praktijk

Echt moeilijk kan de praktische stratigrafie overigens niet zijn, want studenten in de geologie beoefenen het reeds in het tweede jaar van hun studie. Naast de nodige achtergrondinformatie leren ze het vooral in de praktijk van anderen. Dat is iets wat de amateur gemeenlijk ontbeert. Bij een opkomende belangstelling is het echter verreweg het belangrijkste dat we op een andere manier moeten leren kijken. 'Am Scherwen ist mit den Augen sehen', aldus Goethe. Voor ons houdt dit onder andere in, dat het drifstig zoeken naar speciale mineralen of fossielen al achter ons moet liggen, zodat we nu bereid zijn naar alles te kijken wat het gesteente ons toont.

'Stratigrafie: de studie van de gelaagde afzettingen in de loop van de tijd', het klinkt niet erg uitnodigend. Dat gesteenten na elkaar en boven elkaar zijn afgezet wordt sedert Steno (1638-1787) als vanzelfsprekend beschouwd. Nogal verwarrend zijn echter de verschillende naamgevingen die in de stratigrafie in gebruik zijn. Het

punt van uitgang is meestal de lithostratigrafie: de beschrijving van de opeenvolgende gesteentelagen. Het fossielmateriaal wordt daarbij slechts gezien als een van de mede-opbouwende elementen van een totaal laagpakket. De fossielen kunnen daarbij verdeeld in een laag voorkomen of zelf een laag vormen. De min of meer overeenkomstige gesteentelagen worden meestal bijeengevoegd tot grotere gesteente-eenheden met kenmerkende eigenschappen. Dergelijke eenheden krijgen de naam van de plaats waar ze goed te zien zijn met de toevoeging Laag, Pakket, Formatie of Groep (zie onderschrift bij fig. 4).

Vrijwel elke lithostratigrafische beschrijving bestaat uit een vertikale opeenvolging van dergelijke eenheden. Komen er voldoende determineerbare fossielen voor, dan kan er ook biostratigrafisch gewerkt worden. Litho- en biostratigrafie benadrukken twee verschillende aspecten van stratigrafisch onderzoek. Bij lithostratigrafie verzamelen, bepalen, determineren, beschrijven en vergelijken we *gesteenten*. Bij biostratigrafie doen we dat met *fossielen* en dan het liefst met gidsfossielen. Een tijdgidsfossiel zegt iets over de ouderdom van het omringende gesteente. Een milieugidsfossiel zegt, samen met het omringende gesteente, iets over het milieu van afzetting waarin het bewaard werd. Dit kan overigens een ander milieu zijn dan waarin het gelééfd heeft. Zijn er meerdere soorten fossielen dan kan het leiden tot een facies-analyse of tot een paleo-ecologische uitwerking. Dit zijn uitbreidingen van de biostratigrafie met elk een eigen soort van boeiende vraagstelling. Hierbij is de eerste richting meer geologisch, de tweede meer biologisch gericht.

Uit de combinatie van de litho- en biostratigrafische gegevens is de volgorde van de eenheden in de 'standaard geologische tijdschaal' bepaald. Ze berust op erg veel gegevens van vele plaatsen op Aarde en is het resultaat van internationale afspraken. Hoewel er over de biostratigrafische

grenzen tussen de verschillende eenheden steeds meer overeenstemming groeit, is dat nog niet het geval met de zogenaamde absolute ouderdommen. Op diverse tijdschalen zien we bijvoorbeeld voor het begin van het Cambrium opgaven van 490 tot 570 miljoen jaren. De oorzaak ligt in de monsternamen, in verschillende meettechnieken en in de wiskundige uitwerking van de radiometrische bepalingen.

Een bijkomend gevolg van de gezamenlijk afgesproken wereldwijde tijds-grenzen is dat er plaatselijk afwijkingen kunnen optreden. De kans hierop is groter, naarmate de stratigrafische eenheden een fijner onderscheid hebben (zogenaamde fijnstratigrafie). Stratigrafie heeft twee gezichten, of juist: het toont één gelaat met twee verschillende uitdrukkingen. Enerzijds laat het de pure materie zien: de samenstelling, dikte uitgebreidheid van de gelaagdheden. Anderzijds vertegenwoordigt het een hoeveelheid verlopen tijd. Uit de naamgeving die een schrijver gebruikt is meestal te zien waarop in zijn artikel het zwaartepunt ligt. Zie hierover bijvoorbeeld de Aulapocket van Lopes de Leão Laguna (1985).

