

Afzettingen van Breda

De afzettingen van Breda zijn summier beschreven (Zagwijn, 1975). Dit is mede het gevolg van de diepe ligging waardoor ze niet al te vaak in boringen wordt aangetroffen. Ze bestaan in Nederland over het algemeen glauconietrijke fijnkorrelige zanden, silten en kleien. Meer naar het noordwesten worden de afzettingen wat kleiiger, meer naar het zuidoosten worden ze wat grofkorreliger.

In de Nederrijnbocht worden dikke pakketten veen afgezet die in bruinkolen zijn veranderd.

Zie hiervoor de beschrijving Nederrijnbocht elders op deze [website](#).

In de Nederlandse situatie is de Formatie van Breda gedefinieerd (Zagwijn, 1975) aan de hand van twee boringen 49E-65, Wouw en 50A-154, Rijsbergen. In deze twee boringen is een deel van de afzettingen wat tot de Formatie van Breda is gerekend waarschijnlijk te interpreteren als (jongere) Rijsbergen afzettingen afzettingen.

De in deze notitie gebruikte definitie is er een met een chronologische achtergrond:

De Breda afzettingen zijn alle sedimenten tussen de afzettingen uit het Rupelien/Chattien (ondergrens zijn de afzettingen uit het Chattien) en de MMU (mid Miocene unconformity).

De bovenzijde van het Chattien is de NTO (een SB, near top Oligocene)

Bij het NITG is het feit dat de Formatie van Breda in 1975 mogelijk niet volledig is gedefinieerd aanleiding geweest om een nieuw stratotype te zoeken. In boring 58F-64 is een 14-tal, op dinocysten gebaseerde (Munsterman, 2004), members onderscheiden.

Het is duidelijk dat de Breda afzettingen door tektoniek zijn beïnvloed. Lokaal zijn ze beperkt tot een dunne laag, lokaal zijn ze meer dan 350 meter dik.

Standaardboring

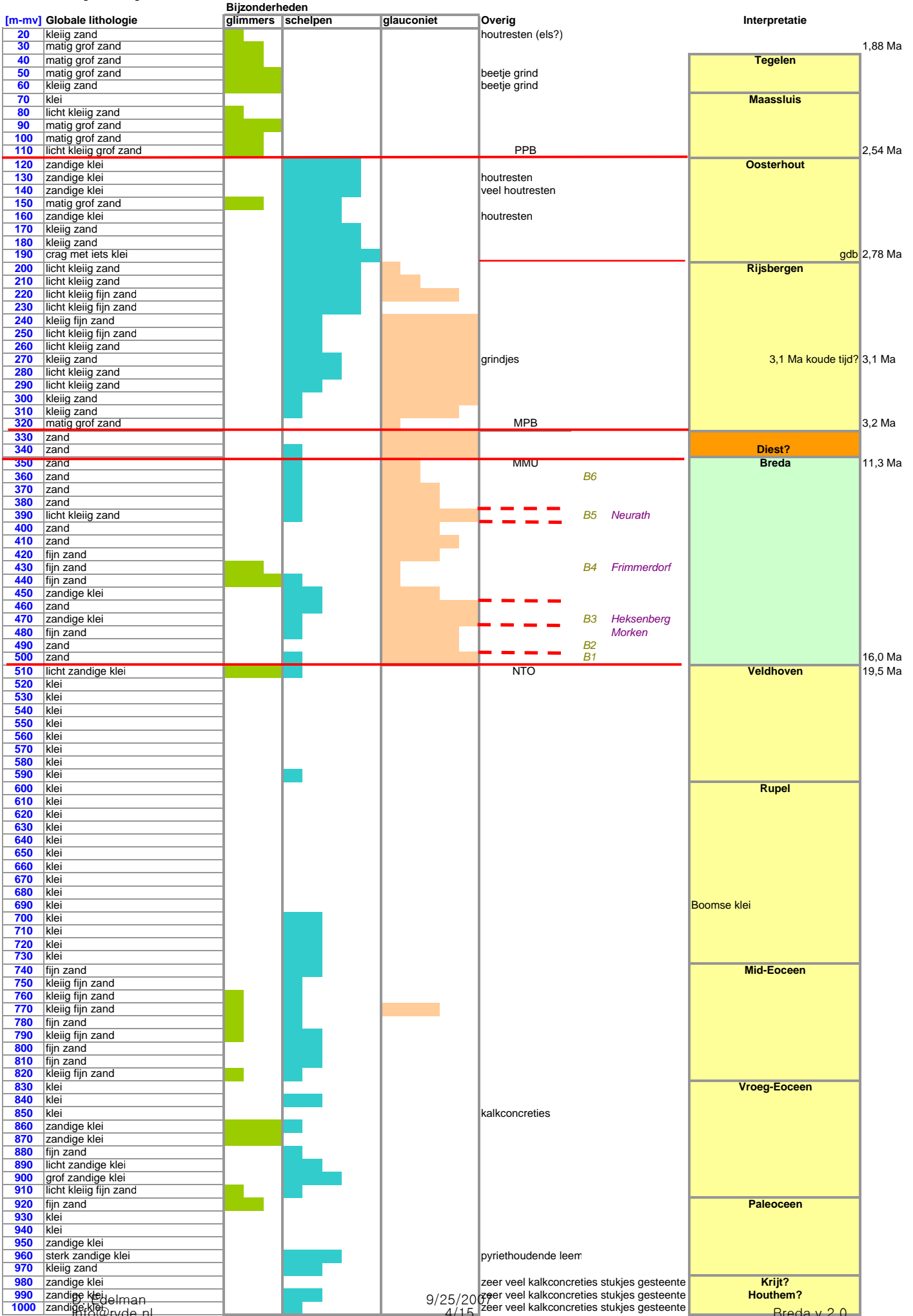
In 1998 is het NITG-TNO een nieuw onderzoek gestart om het officiële stratotype te definiëren. Hierbij is de oorspronkelijke standaardboring 50A-154 (nabij Rijsbergen) erkend als incompleet. Als nieuwe officiële standaard is nu de 58F-64, nabij Tegelen, aangewezen. Het onderzoek richt zich op het traject 56-588 [m-NAP] met als gemeenschappelijke kenmerk glauconietrijkdom. Hier moet worden opgemerkt dat glauconietrijkdom kan wijzen op afzettingen uit de Rijsbergen, Breda en mogelijk de Veldhoven afzettingen.

