

HET NAARDERMEER: EEN BIJZONDERE EN COMPLEXE ONTSTAANSGESCHIEDENIS

Er zijn veel meren in Nederland. Maar er is maar één meer dat vrijwel iedereen kent, en dat is het Naardermeer. Dat komt door de inspanningen van Jac.P. Thijsse en Eli Heimans aan het begin van de 20^e eeuw, waardoor het meer behouden bleef vanwege zijn mooie 'natuur'. En dat was de 'levende' natuur: de planten en de dieren.

Pas driekwart eeuw later kwam er een soortgelijke waardering voor de 'niet levende natuur', voor aardkundige verschijnselen, voor ons aardkundig erfgoed en voor de aardkundige waarden van het landschap. Honderd jaar na de actie van Heimans en Thijsse werd het Naardermeer benoemd tot Aardkundig Monument. Maar waarom is het zo bijzonder? En hoe zit het met het nabij gelegen, ingepolderde en veel minder bekende en onderzochte Horstermeer?

Het Naardermeer omvat een aantal al of niet met elkaar in verbinding staande meertjes in een veengebied. De meren zijn ongeveer 1 meter diep en beslaan een oppervlakte van ca 140 ha. Rondom en tussen de meren ligt een moerassig gebied van ongeveer 700 ha, dat ook tot het Naardermeer wordt gerekend. Het waterpeil van het Naardermeer ligt op circa 0,9 meter -NAP. Het maaiveld van het veengebied ten westen van het Naardermeer ligt wat lager, op 1,2 tot 1,5 meter -NAP.

Dit meren- en moerasgebied dat het Naardermeer omvat, is omgeven door een dijk, de Meerkade. Deze kade dient nu om het water binnen het Naardermeer-gebied te houden, maar werd in de 17^e eeuw aangelegd om het water buiten te houden.

Direct ten westen van het Naardermeer ligt de Vecht, die daar bij Uitermeer een grote meander heeft gevormd. Vanuit deze meander loopt een uit klei opgebouwde lobvormige structuur het Naardermeer binnen (Afb. 1).

De heuvels van het Gooi en Muiderberg liggen ten noorden en oosten van het Naardermeer. Het Pleistocene zand waaruit deze heuvels zijn opgebouwd, vormt de ondergrond van het meer.



Afbeelding 1. Luchtfoto van het Naardermeer vanuit het westen. Op de achtergrond het Gooi en het Gooimeer. Op de voorgrond is de crevasse of kleilob die vanaf de Vecht het meer indringt goed te zien. Het meer is in verband met de drooglegging (1883) omgeven door een dijk: de Meerkade. Na de inundatie (1886) is het meer weer gedeeltelijk volgroeid met jong veen (Opname: Paul Paris).

Theorieën over de ontstaanswijze van het Naardermeer

Sedert de aankoop van het Naardermeer in 1905, zijn er veel theorieën over het ontstaan geformuleerd. Dat begon meteen al in 1912 toen het Verkade-album over het Naardermeer werd gepubliceerd. Hierin schreef Jac. P. Thijsse dat hij veronderstelde dat het Naardermeer ontstaan was door het afgraven en baggeren van veen, zoals ook de omliggende plassen waren ontstaan. Later kwam hij hierop terug en meende dat het Naardermeer geheel of gedeeltelijk natuurlijk ontstaan was. Dertig jaar later schreef Van Zinderen Bakker (1942) een dikke monografie over het Naardermeer. Alhoewel hij het ontstaan van het Naardermeer niet kon achterhalen meent hij, dat het Naardermeer zijn huidige omvang kreeg door inbraken van de Vecht.

Weer vijftien jaar later schreven Pons en Wiggers (1959, 1960), dat het Naardermeer is ontstaan als gevolg van inbraken vanuit de Zuiderzee vanaf circa 3000 jaar voor heden (BP). Zonderwijk (1980) schrijft in het voorwoord bij de herdruk van het 'Verkade-album' van Thijsse, dat het Naardermeer ontstaan is doordat het water van de Vecht opgestuwd werd als gevolg van binnendringend water vanuit de Zuiderzee.

Buisman (1995) meent dat het Naardermeer zijn ontstaan vooral dankt aan de daling van het veenoppervlak als gevolg van intensieve ontwatering en ontginning van het veengebied rond de Vecht. Weerts et al. (2002) veronderstellen dat meren in het veengebied rond Vecht en Angstel kunnen zijn ontstaan doordat er crevasseafzettingen (dat zijn rivierafzettingen achter de natuurlijke oeverwallen) vanuit deze rivieren op het veen werden gesedimenteerd. Door het gewicht van het sediment werd het veen in elkaar gedrukt waardoor het veenoppervlak hier lager kwam te liggen.

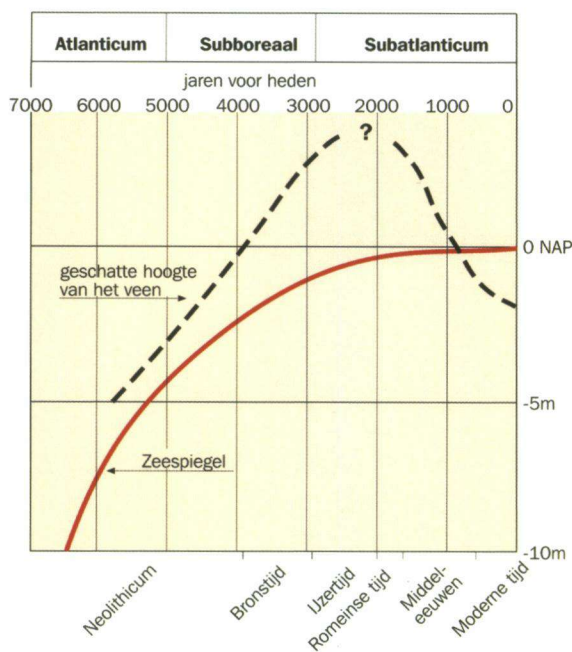
Op deze plekken in het veengebied zouden vervolgens meren kunnen ontstaan. Verbers (2006, 2007), gaat uit van een geheel andere ontstaanshypothese van het Naardermeer. Zij veronderstelt dat het Naardermeer van oorsprong een veenmeer is, ontstaan door kwelwater afkomstig uit het Gooi.

Er zijn dus de afgelopen 100 jaar verschillende theorieën over het ontstaan van het Naardermeer geformuleerd. We kunnen deze groeperen in: ontstaan door erosie, ontstaan door verlaging van het veenoppervlak of ontstaan door kwel. Maar hoe zit het nu precies? Is er op basis van de geologische opbouw in en rond het Naardermeer duidelijkheid te krijgen over de vorming van het Naardermeer en het Horstermeer?

Dalen van het veen, dammen, dijken en droogleggingen

Om inzicht te krijgen in het ontstaan van de meren is het van belang na te gaan wat de ingrepen van de mens op de meren en hun omgeving zijn geweest. Het maaiveld van het veen rondom het Naardermeer ligt nu op circa 1 meter -NAP. Vóór de ontginning van het veen, ruwweg vanaf de 11^e en 12^e eeuw, lag het veenoppervlak hoger (Afb. 2), maar er is veel discussie over hoe hoog dat is geweest (De Bont, 2008). De daling van het oppervlak van het veen werd veroorzaakt door ontwatering die weer werd gevolgd door oxidatie (Buisman, 1995). Dat leidde vervolgens weer tot verdere bodemdaling, en uiteindelijk konden zo delen van het veengebied worden bedekt met een laagje klei die mogelijk zowel afkomstig was uit de Vecht als de Zuiderzee. De daling van het veenoppervlak had tot gevolg dat het gebied vanaf de 13^e eeuw bedijkt en ingepolderd moest worden.