We kunnen nu de stratigrafie iets nauwkeuriger omschrijven: 'De ordening in ruimte en tijd van lagen van voornamelijk sedimentaire gesteenten in hun historische opeenvolging'. Stratigrafie als tak van de geologische wetenschap ontstond op het moment dat de gelaagdheden op systematische wijze werden onderzocht en beschreven. Al spoedig werden deze beschrijvingen met elkaar vergeleken en werden er parallellen getrokken, een methode die we nu aanduiden als correleren. Dat is in de laatste twintig jaar sterk uitgebreid, vooral op grotere schaal tussen ver uiteen gelegen plaatsen. Met de ontwikkeling van de oceanografie, de platentektoniek en de sterk verbeterde twee- en driedimensionale seismische technieken heeft ook de stratigrafie een meer dynamisch karakter gekregen.

Een praktisch voorbeeld

In het volgende wordt getracht het 'lezen' van stratigrafische tabellen, profielen, enz., wat vertrouwd te maken. In een enkel voorbeeld wil ik laten zien dat er meer uit deze gegevens is te halen dan alleen: 'Daar zoeken naar het gewenste fossiel'. De voorbeelden komen uit het Boven-Krijt: dit vooral omdat er veel artikelen hierover zijn verschenen in Grondboor & Hamer, speciaal van de gebroeders Felder, zodat ik daar naar kan verwijzen en niet alle

figuren hoeft op te nemen. Op de inhoud van hun artikelen wordt niet ingegaan. Ik maak alleen als voorbeeld gebruik van gegevens uit hun werk. Ook zullen veel lezers de mergelgroeven van Zuid-Limburg wel kennen. En verder is een voordeel van deze afzettingen dat er nauwelijks tektonische verstoringen hebben plaats gevonden: de lagen liggen er netjes bij.

Periode	Epoch	Tijd	Mill. jaar	
Cretaceous	K ₂	Senonian	Maastrichtian	65
			Campanian	73
			Santonian	83
			Coniacian	87.5
			Turonian	88.5
	K ₁	Neocomian	Cenomanian	91
			Albian	97.5
			Aptian	113
			Barremian	119
			Hauterivian	125
			Valanginian	131
			Berriasian	138
				144

Fig. 1 Geochronologische tijdschaal van het Krijt. Ouderdommen in miljoenen jaren. (naar Harland 1982.)

De eerste kennismaking met de stratigrafie verloopt meestal via tabellen die in geologische artikelen of bij lezingen worden getoond. Op figuur 1 zien we een geochrono-stratigrafische tabel van het Krijt, die is samengesteld naar gegevens van Harland e.a. (1982). De laatste kolom geeft de ouderdom in miljoenen jaren van de grenzen tussen de verschillende Tijden. De hoogte van de tabel is bepaald door het gebruikte lettertype. Figuur 2 is dezelfde tabel, maar nu zijn de dikten van de di-

Periode	Epoch	Tijd (afgekort)	Tijd intervallen		
Krijt	boven	Senonian	Maa	8	
			Cmp	10	
			San	4.5	
			Con	1	
			Tur	2.5	
	onder	K ₂	Neocomian	Cen	6.5
				Alb	15.5
				Apt	6
				Brm	6
				Hau	6
				Vlg	7
				Ber	6
					79
					144

Fig. 2 Geochronologische tijdschaal van het Krijt. De dikte van de Tijdvakken staat in verhouding van de werkelijke tijdsduur, uitgezonderd het Conacien, dat ruim tweemaal dikker is getekend.

verse Tijden in de juiste verhouding tot hun tijdsduur gegeven. Alleen het Conacien is ter verduidelijking ruim tweemaal te dik weergegeven.

Meteen valt nu op dat er nogal wat verschillen zijn tussen de tijdsintervallen. Soms wordt voor een tabel een tussen-vorm gekozen waarbij de Tijden weliswaar in verschillende dikten zijn uitgevoerd, maar dit is dan niet in de juiste verhouding gedaan. De enige afbeeldingen die vrijwel altijd in de juiste verhoudingen worden getekend zijn de lithostratigrafische profielen en kolommen. Zo niet, dan worden de juiste verhoudingen op de figuur altijd aangegeven; zie ook fig. 4A.

