

# Maassluis afzettingen

## 1 Algemeen

De afzettingen van Maassluis zijn mariene afzettingen met een aan het eind Tertiair – begin Kwartair gerelateerde flora en fauna. Voor het eerst treedt in deze afzettingen de koel-watersoort *Littorina littorea* massaal op terwijl warme "Pliocene" soorten uitgestorven zijn (of raken).



**Figuur 1: Littorina littorea**

Ze kenmerken zich door over het algemeen zeer kustnabije sedimenten waarin houtresten, plantenzaden en zoutwaterschelpen voorkomen. Meer naar het noordwesten worden de afzettingen fijnkorreliger. De Formatie van Maassluis werd voor het eerst in Zagwijn en van Staalduinen (Zagwijn, 1975) beschreven. Daarvoor werd de formatie aangeduid met Afzettingen van het Icenien, marien Icenien of slechts Icenien (Pannekoek, 1956; Zonneveld, 1958)

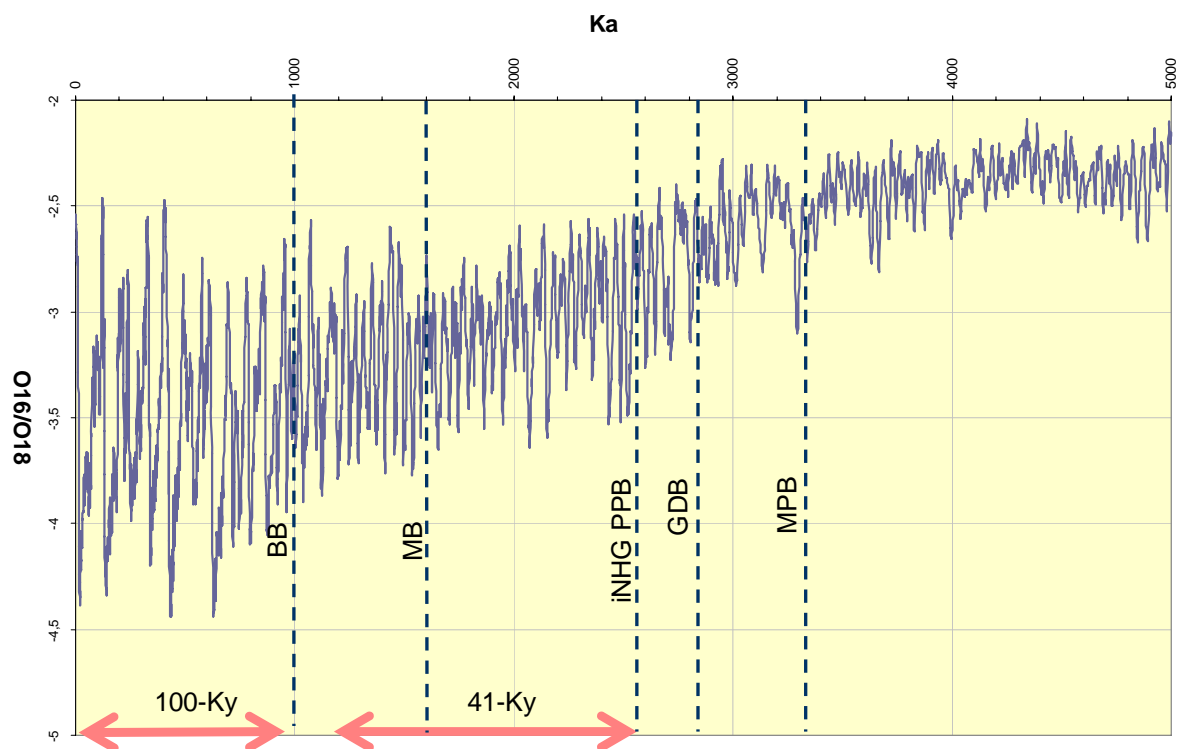
## 2 Datering

In figuur 2 is in een grafiek de mogelijke datering weergegeven van de diverse Sequence Boundaries gekoppeld aan opvallende wijzigingen in de  $O^{16}/O^{18}$  - curve (Lisiecki, 2005).