Afbeelding 2. Zeespiegelstijging (naar de Mulder et al., 2003), veronderstelde veranderingen in de hoogte van het veenoppervlak en tijdsindeling.



De daling van het oppervlak was ook de aanzet voor een aantal waterstaatkundige maatregelen. Zo werd in 1122 AD de Kromme Rijn bij Wijk bij Duurstede afgedamd. Een voor ons onderzoek belangrijke implicatie is, dat toen de aanvoer van rivierwater en rivierklei van de Rijn via de Vecht sterk beperkt werd. Eventuele latere en jongere kleiafzettingen moeten daarna grotendeels een andere herkomst hebben: de Zuiderzee.

In de 13^e eeuw, ná de afdamming van de Kromme Rijn, werd aan de noordzijde van het Naardermeer de Keverdijk aangelegd. Dit gebeurde om overstromingen van dit gebied vanuit het Naardermeer te voorkomen. Kennelijk was het veenoppervlak al sterk gedaald (het lag toen rond NAP) en kon het waterpeil in het Naardermeer incidenteel sterk stijgen. De oorzaak voor de hoge waterstanden in het Naardermeer kon na de afdamming van de Kromme Rijn in 1122 voornamelijk nog het via de Vecht binnendringende Zuiderzeewater zijn, tijdens stormen in de Zuiderzee.

Om de overlast van overstromingen vanuit het Naardermeer definitief tegen te gaan werd tussen 1383 - 1389 bij Uitermeer een dam gelegd tussen de Vecht en het Naardermeer. Vanaf dat moment kon er dus geen water en sediment in het Naardermeer terecht komen vanuit de Vecht of de Zuiderzee. Door de aanleg van de Grote Zeesluis bij Muiden in 1673/74 was er überhaupt geen toevoer van Zuiderzeewater (en klei) via de Vecht meer mogelijk in het gebied langs de Vecht.

Het Naardermeer is voor de eerste keer omdijkt en drooggelegd in 1629. Deze eerste drooglegging werd in hetzelfde jaar nog gestaakt, vanwege het oprukken van de Spanjaarden richting Amsterdam in de 'tachtigjarige oorlog' of de 'Nederlandse opstand'.

Twee en een halve eeuw later, tussen 1883 en 1886, lag het Naardermeer opnieuw droog. Tijdens deze laatste drooglegging is de bodem van het grootste deel van het meer omgespit om de grond geschikt te maken voor de teelt van gewassen (Van Zinderen Bakker, 1942). Er komen dus vrijwel geen ongestoorde sedimenten op de bodem van het Naardermeer voor. Alleen onder de spoortlijn, die in 1874, dus voor de drooglegging, dwars door het Naardermeer werd aangelegd, is het sediment van de toenmalige meerbodem nog vrijwel onaangestast.

Vanwege de sterke kwel, maar ook door de slechte kwaliteit van de bodem, heeft men de bemaling in 1886 gestaakt, en is de polder weer volgelopen met water. Hierdoor kon er weer veen gaan groeien in het meer. Na de aankoop van het Naardermeer in 1905 en het beheer door Natuurmonumenten is er veel gebaggerd in het Naardermeer teneinde dichtgroeien met veen te voorkomen.

Wisselende waterpeilen

Het waterpeil in het gebied rond het Naardermeer en Horstermeer is niet alleen door ingrepen van de mens aan verandering onderhevig geweest, maar ook door natuurlijke oorzaken: stijging van de zeespiegel, wisselende waterafvoeren van de Vecht en stuwung van het water vanuit de Zuiderzee.

Wat betreft de zeespiegel, deze lag aan het begin van de IJzertijd nog rond de 2 meter -NAP, in de Romeinse-Tijd op circa 1 meter -NAP (Afb. 2). We moeten daarbij wel bedenken, dat in de voorlopers van de Zuiderzee (Flevomeer- circa 5000 jaar v. Chr tot de Romeinse-Tijd, en het Almere- Romeinse-Tijd tot aan de Middeleeuwen) het waterpeil circa 50 centimeter hoger stond dan in de Noordzee. Het waterpeil in de Vecht was onder deze omstandigheden nog wat hoger, al zal het niet veel geweest zijn omdat er nauwelijks verhang in de Vecht was.

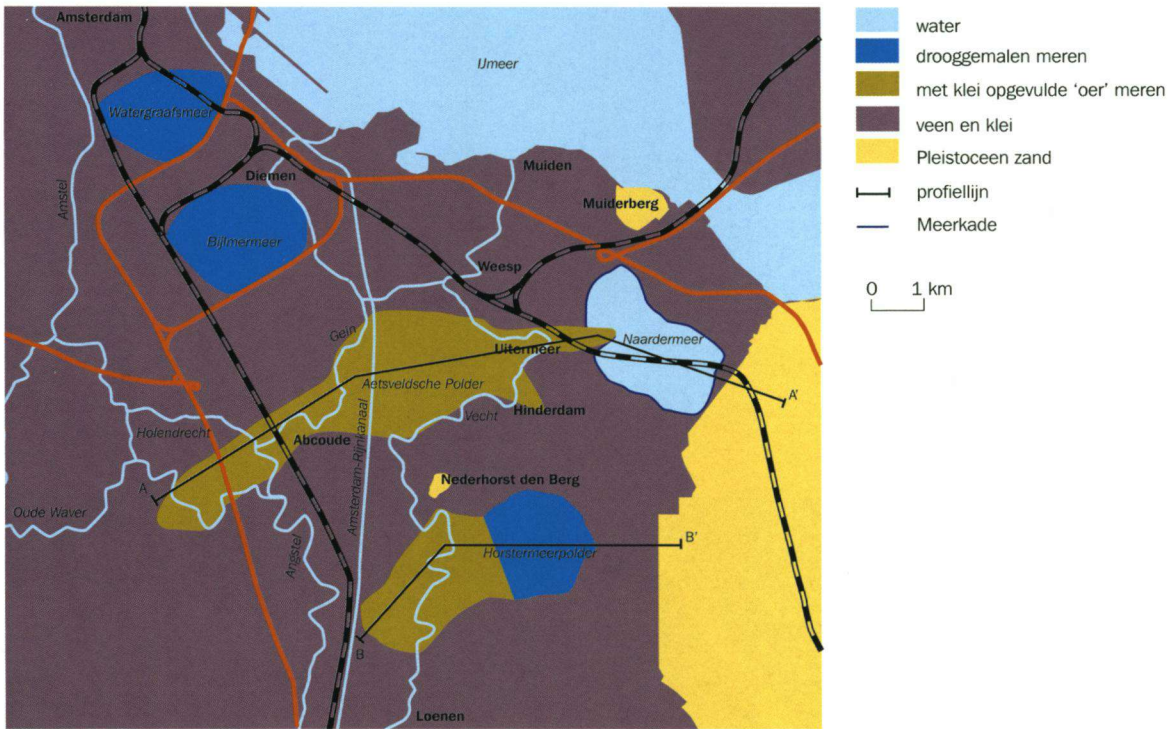
Bij het ontstaan van de Zuiderzee in de 12^e eeuw, werd de verbinding met de Waddenzee sterk verbreed en daalde het waterniveau in de Zuiderzee enigszins. Maar het verschil in waterpeil tussen Zuiderzee en Noordzee bleef ook toen waarschijnlijk nog enkele decimeters. Het duurde nog tot aan de 16^e eeuw voordat de Zuiderzee geheel brak/zout was (Buisman, 1995).