Op figuur 5 in het artikel van Felder (1985) zien we twee kolommen. Hoewel de hoogten hiervan vrijwel gelijk zijn, verschillen de laagpakketten ('kalksteenmembers') binnen de kolommen in dikte, zie bijvoorbeeld de Kalksteen van Gronsveld. Dus: de dikte van een laag is geen erg goede maat voor de tijd, hoewel het over de hele kolom gezien in dit geval wel meevalt. We gaan nog een stap verder. Het Maastrichtien is voornamelijk opgebouwd door sedimentatie-cycli, waarbij vooral die van de Formatie van Gulpen een zeer regelmatige indruk maken. Deze indruk wordt nog versterkt door het voorkomen van vuursteenbanken ongeveer halverwege elke cyclus. Hoewel de vuursteenconcreties het meest opvallen - waardoor we in een groeve het verloop van de lagen goed kunnen volgen - zijn ze geen belangrijke grenslaag tussen twee cycli. Dat zijn veel meer de laagjes schelpgruis, kalkconglomeraat of glauconiet en natuurlijk de 'hardgrounds' (zie Felder, 1987). Dat de ongeveer gelijke dikten van de cycli geen bewijs vormen voor overeenkomstige tijdsduren is op figuur 3 schematisch getekend.

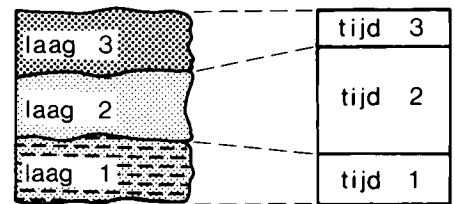


Fig. 3 Lagen als tijd-ruimte eenheden, schematisch weergegeven. Even dikke lagen hebben dikwijls een ongelijke tijdsduur voor hun vorming gehad. (Naar Geyer, 1973.)

In het artikel van W.M. Felder (1987) zijn op figuur 7 een twaalftal lithostratigrafische kolommen gecorreleerd, waarbij als horizontale uitgangslijn de Horizont van Romontbos is genomen. Door deze keuze is dit laagvlak goed te herkennen en dus in diverse ontsluitingen terug te vinden. Verder bevindt dit vlak zich ongeveer in het midden van

de afzettingen in de ENCI-groeve, waar zich de internationaal aanvaarde type-sectie van het Maastrichtien bevindt. Ook maakt deze keuze de kans groot dat het vlak ook op onvolledige secties is aan te treffen. Opvallend in de figuur is dat - hoewel er wat onregelmatige plekken zijn - de meeste correlatielijnen parallel lopen. Rechts zien we in de Kalksteen van Lanaye het ontbreken van een paar cycli; de vuursteenlagen 19 t/m 22 zijn niet aanwezig. Ultgaande van deze twaalf kolommen maakte Felder op figuur 8 een schematisch profiel, waarbij hij alles boven de Horizont van Romontbos heeft weggelaten, aangezien dit voor zijn betoog niet nodig was. Deze tekening is verkort overgenomen in figuur 4A. Dat gebeurde niet alleen voor de ruimtebesparing maar ook om de opmerkelijke afwijking, die in het midden is te zien, wat te dramatiseren. Daar zijn de cycli met de vuursteenbanken 19 t/m 22 schijnbaar afgesneden. In ieder geval zien we een hoekdiscordantie. In fig. 4B is het schematische profiel nogmaals getekend, maar nu is de Horizont van Lichtenberg als horizontale uitgangslijn genomen. Aangezien we er vanuit kunnen gaan dat de Hori-

