

# 1 Sterksel afzettingen

## 1.1 Algemene lithologie

### 1.1.1 *Geschiedenis*

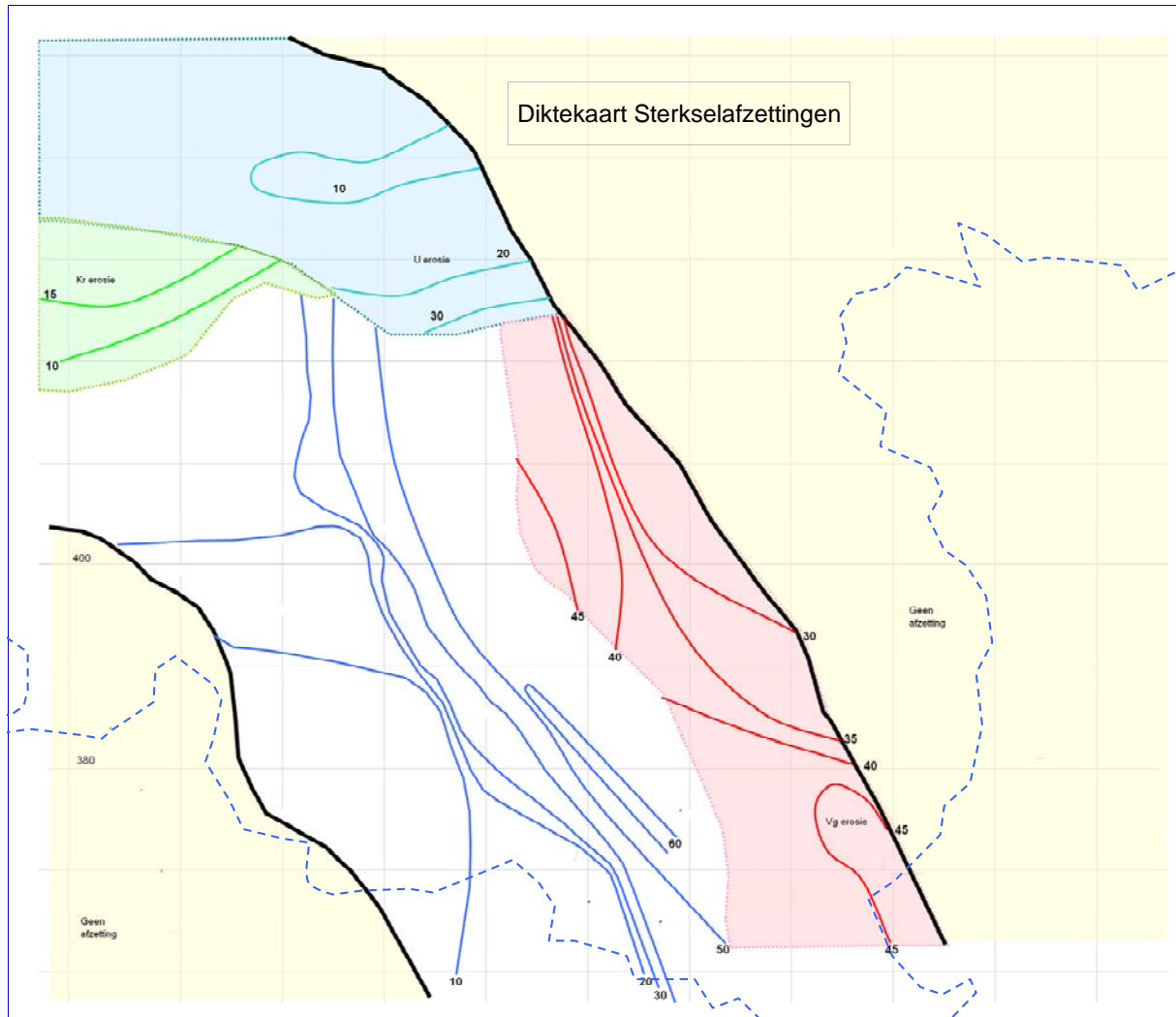
De Sterksel afzettingen zijn in grote lijnen een groep van grofkorrelige sedimenten (zand, grind met een paar kleilaagjes) die voorkomen in het zuidelijk deel van Nederland. De naam is als eerste ingevoerd door Zonneveld in 1947 (Zonneveld, 1947) die nabij Sterksel in Noord-Brabant in een boring een specifieke mineraalzone onderkende in de zware mineralen. De naam Mineraalzone van Sterksel werd in 1955 opgenomen in een Serie van vier mineraalzones (Doppert en Zonneveld, 1955) en in 1957 door Zagwijn gebruikt voor de naamgeving van een Formatie (Zagwijn, 1957). In 1958 definieert Zonneveld de "Formatie van Sterksel" (Zonneveld, 1958).

### 1.1.2 *Afzettingsmedium*

De Sterkselafzettingen zijn opgebouwd door de Rijn en Maas (RM). Deze afzettingen markeren onder meer de terugkeer van deze rivieren in de Centrale Slenk na het Tiglien. Bij deze terugkeer heeft de RM een diepe geul in de oudere afzettingen geërodeerd. De onderzijde van die geul is mogelijk te beschouwen als een Sequence Boundary (SB). Deze SB heeft de kenmerken van een Forced Regression SB. Een Forced Regression is een insnijding die optreedt ten gevolge van een significante (relatieve) verlaging van de zeespiegel. Een rivier als de Rijn snijdt dan in oudere afzettingen diep in en bouwt gelijktijdig sterk uit naar buiten. Deze SB is terug te vinden in grote delen van Nederland. Voorts is deze SB mogelijk te correleren met een SB onderin de Enschede afzettingen. Onder deze laatste SB komen Harderwijk afzettingen voor die een vermenging vormen van Oostrivier en RM afzettingen. De Sterksel, die daarna is afgezet, is weer exclusief RM en de Enschede afzettingen weer exclusief Oostrivier afzettingen. Indien er daadwerkelijk sprake is van een zekere synchroniciteit van de Enschede en de Sterksel afzettingen kunnen dezelfde lagere orde SB's binnen de afzettingen te correleren zijn.

## 1.2 Dikte en voorkomen

De Sterksel afzettingen komen voor onder het grootste deel van Nederland. De grootste dikte worden bereikt in de Centrale Slenk. De kaart in figuur 1.2.1 geeft een beeld van de dikte en de erosie die na de afzetting van de Sterksel heeft plaatsgevonden. In de roze kleuren is het deel weergegeven waar erosie door de Veghel-Maas heeft plaatsgevonden, blauw door de Urk-Rijn en groen door de RM-Kreftenheye. De grootste dikte ligt rond de 60 meter in de omgeving van Eindhoven.