In de Nederrijnbocht zijn de continentale pendanten van Breda vaak onderwerp van onderzoek geweest, met name de dikke bruinkoolvoorkomens.

In de Breda afzettingen wordt de aanwezigheid van minimaal 7 (3^o en 4^o-orde) sequenties vermoed. Gezien het zeer beperkte aantal goede gedetailleerde boringen doorheen de Breda afzettingen kan (en zal) het aantal herkenbare SB's groter kunnen zijn.

- De oudste te onderscheiden sequentie is de B1. Ze is gelegen onder de Morken-Bruinkoollaag en boven de zanden en kleien van de Veldhoven afzettingen. Het onderscheid met de Veldhoven ligt soms in het plotseling verschijnen van glauconiet in de fijnkorrelige afzettingen. De dikte ligt rond de 35 meter. In het zuidoosten ligt mogelijk de bruinkoollaag 6a (Morken) boven de top van deze afzetting. De leeftijd zou kunnen liggen tussen ruwweg de 16 Ma en de 15 Ma.
- De tweede sequentie is de B2. Ze zou equivalent zijn met de Morken bruinkoollaag. De dikte is ruwweg 20-30 meter. De leeftijd zou ruwweg kunnen liggen tussen 15 Ma en de top van de 14,8.
- De derde sequentie is de B3. Deze sequentie is een duidelijke fine-up aan de continentale zijde gelegen op de Morken-bruinkoollaag. De dikte is ongeveer 5 tot 20 meter. De bovenzijde is misschien een MFS daar ze gelegen is op de grootste en meest verre uitbreiding van een zandpakket wat tussen de Frimmersdorf bruinkoollaag en de Morken bruinkoollaag ligt. Misschien is dit een transgressie die bekend staat als de Heksenberg transgressie. (in Duitsland de Frimmersdorf transgressie (Klett, 2003). De onderzijde van de B3 heeft een leeftijd van maximaal 14,8 Ma, de MFS zou te dateren zijn op 14,4 Ma.
- De volgende sequentie is de B4. In deze (meer complexe) sequentie ligt de bruinkoollaag Frimmerdorf (in Duitsland de 6c). Aan de zuidoostzijde bestaat de sequentie vrijwel geheel uit bruinkool, aan de westzijde is de bruinkoollaag discontinu en dunner. De maximale dikte (in Nederland) is 25-30 meter. De top bestaat uit een laag (mogelijk condensed section) met veel glauconiet, pyriet en graafgangen. Voorts kenmerkt de top zich op gammalogs als een karakteristieke meervoudige (vaak een drietal) piek. Deze wordt soms als gidslaag genomen (Janssen, 1987). De top zou te dateren zijn op 13,6 Ma.
- De vijfde sequentie is de B5. Deze is gelegen op de Frimmersdorf bruinkoollaag en heeft relatief weinig bruinkool in zich. Ze zou het equivalent kunnen zijn van de uitbreiding van de Neurath-zee tot ver in de Nederrijnbocht. Met bovenin een kleilaag zou de onderzijde de SB zijn op 13,6 maximaal en de de MFS op 12,8. De dikte ligt rond de 30 meter.