De volgende SB's worden onderscheiden:

- De BB Dit is de Bavelien Boundary, gelegen op de aanvang van de "grote" ijstijden op 0,9 Ma
- De PPB Dit is de Pliocen/Pleistoceen Boundary gelegen op 2,54 Ma
- De GDB Dit is de Gravier du Base op 2,78 Ma
- De MPB Dit is de Mioceen/Pliocen Boundary op 3,2 Ma

Op de volgende pagina is de indeling van de te onderscheiden sequenties gecombineerd met de bevindingen van Kuhlman (2004)



Figuur 2:  $O^{16}/O^{18}$  - curve (Lisiecki, 2005), gecombineerd met grote sequentie boundaries

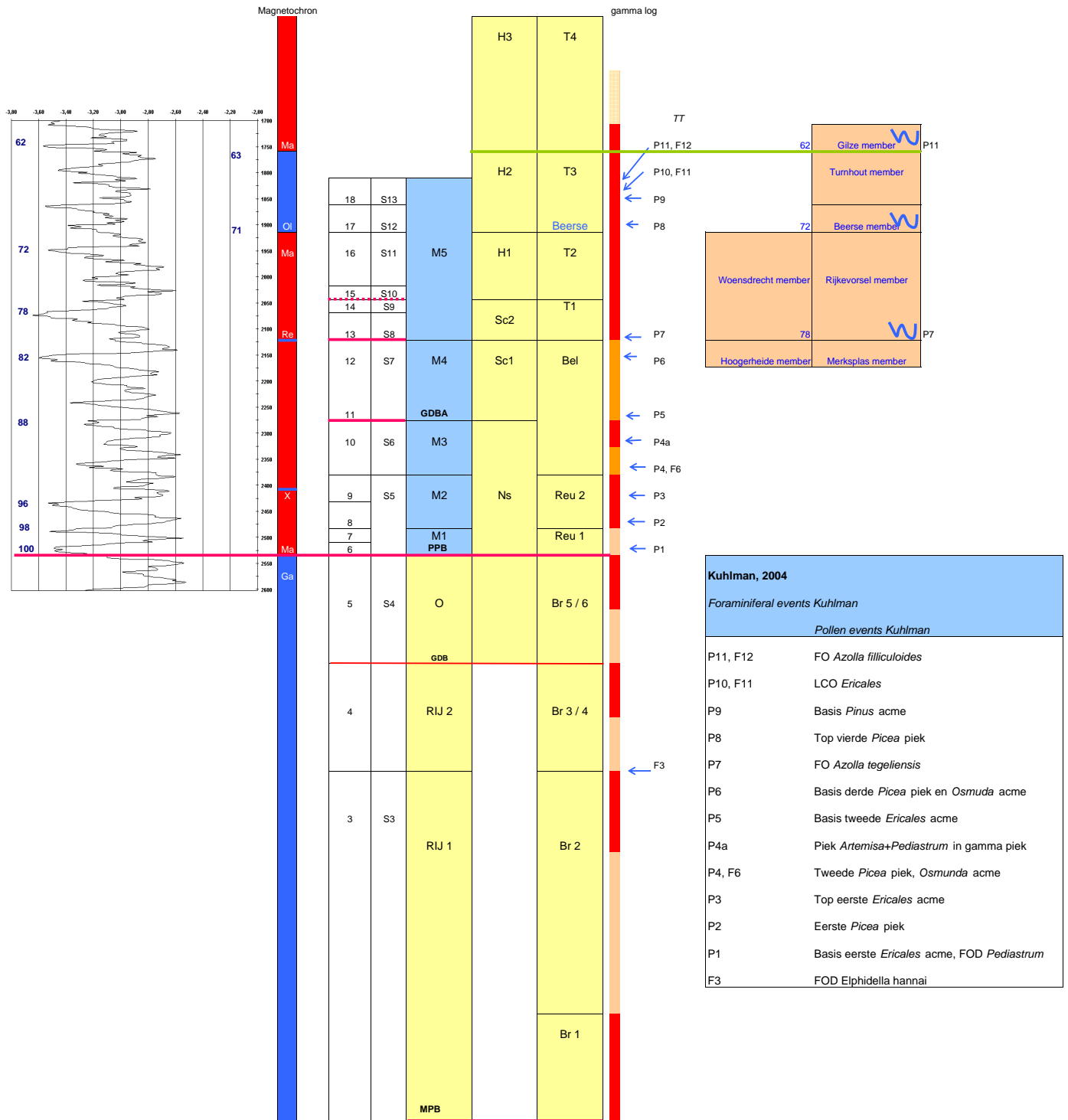
Lisiecki, 2005

Kuhlman, 2004  
MIS Logunit

Eigen 2005  
marin fluviatiel

Kuhlman, 2004  
γ

Kasse, 1988



## 3 Algemene lithologie

### 3.1 Algemeen

Deze afzetting is gedefinieerd in een boring nabij Maassluis en omschreven als "een mariene lithostratigrafische afzetting bestaande uit grove en fijne schelphoudende zanden met zandige klei of kleienschakelingen. Ze ligt onder de Formatie van Tegelen en op de Formatie van