Figuur 1.2.1 Diktekaart Sterksel met erosievlakken

### 1.3 Zware mineralen

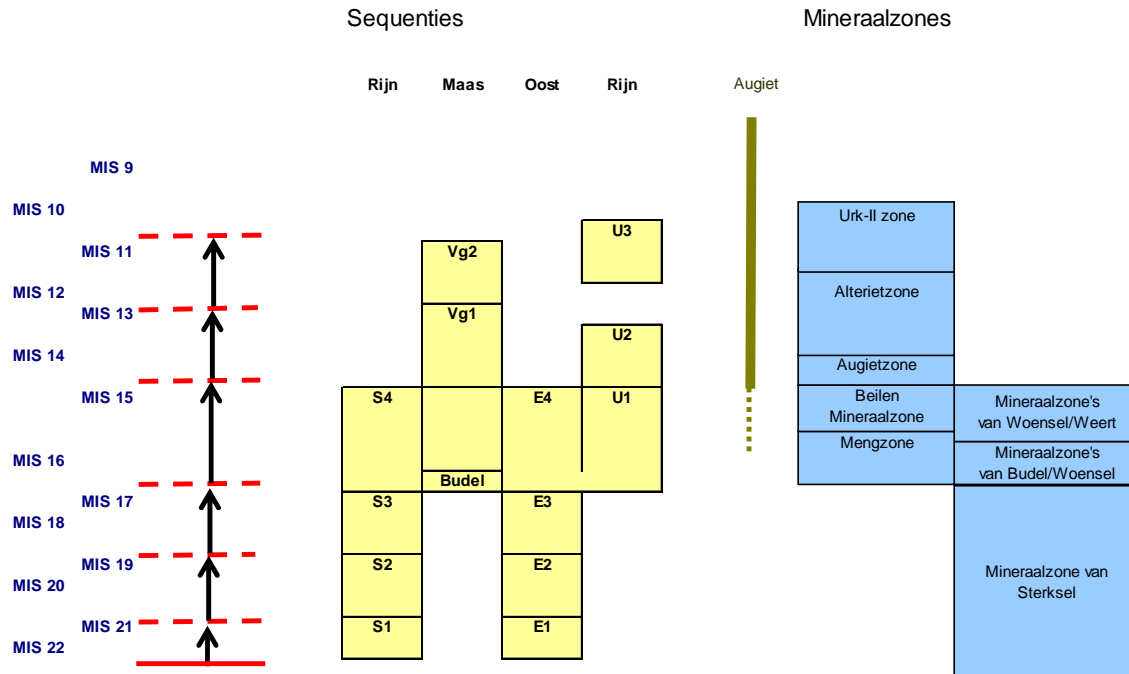
In de zware mineralen assemblages komt, in tegenstelling tot in de jongere Urk-afzettingen (ook RM) nagenoeg geen augiet of bazaltische hoornblende voor (vulkanische mineralen die gemakkelijk kunnen verweren). Een van de belangrijkste redenen hiervoor is mogelijk het niet voorkomen van het Eifelvulkanisme in dit deel van het Neogeen. Op basis van magnetostratigrafische gegevens is de aanvang van het vulkanisme in de Eifel te dateren na de Brunhes-Matuyama ompoling, 0,78 Ma, en voor het voorkomen van het Rosmalen-interglaciaal (pre-Elsterien, 0,48 Ma).

De Sterkselafzettingen zijn onder te verdelen in een viertal onderscheidbare zware-mineraal klassen (Doppert en Zonneveld, 1955). Deze klassen worden gebruikt om de Sterkselafzettingen grofweg in te delen en ze ten opzichte van elkaar een relatieve ouderdom te geven. De zware mineralen zijn voornamelijk afkomstig uit de Rijn met een ondergeschikte rol voor de Maas. Lokaal komt een grotere Maasinvloed voor in de afzettingen. In de boring Budel (57E-21) komt deze grotere Maasinvloed overeen met de Mineraalzone van Budel, gelegen onder de Mineraalzone van Woensel (die op haar beurt weer onder de Mineraalzone van Weert ligt) en boven de Mineraalzone van Sterksel. De Mineraalzone van Woensel kan worden verdeeld in twee subzones (Kaartblad 51w) op basis van de zware mineralen. De indeling is van jong naar oud in onderstaande tabel weergegeven.

Zone	Naam	Opmerkingen
MvWe	Mineraalzone van Weert	Voornamelijk Rijn- met wat Maasinvloed. Bevat vrijwel geen granaat, is fijnzandig, een paar meter dik en nagenoeg grindloos. Het grootste verschil met de MvWo is het voorkomen van een paar procent vulkanische Hoornblende .
MvWo**	Mineraalzone van Woensel	Voornamelijk Rijn- met wat Maasinvloed. Minder stabiel dan de MvSt. Vaak ook iets grover dan de MvSt. Bevat saussuriet.
MvWo*		Voornamelijk Rijn- met wat Maasinvloed. Minder stabiel dan de MvSt. Iets grover dan de MvSt. Weinig saussuriet
MvBu	Mineraalzone van Budel	Veel Maasinvloed, iets stabielere dan de MvSt. Bevat lokaal tot 3% Vogezenhoornblende
MvSt	Mineraalzone van Sterksel	Dit is het stabielste deel van de Sterkselafzettingen met veel Rijn- en een beetje Maasinvloed . Er komt veel melkkwarts voor. In het Gilzerbaangebied is het grind in het onderliggende deel van de I-St* stabielere (meer melkkwarts in het grind) dan het jongere deel. In de nabijheid van Eindhoven (KB 51w) wordt aangegeven dat in de zware mineralen onder een (Bavelienpollen) kleilaag ook een stabielere deel voorkomt (meer granaat dan alteriet).

Kasse (1988) beschrijft het zware mineraalgehalte van deze afzettingen over het algemeen als laag (0,19%). De Maas is niet zo'n grote leverancier van dit soort zware-mineraal bevattende sedimenten klaarblijkelijk. Volgens Kasse heeft een Sterkselafzetting bij Appelenberg een MvWo associatie onder een MvWe associatie; er is hier geen MvBu aangetroffen (deze komt mogelijk alleen voor ten oosten van de Feldbiß). Er is wel een kleine Maasinvloed in dit sediment te Appelenberg aangetoond door Kasse.

De indeling van de sequenties in de tijd is opgenomen in figuur 1.3.1. Hierin zijn de verschillende sequenties naast de mineraalzones gezet. Uitgangspunt is het gegeven dat een ijstijd (de even MIS nummers) tot een SB kunnen leiden.



## 1.4 Grind

### 1.4.1 Algemeen

Het grove grind, de stenen en de tot 1,5 m grote keien in de Sterkselafzettingen lijken te Gilzerbaan voornamelijk aangevoerd te zijn uit de Ardennen door de Maas. Kasse stelt dat het zeer wel mogelijk is dat er maar een kleine (maar wel zware-mineraal leverende) Rijninvoed t.o.v. de Maasinvloed was. In de MvWo en MvWe heeft hij Vogezenhoornblende aangetroffen. Bij Gilzerbaan (Tilburg) zijn er in deze afzettingen grote stenen gevonden, één van 50 cm doorsnee, ongeveer 70 kilo zwaar en naar verluidt één van 80 cm met een gewicht boven de 250 kilo. Uit de zandwinput bij Gilze is er een gevonden van 1,5 meter doorsnee, met gewicht boven de ton. Bij de aanleg van een poel in het Gilzerbaan-gebied is een grote hoeveelheid van deze stenen (30-120 cm in doorsnede) gevonden. Het betrof vooral blauwgrijze kwartsieten en zandstenen. Hiernaast zijn grote brokken melkkwarts aangetroffen. Gemiddeld is ongeveer een steen per 2500 m<sup>3</sup> zand gevonden.