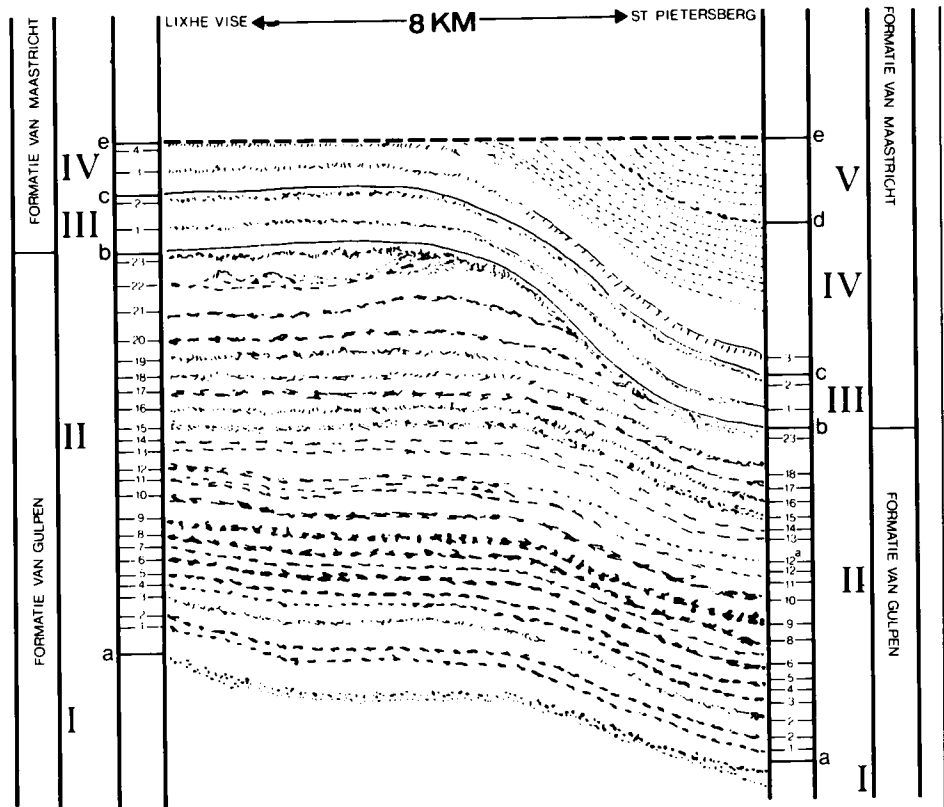
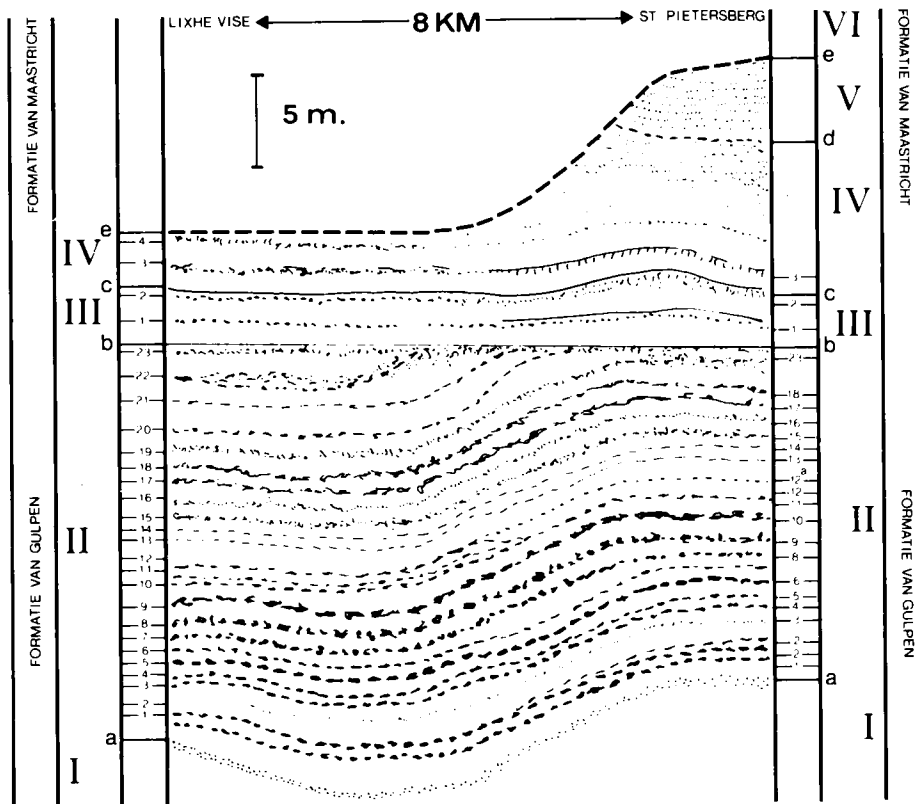


Fig. 4B: Schematische profielen van een deel van de Kalkstenen uit de Formatie van Gulpen en Maastricht tussen de groeve ENCI (Lichtenberg) bij Maastricht en de groeve CBR te Lixhe.



4A: de Horizont van Romontbos is als horizontale lijn aangehouden; 4B: de Horizont van Lichtenberg is hier als horizontale lijn aangehouden.