- De B6 is een 15-20 meter dikke sequentie waarin aan de zuidoostzijde de Garzweiler bruinkoollaag heeft gevormd. Bovenin kan lokaal een gammapiekje voorkomen. De leeftijd zou kunnen liggen tussen de maximaal 11,3 en de MFS op 12,8 ma.
- De laatste sequentie is de B7 Deze bestaat uit een aantal grovere zanden, kleien en bruinkoollagen (lokaal tot 30 meter dik) die tezamen de Inden-afzettingen vormen. De leeftijd ligt tussen de 8,9 Ma en de MMU op 7,4 Ma. Hierna verlaten de afzettingen de Centrale Slenk om pas weer terug te keren boven de MPB (Diest/Hauptkies afzettingen). De maximale dikte bedraagt 45 meter. Het grind is afgerond.



Algemene lithologie

De afzettingen bestaan over het algemeen uit kleien en zeer kleiige glauconietzanden. Naar onder toe kan het glauconietgehalte afnemen. Het in de sedimenten aanwezige zand heeft over het algemeen een diameter van 150 μm of kleiner.

De afzetting is vaak opvallend homogeen hetgeen kan wijzen op rustige sedimentatie omstandigheden. Bij Tilburg zijn er lokaal kleine grindjes, concreties of schelpjes in deze afzettingen gevonden.

NB: de Breda afzettingen zijn in het zuidwesten van Nederland zeer dun ontwikkeld. Het betreft mogelijk alleen afzettingen die in België bekend staan als de Zanden van Antwerpen. De boven en de ondergrens zijn in de beschikbare boringen mogelijk erosief. Ze wordt zelden aangeboord ten gevolge van de grote diepteligging. Ze bevat lokaal pyriet.

De maximale dikte van de Boven-Miocene zanden in de CS zou 300-500 meter zijn (KB 51w). Meer naar het zuidoosten worden de afzettingen continentaler, overgaand in dikke bruinkoolafzettingen in de Nederrijnbocht.

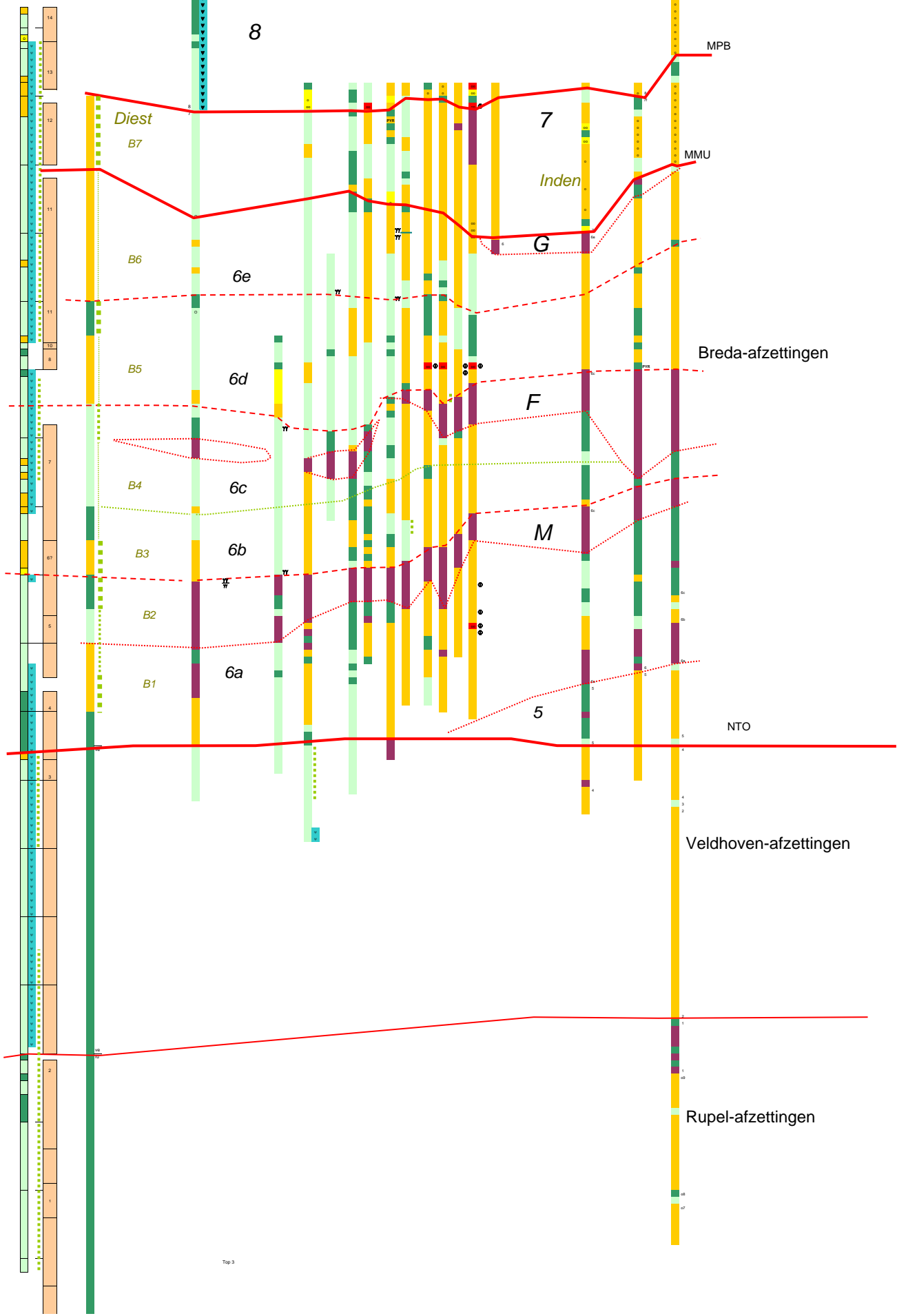
In de afzettingen zijn in Nederland equivalenten gevonden van de bruinkoollagen Morken en Frimmersdorf, in Nederland van elkaar gescheiden door klei- of zandlagen. Hierboven liggen wat grovere zanden met een hoekig type grind.