Hoewel er in de Zuiderzee nauwelijks getij was (ca. 30 cm) konden de waterstanden bij stormen wel sterk fluctueren. Bij noordoosterstormen werd het water in de Zuiderzee opgestuwd tegen de kust rondom de monding van de Vecht. Uit historische peilmetingen weten we, dat bij de stormen van 1775, 1808 en 1825 het water in de Zuiderzee bij Muiden respectievelijk 2,55 m, 2,27 m en 2,62 m boven NAP kwam. Bij afluende (zuidwester) wind kon het waterpeil daarentegen sterk zakken (De Gans en Bunnik, 2005).

Kwelwater in het Naardermeer

Na de drooglegging van het Naardermeer was er veel last van kwelwater. Dat is niet zo vreemd, want het nabij gelegen Gooi reikt tot bijna 30 meter +NAP en het waterpeil in het drooggelegde meer lag rond de 2 meter -NAP. Ook nú treedt er nog kwel op. Maar let wel, dat is bij een waterstand van het Naardermeer op bijna 1 meter -NAP. Onder 'natuurlijke' omstandigheden zou het water in het Naardermeer enkele decimeters boven NAP liggen. Dat is bijna 1,5 meter hoger dan nu het geval is. In dat geval zou, door de druk van het water, de kwel aanzienlijk geringer zijn dan nu.

Van Zinderen Bakker (1942) beschrijft niet alleen kwel van zoet grondwater, maar plaatselijk (vooral ten noorden van de spoordijk en ten tijde van de drooglegging) ook van brak/zout water. Het zoutgehalte van het meerwater was sterk fluctuerend en nam in de loop van de tijd af. Zo had in 1923 het kwelwater een chloridegehalte tussen de 264 en 969 mg/l, in 1942 lag dat nog maar tussen de 77 - 109 mg/l.



Afbeelding 3.
De omgeving van
het Naardermeer
en Horstermeer.

Men heeft wel gedacht dat de zoute kwel na de drooglegging een gevolg was van infiltratie van zout water vanuit de Zuiderzee. Maar de doorloopsnelheid van grondwater in de bodem hier is veel te laag om dit als mogelijkheid aan te nemen.

Het zoute water was mogelijk afkomstig van brak of zout overstromingswater vanuit de Zuiderzee dat al eerder in het Naardermeer terecht gekomen was, hier 'bezonk' en in de bodem infiltreerde.

De gemeten wisselende gehalten aan chloride in het meerwater hangen, zoals door Van Zenderen Bakker verondersteld, waarschijnlijk samen met de stormen in de Zuiderzee. Bij extreem hoge waterstanden tegen de Zuiderzeedijk, waarbij het water meters hoger kwam te staan, werd het oudere, zoute grondwater door de toegenomen druk tijdelijk uit de ondergrond van het Naardermeer omhooggeperst.

De afname in zoutgehalte van het kwelwater is waarschijnlijk een gevolg van de aanleg van de Afsluitdijk in 1932 en de peilverlaging in het IJsselmeer, waardoor deze tijdelijke opstuwning van zouter grondwater niet meer optrad of althans de bodem van het meer niet meer bereikte. Bovendien is de hoeveelheid zout water in de ondergrond gestaag afgenomen sinds het gebied niet meer binnen de invloedssfeer van zout of brak water ligt.

Vecht, Angstel en 'oermeren'

Door het gebied lopen twee rivieren of riviersystemen: de Angstel (met zijn vertakkingen Winkel, Waver, Gein en Gaasp) en de Vecht (Afbeelding 3). Dit Angstel/Vechtsysteem zat vast aan het Kromme Rijn/Oude Rijnsysteem dat van circa 6500 jaar voor heden (BP) actief werd (Berendsen en Stouthamer, 2001). Zij menen dat de Angstel vanaf 2970 BP ging sedimenteren. Dat is aan het begin van de IJzertijd. De Vecht, het deel boven Loenen, begint pas vanaf 2440 BP (Bos et al., 2009). Dat is in het midden van de IJzertijd.

De Vecht was in de Romeinse-Tijd waarschijnlijk nog bevaarbaar. Dat zou blijken uit het feit dat historici

menen dat Drusus (in 12 v. Chr) en Germanicus (in 16 ná Chr) mogelijk met een vloot over de Vecht hebben gevaren. En Tacitus meldt dat de vredesonderhandelingen tussen Claudius Civilis en de Romeinse bevelhebber Cerialis na de Bataafse opstand in 70 AD, plaatsvond op een brug die van weerszijden van de oevers van de rivier Nabalía (waarschijnlijk de Vecht, want de IJssel bestond mogelijk toen nog niet) gebouwd was, en waarvan beide delen van de brug elkaar boven de rivier niet raakten.

Bos et al. (2009) en Weerts et al. (2002) veronderstellen dat al vóór respectievelijk ná de Romeinse-Tijd de afvoer van Rijnwater en de aanvoer van rivierslib door de Vecht sterk afnam. Het water in de Vecht zou vanaf die tijd vooral afkomstig zijn van kwelwater uit de Utrechtse Heuvelrug. Het feit dat de Noormannen in 834/835 AD over de Vecht naar Utrecht voeren, geeft aan dat de Vecht als vaarroute 800 jaar na Germanicus nog in gebruik was.

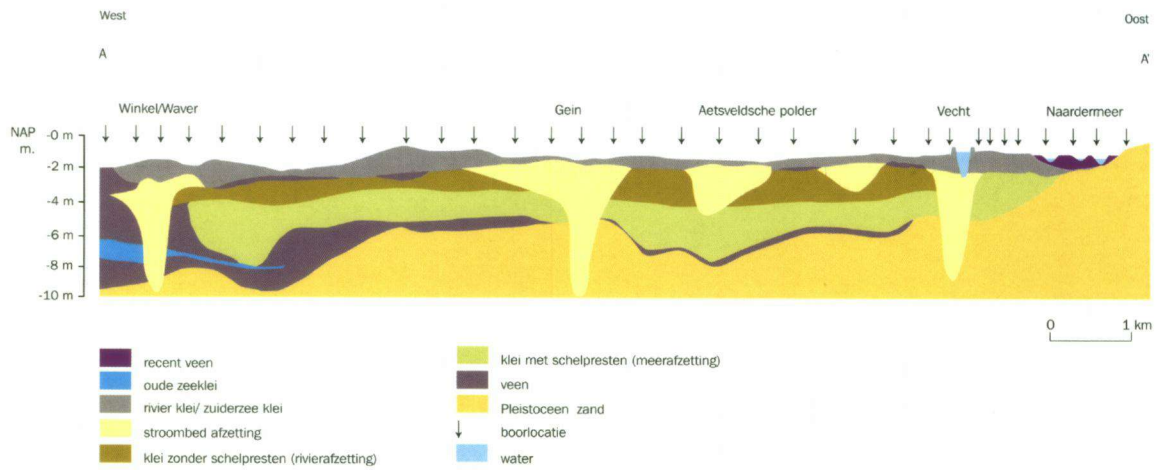
In het veengebied komen, naast het Naardermeer en het voormalige Horstermeer, ook oudere, nu geheel met klei en fijn zand opgevulde 'oermeren' voor. Deze oermeren zijn in het landschap bijna niet meer als zodanig waarneembaar. Ze zijn door Van de Meene et al. (1988), Van den Berg en Kluiving (1992), Weerts et al. (2002) en Bos et al. (2009) beschreven en in kaart gebracht (Afb. 3). Wanneer de Vecht hier gaat stromen, kiest hij een loop aan de oostzijde van deze oermeren.