Oosterhout". De overgangen naar deze twee Formaties kunnen scherp zijn, maar over het algemeen is een geleidelijke overgang normaal te noemen. Met name op basis van een eventueel aanwezige schelpinhoud kan er in het veld een onderscheid worden gemaakt. Tussen de Tegelen afzettingen en de Maassluis afzettingen komen verder nog laterale overgangen voor.

### 3.2 Zware mineralen

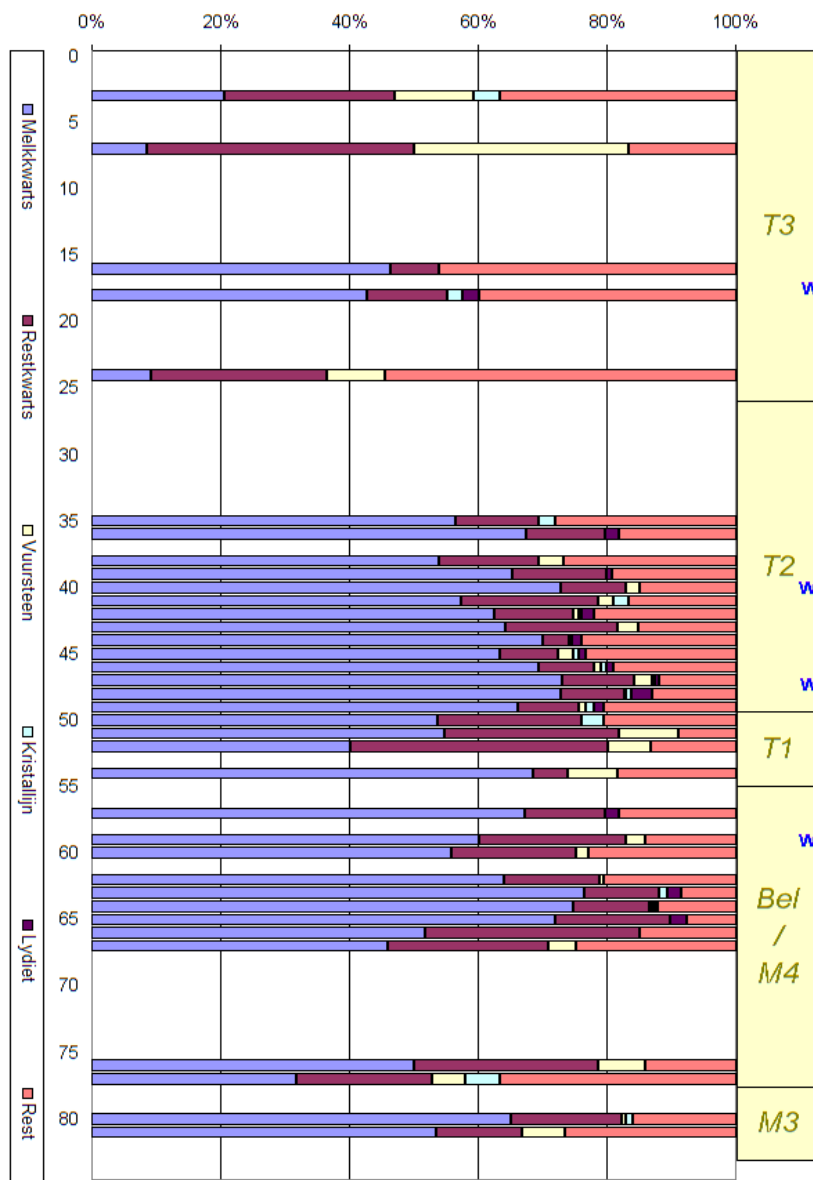
Het lijkt erop dat de zware mineralen in de Maassluis afzettingen behoren tot de Noordlarenzone (MvNo), waarbij het aandeel (groene) hoornblende fors toeneemt. Hiernaast treden soms vulkanische mineralen op (boring 39F-305, Wageningen). In de daarboven gelegen zone nemen granaat en epidoot toe, terwijl geheel bovenin saussuriet voorkomt. Wel moet worden opgemerkt dat uitspraken over zware mineralen in kustnabije mariene afzettingen met uiterste omzichtigheid moeten worden beoordeeld in verband met stromingen en verplaatsingen van grote hoeveelheden sediment in dit soort omgevingen.