### 1.4.2 Midden-Brabant

Het door Kasse getelde grind uit Bavel (Kasse, 1988) is vergelijkbaar met de onderzijde van de grindreeks bij Gilzerbaan en is hiermee ouder dan de grinden die te Gilzerbaan aan de oppervlakte liggen. Tussen Steensel en Baarschot is de Sterkselrivier ingesneden in de Tegelenafzettingen met aan top van de Sterkselafzettingen een steenlaag met grote blokken (tot 2 ton zwaar).

Blokken zijn ook aangetroffen op het Kempisch Hoog in groeven bij Steensel en Eersel en in groeve Maarn in Utrecht. In de dalhelling van de Grootte Beerze (X=143/Y=382) komen ook keien voor. Maarn is een verhaal apart. Hier komt een afzetting voor die tot de Sterkselafzettingen gerekend zou kunnen worden met nietemin een menging van Scandinavische zwerfkeien (grote) en zuidelijke zwerfkeien. Dit wijst mogelijk op vermenging van de Sterksel en de Oostrivierafzettingen. Mogelijk sloot het ijs in het noorden de Noordzee hermetisch af waardoor er een groot binnenmeer (het Kanaal brak mogelijk pas door in het Elsterien) aanwezig was waarin ijsschotsen (mogelijk transportmiddel van keien) rondobberden.

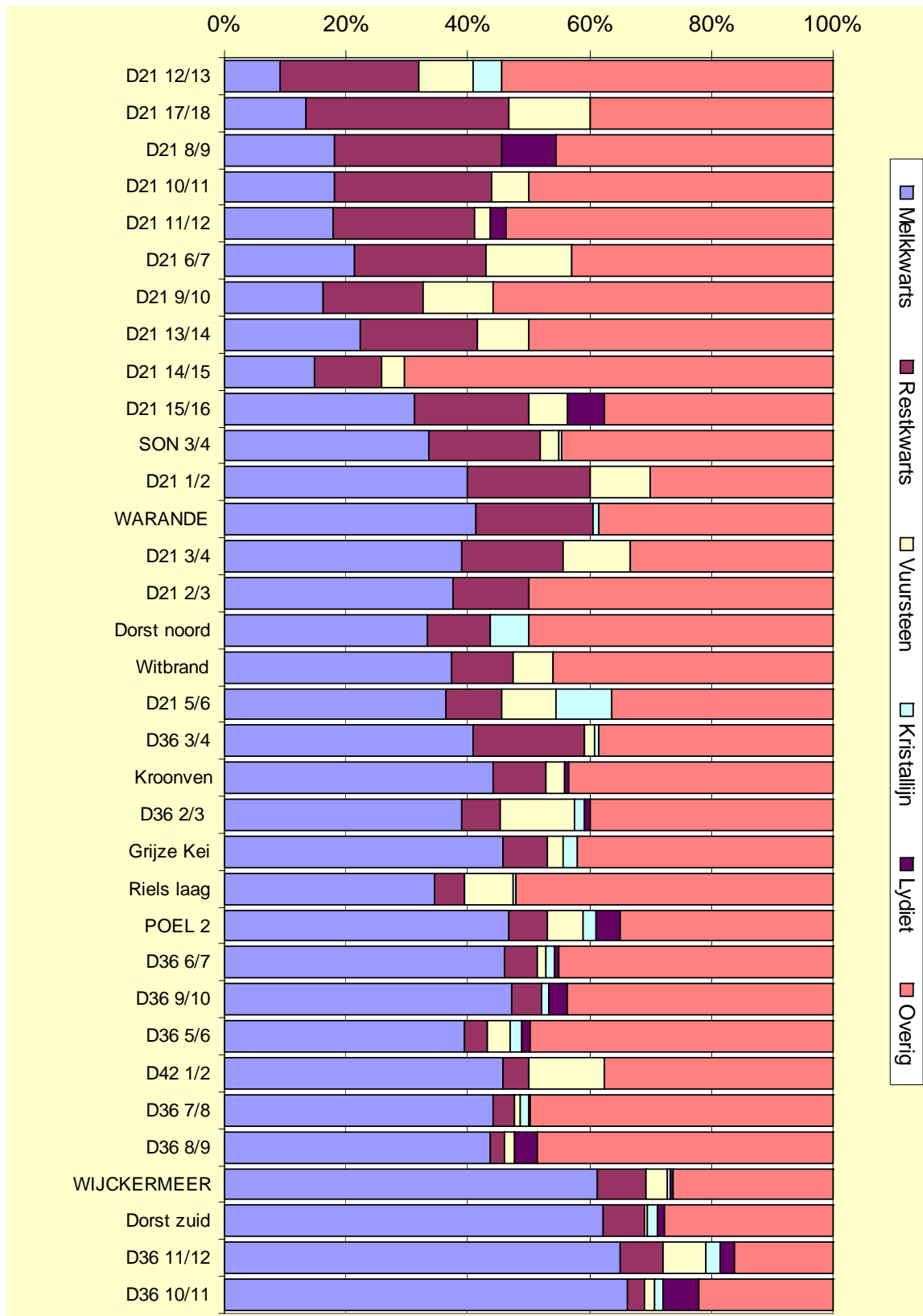
### 1.4.3 Reeshof

Zeer vermeldenswaardig is de vondst van hoekige basalt (10-15 cm) en hoekige slakken (10-15 cm) in 1½-2 meter diepe sleuven (NAP ±6) nabij het Station Reeshof (in aanbouw) te Tilburg. Vulkanisch materiaal in pleistocene Maas-afzettingen kan in Nederland uit de Eifel of het Zevengebergte komen, maar de datering van het oudste kwartaire vulkanisme in die regio is ± 0,6 Ma. Voorts is mogelijk noordelijke vuursteen aangetroffen in situ.

#### 1.4.4 Gilzerbaangebied

In de pompput D21n bevindt zich in het grind een grotere Maasinvloed tussen de +1 en -5 [m+NAP]. De grindtellingen in het Gilzerbaangebied in Midden-Brabant kunnen als typelokaliteit gegeven worden voor de Sterksel afzettingen. Hier is goed te zien dat een aantal monsters (aan de onderzijde van de grafiek op de volgende pagina) een hoog gehalte aan Melkkwarts hebben, meer dan 60%. Het betreft monsters die of aan de oppervlakte gelegen zijn aan de meest westelijke grens van het verspreidingsgebied van de Sterkselafzettingen (Dorst-zuid, Rijen (Wijckermeer)) of op de diepste voorkomens van de Sterksel afzettingen in de boringen D36, D21n en D27n in het Gilzerbaangebied, nabij Tilburg.

Deze monsters vallen over het algemeen in de MvSt. De vondsten uit de Reeshof behoren bijvoorbeeld tot deze klasse (punt Witbrand). Daarboven ligt een reeks monsters met een lager melkkwartsgehalte en meer restgesteente. Dit laatste kan wijzen op meer insnijding van de RM in de Ardennen ten gevolge van een verlaging van de erosiebasis door een zeespiegeldaling (ijstijd). Aan de top van de Sterksel afzettingen lijkt het kwartsgehalte weer op te lopen tot boven de 40%. In de figuur 1.4.1 is de codering aan de linkerkant van de grafiek het monsternummer met aan het eind de diepte van de monsternamen ten opzichte van maaiveld.



Figuur 1.4.1 Grindtellingen Sterksel afzettingen nabij Tilburg.

