



De glaciale geologie van Laren en Blaricum

SANDER KOOPMAN
S.KOOPMAN19@CHELLO.NL

In de villawijken van de Gooise dorpen Laren (NH) en Blaricum zijn de afgelopen jaren vele bouwputten ontsloten geweest. In enkele tientallen ervan zijn geologische waarnemingen gedaan. Toevallig liggen veel van deze locaties in een gebied waar relatief weinig geologische gegevens van bekend waren (zie DINOloket.nl, GeoTOP). Daarnaast is sinds enige tijd AHN3 beschikbaar, dat hoge-resolutie informatie levert over de terreinhoogte. Deze combinatie van bronnen biedt gedetailleerde inzichten in de opbouw van de ondergrond in dit deel van het Gooi.

Gebiedsbeschrijving

Het studiegebied (Afb. 1) omvat de bebouwde kom van Laren en Blaricum (uitgezonderd de Bijvanck), en de omliggende heidevelden Zuiderheide, Westerheide, Blaricummerheide en

Tafelbergheide. Qua landschap is het gebied zeer afwisselend. Centraal liggen de oude dorpskommen en villawijken van Laren en Blaricum. Aan de westzijde worden deze begrensd door de heidevelden en bossen



AFBEELDING LINKER PAGINA. | Een ravijn op de heide: een grote kuil op de Tafelbergheide (Blaricum), ontstaan door winning van grind, zand en/of leem. Foto: Sander Koopman.

van de Gooise stuwwallen. Aan de oostzijde ligt de overgang naar de graslanden en polders van het Eemland. De hoogteligging van het gebied varieert van maximaal 31 m +NAP op de Tafelbergheide tot rond de 0,5 m +NAP in de polders van Eemnes (Afb. 2).