### 3.3 Grind

In het Gilzerbaangebied nabij Tilburg is een overzicht gemaakt van de typen grind op verschillende diepten in de Tegelen en Maassluis afzettingen . De Maassluis afzettingen zijn hier de M4 tussen de 55 en de 81 meter onder de top van de T3. De hoeveelheid restgroep (gewoonlijk gesteenten afkomstig uit de Ardennen) net boven de onderzijde van de M4 is relatief hoog, wat kan wijzen op grotere erosie in de Ardennen in de hiervoor liggende glacialen van het Pretiglien.

Vuursteen komt in wisselende hoeveelheden voor wat kan wijzen op invloeden van de Schelde associatie (II-Gm). Deze kan lokaal veel vuursteen aanvoeren. Hiernaast wijst mogelijk ook het sterk wisselende gehalte aan (grijze tot doorzichtige) restkwarts eveneens op een Schelde invloed.

Op verschillende niveau's komt een windlak voor waarvan een in de M4 op 59 meter. Of dit uit een soort droge tijd of een soort koude tijd komt is onbekend.



Figuur 3: Grindsamenstelling T en M afzettingen, Gilzerbaan

## 4 Beschrijving

### 4.1 Algemeen

De Maassluis afzettingen worden onderverdeeld in een vijftal sequenties. Deze zijn mogelijk regionaal te koppelen aan sequenties bij Kuhlman (Kuhlman, 2004). Aan de hand van de indeling kan er een inschatting worden gemaakt van de leeftijd van de diverse sequenties gebaseerd op de dateringen van Kuhlmann. Verdere dateringen zijn mede ontleend aan Wornardt (1999).

#### 4.1.1 M1

De oudste is de M1, ze is gelegen op een sequence boundary (de PPB) die gelijk gesteld kan worden aan de 2,54 Ma sequence boundary (Wornardt, 1999). Dit is te correleren met de aanvang van het Gelasian. Deze grens wordt wereldwijd gezien als een erosieve grens die het gevolg is van een zeespiegeldaling die op haar beurt weer optrad ten gevolge van de aanvang van de vergletschering van het Noordelijk halfrond, de iNHG (o.a. Shackleton, 1990).

In deze sequentie komt een karakteristieke schelpinhoud voor, door Spink (Spink, 1975) Mol D genoemd. De sequentie is mogelijk afgezet voor het Pretiglien-1. Hierop wijst de warmere schelpinhoud t.o.v. het koudere Pretiglien (MOL C). De sequentie zelf bestaat uit een grote coarse-up sequentie onderin en een paar kleinere coarse-up sequenties. Aan de landzijde (zie profiel ZONW01) gaat deze sequentie waarschijnlijk lateraal over in continentale afzettingen die behoren tot de Kiezeloeliet afzettingen..