In het zuidwesten van Nederland liggen dunne afzettingen die mogelijk tot de Breda afzettingen gerekend mogen worden. Bij Gilzerbaan en op andere lokaties in West-Brabant is het glauconietgehalte laag te noemen. Mogelijk is hier sprake van erosieresten of afzettingen van Veldhoven. Een andere mogelijkheid is het voorkomen van een noordelijk deel van de Formatie van Diest, zie profiel SN 130-Belgie, unit 4.

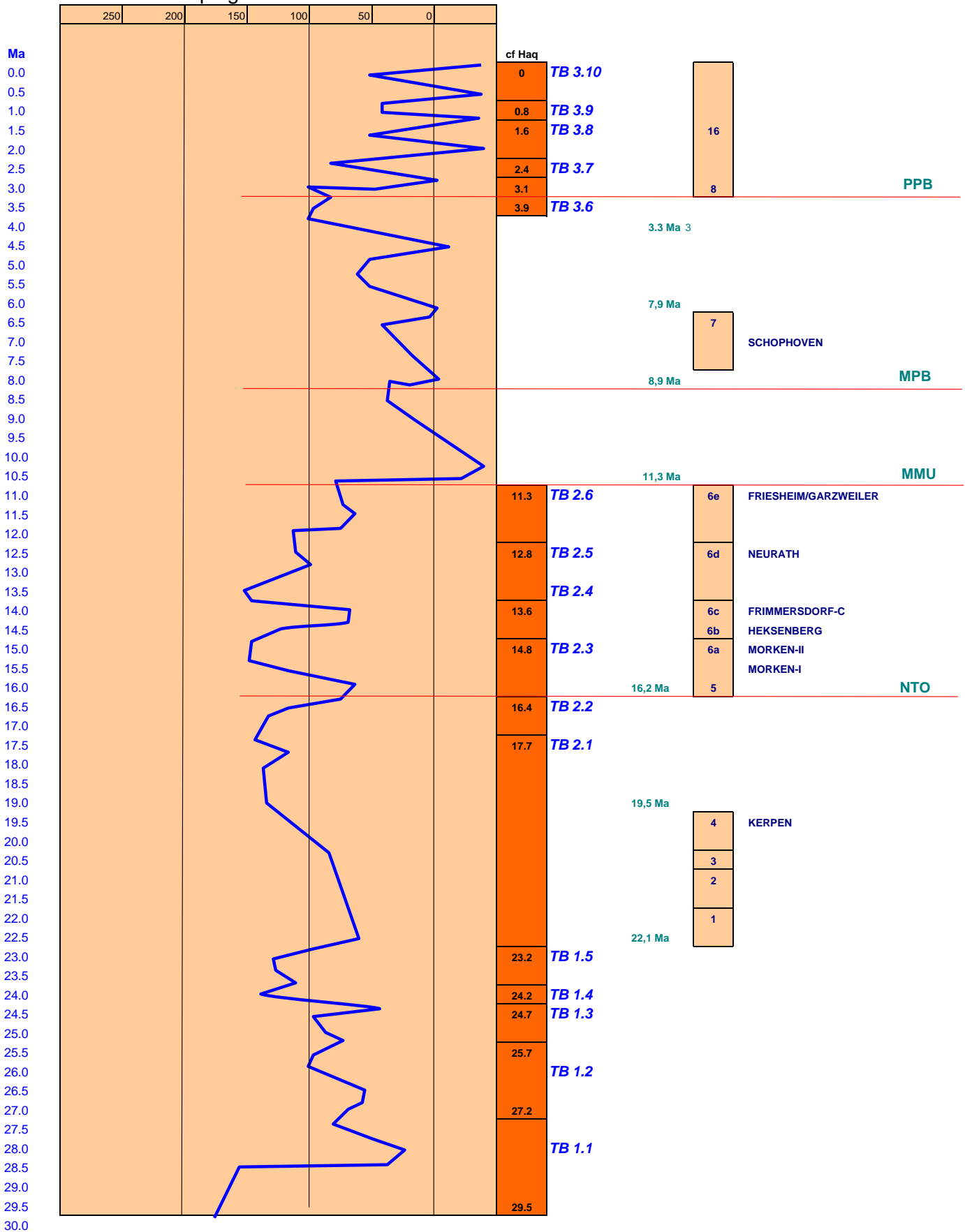
NW

ZO

0
-2
-4
-6
-8
-10
-12
-14
-16
-18
-20
-22
-24
-26
-28
-30
-32
-34
-36
-38
-40
-42
-44
-46
-48
-50
-52
-54
-56
-58
-60
-62
-64
-66
-68
-70
-72
-74
-76
-78
-80
-82
-84
-86
-88
-90
-92
-94
-96
-98
-100
-102
-104
-106
-108
-110
-112
-114
-116
-118
-120
-122
-124
-126
-128
-130
-132
-134
-136
-138
-140
-142
-144
-146
-148
-150
-152
-154
-156
-158
-160
-162
-164
-166
-168
-170
-172
-174
-176
-178
-180
-182
-184
-186
-188
-190
-192
-194
-196
-198
-200
-202
-204
-206
-208
-210
-212
-214
-216
-218
-220
-222
-224
-226
-228
-230
-232
-234
-236
-238
-240
-242
-244
-246
-248
-250
-252
-254
-256
-258
-260
-262
-264
-266
-268
-270
-272
-274
-276
-278
-280
-282
-284
-286
-288
-290
-292
-294
-296
-298
-300
-302
-304
-306
-308
-310
-312
-314
-316
-318
-320
-322
-324
-326
-328
-330
-332
-334
-336
-338
-340
-342
-344
-346
-348
-350
-352
-354



Relatieve zeespiegelstand t.o.v. Holoceen



Regionale bijzonderheden