De klei in deze oermeren was in eerste instantie afkomstig van de Angstel en later van de Vecht (Van de Meene et al., 1988; Bos et al., 2009). Het begin van de eerste afzetting van klei in de oermeren moet dus hebben plaatsgevonden vanaf of ná 2970 BP.

Geologische opbouw van veengebied

Kort samengevat kan de geologische opbouw van het gebied rond het Naardermeer en Horstermeer gekarakteriseerd worden als een naar het oosten uitwiggend veengebied op een (ondiepe) ondergrond van Pleistoceen zand. Op het veen ligt vaak een laagje klei (Afb. 4). Zoals al vermeld bestaat de basis van het veengebied uit

Afbeelding 4.
Overzichtsprofiel
door het gebied.
(Ligging zie Afb. 3).



Afbeelding 5a.
Planorbis of Schijf-
hoornslak (bron:
Willem Kolvoort).



Pleistocene zanden. De zanden hellen naar het westen steeds dieper weg. In de bovenste meter is meestal een bodemprofiel (een onduidelijke podsol) ontwikkeld.

Op het zand ligt veen. In het westelijk deel van het profiel is dit veen 7 meter dik. Naar het oosten gaande wordt het veen dunner in relatie met de geleidelijk hogere ligging van het Pleistocene zand. Het veen ontstond vanaf 7000 BP afhankelijk van de diepteligging van het zandoppervlak (Van Geel en Bos, 2007). De groei van het veen ging door tot de ontginning van het gebied vanaf de Vroege-Middeleeuwen. Vóór de ontginning van het veen lag het veenoppervlak (indien er geen klei op was afgezet) meerdere meters boven NAP. Maar ná de ontginning en ontwatering kwam het beneden NAP te liggen.

Centraal in het profiel ligt een dikke laag kalkhoudende klei op het veen. Het onderste deel van het kleipakket (beneden 4 meter -NAP) bevat resten van zoetwaterschelpen (Afb. 5a en b), waaronder soms ook complete exemplaren van *Planorbis* (Schijfhoornslak) en *Bithynia* (Diepslak). Dit zijn zoetwaterslakken die in ondiepe meren met veel plantengroei voorkomen, en ze kunnen een beetje zout in het water verdragen (Gittenberg en Janssen, 2004). Deze kleilaag is dus in een ondiep meer afgezet. We hebben hier te maken met één van de genoemde met klei opgevulde oermeren. Boven de 4 meter -NAP ontbreken de schelpen vrijwel in de klei. Hier is de klei ook minder kalkhoudend maar wel sterk zandig. Het lijkt op een soort delta-frontafzetting. Dit afzettingsmilieu was ongunstiger voor de genoemde schelpdieren.



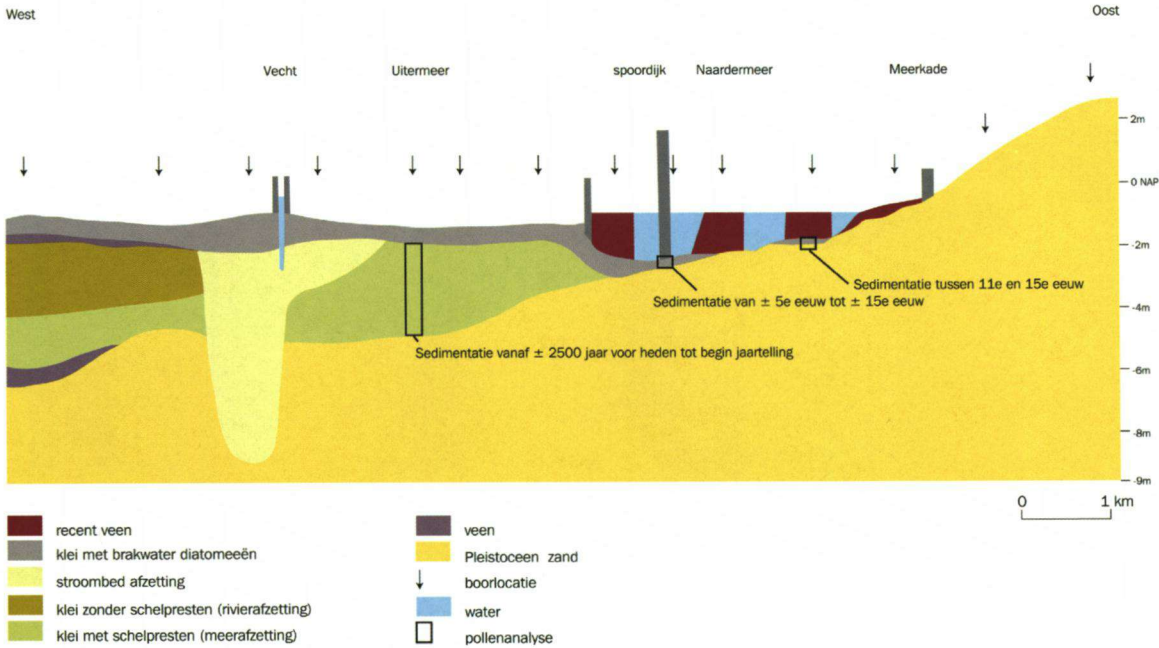
Afbeelding 5b.
Bithynia of Diepslak. (Bron: Willem Kolvoort).

De ligging van dit voormalige, nu opgevulde oermeer, is aangegeven in afbeelding 3.

Op dit kleipakket ligt plaatselijk (op ongeveer 2 meter -NAP) weer een tweede - dunne - veenlaag die in het oostelijke deel van het profiel ook wat hoger ligt. Deze laag bosveen ontstond nadat het oermeer geheel was volgesedimenteerd. Het veen werd op de overgang van IJzertijd naar Romeinse-Tijd gevormd (Weerts et al., 2002) toen het omringende veenoppervlak nog meters boven NAP uitstak.

Op deze 'tweede' veenlaag ligt weer een laag klei van maximaal een meter dikte, die over het gehele profiel (ook op het 'oude' veen) voorkomt. Volgens de Geologische Kaart uit 1923/1924 is dit een rivierklei. Maar volgens de Bodemkaart (1965) is het een vanuit de voormalige Zuiderzee aangevoerde 'zeeklei'.

Er is nog een 'derde' veenlaag in het gebied. Dat is het veen dat nu in het Naardermeer voorkomt. Het is erg slap en jong; gevormd na de laatste drooglegging, dus ná 1886.



Afbeelding 6. Geologisch profiel over het Naardermeer (detail van Afb. 4).



Afbeelding 7. Het Naardermeer op de Geologische kaart van 1923/1924 (Rijks Geologische Dienst). De grens van de (rivier-) klei op de bodem aan de westzijde van het Naardermeer is met een onderbroken lijn aangegeven (I12/I14 = Pleistocene zand; I5v = veen; I7/I5v = rivierklei op veen).

Geologie van het Naardermeer

We zullen nu het Naardermeer verder behandelen aan de hand van een volgende doorsnede (Afb. 6). Het westelijke deel van dit profiel, het gebied tussen Vecht en Meerkade, waar de kleilob het Naardermeer 'inloopt' was tot 1389 het verbindings gebied tussen Vecht en Naardermeer. Het was dus ooit een onderdeel van het Naardermeer.