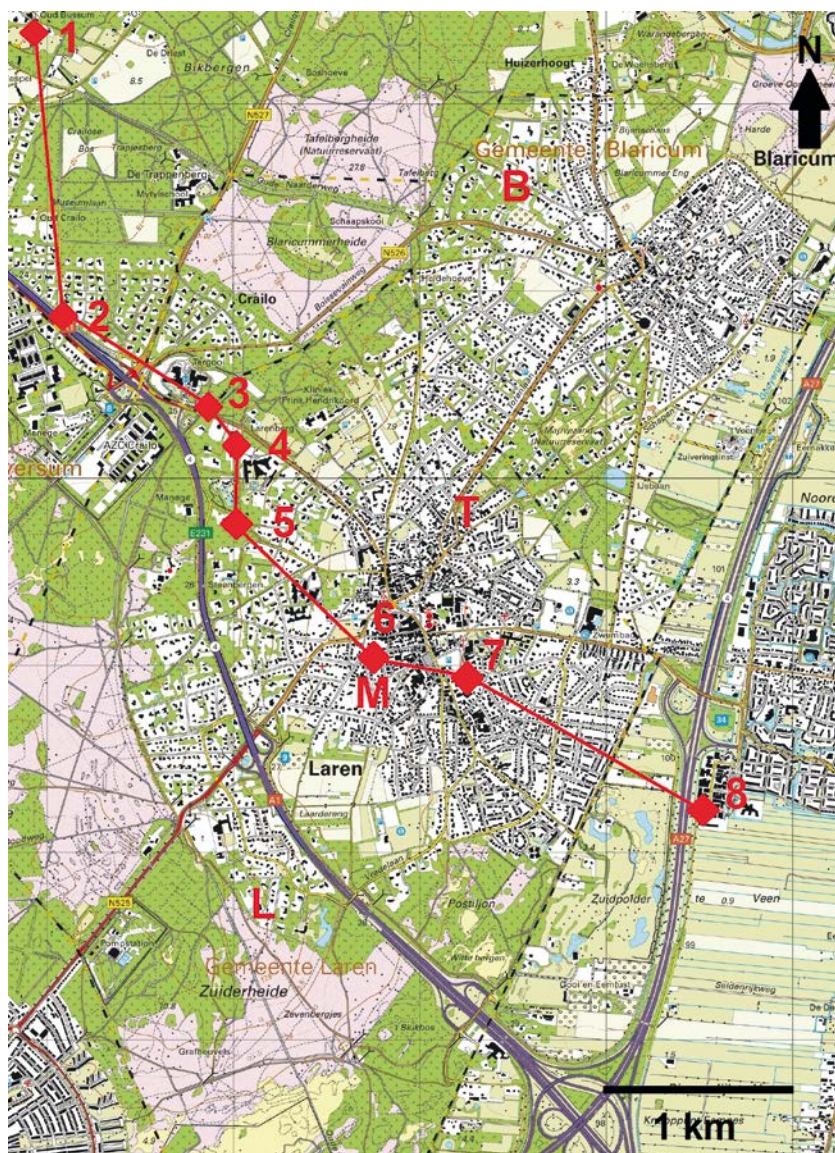
Geologische en landschappelijke context

In geologisch opzicht ligt het studiegebied op de overgang van de stuwwallen van het Gooi naar de veenpolders van het Eemland. De stuwwallen zijn gevormd aan het eind van het Saalien en liggen in een boogvorm ten noorden, westen en zuidwesten van de dorpen. Eerder onderzoek (Ruegg & Koopman, 2010) heeft aangetoond dat de stuwwal van Blaricum en Laren in twee fasen is gevormd. In de eerste fase zijn uitsluitend de Formaties van Urk en Sterksel gestuwd. De afzettingen dazomen aan de distale (in dit geval westelijke) zijde van de stuwwal. Bij de tweede stuwingsfase zijn ook dieperliggende formaties opgestuwd. De diepere afzettingen dazomen aan de proximale (in dit geval oostelijke) zijde van de stuwwal. De Formaties van Peize en Waalre komen in het midden van Nederland vertand voor (Bosch, 2003). In het Gooi komen

ze plaatselijk tot aan het maaiveld (Ruegg & Burger, 1992). Ten oosten van de stuwwallen ligt een zone waarin sedimenten voorkomen, die afgezet zijn door ijssmeltwater tussen de stuwwalflank en het landijs (kame- afzettingen), zoals hellingafzettingen en delta's (Ruegg & Koopman, 2010). Op de meeste plekken is de stuwwalhelling echter afgedekt met dekzand. Het dekzand wordt verder naar het oosten toe steeds dikker. Ongeveer ter hoogte van de Gooijergracht (zie Afb. 1, de Gooijergracht is tevens de provinciegrens tussen Noord-Holland en Utrecht) ligt de begrenzing van de oorspronkelijke hoogvenen van het Eemland. Deze zijn vanaf de 13e eeuw ontgonnen (Dekker & Mijnsen-Dutilh, 1995). Tot in de 16e eeuw werd hier nog turf gestoken¹. De opstreckende verkaveling die bij deze ontginningen werd aangelegd is nog altijd aanwezig (Afb. 1). Het veen is geheel verdwenen door turfwinning en oxidatie, waardoor er nu dekzand aan het oppervlak ligt in het gebied tussen de Gooijergracht en de Wakkerendijk (rechtsonder op Afb. 1).

Structuur van de stuwwal (Afb. 3)

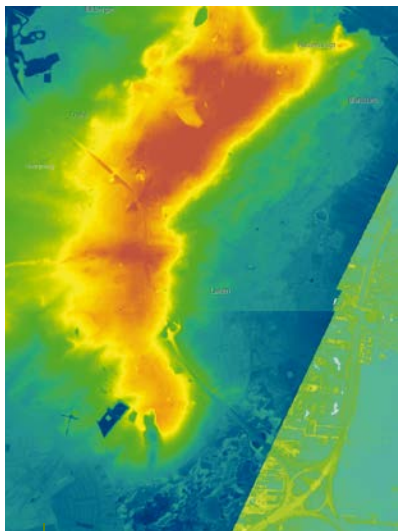
Eeuwenlang hebben de erfgooiers, de boeren van de Gooise marke, grondstoffen zoals grind, zand en leem gewonnen op de Gooise heide. Dit werd gebruikt om bijvoorbeeld het erf mee te verharderen, vloeren van te maken, voor oventjes of om bij te mengen in de potstal. De winning was één van de gewoonterechten die de boeren hadden op het gebruik van de gemene gronden in het Gooi (Kos, 2010). De graverijen vonden