In Friesland (KB 10o) zijn alleen dunne stukken Midden-Mioceen gevonden, hier zijn dat 25-40 meter dikke grijsbruine fijnzandige kleien met pyriet, muskoviet (glimmers) en glauconiet. Iets oostelijker (KB 11) ontbreekt het Vroeg-Mioceen. De afzettingen van het Midden-Mioceen bevatten hier FD-foraminiferen (olieboring Gorredijk-1). De afzettingen zijn hier opgebouwd uit bruinzwarte tot groengrijze, glauconietrijke tot glauconiethoudende zandige klei.

In Groningen (KB 12) begint de Formatie met een paar meter dikke laag glauconiethoudend fijn zand met daarop een meer dan 100 meter dikke laag homogene lemen en zware, groengrijze kalkloze zware kleien. De kalkloosheid kan wijzen op ontkalking door (langdurig) droogvallen. De westwaarts gerichte diktetoename van Groningen naar Friesland zet zich tevens oostwaarts voort in Noord-Duitsland en Denemarken. Hier worden dikten van de Breda afzettingen gemeten tot 325 meter. In de Nederrijnslenk bereikt ze dikten tot 550 meter.

In Drenthe (KB 16, KB 17) is ze niet beschreven, hoewel er wel hoornblenderijke afzettingen in de diepere boringen voorkomen (MvRu, mogelijk de Rijsbergen afzettingen). Het voorkomen van de Breda-afzettingen in dit deel van Nederland is mogelijk niet zo uitgebreid als eerder door de RGD verondersteld (ZAGWIJN, 1975). In Twente (KB 28o/29) zijn de Breda afzettingen circa 25-50 meter dik.