#### 4.1.2 M2

De tweede sequentie is de M2. De ondergrens is mogelijk een hogere (4e orde) SB die de aanvang van het tweede deel van het Pretiglien, net na de grote drie pieken in  $O^{16}/O^{18}$  - curve.

Een feit is dat in de moluskenfauna een verschuiving van MOL D lijkt op te treden naar MOL A, B en C (o.a. Lisiecki, 2005). De sequentie zelf bestaat uit een aantal fijnkorrelige coarse-up sequenties. De M2 gaat in het zuidoosten lateraal over in een deel van de Kiezeloelietformatie.

#### 4.1.3 M3

De derde sequentie, de M3, is over het algemeen grover van aard dan de onderliggende M2. Ook hierin komt een afwisseling voor van klei- en zandlaagjes die op hun beurt weer mogelijk te correleren zijn met warmere en koudere tijdvakken. Aan de landzijde is de Kiezeloeliet mogelijk ook onder te verdelen door een grove onderzijde van de Belfeld-member. In de gamma-logs zijn de M1,2 en 3 meer uitgesproken dan de bovenliggende M4. In de pollenbeelden komen nog *Classopollis* voor in tegenstelling tot de hoger gelegen M4. In de Molluskenfauna's is er een overgang van de nog Pliocene beïnvloede afzettingen (MOL B en C) naar de Kwartaire MOL A. Al met al is dit de klassiek overgang van het Pliocene naar het Kwartair. Deze drie (M1, M2 en M3) sequenties vertegenwoordigen het Pretiglien.

#### 4.1.4 M4

De vierde sequentie is de M4, deze is gelegen boven de GDBA, een in zuidwest-Brabant herkenbare erosieve grens. Dit is waarschijnlijk een Sequence Boundary van een 4e-orde zeespiegelverandering. De leeftijd van de M4 is te stellen op 2,3 Ma tot 2,08 Ma. Ze is gekenmerkt door grove (kustnabije) grindhoudende afzettingen onderin, met bovenin de sequentie een kleiige uitbouw van de Belfeld delta. Op gammalogs heeft ze een opvallend lagere stralingspercentage dan de onderliggende M1-3/R1-2 en de bovenliggende M5/T1-2. Opvallend zijn de warme elementen in de faunainhoud en in de polleninhoud. In het westen van Brabant (KB 43o) zijn deze compacte kleilagen aangetroffen met een sterke rode kleur. Bij Putte is op deze hoogte een ijzeroerbank gevonden. Mogelijk zijn dit resten van bodemvorming. Ook in de Simpelveldterrassen (zie de Maasafzettingen) is een rode bodemvorming geconstateerd. Dit zou kunnen duiden op een zelfde soort ontstaansomstandigheden. In 31H-172 (Utrecht) bevinden zich op dit niveau twee veenlaagjes. In 12G-75 (Rolde) is de bovenste bodem een veenlaag. In deze regio zijn beide niveau's vaak kleiig ontwikkeld. Boring 51B-58 heeft een veenlaag op het niveau van de bovenste bodem.

In de boringen nabij Gilzerbaan (zie boring D27n) komt de een lokale member voor. Dit is een zeer grove schelprijke laag, met grindbanken en schelpbanken (kustsequentie). Er kan een coarsening-upward sequentie in voorkomen. Onderin kan te Gilzerbaan een zeer grove laag voorkomen van 2 tot 7 meter dik. Deze kan bestaan uit een schelpbank of een grindbank met stenen tot 20 cm groot. Soms is deze laag kleiig ontwikkeld. Sideriet en glauconietkorrels kunnen voorkomen, evenals fosforiet en houtresten. Er kan lokaal een veenlaag inzitten, vooral aan de top van de member. De onder- en bovenzijde zijn vaak erosief. De bovenzijde kan zeer grof zijn en is in veel boringen de grofste laag, zels nog grover dan de onderzijde.