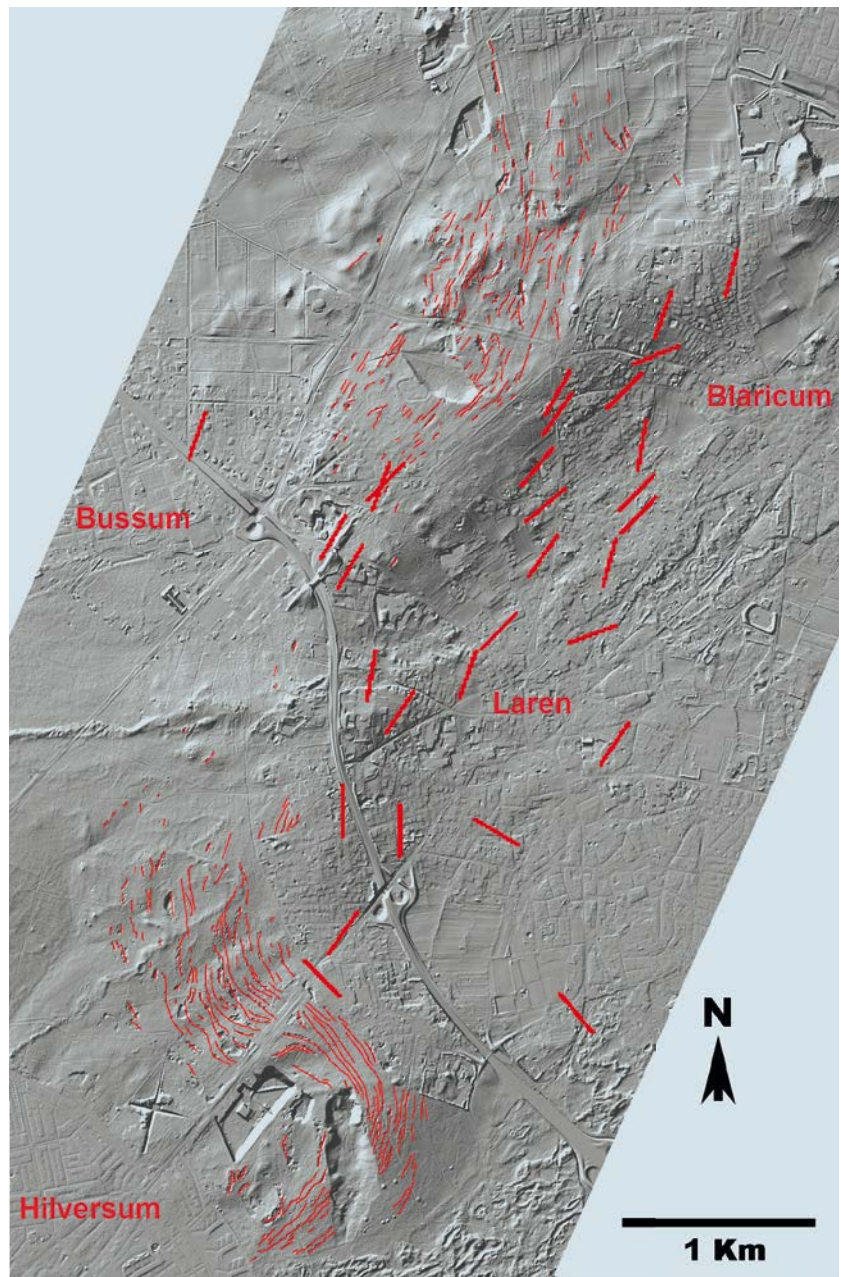
AFBEELDING 1. | Overzichtkaart van het studiegebied, met de ligging van het geologisch profiel. Kaartondergrond: topografische kaart van Nederland 1:25.000, 2011, Kadaster.



kleinschalig plaats en waren handmatig. Wanneer een boer eenmaal een geschikte plek had gevonden, bleef hij doorgraven in de richting waarin hij het meeste van zijn grondstof vond. Alleen in gebieden waar gestuwde afzettingen dagzomen, liggen de sedimentlagen als banen aan het oppervlak. De boeren hebben dus bij het graven deze banen gevolgd en hiermee onbewust het strekkingspatroon van de gestuwde lagen duidelijk gemaakt. Dit was reeds zichtbaar op luchtfoto's uit 1940 en 1944 van het toen vrijwel kale heidelandschap. Op deze foto's zijn de kuilen als lichte banen te zien (De Waard, 1947², Ruegg, 1975). De beschikbaarheid van AHN3 laat het patroon van zulke kuilen met een nog veel hoger detailniveau zien. Een gedetailleerd beeld van de strekkingsrichtingen is gemaakt door een handmatige interpretatie van de AHN3 "Hillshade" beelden van de Tafelberg- en Blaricummerheide, de Westerheide en de Zuiderheide. Hierbij zijn alle kuilen met een duidelijke lengteas ingetekend, hetgeen een gedetailleerd beeld oplevert van de strekkingsrichtingen. Deze informatie is aangevuld met 29 strekkingsmetingen afkomstig uit bouwputten in Blaricum en Laren. Beide databronnen zijn samengevoegd tot een strekkingskaart van de gestuwde lagen.