Dit deel is opgebouwd uit een pakket sediment dat vooral uit klei bestaat. Het voorkomen van schelpen van *Bythinia* wijst erop dat de afzettingen hier in een ondiep meer hebben plaatsgevonden. Met uitzondering van de bovenste 50 cm. Uit een pollendiagram in dit gebied (Weerts et al., 2002) blijkt de kleiafzetting hier circa 2500 jaar BP aan te vangen. Om een tijdsbeeld te geven: in die tijd formuleerde Pythagoras zijn beroemde stelling. Dat is ongeveer even oud als het begin van de de kleiafzetting in het westelijk gelegen oermeer, maar dat was

in de Romeinse-Tijd al opgevuld (Bos et al. (2009). Op een diepte van 160 cm -NAP, dat is het niveau van het 'tweede' veenlaagje in het westelijk gelegen oermeer, wijst het pollen van het meersediment op een ouderdom van rond het begin van de jaartelling.

De meerafzettingen tussen Vecht en Meerkade staan naar het westen toe in verbinding met de meerafzettingen in het oermeer ten westen van de Vecht. De tendens is dat de bovenkant van de meerafzettingen van west naar oost gaande hoger komt te liggen. Van circa 4 meter -NAP naar circa 2 meter -NAP in het hier besproken deel (Afb. 4, 6). In onze visie hangt dit samen met een opvullen van het meer vanuit het westen en met een stijgende zeespiegel. Het westelijk deel was al opgevuld toen het oostelijke deel nog open water was. De bovenste, aan de oppervlakte gelegen laag klei in dit gebied, dateert volgens het pollen uit de Vroege-

Afbeelding 8.
Stuifmeelkorrels van
Fagopyrum esculentum
(boekweit). Het cul-
tuurgewas boekweit
komt in Nederland
voor vanaf het einde
van de 14^e eeuw tot
ca. 1920.



Middeleeuwen en zoals we zullen zien hangt deze qua ouderdom voor een deel samen met de kleilaag op de bodem van het Naardermeer. Het drainagepatroon aan maaiveld wijst op een aanvoer van sediment vanuit de Vecht naar het meer in de vorm van een crevasse.

Wat betreft het huidige Naardermeer, het gebied omsloten door de Meerkade, is op de Geologische Kaart uit 1923/24 (Afb. 7) te zien dat op de bodem van het Naardermeer, aan de westzijde, een laag (rivier)klei is weergegeven. Deze laag klei is, toen het Naardermeer tussen 1884 en 1886 droog lag, uitgekarteerd door prof. van Bemmelen. Opvallend is, dat de kleilaag in het Naardermeer aan de oostzijde afwezig is. In het Naardermeer is de klei op de bodem op twee plaatsen bemonsterd voor een quickscan van pollenanalytisch en diatomeeënonderzoek.

Stuifmeelkorrels en diatomeeën

Een 'quickscan' van pollen en diatomeeën in de monsters, waar bij alleen naar het voorkomen van een soort wordt gekeken en niet naar percentages, geeft de mogelijkheid de ouderdom en de herkomst van een kleilaag vast te stellen.

Voor de onderzochte periode van deze studie kunnen vooral pollen van cultuurplanten een goede indicator zijn voor ouderdom. De aanwezigheid van boekweitpollen (Afb. 8) duidt bijvoorbeeld op een ouderdom na de 14^e eeuw. Het voorkomen van stuifmeel van rogge wijst op een ouderdom van na 1000 AD en bepaalde diatomeeën (kieselwieren) in een monster (Afb. 9) kunnen al snel duidelijk maken of een afzetting uit zee afkomstig is of vanuit een rivier.

Het meest westelijke monster van de klei op de bodem van het Naardermeer (onder de spoordijk, dus ongeroerd; Afb. 6) wijst op een beginnende sedimentatie van de klei vanaf de overgang Romeinse-Tijd - Vroege-Middeleeuwen (circa 5^e eeuw AD, in de tijd dat Augustinus zijn Belijdenissen schreef) en een einde van de sedimentatie van de klei vóór de 15^e eeuw. De kleilaag is hier 60 centimeter dik. Een kilometer meer naar het oosten was de klei nog 30 centimeter dik. De klei was hier bedekt met een laagje zand

dat waarschijnlijk omgewerkt dekzand is dat door golfwerking op de klei is afgezet. Stuifmeelonderzoek aan een hier gestoken kern leverde een datering op tussen de 11^e en de 15^e eeuw.

De eerste sedimentatie is hier dus later dan die van het westelijk gelegen monster onder de spoordijk. De gevonden geringste ouderdom in beide kernen komt overeen met het moment van afsluiten van het Naardermeer aan het einde van de 14^e eeuw.

De kleilaag op de bodem van het Naardermeer wordt naar het oosten toe dus dunner en de eerste sedimentatie begint steeds later. De klei in het Naardermeer is ook jonger dan de oudste/ onderste klei in het voormalige meer tussen Vecht en Meerkade.

In beide boorkernen van de kleilaag op de bodem van het Naardermeer bevonden zich in de onderzochte monsters mariene diatomeeën. In de kern onder de spoordijk waren dat er enkele, in de meer oostelijk kern waren dat er relatief veel (Afb. 9). Hieruit blijkt, dat de klei in het Naardermeer geheel of gedeeltelijk uit de Zuiderzee afkomstig moet zijn en in het (zoetwater)meer werd gesedimenteerd. Het van oorsprong zoete Naardermeer stroomde tijdens stormen dus vol met brak water uit de Zuiderzee.

De kleigrens op de bodem van het Naardermeer benadert in onze zienswijze de oostgrens van het Naardermeer toen de aanvoer van klei tot een einde kwam. Het geeft dus de grootte van het meer rond 1389 aan. Met andere woorden, ten tijde van de kleiafzetting in het westelijke deel van het Naardermeer, maakte het oostelijke deel nog geen deel uit van het Naardermeer. Hier was toen bijna overal nog veen!

In het westelijke deel van het Naardermeer ligt er op een paar plaatsen nog een dun laagje veen onder de klei. Dit zijn erosieresten van een oorspronkelijk veel dikker veenpakket dat hier ooit gelegen moet hebben. De erosieresten bestaan vooral uit veenmosveen. Dat zou een argument kunnen zijn om aan te nemen dat het meer niet door kwel is ontstaan. Dergelijke direct op het onderliggende zand gelegen veenmosveen voorkomens



Afbeelding 9.
Aulacodiscus argus,
een mariene diatomee
(Bron TNO).

zijn ook door Van Geel en Bos (2007) westelijk van het Naardermeer aangetroffen.

Ook de aan de oppervlakte gelegen kleilaag rondom het Naardermeer is onderzocht op pollen en diatomeeën. Het voorkomen van mariene diatomeeën wijst op een herkomst van de klei vanuit de Zuiderzee. Het ontbreken van boekweitpollen wijst in alle boringen op een datering van de bovenste klei vóór de 14^e eeuw. Dit wijst erop dat de aan maaiveld liggende crevasseafzettingen tussen Vecht en Meerkade vooral ontstaan moeten zijn door aanvoer vanuit de Zuiderzee.

Onder de kleilaag in het Naardermeer zijn zowel het veen als de podsolbodem doorgaans afwezig. Er heeft dus erosie plaatsgevonden toen dit meer hier vanaf circa 2500 BP ontstond. Het optreden van erosie van de ondergrond is waarschijnlijk ook het gevolg van de minder diepe ligging van het Pleistocene zand in vergelijking met het zand onder het meer westelijk gelegen oermeer.