Op de Veluwe (KB 39) is de eigenlijk Formatie van Breda maar zeer dun, mogelijk is in oliebooring Zaltbommel-2 een ± 50 meter dikke Breda gevonden aangetroffen. In de Achterhoek (KB 40o) is een fijnzandige afzetting, hier vallend onder de Breda Formatie, niet nader beschreven.

De Breda afzettingen zijn ten oosten van de Peelrand over het algemeen dun.

Op Walcheren (48W) zijn de Zanden van Antwerpen gevonden. Ze bestaan uit middelfijne, slibhoudende (tot lemige), groene glauconietzanden. De onderste 10 meter kan fossielloos zijn met aan de onderzijde een fosforietlaag (2-3 cm groot). Op blad Beveland komen de zanden van Antwerpen voor als bruin-groene, glauconietrijke kwartszanden met sporadische schelpresten en glimmers. De dunne afzettingen corresponderen met de hoogste zeestanden in het Serravalien (cf. Vail) en in het Pliocceen. In boring 43H-63 (de Klundert) zijn de zanden van Antwerpen 30 m dik. Boring 50E-WP1 kent maar ± 10 meter Breda-afzettingen.

Op de Peelhorst (ERNST& DE RIDDER, 1960) is de top van de Mioceen afzettingen soms verkit tot zandsteenlagen. Misschien is hier sprake van een connectie met de verkitte lagen in de Formatie van Diest, de ogenaamde Leuvencap.

In boring 56F-7 ligt er onderin de Zanden van Antwerpen (hier gesteld op een grovere korrel op 225 [m-NAP]) een kleine gamma-piek (in de boorloggen). Deze gamma-piek is misschien dezelfde als beschreven in de Nederrijnbocht (JANSSEN, 1987) en de Broad-Fourteen basin (WONG, 2001). De gamma-piek kan iets uitstaande hebben met het voorkomen van uranium in op die niveau's aangetroffen fosforieten.

West-Brabant (KB 43o) heeft alleen een dun Midden-Mioceen. In West-Brabant ontbreekt het Onder-Mioceen, de sequentie begint met de Midden-Mioceen Zanden van Antwerpen, de top komt overeen met een afstand van 205 meter onder de TT.

Te Boxmeer komen in de kleien plantenresten voor (relatie met continentale afzettingen?). In boring Huibeven-01, een boring ten behoeve van olie-exploratie, is duidelijke verdikking van de Breda afzettingen te constateren. Daar de MMU-SB (?) werd aangetroffen op 315 [m-NAP] en de top van de Rupel afzettingen op 505 [m-NAP] kon worden bepaald dat de Breda en de Veldhoven afzettingen samen 190 meter dik zijn. De dikte van deze afzettingen nabij Gilzerbaan (6 km naar het zuiden) bedraagt maximaal 37 meter. De verdikking heeft plaatsgevonden bij de Gilzerbaanbreuk (TT -10/-30) en tijdens/na de afzetting van de SB.

Zware mineralen

In de zware mineralengroep zijn de stabiele mineralen overheersend met veel zirkoon. Zone 8 te Peize bevat een epidootrijke associatie, de hierboven liggende kleien zijn o.h.a. door zirkoon en andere restgroep mineralen gedomineerd (Mineraalzone van Ruinerwold, MvRu). Zone 1 heeft meer hoornblende (tot 30%) en vormt de overgang naar de hierboven gelegen zone. De afzettingen van Aalten vertonen een Granaat-Epidoot associatie.

Op blad Beveland bevatten de zanden van Antwerpen een Granaatrijke (30-43%) Epidoot (20%) Hoornblende (26%) associatie.

Grind

Dit wordt vrijwel niet aangetroffen. In de afzettingen in de Nederrijnbocht zijn vuursteeneieren in karakteristieke lagen bekend. Deze sterk afgeronde vuurstenen wijzen op een brandingszone. Deze lagen zouden dan mogelijk correleerbaar zijn met MFS en/of SB grenzen.

Flora en Fauna

In Duitsland komen in het Grammien (mogelijk equivalent met de Rijsbergen afzettingen) voor het eerst op grote schaal boreale foraminiferen voor. In boring Gorredijk 1 (olieindustrie) is FD (Tortonien) ergens tussen de 300 en de 500 meter diep. Hier is ook FC2 (foram *Uvigerina hosiusi deurnensis*) en FC1 aangetroffen. De laatste is veel minder glauconietrijk en bevat schelpen. Bij Peize (blad 12) is de foraminifeerinhoud onderzocht waarin FD (Midden-Mioceen), FC1 (Midden/Boven-Mioceen, geen FC2, en FB (Pliocene) zijn aangetroffen.