## 2 Standaardboring en sequenties

### 2.1 Algemeen

In de Sterkselafzettingen is een viertal grote fine-up sequenties onderkend, gescheiden door regionaal belangrijke SB's.

### 2.2 Centrale Slenk

#### 2.2.1 S1

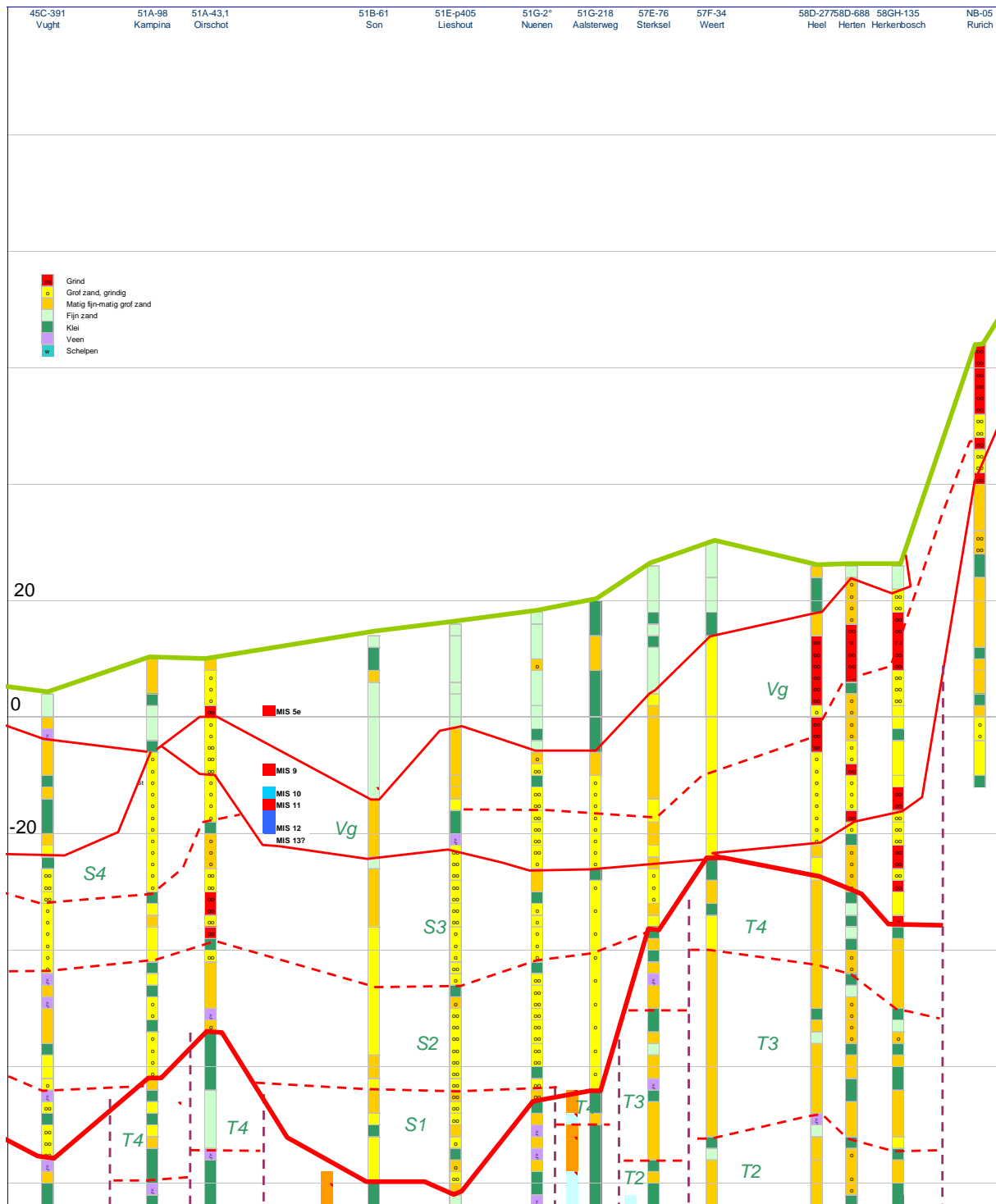
De onderste sequentie (S1) is een niet al te vaak aangetroffen reeks zanden en kleien met lokaal veenlagen. Ze behoren tot afzettingen zoals die zijn aangetroffen nabij Bavel. In kleilagen nabij Bavel heeft Kasse (Kasse, 1988) onder andere een magnetochron onderkend. Deze heeft hij gedateerd op Jaramillo. Hiervan uitgaande zou er al een Rijnafzetting in West-Brabant aanwezig moeten zijn (0,98 Ma oud) voor de insnijding ten gevolge van de eerste Ionian-zeespiegeldaling (0,91 Ma oud).

Er is hierdoor een serieuze mogelijkheid dat de ompoling bij Bavel het Olduvai betreft, zie de lokatie Bavel op deze [website](#).

Volgens de datering van Wornardt (Wornardt, 1999) ligt een 3-orde SB die de aanvang van het Ionian markeert op ongeveer 0,9 Ma. Dit zou de onderzijde van de S1 moeten zijn. Op het profiel ZONW1 is deze SB aangegeven met een dikke rode lijn, zie figuur 2.1.

De S1 bestaat hier uit een heterogene serie grove zanden en kleien. In boring 45B-109 (Lith, profiel ZONW 1) komt deze kleiige top overeen met het Waardenburg-interglaciaal. In deze Waardenburg gedateerde kleien komt nog een tertiair relict in het pollenbeeld voor: *Eucommia*. Dit relict wordt in jongere interglacialen niet meer aangetroffen. De indeling van het tijdvak is hiermee gebaseerd op de inzichten van Zagwijn (Zagwijn et al., 1971).





Figuur 2.1. Detail profiel ZONW1

### 2.2.2 S2

De tweede sequentie (S2) bestaat uit een grove onderzijde en een lokaal kleiige top. De zware mineralen worden gekenmerkt door de Mineraalzone van Sterksel, het oudste deel van de Sterksel afzettingen. In boring D27n, gemaakt in 2005, waarin nadruk is gelegd op de lithologie van o.a. de Sterksel-afzettingen kan over de S2 het volgende worden opgemerkt. De sequentie is hier een 11 meter dikke fine-up met onderin glimmerrijk fijn zand met weinig kalk en grind. De klei bovenin de S2 is erg plastisch en oxydeert bruingroen. Voorts is de klei glimmerloos.