Op en in het veen, direct aan de oostzijde van het Naardermeer, zijn in boringen zandlaagjes aangetroffen. Zand dat afkomstig lijkt van de meerbodem en dat hier waarschijnlijk door golfslag tijdens stormen neergelegd is. Dit alles wijst erop dat ook bij het ontstaan van het oostelijke deel van het Naardermeer nogal wat erosie van de ondergrond (veen en zand) heeft plaatsgevonden.

Hoe het Naardermeer ontstond

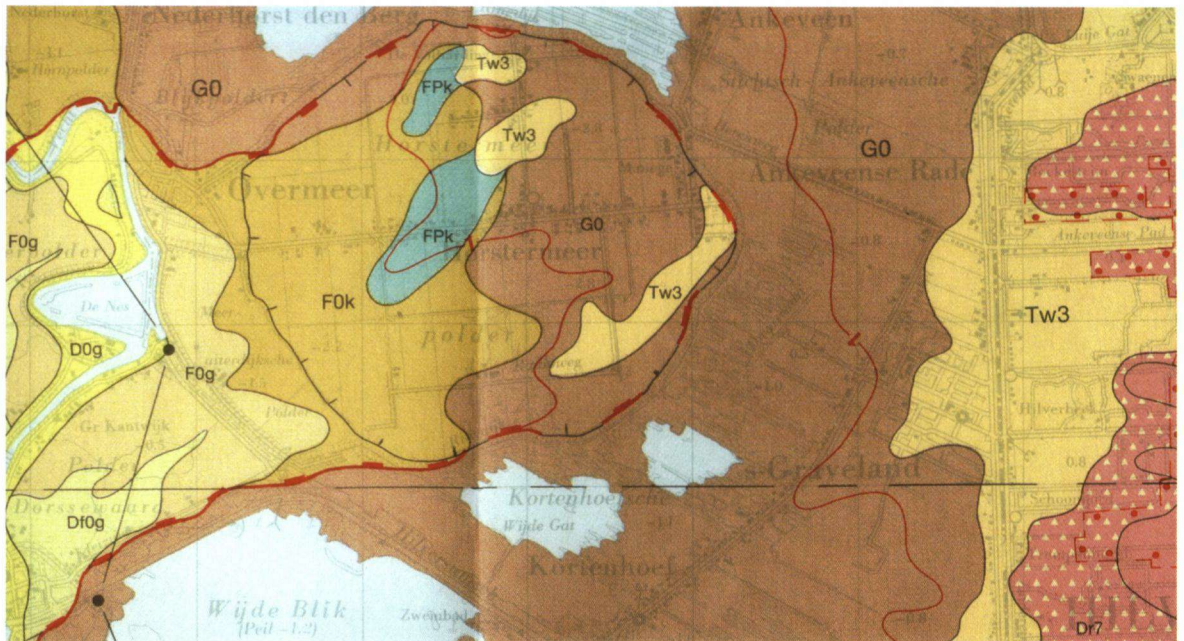
Het gebied tussen Meerkade en Vecht bestaat uit een het Naardermeer indringend, lobvormig kleilichaam. De oppervlakte hiervan vertoont een min of meer natuurlijk drainagepatroon. Het lijkt op een crevasse via welke tot aan de afsluiting van het Naardermeer water vanuit

de Vecht het Naardermeer in stroomde (Afb. 1). Het meersediment hieronder vertegenwoordigt het Naardermeer zoals dat in de Romeinse-Tijd aanwezig is geweest.

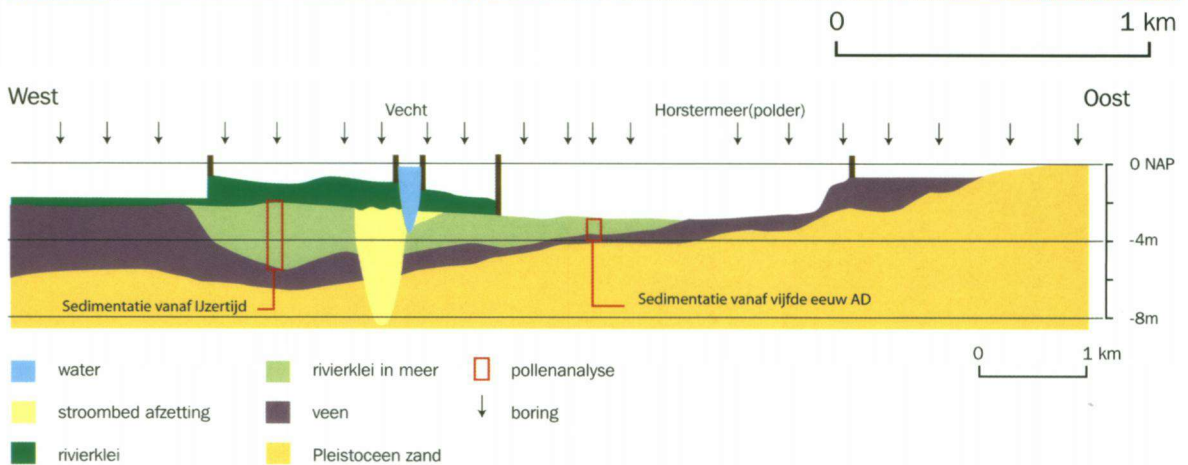
De kleilaag op de bodem van het westelijke deel van het huidige Naardermeer is gevormd vanaf het einde van de Romeinse-Tijd en staat in verbinding met de bovenste klei in het gebied tussen Meerkade en Vecht. De jongste datering van deze kleilaag (15^e eeuw) correspondeert met de afsluiting van het Naardermeer van de Vecht door het leggen van een dam. Het deel van het Naardermeer waar de kleilaag voorkomt is dus ontstaan tussen ca 500 AD en 1383/1389, in de Vroege- en Volle-Middeleeuwen. De oostelijke grens van de kleilaag op de bodem van het Naardermeer correspondeert met de grootte van het Naardermeer vóór de afsluiting in 1383/89. De geringe dikte van de laag klei (ongeveer 50 cm) wijst erop dat er in ongeveer 900 jaar maar weinig klei werd afgezet.

Het deel van het huidige Naardermeer tussen deze kleigrens en de oostelijke rand van het meer, waar de klei op de bodem ontbreekt, moet na 1389 gevormd zijn, dwz tussen de 14^e eeuw en de eerste bedijking in de 17^e eeuw. Het is geologisch gezien min of meer 'recent'. In deze periode van circa 300 jaar is het Naardermeer 1000 à 1500 meter naar het oosten uitgebreid. Dat is een gemiddelde erosiesnelheid van 3 - 5 meter per jaar. Het voorkomen van mariene diatomeeën in de klei in en rond het Naardermeer wijst op een sterk aandeel van Zuiderzeewater bij dit proces. Het was dus een meer met een sterk wisselende waterstand (naar we aannemen van enkele meters) en een wisselend zoutgehalte.

Afbeelding 10.
Detail van de geologische kaart rond het Horstermeer (Van de Meene et al. 1988). Het Horstermeer en het ten westen hiervan gelegen oermeer is met een rode lijn omgrensd. (GO = veen; FOK = rivierklei op veen; Tw3 = Pleistoceen (dek)zand; DOG = rivierzand).



Afbeelding 11.
Geologisch profiel over het voormalige Horstermeer (ligging zie Afb. 3).



Uit de ouderdom van de eerste kleis sedimentatie in het meer blijkt dat het huidige, nu bedijkte, Naardermeer gevormd is tussen het einde van de Romeinse tijd en de 17^e eeuw. Het is ontstaan door erosie van een veengebied. Dat blijkt uit het ontbreken van het veen (op enkele erosieresten na) dat elders overal voorkomt en uit de erosie van de zandondergrond.