Op Walcheren (KB 48w) komen in de Zanden van Antwerpen de volgende kenmerkend genoemde soorten voor: *Asterigerine gürichi staeschei*, *Cribononion inflatum*, *Virgulinella pertusa*.

Volgens de foraminifeerchronologie op Zuid-Beveland (KB 48o) ligt er onder de Formatie van Antwerpen (FD) een hiaat tot de Bk (FF). Uit foraminifeeranalyse zou blijken dat op de Peelhorst Breda afzettingen te dateren zijn op Midden-Mioceen.

Foraminifeeranalyse bij Gilze geeft aan dat er Boven-Mioceen (ws. Onder-Pliocene) voorkomt met op ca. 240 meter onder NAP een laag met weinig foraminiferen (Midden-Mioceen, lokaal ook Boven-Oligoceen) en/of typisch Boomse klei soorten. De overgang in de FD van Mol H naar Mol G valt mogelijk samen met de Frimmersdorf bruinkool afzetting.

Op Beveland (48o) zijn zee-egel stekeltjes aangetroffen in de FD. Een van de kenmerkende soorten is *Uvigerina hosiusi*. Er wordt opgemerkt dat het onderste deel van de Breda afzettingen praktisch steriel is.

Nabij Eindhoven (KB 51w) ontbreekt onderin de afzettingen de karakteristieke "Vierlandien"-fauna. De fauna komt in de olieboring Veldhoven overeen met de Zanden van Antwerpen voor wat betreft het deel van de Breda afzettingen met de continentale invloeden.

Fauna zonerings in de zuidelijke Noordzee.

	MOL	sub	Foram	Opmerkingen	Tijd
FASE 3	A		FA1	Warme tijden in Kwartair	
	B		FA1	Koude tijden in Kwartair en laat-Pliocene E. oregonense aan de basis van een B-tijd	
	C		FA2	Volledig marien tot sublittoraal. Laat-Pliocene	
	D	1	FA2	Gedomineerd door Chlamys opercularis	
		2	FB	Gedomineerd door Chlamys gerardi. Top FB komt overeen met GDB. Lijkt nogal op FA2	2,78 Ma
	E		FC1	Overgang Mioceen naar Pliocene. Mogelijk veel jonger, zie o.a. zanden van Diest en Deurne (3,56 Ma). Mogelijk dus ook equivalent met de Lenham beds in Kent.	17 cm/Ky
		FC2		Δ 3,56 Ma	
	Grammien dikte, 44 meter dik ontkalkt. Zaandam, -542 m Op de Noordzee is een klei (seimisch, kan ook ander fijn materiaal zijn bijvoorbeeld glauconiet)deken over een groot zandreservoir gevonden. Daarboven ligt het typische Rij beeld.				
FASE 2	F	1.2.3	FC2A	Mogelijk faciesafhankelijke fauna's waarbij 4 de meest ondiepe is Inden? Correlatie met Inden zanden.	10,3 Ma
		4	FC2B	Grens FC2B/FC2A mogelijk tectonisch en/of ontkalkt F ws. Langenfeldien (Tortonien). De bovenste afzettingen zijn mogelijk beperkt tot slenken (tot 500 meter Langenfeldien volgens de literatuur, in boring Eidelstedt maar 90 meter zie ook Tilburg 50F-157)	▽
		5			±2,5 cm/Ky
	G		FD _{upper}	Lijkt op het Reinbekien (17-14 Ma). Grens FC2B/FD mogelijk tectonisch en/of ontkalkt Grens G/H mogelijk tectonisch en/of ontkalkt	
	H	1A	FD	Veel instroom van zoet water. Wel een duidelijke MOL H	Δ
			FD _{lower}	Lijkt op Hemmoorien (21-17 Ma). Heeft NN4.	19 Ma
FASE 1	H		FE1	In de FE1 is deels (ca. 300 meter) Köln-Formatie afgezet.	24 Ma ▽
	I		FE2	Chattien. Hierin is o.a. de Formatie van Veldhoven afgezet. De grootst gevonden dikte is ca. 150 meter. De afzetting is hoofdzakelijk beperkt tot slenken.	±2,5 cm/Ky
			FE3		
	J		FF	Rupelien Hierin is o.a. de Boomse Klei afgezet op de Zanden van Berg. De grootst gevonden dikte is ca. 275 meter. De afzetting heeft plaatsgevonden over een grote oppervlakte.	
		FG	Tongrien De gehele Fase 1 is mogelijk net zo dik als de Kolner schichten, 450 meter + de (zie Niederrhein deel) Tongeren afzettingen ±100 meter dus totaal 550 meter.	Δ 35 Ma	

Andere benamingen

In België is uit deze tijd de kleiige Formatie van Berchem bekend. Mogelijk valt ook de Formatie van Antwerpen (zanden en kleien, Midden-Mioceen) hier nog in.