In de D27n bestaat deze sequentie uit een aantal kleinere fine-ups. Deze zijn 2 tot 5 meter dik en bestaan uit glimmerhoudende en grindhoudende grovere zanden. Onderin bereikt het grind afmetingen tot 4 cm. De kleiige afzettingen zijn in 45B-109 (Lith) gedateerd op het Westerhoven-interglaciaal, te correleren met MIS 19. Het Westerhoven interglaciaal is voor het eerst beschreven door Zagwijn (Zagwijn en Zonneveld, 1956). Dit interglaciaal ligt volgens de  $\delta^{13}\text{C}$  curve net na de Brunhes/Matuyama magnetochron. Deze laatste is gedateerd op 0,78 Ma. De onderliggende grovere afzettingen kunnen dan mogelijk gecorreleerd worden met MIS 20. De leeftijd voor deze sequentie ligt dan op 0,81-0,78 Ma. De kleiige top is nabij Tilburg mogelijk aanwezig als opvulling van een rivierarm. Deze Rijn/Maas riviervlakte was hier circa 6 km breed met een kleiig hart van 1 km breedte. Dit maakt deze rivier in grootte vergelijkbaar met de huidige Rijn/Maas. Langs de Maas is het Pietersberg-I terras ouder gedateerd dan de Brunhes/Matuyama overgang (van den Berg, 1996). Hieronder liggen nog drie terrassen, Geertruid-I, II en III. Onderin een van de Geertruidterrassen is een intact blok zand in de grindafzettingen gevonden. Dit zou kunnen wijzen op een bevroren en daaropvolgend transport van een zandige ondergrond. Dit blok zand is vervolgens vastgelegd in het terras als een herkenbaar geheel. Dit zou wijzen op permafrost in de zandlaag tijdens transport (Rutten, 1956).

### 2.2.3 S3

De derde sequentie (S3) bestaat uit een grove onderzijde en een kleiige top. In boring D27n is deze sequentie van een vijftal meter dik. Ze is hier globaal een fine-up met bovenin een zeer hoge Thorium/Kalium verhouding hetgeen wijst op intense vertering van kleimineralen (en daarmee uitloging van kalium). Dit zou te correleren zijn met bodemvormende processen in een gematigd warm klimaat. De sequentie bestaat uit glimmerhoudende zanden. Ze bevat relatief weinig grind met een RM signatuur.

#### 2.2.4 S4

In de vierde sequentie (S4) verandert er iets fundamenteels in de aanvoer: de Maasinvloed wordt groter. Lokaal komt in het grind zelfs Maasdominantie voor. In D21n ligt deze zone rond NAP. Bovenin deze zone is in de zware mineralen de Mineraalzone van Woensel onderkend. Indien deze Maaskarakteristiek ontbreekt wordt de overgang van de Mineraalzone van Sterksel naar de Mineraalzone van Woensel gekenmerkt door een toename van het percentage aan Restkwarts. Gezien de leeftijd van de onderliggende sequenties kan deze sequentie overeen komen met MIS 16 (grove deel onderin) en MIS 15 (het kleiige deel bovenin). Onder Tilburg worden lokaal stenen en blokken aangetroffen in deze S4.

In de D27n bestaat de sequentie uit een viertal dunne fine-ups van 2-3 meter dik. Bovenin komt meer klei voor dan onderin, onderin komen grijsgekleurde grove (tot 7 cm) grinden voor met Maasinvloed, bovenin worden fossiele zaden aangetroffen. De sequentie is hier extreem grindrijk en glimmerarm. De Budel-Maas lijkt voornamelijk aan de westzijde van de Centrale Slenk voor te komen. RM afzettingen onder Noord-Holland boven de BB-SB worden tot de S3 gerekend op basis van hun relatieve ligging ten opzichte van de U1 daar weer boven. De S3 komt mogelijk nog voor tot in de kop van Noord-Holland.

De onderzijde zou kunnen worden gecorreleerd met het Don-glaciaal, MIS 16, het bovenste kleiige deel met het Rosmalen interglaciaal. De top wordt gemarkeerd door het verlaten door de Rijn van de Centrale Slenk en het daaropvolgende ontstaan van Formatie van Urk (het augietrijke deel van de Urkformatie). In de Formatie van Sterksel komen geen hoge augietpercentages voor.

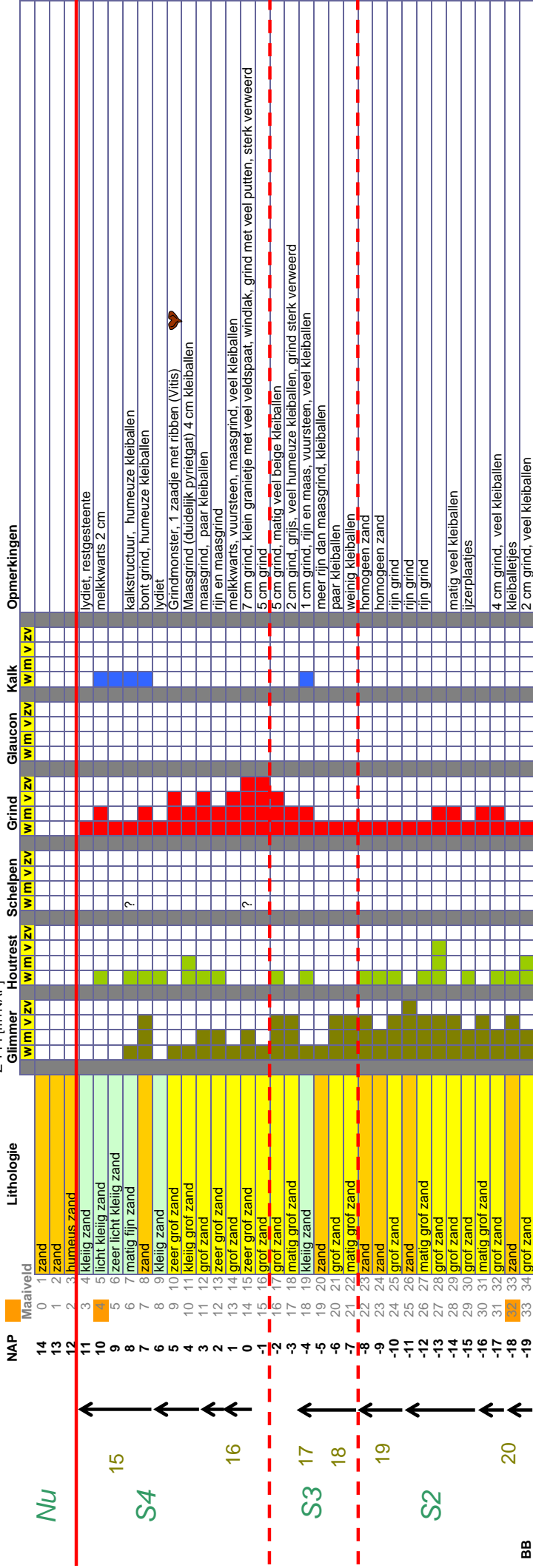
Dit stelt de bovengrens voor de afzetting op ongeveer 0,6 Ma, de aanvang van het kwartaire Eiffelvulkanisme (o.a. Boenigk, 1978) .

### 2.3 Detailprofiel D27n

Op de volgende pagina is een detail opgenomen (figuur 2.2) van boring d27n in het Gilzerbaangebied. Hierin zijn de S2, S3 en S4 sequentie van de Sterksel afzettingen goed te onderscheiden. In een boring in Den Bosch (45C-melkfabriek) komt op de hoogte van het Rosmalen-interglaciaal (MIS 15) witte klei (kalk?) voor. Dit zou kunnen wijzen op moeraskleien.

In de D27n worden deze zanden en kleiige zanden gekenmerkt door bonter grind dan de onderliggende S3 en het lokaal voorkomen van kalkstructuren (schelpen?).