De relatief grote hoeveelheid glimmer in deze member bij Hilvarenbeek (boring Klooster) wijst op (nabijgelegen) rivieren. Deze sequentie wordt afgetopt door een veen-/kleilaag. Op sommige van de grotere (tot 5 cm) grinden uit de onderste niveau's is een rode aangroeiing (hematiet?) te vinden; ook een mogelijke windlak is aanwezig. Over het gehele gebied (Noord-Brabant) is deze laag redelijk homogeen. Alleen het voorkomen van de kleilaag onderin kan van plaats tot plaats verschillen. Ze vormt een grofzandige aquifer, die in geheel Brabant geëxploiteerd wordt. De KD van deze laag bedraagt o.h.a. tussen de 1000 m<sup>2</sup>/dag en de 1250 m<sup>2</sup>/dag, althans waar de bovenzijde en onderzijde worden begrensd door kleiige sequenties.

#### 4.1.5 M5

De vijfde sequentie, de M5, ligt boven de Belfeld afzettingen. De ondergrens is gelegen op de SB die de grote uitbreiding van de delta's vertegenwoordigt. Deze is te dateren op 2,08 Ma. In het noordoosten vangt de afzetting van de Harderwijkafzettingen aan met de H1, in het zuidoosten breidt de Tegelen RM-delta zich verder uit en vormt de T1 en de T2. In het zuidwesten breidt de Schelde zich verder naar het noordoosten uit. Hiermee kan de ondergrens op de derde orde SB worden gesteld die de overgang van het Gelasien-1 naar het Gelasien-2 vertegenwoordigt. Deze overgang wordt gekenmerkt door een grote zeespiegeldaling. De aanvang is een grote ijstijd, het eind is een volgende grote ijstijd (het Beersien) met in Nederland permafrostverschijnselen (o.a. te Ulvenhout). Het terugtrekken van de zeespiegel in de M4, welke versnelt in de M5 sluit af met een laatste mariene invloed in de M5. Dit zijn fijnkorrelige schelphoudende afzettingen die te correleren zijn met de T3/H2 afzettingen. Na deze periode verdwenen de zee geheel uit Nederland om mogelijk pas weer in het late deel van het Pleistoceen (Rosmalen, MIS 15) te worden teruggevonden.

Te Gilzerbaan is dit een complex van kleien, zandige kleien, zanden, en silten afgewisseld met grindlagen, veenlagen en schelpbanken. Ze hebben als gemeenschappelijke kenmerk het voorkomen van mariene schelpen en zijn gelegen op de grovere afzettingen van de M4-member.

De lithologie kan van plaats tot plaats sterk verschillen. Lokaal is ze volledig kleiig ontwikkeld, en op andere plaatsen bevat ze tot 6 meter dikke schelpbanken, grindbanken of veenpakketten. Soms is ze geheel zandig ontwikkeld. Deze facies lijkt sterk op een waddenmilieu. Ten zuiden van de lijn Bergen op Zoom-Tilburg-Oss is ze vrijwel schelploos.

Deze member is soms moeilijk te onderscheiden van de boven-/naastliggende Tegelen-afzettingen. Als ze schelphoudend is hoort ze bij de Maassluis-afzettingen, indien ze geen schelpen heeft tot de Tegelen-afzettingen. Op profielen kan dit zeer golvende lijnen opleveren. Het is onaannemelijk, gezien het kustnabije facies (wadmilieu), om bij deze member te spreken van doorgaande kleilagen of zandpakketten. Hiervoor wisselt de facies in dit soort milieu's te sterk.



## 5 Regionale bijzonderheden

Het is in deze opvallend dat er op ongeveer 7 meter onder de top van de M5 zowel bij Klooster als bij Gilzerbaan en Genderen een duidelijk grove, glimmerarme/-loze laag zit. In beide gevallen is de steriliteit van deze laag opvallend. Hierboven bevinden zich o.h.a. zoetwaterschelphoudende fijnkorrelige afzettingen, bij de 56F-6 bevindt zich hier een 7 meter dikke laag met (veel) ringenziezel. Kasse geeft voor de Hoogerheide- en de Rijkvorselmember (M5) een door getijdewerking beïnvloede, zoutarm milieu aan.

Volgens de NITG zijn de afzettingen bij Genderen te omschrijven als ondiep wadafzettingen.