Het bovenste deel van de Formatie van Breda (B) kan overgaan in continentale (bruinkool) lagen uit de Waubachzanden van de Kiezeloölietformatie.

In de Achterhoek (KB 28o/29) komt een verdere onderverdeling voor. In Oost-Brabant (KB 51o) wordt het Fischbach-complex genoemd wat waarschijnlijk samenvalt met de Inden-Afzettingen en/of het Langenfeldien.

Referenties

- | | | | |
|--------------------------------------|------|--|--|
| Ernst & de Ridder | 1960 | High resistance to horizontal Groundwater flow in coarse sediments due to faulting | Geologie en Mijnbouw, 39e jaargang pp 66-85 |
| Hooyberghs H.J.F. | 1996 | The stratigraphical position of the Edegem Sands Member (Berchem Formation, Miocene) In its type area at Wilrijk | Geologie en Mijnbouw 75:33-42, No. 1 |
| Janssen, A.W. | 1987 | Proceedings of the Third meeting of RCNNS | |
| Gripp K., Seibold E.,
Guenther E. | 1961 | Bericht uber das Internationale Symposium zur Stratigraphie des Miocan im Nordseebecken | Meyniana, Band 10, seite 1-188, Kiel, april 1961 |
| Klett M, Eichhorst F
& Schäfer A. | 2003 | Facies interpretation from well logs applied to the Tertiary Lower Rhine Basin fill | |
| Kowing, K. | 1956 | Ausbildung und Gliederung des Miozans im Raum von Bremen | Abb.naturw- Ver. Bremen, band 34, heft 2, pp. 69-171 |
| Munsterman D.K. ,
Brinkhuis H. | 2004 | A southern North Sea dinoflagellate cyst zone | Geologie en Mijnbouw 83, pp. 267-285 |
| Vail, P.R. Hardenbol,
J. | 1979 | Sea-level changes during the Tertiary | Oceanus, 22: 71-79 |
| Wong, T Parker, N
Horst, P | 2001 | Tertiary sedimentary development of the Broad Fourteens area, the Netherlands | Geologie en Mijnbouw, 80/1 |
| Wornardt, Walter W.
Jr | 1999 | Revision of Sequences Boundaries and Maximum Flooding Surfaces: Jurassic to Recent | |

Bijlage: Kaartbladen RGD

Bisschops, J.H.	1973	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Eindhoven Oost (51o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Bisschops J.H., Broertjes J.P., Dobma W.	1985	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Eindhoven West (51W)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Bisschops, J.H.	1989	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Utrecht (31o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
De Groot, T.A.M.	1988	Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Heerenveen (11w en 11o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Hageman, B.P.	1964	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Goeree-Overflakkee (43w)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Kuyl, O.S.	1980	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Heerlen (62 en 62o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
NITG-TNO	2001	Toelichtingen bij de kaartbladen XIII en XIV Breda-Valkenswaard en Oss-Roermond	Geologische Atlas van de Diepe Ondergrond van Nederland, Utrecht
Ter Wee, M.W.	1976	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Sneek (10w en 10o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Ter Wee, M.W.	1979	Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Emmen (17w en 17o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Ter Wee, M.W.	1966	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Steenwijk (16o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Van de Meene, E.A.	1977	Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Arnhem (40 oost)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Van den Toorn J.C.	1967	Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Venlo-west (52 w)	Geologische Stichting, Haarlem
Van Rummelen F.F.F.E.	1965	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, bladen Zeeuws-Vlaanderen west en oost (54 /44 w en 54/44o)	Geologische Stichting Haarlem
Van Rummelen F.F.F.E.	1970	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, blad Schouwen-Duiveland (42o en 42w)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Van Rummelen F.F.F.E.	1972	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, blad Walcheren (48w)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem

Van Rummelen F.F.F.E.	1978	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, blad Beveland (48o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Van Staalduinen C.J.	1979	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, blad Rotterdam West (37w)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Verbraeck, A.	1984	Toelichtingen bij de geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Tiel (39w en 39o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Verbraeck A., Bisschops J.H	1971	Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50000, blad Willemstad Oost (43o)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Westerhof, W.E.,de Mulder, E.F.J., de Gans, W.	1988	Toelichting bij de Geologische kaart van Nederland 1:50000, blad Alkmaar (19 o en 19w)	Rijks Geologische Dienst, Haarlem
Zagwijn W.H., Van Staalduinen	1975	Toelichting bij de geologische kaart van Nederland	Rijks Geologische Dienst