Boring D27n  
 Geboord augustus 2005  
 X 130.3  
 Y 395.9  
 Z +14 [m+NAP]



Nu

15

S4

16

S3

17

18

19

S2

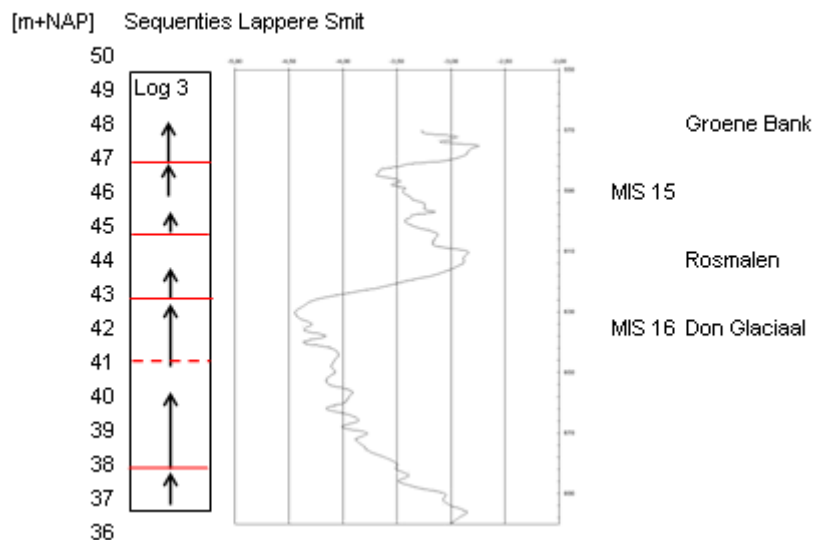
20

BB

## 2.4 Maalbeek

In Groeve Maalbeek, 58E-4 (Lapperre, 1995), nabij Belfeld, is een serie grove afzettingen gevonden uit de Sterksel-Formatie. Deze zijn in meerdere opzichten van belang. Het lijkt er op dat de afzettingen uit de mineraalzone van Weert komen (de S4) hoewel grind en zware mineralen geen eenduidige bepaling toelieten. Dat zou kunnen betekenen dat de nauwkeurige (meterschaal) lithologische beschrijving zouden kunnen "passen" in de grafiek van Lisiecki. De fit is goed te noemen in het tijdvak MIS 16 - MIS 15. De vergrovingen in de groeve komen goed overeen met de veranderingen in de Curve.. Dat zou dan weer impliceren dat dit deel van de Peelhorst een MIS 15 top heeft op 48 [m+NAP], de top van de afzettingen in deze Groeve Maalbeek, en mogelijk een flinke opheffing heeft gekend na de afzetting van de MIS 16 afzettingen hier.

Deze sequentie gaat in het oosten van de Centrale Slenk naar boven toe over in afzettingen van de Veghelformatie. Nabij Maalbeek heeft de Veghel een 20-25 meter diepe riviervlakte uitgesleten in de Sterksel, Tegelen en Kiezeloelietafzettingen ter plekke. Deze insnijding (aan de oostzijde van de Peelhorst) postdateert dus de MIS 15. In de bovenste door Lapperre beschreven unit komt voorts een aantal sterk verweerde kleibrokjes voor met een witte kleur (mogelijk kaoliniet). Ook dit zou kunnen wijzen op MIS 15 (Rosmalen interglaciaal). Aan de top van hun unit 2 (op 45,5 meter) komen zogenaamde convolute structuren voor. Miisschien is dit cryoturbatie ten gevolge van het koudste deel van MIS 16 op 630 Ka. Op de figuur is te zien dat hier de ligging van de SB's redelijk goed de omslagpunten in de Curve volgen.

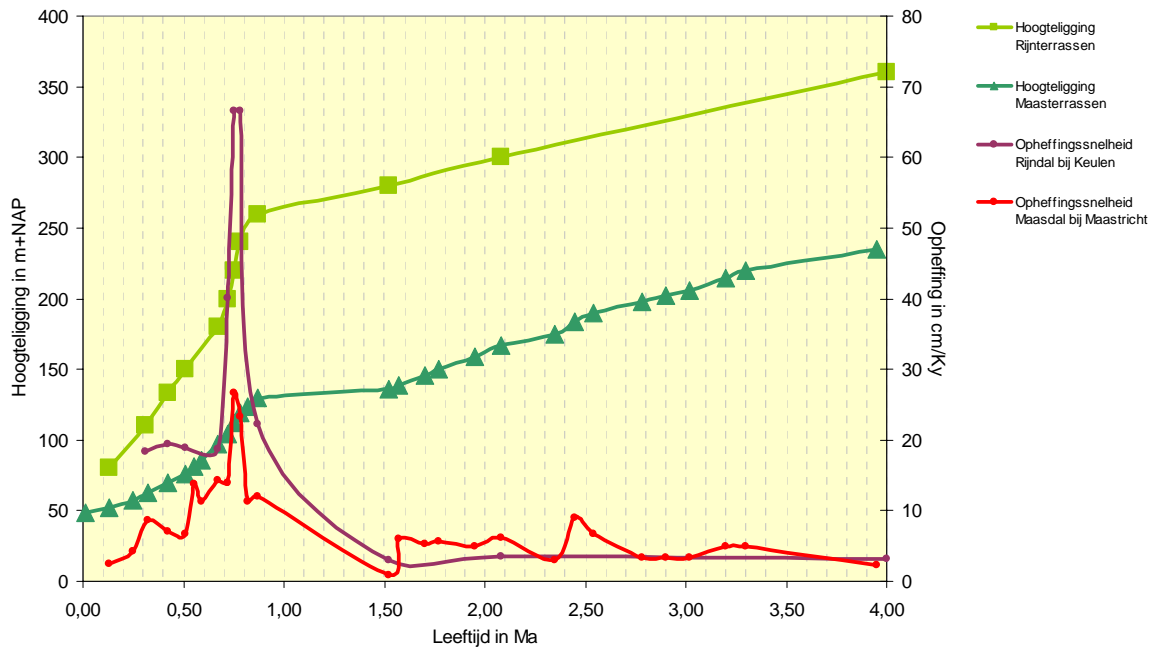


## 3 Regionale bijzonderheden

### 3.1 Algemeen

In Midden-Nederland (KB 39) worden in deze Sterkselafzettingen grotere plantenresten beschreven. In de zanden worden in Utrecht (KB 31) veel kleilagen aangetroffen van minder dan 1 meter dik. De Sterkselafzettingen komen aan de oppervlakte rond Tilburg. Ze verdikt bij diverse breuken. Ze bereikt dikten tot 60 meter in de Centrale Slenk. Bij Steensel komt de MvBu, mogelijk (onduidelijk) 40 meter boven de II-T voor ten zuiden van Feldbiß, een verfijning (de MvBu?) is in deze regio overal rond de 37/40 m [-NAP] te vinden. Te Haastrecht 38B-154 zijn (Bavelien?) kleien aangetroffen in Sterkselafzettingen die aan de top werden afgesloten door een windkanter. Te Baarle-Nassau komt een 6 m dik pakket zeer grindrijk zand voor op een voor Sterkselafzettingen onlogische plaats. Dit zou dan het enige verschijnen in deze omgeving zijn van Sterkselafzettingen op een hooggelegen Tegelen blok). Boring 50H-2 heeft hetzelfde verschijnsel met een grindrijke Tegelen of Sterkselafzetting. Heel nabij ligt hier het ven de Halve Maan met grind op de bodem (samenstelling onbekend). Boring 50H-125 heeft eveneens op dit niveau grind. In Zuid-Limburg worden lokaal de afzettingen van Hoogcruts gevonden. Dit zijn opvallend grove zanden met zeer veel vuursteen (ongerold) met een omgerekend kwartsgehalte van 60%. Her en der is de indruk dat dit periglaciaal gerelateerde afzettingen zijn (Kaartblad 62). De dikte is maximaal 8 meter. Het is mogelijk een lokaal-rivierafzetting (bijvoorbeeld van de Worm of de Geul). De chronologisch hoogste ligging is op de Afzettingen van Valkenburg (NB: onbekend welk terrasniveau exact!!!). Uit het verloop van de opheffingssnelheid van de Maas- en de Rijn terrassen (zie de figuur 3.1) blijkt dat de meest intense tectoniek plaatsvond tussen de 0,5 en de 1,0 Ma.