In Midden-Nederland (KB 38o) wordt opgemerkt dat de bovenste 7-8 meter (de top van de M5), daar grofkorrelig/grindig ontwikkeld, mineralogisch een overgangszone is tussen de Formatie van Tegelen en het Icenien (=deels Maassluis) met weinig (geremanieerde?) mariene mollusken. Mogelijk is deze laag te correleren met de Beersemember van Kasse (Kasse, 1988).

### Flora en Fauna

Uit de Oosterschelde worden geregeld zoogdierresten opgevist die vermoedelijk stammen uit de Formatie van Merksem: o.a. *Equus robustus*, *Cervus falconeri*, *Mammuthus meridionalis*, *Anancus arvenensis*. In België staan deze botten bekend als "De zwarte Scheldebotten", onderin Merksem gelegen. Ook in East-Anglia (in de Norwich Crag) is deze botrijke laag bekend. Op Walcheren zitten er in de Formatie van Merksem koude foraminiferen.

In boring D33 is in het Gilzerbaangebied nog een redelijk ongeërodeerde spons gevonden onderin M4. Verdere analyse van D33 geeft aan dat tot boven in M4 *Turritella* gevonden wordt. In West-Nederland is de Maassluis opvallend schelparm/schelploos. Foraminiferen geven aan dat de Formatie van Merksem (met veel koude soorten) in een wat diepere zee is afgezet (in ieder geval op Schouwen-Duiveland, KB 42). Op Beveland (KB 48o) bevindt zich in de Formatie van Merksem een verschuiving van Pliocéen naar Pleistoceen in de foraminifeerfauna. In boring 50E-"van Son" zijn in de top van de M4 twee zaden (mogelijk *Vitis sylvestris*) aangetroffen. In de D36 zijn in de M4 bij Gilzerbaan haaiantanden gevonden.

## 6 Bijzonderheden

### 6.1 GDBA

Deze laag vertegenwoordigt een belangrijk niveau in de afzettingen van Zuid-Nederland. Het is een soms zeer grove grind (doorsnede > 10 cm)-laag gelegen op klei. Bij Tilburg is er aan de top van de laag een veen/humeus traject gevonden met houtresten. In Nederland is deze laag in boringen vaak goed herkenbaar. Naar het zuidoosten bestaat deze laag over het algemeen uit grof zand tot grindbanken die lokaal tot 4 meter dik zijn. Ten noordwesten hiervan, in de omgeving van Tilburg, bestaat de laag uit schelpbanken terwijl nog verder naar noordwesten de laag uit steeds fijner wordend zand bestaat.

De glimmertoeename van de onder- naar bovenzijde van de GDBA is bij Tilburg opvallend. Dit heeft mogelijk iets uitstaande met de toename van de invloed van de Rijn. Het kan zijn dat de Nederlandse laag niet overeenkomt met de Belgische GDBA.

### 6.2 De Kleistenen

Vooraf in de GDBA, maar ook in andere lagen (in boring D22n aan de Gilzerbaan op -140 m) komen opvallend grote afgeronde "grinden" voor die bij nadere inspectie bestaan uit fijnkorrelige sedimenten met een zeer grote verkitting. Soms lijken ze zelfs op vuursteen, mede door de structuurloze samenstelling. Hiernaast zijn ze ijzerrijk, wat vooral na blootstelling aan zuurstof tot roestvorming aanleiding geeft. Ze zijn mogelijk getransporteerde en afgesleten resten van een (sub-)tropische bodem. Vooral bij het droogvallen ten tijde van het Pliocen kan er een soort verharding (lateriet/plinthiet?) hebben plaatsgevonden. Deze verharde lagen ontstaan binnen bodemprofielen vooral in een subtropisch klimaat met periodiek (mogelijk twee per jaar) droge en natte seizoenen. Hierdoor ontstaat er een sterk wisselende grondwaterstand. Een verdere voorwaarde is het voorkomen van (veel) bos en een zeer weinig in hoogte wisselend maaiveld (Mohr, 1973).