I: Kalksteen van Lixhe 3;
 II: Kalksteen van Lanaye;
 III: Kalksteen van Valkenburg;
 IV: Kalksteen van Gronsveld;
 V: Kalksteen van Schiepersberg;
 VI: Kalksteen van Emael; a: Horizont van Lichtenberg; b: Horizont van St. Pieter; c: Horizont van Schiepersberg; d: Horizont van Romontbos. (Naar Felder, 1987, gewijzigd.)

zonten horizontaal zijn gevormd, kunnen we kiezen welke Horizont we als uitgangslijn zullen nemen. De keuze voor de Horizont van Lichtenberg is voornamelijk bepaald door het feit dat hier de officiële grens tussen de Formaties van Gulpen en Maastricht ligt, hetgeen er al op wijst dat er een, in het veld waarneembare, verandering moet hebben plaats gevonden. In ieder geval is er sprake van een discordantie, zij het onder een niet-waarneembare hoek, namelijk kleiner dan 0,0001 graad! De discordantie is mede ontstaan doordat het zuidelijk gedeelte van het gebied ten opzichte van het noordelijk gedeelte is gedaald. Na het hiaat werd de Kalksteen van Valkenburg als eerste afzetting van de Formatie van Maastricht aangevoerd. Vanaf dat moment was de beweging van de zeebodem andersom: het noorden daalde t.o.v. het zuiden. De cycli van De Kalksteen van Valkenburg en de Kalksteen van Gronsveld zijn in het noordelijk deel van het profiel dikker dan meer zuidwaarts. Deze compenserende beweging hield nog even aan; hoe lang is op grond van het beschikbare profiel niet te zeggen. Zie fig. 4B. De bodembewegingen waren zeer klein: het gaat in het totaal om verticale bewegingen van een paar meter verdeeld over een afstand van 4 à 5000 meter, en dit in een tijdsverloop van ongeveer 2 miljoen jaar. Alleen dankzij het fijnstratigrafische werk, dat

door de heer W.M. Felder gedurende enige tientallen jaren is verricht, kunnen we de veranderingen uit zijn profielen aflezen. Het is niet overal mogelijk om zo nauwkeurig te werken, maar het is ook niet altijd nodig. Het hangt af van de vragen die men stelt, hoewel de soort van vragen dikwijls worden ingegeven door de gesteenten die we voor ons hebben.

Dit voorbeeld is genomen omdat:

- het gebied naast de deur ligt en bij velen van ons goed bekend is;
- het laat zien dat de manier waarop de stratigrafische afbeeldingen worden gemaakt een keuze is van de auteur en deze keuze wordt bepaald door datgene wat hij wil verduidelijken;
- er zich op grond van de correlatie van kolommen nieuwe aspecten voor kunnen doen; in dit geval kleine epigogene bewegingen die - gezien het tijdvak waarin ze zich voordeden - mogelijk met de beginnende alpiene periode van gebergtevorming samenhangen;
- als er enkele 'regels' van de stratigrafie bekend zijn, het niet al te moeilijk is

deze te begrijpen en het zelf eens te proberen. Ook al leidt dit niet altijd tot resultaat, door anders naar een gesteente te kijken ontdekken we nieuwe dingen.

De verschillen tussen de laagpakketten en wat deze verschillen in hun opeenvolging in de tijd ons kunnen vertellen, zijn nauwelijks aan bod gekomen, noch is er iets gezegd over het voorkomen van de cycli en hoe we deze moeten verklaren. Misschien kunnen de deskundigen ter plaatse daar eens een artikel over schrijven.

Adres van de auteur:
Tarwekamp 4
1112 HD Diemen

Literatuur

- Bates, D.E.B. en J.F. Kirkaldy, 1977. Veldgeologie in kleur. Moussaut, Baarn.
- Brouwer, A., 1959. Algemene paleontologie. De Haan, Zeist.

Escher, B.G., 1962. Algemene geologie (2de druk). Wereldbibliotheek, Amsterdam/Antwerpen.

Felder, P.J., e.a., 1958. Bioklasten, Ostracoden en Foraminiferen in het Campanien en Maastrichtien van Zuid-Limburg en Noord-oost-België. Grondboor en Hamer 39, 163-198.