### Terrassen Rijn en Maas



**Figuur 3.1 Opheffingsnelheid Maas en Rijnterrassen in het Pleistoceen.**

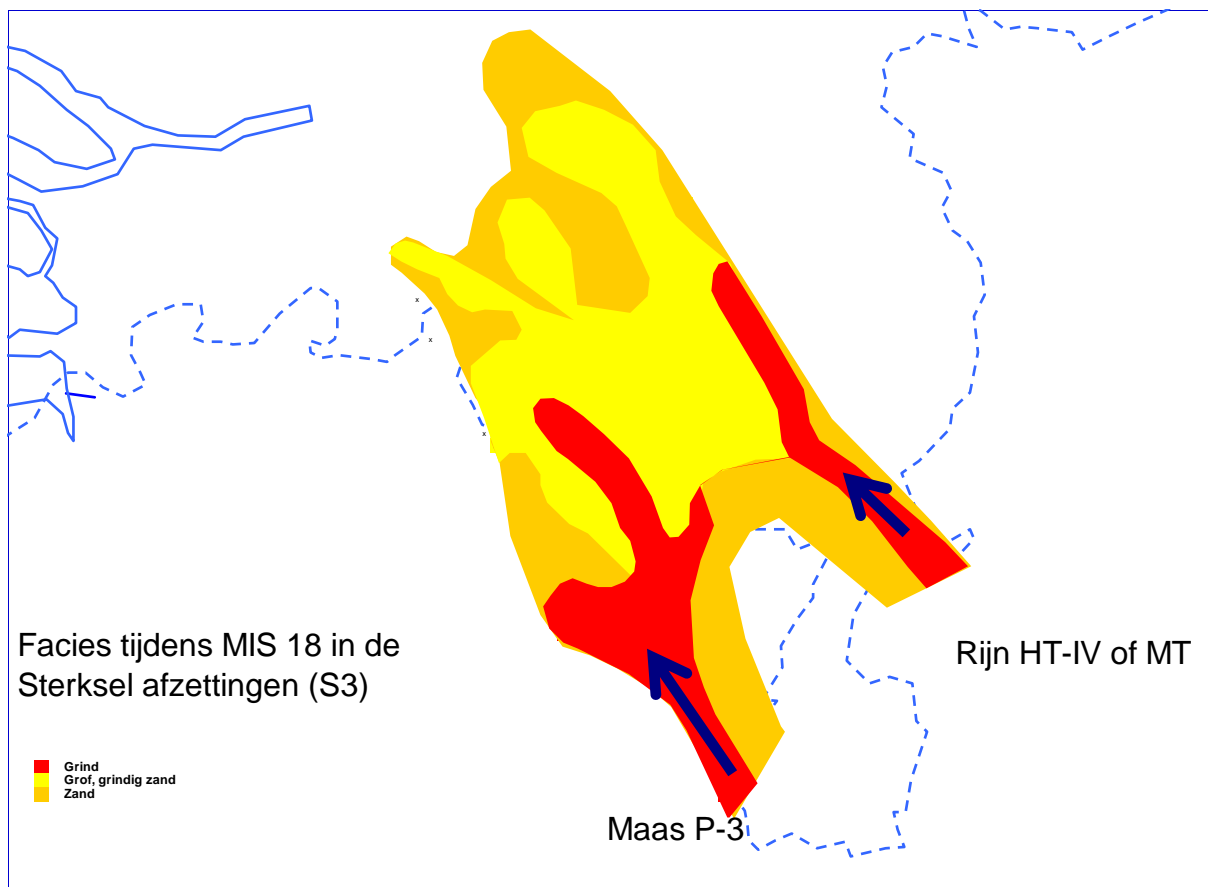
Het is mogelijk dat de opheffing van de Ardennen en de Eifel versnelde door de opbouw van een "magmadome" in de ondergrond. Nadat dit als vulkanisme een uitweg vond (het Eifelvulkanisme) nam de opheffing weer sterk af. Dat datering van de eerste grootschalige vulkaanuitbarstingen is daarmee van belang voor de tectoniek van zuidoost Nederland alsmede voor de aanvang van het voorkomen van grote hoeveelheden vulkanische mineralen in de zware-mineraal assemblages van, met name, de Rijn. Dit laatste definieert de U2 en de U3 (zie Urk-afzettingen). Een en ander is meer exact te dateren op 0,57 Ma.

NB: een verdere onderbouwing van de Maas- en Rijnterrassen in het daarvoor bedoelde hoofdstuk.

### 3.2 Pietersberg-3 terras

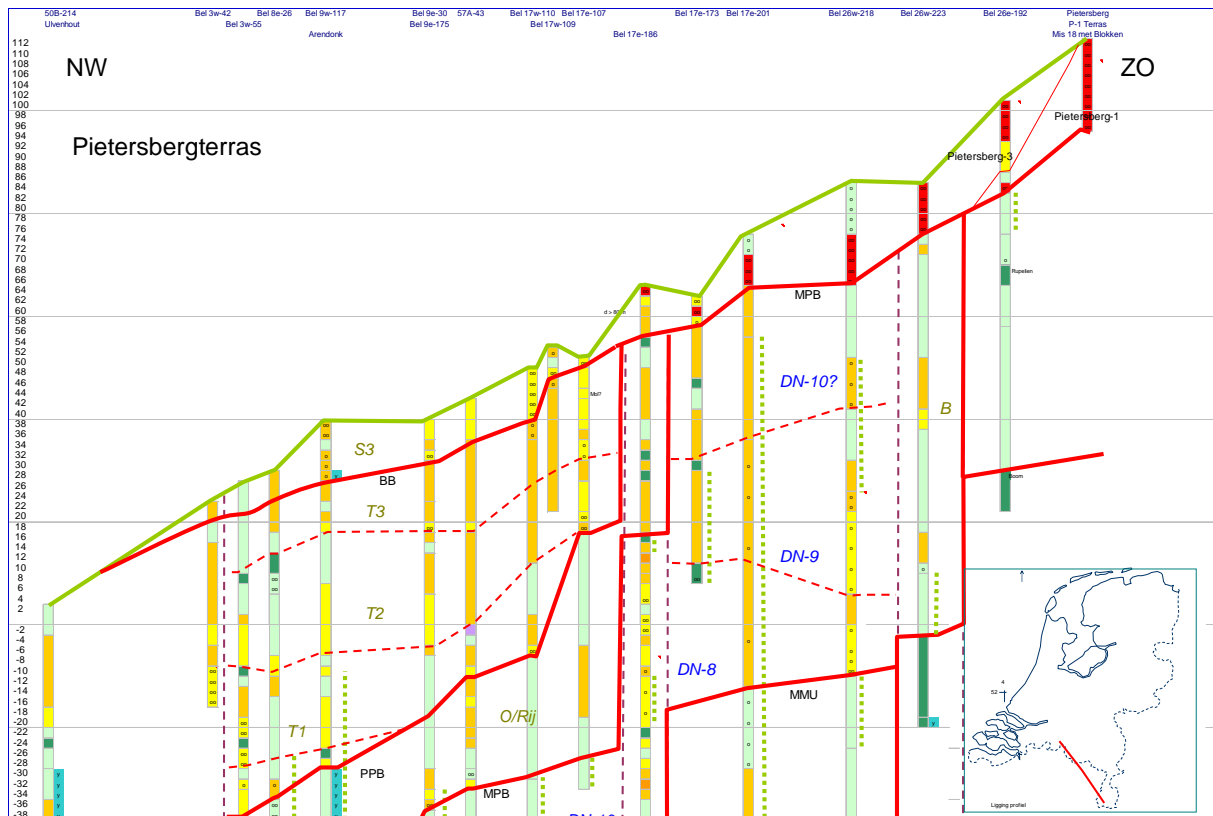
Een bijzondere vermelding is er voor het P-3 terras, een Maasterras (Pietersberg-3), te dateren na de Brunhes/Matuyama magnetochron, wat onder andere gekenmerkt wordt door het voorkomen van de grote blokken. Dit terras heeft voorts als kenmerk dat het zich uitstrekt tot ver voorbij de grenzen van de Centrale Slenk (figuur 3.2). Hiermee heeft ze dezelfde karakteristieken als de S3.