### 6.3 M4f

Een laag waarin het zware-mineraal Hoornblende lijkt te pieken. In de grindsamenstelling neemt het gehalte aan zandsteen (paleozoische zandsteen uit de Ardennen?) toe boven de M4f ten opzichte van het gedeelte daaronder. Bij boring D35 (Gilzerbaan) is op 63 meter onder de top van de T3 een veenlaag met grof hout gevonden. Deze laag is in de WP1 (Gilzerbaan) fijnzandig. Deze laag is vaak de toplaag van de GDBA en/of de laag waaronder de schelpfauna meer Tertiair is dan daarboven. Volgens de MIS telling (Kuhlman) is deze laag net gelegen voor de zeer koude MIS 82, de aanvang van de T1. Bij Twello (202/473) is de overgang van Spaink's mol A naar Mol C gelegen op 7 meter boven de onderzijde van de GDBA. Tussen Eindhoven en Sittard is de M4f vaak een veenlaag op 7 meter boven de onderzijde van de GDBA.

## 6.4 De onderzijde van de T3

Een grovere inschakeling in de fijnzandige, hogere delen van de T-afzettingen. Ze bestaat vaak uit grof zand met grind, vooral in de oostelijke helft van de provincie Noord-Brabant. Bij Vessem is er in deze laag een duidelijke stabielere zware-mineraal inhoud aangetroffen. Dit wordt door Kasse ook beschreven in de Beerse-member. De stratigrafische positie is gelijk aan de overgang Hoogerheidemember / Turnhoutmember. Bij Beerse-Dakt is in een groeve een opname van een deel van de Beersien-afzettingen gemaakt. Hierin zijn op 5 verschillende niveau's vorstwiggen en cryoturbatieverschillen aangetroffen. Drie hiervan op duidelijke erosieniveau's en 2 in het sediment. Volgens Wolters (Wolters, 1954) bestaan er onder de klei van Tegelen (s.s.) vorstspelen tot boven in de Reuverkleien.

## 7 Referenties

### 7.1 Algemeen

Burck H.D.M.	1953	Pliocene and Lower Pleistocene in a boring near Oosterhout	Mededelingen Geologische Stichting nieuwe stijl 7 p. 25-43
Kasse, K.	1988	Early-Pleistocene tidal and fluvial environments in the Southern-Netherlands and Northern-Belgium	Thesis, Free University, Amsterdam
Kuhlmann, G	2004	High resolution stratigraphy and paleoenvironmental changes in the southern North Sea during the Neogene	Thesis, Utrecht
Lisiecki, L. E., and M. E. Raymo	2005	(in press), A Plio-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records	Paleoceanography, doi:10.1029/2004PA001071.
Mohr	1973	Tropical soils, a comprehensive study of their genesis	Den Haag, Mouton, 3e editie
Shackleton N.J., Berger, A., Peltier W.R.	1990	An alternative astronomical calibration of the lower Pleistocene time scale based on ODP site 677	Phil. Transactions of the Royal Society of Edinburgh: Earth Sciences, vol. 81 part 4, 251-261
Pannekoek, A.J.	1956	De geologische geschiedenis van Nederland. Toelichting bij de geologische overzichtskaart van Nederland op de schaal 1:200.000.	SDU, 's-Gravenhage
Spaink, G	1975	Zonering van het mariene onder-Pleistoceen en Plioceen op grond van molluskenfauna's. in: Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland	RGD, Haarlem
Wolters	1954	Ausbildung und Lagerung der pliozän-pleistozänen Grenzschichten in Niederrheinischen Grenzgebiet von Niederkrüchten-Brüggen	Geol. Jb. 69, 339-348
Wornardt W.W	1999	Revision of Sequences boundaries and Maximum Flooding Surfaces: Jurassic to Recent	Paper at the Offshore Technology Conference held in Houston, Texas, 3-6 May 1999
Zagwijn, W.H. van Staalduinen, C.J.	1975	Toelichting bij geologische overzichtskaarten van Nederland	RGD, Haarlem
Zonneveld, J.I.S.	1958	Litho-stratigrafische eenheden in het Nederlandse Pleistoceen.	Meded. Geol. Stichting, N.S. 12:31-64

## 7.2 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