De naar het oosten toe steeds jongere ouderdom van de onderste meerafzettingen wijst erop dat het meer zich geleidelijk aan naar het noordoosten heeft verplaatst. Terwijl het meer zich naar het noordoosten uitbreidde werd het vanuit het westen opgevuld met klei. De motor achter de naar het noordoosten gaande erosie was de golfslag in het meer. Hoe groter en hoe dieper het meer, des te hoger de golven en des te meer erosie. De sturende factor achter deze erosie moet de wind geweest zijn. Immers, waar zou de voorkeur voor een noordoostelijke richting anders vandaan moeten komen? Vergelijkbare noord-oost oriëntaties van veenmeren zijn zichtbaar in het veengebied van Holland (De Gans, 2006).

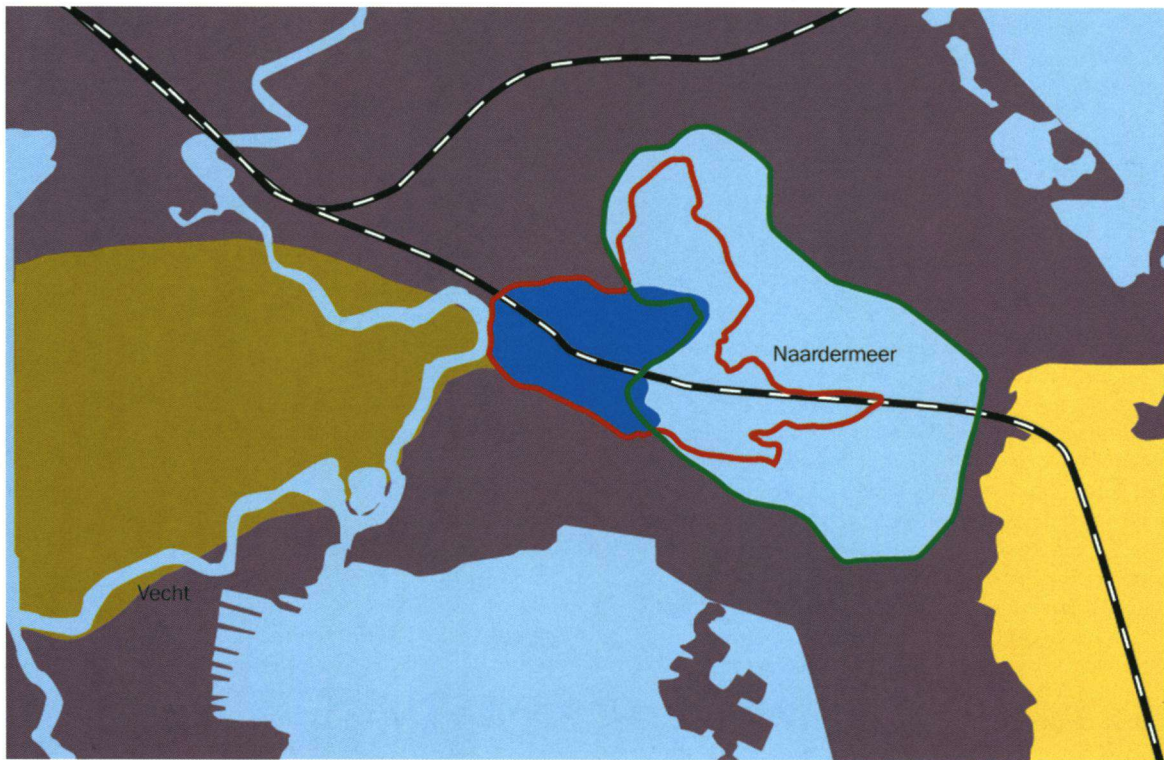
Het is opvallend dat het Naardermeer tijdens de laatste erosiefasen vooral breder is geworden. Dit zou verband kunnen houden met de steeds ondiepere ligging van de zandondergrond waardoor erosie in (noord)oostelijke richting steeds meer werd bemoeilijkt (Afb. 3, 4) maar ook met overheersende noordwestelijke winden.

Het Horstermeer

Enkele kilometers ten zuiden van het Naardermeer ligt de Horstermeerpolder, waarin het voormalige Horstermeer lag. Het oppervlak van dit voormalige meer bedraagt 720 ha en ligt op circa 2,8 meter -NAP. Het veengebied aan de oostzijde van deze polder ligt op 0,5 - 0,7 meter -NAP. De gebieden ten westen van de polder liggen nog wat lager.

Vanaf 1122 is, net als bij het Naardermeer, aanvoer van water en klei vanaf de Rijn niet goed meer mogelijk in dit meer. Door de aanleg van de Hinderdam in 1437 is aanvoer van sediment en water vanuit het noorden gestremd. In 1612 is de Horstermeer drooggelegd; maar in 1636 werd de drooglegging gestaakt vanwege de grote hoeveelheid kwelwater. In 1882 werd het Horstermeer opnieuw drooggelegd. In tegenstelling tot het Naardermeer is het voormalige Horstermeer nog steeds droog, al zijn de kosten voor het drooghouden zo hoog, dat men overweegt de droogmakerij weer onder water te zetten.

Het Horstermeer is aan het Naardermeer verwant: het ligt direct ten oosten van de Vecht en er ligt een kleilaag op de westelijke bodem van het voormalige Horstermeer. Ook deze kleilaag wordt naar het oosten dunner. De klei ligt doorgaans niet op pleistoceen zand, maar erosief op een erosierest van het veen. (Afb. 10 en 11). Dit duidt, evenals in het Naardermeer, op een zich door erosie naar het oosten uitbreidend meer in een veengebied.



Uitbreidingsfasen

- pre Romeins
- laat Romeins 4e - 5e eeuw
- Middeleeuws tot 1389
- Naardermeer vanaf de 17e eeuw

- veen en klei
- Pleistoceen zand
- water

0 1 km

Afbeelding 12.
De onderscheiden
uitbreidingsfasen van
het Naardermeer.

Ten westen van het Horstermeer lag, evenals bij het Naardermeer, een nu opgevuuld oermeer. De sedimentatie in dit oermeer begon eveneens aan het begin van de IJzertijd (Weerts et al., 2002; Bos et al., 2009).

Ook in de Horstermeerpolder is voor ons onderzoek een boring gezet in de kleilaag op de bodem van het voormalige meer. De onderste klei blijkt ook hier afgezet op de overgang van de laat Romeinse-Tijd naar de Vroege-Middeleeuwen. Dat wil zeggen rond de 5^e eeuw. Er bevinden zich geen mariene diatomeeën in de laag. De klei moet dus afgezet zijn door de Vecht. De kleibegrenzing in de Horstermeer polder geeft dus de grootte van het Horstermeer (de oostelijke grens) in de 12^e eeuw aan, op het moment dat in 1122 de Kromme Rijn wordt afgedamd en er geen klei meer kon worden aangevoerd. Het ten oosten hiervan gelegen meeroppervlak, waar geen klei is afgezet, moet tussen de 12^e en de 17^e/19^e eeuw ontstaan zijn.