In België zijn dit de grindig-zandige ondergronden van de Centrale Kempen, een droog (weinig afwatering) en voedselarm gebied. Op het Pietersbergprofiel is te zien dat de afzettingen grof zijn in het zuidoosten en fijner worden naar het noordwesten toe (figuur 3.3). Op de facieskaart komt dit beeld ook duidelijk naar voren. Waarom er dergelijke grote blokken (o.a. Revinienkwartsieten uit de Ardennen) in voorkomen is onduidelijk. Mogelijk zijn deze vervoerd in ijschotsen. Ze zijn eigenlijk te groot voor fluviatiel transport over zulke grote afstanden. Een theorie kan zijn dat ten tijde van de Don-ijstijd (MIS 16) de Noordzee aan de noordelijke zijde door het ijs werd afgesloten. Hierdoor ontstond er ten zuiden van het ijs in de toen nog afgesloten zuidelijke Noordzee een (zoetwater) meer van smeltwater. Hierin konden ijschotsen ronddobberen die de blokken als Ice Raft Debris (IRD) konden verspreiden. Hierna brak de landbrug tussen Frankrijk en Engeland door en liep het meer leeg.



Figuur 3.2 Verspreiding en lithologie P-3 terras





Figuur 3.3 Pietersberg-3 profiel

## 4 Flora en Fauna

Nabij Rotterdam (KB 38w) wordt een uitgebreide kleilaag beschreven met een typische Bavelien-associatie op ca. 30 meter diepte onderin de I-St. Een van de kenmerken is het voorkomen van veel *Tsuga* (over het algemeen >10%, lokaal tot 28%). De plant *Tsuga* (Hemlockspar) houdt niet erg van van droogte en koude winters. Hiermee kan ze een klimaatwijzing geven. Vergelijkbare kleilagen liggen mogelijk ook onderin de I-Ens (boring 19E-85 Scharwoude), net onder de Hattem-lagen. NB: het Bavelien-interglaciaal is mogelijk een van de langste interglacialen van het Pleistoceen, samen met Holsteinien, Waalien en Tiglien. Dit staat mogelijk in verband met het verschijnen van tertiaire relictten in de faunabeelden van het Bavelien. Deze hadden nu de tijd om terug te keren in Noord-West Europa. In dit Bavelien-interglaciaal vindt tevens het Jaramillo-event plaats (normal polarity binnen de reversed Matuyama periode). Vroeg-Pleistocene pollen zijn tevens aangetroffen onder Amsterdam (boorder de Ruiter, mondeling) op 100 meter diepte.

## 5 Referenties

### 5.1 Algemeen

Boenigk, W.	1978	Gliederung der altquartären Ablagerungen in der Niederrheinischen Bucht.	Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen 28: 135-212.
Doppert, J.W.Chr. & J.I.S. Zonneveld	1955	Over de stratigrafie van het fluviatile Pleistoceen in West Nederland en Noord-Brabant	Meded. Geol. Stichting, N.S. 8: 13
Gibbard, P.L.	2004	Global chronostratigraphical correlation table for the last 2,7 My	University of Cambridge
Kasse, K.	1988	Early-Pleistocene tidal and fluvial environments in the Southern-Netherlands and Northern- Belgium	Thesis, Free University, Amsterdam
Klostermann, J.	1992	Das Quartär der Niederrheinischen Bucht.	Geologisches Landesamt Nordrhein-Westfalen, Krefeld.
Lapperre R.E., Smit H.M.C.	1995	Hydrogeologisch onderzoek naar de formaties van Sterksel en Tegelen in de Groeve Maalbeek te Belfeld	Intern rapport LUW/RGD
Lisiecki, L. E., and M. E. Raymo	2005	A Plio-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}O$ records	Paleoceanography, doi:10.1029/2004PA001071.
Rutten, M.G.	1956	Sand "pebble" at the base of pleistocene Maas gravel	Geologie en Mijnbouw, 18e jaargang pp 30
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 Zonneveld J.I.S..	1956	The interglacial of Westerhoven	Geologie en Mijnbouw, 18e jaargang pp 37
Zagwijn, W.H	1957	Vegetation, climate and time-correlations in the early Pleistocene of Europe.	Geologie en Mijnbouw Nieuwe Serie 19: 233-244
Zagwijn, W.H van Montfrans H.M., Zandstra J.G.	1971	Subdivision of the Cromerian in the Netherlands; pollenanalysis, palaeomagnetism and sedimentary petrology	Geologie en Mijnbouw 50: pp 41-58
Zagwijn, W.H de Jong J.	1984	Die interglaciale von Bavel und Leerdam und ihre stratigraphische Stellung im Niederländischen Früh-Pleistozän	Meded. Rijks Geol. Dienst 37-3 pp. 155-169

Zagwijn, W.H.	1985	An outline of the Quaternary stratigraphy of the Netherlands.	Geologie en Mijnbouw 64: 17-24.
Zonneveld, J.I.S.	1947	Het kwartair van het Peelgebied en naaste omgeving. Een sedimentpetrologische studie.	Mededelingen Geologische Stichting, Serie C-VI-3: 1-223.
Zonneveld, J.I.S.	1957	River Terraces and Quaternary Chronology in the Netherlands.	Geologie & Mijnbouw N.S. 19: 277.
Zonneveld, J.I.S.	1958	Litho-stratigrafische eenheden in het Nederlandse Pleistoceen.	Mededelingen van de Geologische Stichting, Nieuwe Serie 12: 31-64.

## 5.2 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	Geologische Stichting, Haarlem

		Nederland 1:50000, blad Venlo-west (52 w)	
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