Felder, W.M., 1975. Lithostratigrafie van het Boven-Krijt en het Dano-Montien in Zuid-Limburg en het aangrenzende gebied. In: Toelichting bij de geologische overzichtskaarten van Nederland, 63-72.

Felder, W.M., 1987. Wankelt de in gebruik zijnde lithostratigrafie van het Boven-Krijt in Zuid-Limburg? Grondboor en Hamer 41, 53-63.

Geyer (zie verwijzing fig.3!)

Harland, W.B., e.a., 1982. A geologic time table. Cambridge University Press, London.

Lopes de Leão Laguna, R., 1985. Geologische tijdschalen. Het Spectrum, Utrecht/Antwerpen.

Pannekoek, A.J. en L.M.J.U. van Straaten, 1982. Algemene geologie (3de druk), Wolters-Noordhoff, Groningen.

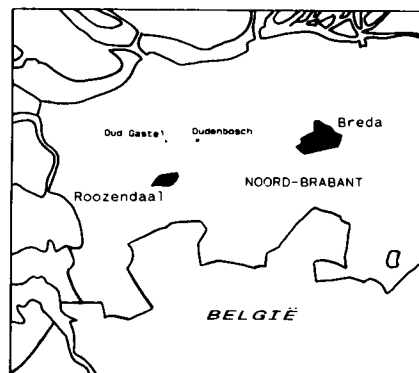
De Dondersteen van Oudenbosch

A.P. Schuddebeurs

Tussen de duizenden grote zwerfkeien in ons land zitten er enkele die een eigen verhaal hebben. Een aantal van die verhalen is opgetekend en zal in Grondboor & Hamer verschijnen. Dit is deel 1 over een kei in Brabant van onzekere herkomst.

Zowel de herkomst als de wijze van vervoer van zwerfstenen zijn lang niet altijd te herhalen. Ondanks veel speurwerk in natuur en literatuur blijven er nog vele raadsels over. Gelukkig zijn de meeste gegevens, die de literatuur biedt, betrouwbaar. Maar wat kunnen of mogen we geloven van schrijvers die de hebbelijkheid van het duimzuigen uit hun jeugd kennelijk nooit ontgroeid zijn? Dichtung und Wahrheit: waar begint het een en waar eindigt het andere? Die gedachten bekropen, nee overvielen mij herhaaldelijk bij het uitspitten van literatuur over het grote zwerfblok van Oud-Gastel in westelijk Noord-Brabant.

Volgens de annalen lag die zgn. Dondersteen al voor 1600 op de Donderakker bij de huidige Steenstraat. Zover mij bekend, was de Belgische Delvaux (1885, 1886) de eerste die het blok beschreef. Delvaux was een fervent voorstander van de, in 1875 door Torell op het beroemde Berlijnse geologencongres gelanceerde, ijstijdtheorie. Delvaux ging hierbij echter wel iets verder,



De ligging van Oud Gastel en Oudenbosch in westelijk Noord-Brabant.

ook geografisch, dan wij tegenwoordig doen. Akkermans vertaalde Delvaux als volgt: 'Geen hinderpaal kon in de uitgebreide en ondergedompelde vlakten de tocht der ijsmassa's tegenhouden. Geheel Noord-Europa was met één gletsjer bedekt, die zijn zwerfblokken, zijn grind en zijn drift heeft uitgestort, niet alleen in de Russisch-Duit-

sche vlakke, Westfalen, de oostelijke provincies van Nederland, waar we ze nu nog aantreffen, maar geheel Nederland, het lagere en middengedeelte van België en de ganse ruimte der Noordzee.'

Tegenwoordig is het een uitgemaakte zaak dat het landijs niet verder kwam dan, ruwgeschetst, de lijn Velsen - Nijmegen. Aan het eind van de vorige eeuw echter, werd de stelling van Delvaux door Pater Becker (1888, 1893) gretig aanvaard, verdedigd en naar vermogen ondersteund. 's Paters opvolgers, waarover straks meer, deden daar nog een schepje bovenop. Intussen gebeurde er zo het een en ander. 'In het jaar 1808 werd het blok door een Oudenboschenaar, een zekere Akkermans, op een grote wagen naar Oudenbosch vervoerd. De onderneeming geschiedde met een zeer prozaïsch doel. De wondere steen, bij de overbrenging met een zeildoek overdekt, werd in een vertrek of schuurtje van herberg 'Oudlandzicht' in de St. Annastraat te kijk gesteld. Eerst voor