In het voormalige Horstermeer zien we ook in oostelijke richting gaande een steeds jongere meerfase. De erosie van het veengebied, ongeveer 1000 meter in 500 jaar, betekent een gemiddelde snelheid van 2 meter per jaar. De erosie bij deze oostelijke verplaatsing lijkt minder intensief geweest te zijn dan bij het Naardermeer, omdat het veen nog vrijwel overal, behalve op enkele zandopduikingen, aanwezig is. Dit blijkt ook uit de wat hogere ligging van de bodem in de Horstermeerpolder in vergelijking met het Naardermeer. Mogelijk dat minder hoog oplopende waterstanden tijdens stormen hiervan de oorzaak zijn. Het binnendringen van Zuiderzeewater is wel tot in het Naardermeer voorgekomen, maar niet in het wat zuidelijker gelegen Horstermeer.

Conclusies

In deze studie menen we dat het Naardermeer is ontstaan door winderosie en golfwerking bij zuidwesterstormen tijdens hoge waterstanden. De hoge waterstanden waren in eerste instantie het gevolg van grote waterafvoeren van de Rijn via de Angstel en Vecht, later door stuwung van Vechtwater door opdringend water vanuit de Zuiderzee.

De oermeren ten westen van het Naarder- en Horstermeer vormen de basis voor hun ontstaan. Deze oermeren breidden zich vanaf circa 2600 jaar BP naar het oosten uit en werden vanuit het westen opgevuuld met rivierklei. In de laatste fase van dit proces ontstond vanaf de overgang Romeinse-Tijd/Vroege-Middeleeuwen, het initiële Naarder- en Horstermeer.

Hoewel de uitbreiding en opvulling van het (oer-) Naardermeer een continu proces was, kunnen toch een aantal fasen worden onderscheiden. Het oer-Naardermeer (ten westen van de Vecht) onstond en werd opgevuuld in de IJzertijd (pre-Romeins). Het voormalige Naardermeer tussen Vecht en Meerkade, onder het lob-vormige crevasselichaam, vertegenwoordigt een Romeinse fase van het oermeer. Het huidige Naardermeer kan in een Middeleeuwse (tussen ca 500 en 1389 AD) en een 'recente' fase (vanaf 1629) worden onderverdeeld. Volgens onze gegevens wijkt de begrenzing van de kleilaag in het Naardermeer af van de Geologische Kaart. Dat komt doordat een deel van de klei onder een laagje zand blijkt te liggen. De oostgrens van de klei suggereert een waterverbinding tussen het Naardermeer en Naarden in de 14^e eeuw (Afb. 12).

Ook het voormalige Horstermeer kent vergelijkbare fasen in het ontstaan. De erosie lijkt hier minder intensief geweest te zijn dan in het Naardermeer.

De aanwezigheid van mariene diatomeeën in de kleilaag in het Naardermeer suggereert dat er al vanaf de overgang Romeinse-Tijd/Vroege-Middeleeuwen zout- of brakwaterfasen in de voorlopers van de Zuiderzee aanwezig moeten zijn geweest. Dat is veel eerder dan tot nu toe aangenomen werd.

Door zijn ingewikkelde ontstaanswijze is het Naardermeer een typisch voorbeeld van een van oorsprong natuurlijk meer in een veengebied (ontstaan door wind- en golferosie en bij hoogwaterstanden), dat door menselijke ingrepen (daling van het veenoppervlak, bedijking, afdamming en inpoldering) zijn uiteindelijke vorm heeft gekregen en bewaard is gebleven. Het is zodoende een oer-hollands meer: het is in eerste instantie door de natuur gevormd, maar later door de mens veranderd en instandgehouden. Het is bijzonder omdat het gedeeltelijk werd opgevuld met klei, waardoor de ontstaanswijze te reconstrueren is.

Verantwoording

De beheerder van het Naardermeer stelde ons een 'fluisterboot met bemanning' ter beschikking om een aantal boringen in de klei op de bodem van het Naardermeer te verrichten. Dank hiervoor! Ingwer Bos was zo vriendelijk deze tekst van commentaar te voorzien. Roel Savert heeft de tekeningen vervaardigd.

LITERATUUR

- Berendsen, H.J.A. & Stouthamer, E., [2001]. Palaeogeographic development of the Rhine-Meuse delta, the Netherlands. Van Gorcum.
- Berg, M.W. van den & Kluiving, S.J. [1992]. Geomorfologische kaart van Nederland. 1:50.000. Toelichting op Kaartblad 24 [Zandvoort] en 25 [Amsterdam]. DLO-Staring Centrum/Rijks Geologische Dienst.
- Bodemkaart van Nederland [1965]. Toelichting bij de Bodemkaart van Nederland 1:50.000. Kaartblad 25 Oost. Stichting voor Bodemkartering, Wageningen.
- Bos, I.J., Feiken, H., Bunnik, F. & Schokker, J. [2009]. Influence of organics and clastic lake fills on distributary channel processes in the distal Rhine-Meuse delta [The Netherlands]. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* doi: 10.1016/j.palaeo.2009.10.1017.
- Bont, Chr. de, [2008] Vergeten land. Ontginning, bewoning en waterbeheer in de westnederlandse veengebieden (800 - 1350). Proefschrift Wageningen Universiteit. 3 delen.
- Buisman, J. [1995]. Duizend jaar weer, wind en water in de lage landen. Deel 1. Tot 1300. Van Wijnen.
- Gans, W. de [2006]. ANWB Geologieboek Nederland.
- Gans, W. de & Bunnik, F. [2005]. Resten van stormruggen rond de voormalige Zuiderzee. *Grondboor & Hamer* 5/6. pp. 124 - 127.
- Geel, B. van & Bos, I. [2007] Paleo-ecologisch onderzoek naar beginnende Holocene veenvorming bij Abcoude. In: Beenakker, J.J.M, Horsten F.H, de Kraker A.M.J. & H. Renes (eds): *Landschap in Ruimte en tijd*. Aksant, pp. 111 - 121.
- Gittenberger, E. & Janssen, A.W. [2004]. De Nederlandse zoetwatermollusken. KNNV.
- Meene, E.A. van de, Meerkerk, M. van & Staay, J. van der [1988]. Toelichtingen bij de Geologische kaart van Nederland 1:50.000 Blad Utrecht Oost (310). Rijks Geologische Dienst, Haarlem.
- Mulder, E.F.J. de, Geluk, M.C., Ritsema, I.P., Westerhoff, W.E. & Wong, Th. E. [2003]. De ondergrond van Nederland. Wolters-Noordhoff.
- Pons, L.J. & Wiggers, A.J. [1959]. De Holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied. Deel 1. *Tijdschrift van het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap [Tweede Reeks]* LXXVI. pp.104 - 152.
- Pons, L.J. & Wiggers, A.J. [1960]. De Holocene wordingsgeschiedenis van Noordholland en het Zuiderzeegebied. Deel II. *Tijdschrift van het Aardrijkskundig Genootschap [Tweede Reeks]* LXXVII. pp. 3 - 57.
- Rijks Geologische Dienst [1923/1924]. Geologische kaart van Nederland. Schaal 1:50.000 Blad 25 Amsterdam. Kwartblad IV.
- Thijssse, J.P. [1912]. Het Naardermeer. 'Verkade-album'.
- Verbers, A. [2006]. Het Naardermeer. Aardkundig Monument in de verdrukking? *Geografie*. September, pp. 6 - 10.
- Verbers, A. [2007]. Het Naardermeer, het eerste natuurmonument van Nederland. *Grondboor & Hamer*, pp. 15 - 20.
- Weerts, H., Cleveringa, P. & Gouw, M., [2002]. De Vecht/Angstel, een riviersysteem in het veen. *Grondboor & Hamer* nr 3/4, pp. 66 - 71.
- Zinderen Bakker, E.M. van [1942]. Het Naardermeer. Amsterdam, Allert de Lange.