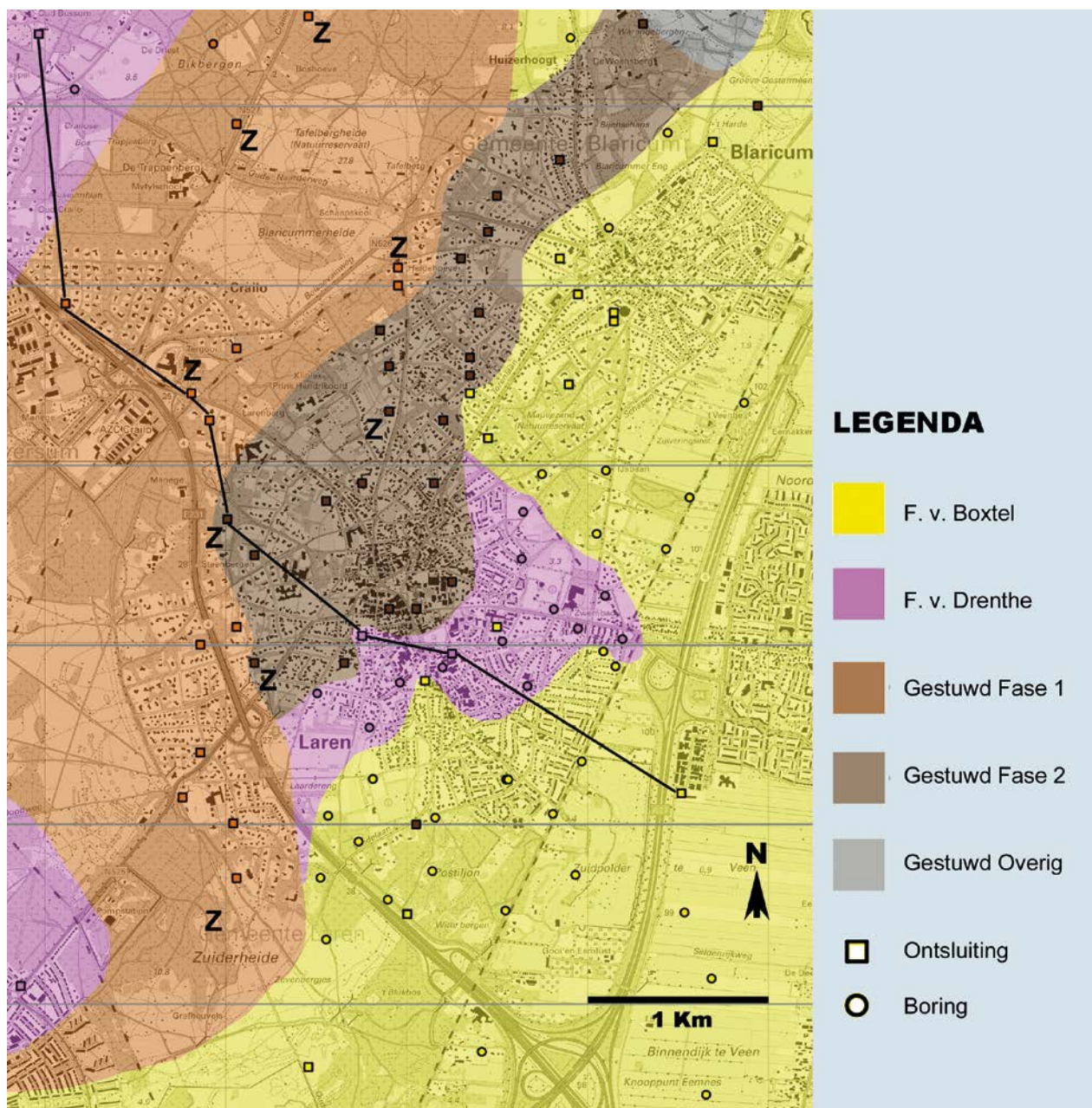


AFBEELDING 2. | AHN3-beeld van het studiegebied. Het rood-oranje gebied geeft de stuwwallen weer. De scherpe begrenzing rechts is de provinciegrens Noord-Holland-Utrecht, tot waar de AHN3-kartering reikt. Bron: <https://ahn.arcgisonline.nl/ahnviewer>, januari 2017.



AFBEELDING 3. | Strekkingskaart van de stuwwallen van Blaricum en Laren, geplote op AHN3 "Hillshade". Dunne lijnen: verloop van grind-, leem- en zandkuilen op de heidevelden. Dikke lijnen: strekkingsmetingen in bouwputten. Intekening en strekkingsmetingen: S. Koopman.

In grote lijnen volgt de strekkingsrichting van de gestuwde lagen het verloop van de hoogtelijnen, maar met name bij de waarnemingen in bouwputten zijn soms afwijkingen zichtbaar. Ook zijn er enkele plekken waar gestuwde afzettingen voorkomen zonder dat dit aan het reliëf te zien is. In het algemeen lijkt het erop dat het verloop van de kuilen een betrouwbaarder beeld van de strekking geeft dan waarnemingen in bouwputten, echter zulke waarnemingen zijn noodzakelijk om enig inzicht te krijgen in gebieden waar geen kuilen aanwezig zijn. Helemaal in het noorden (bovenin de afbeelding) is de strekkingsrichting in het algemeen noord-zuid (N-Z). Op de Tafelbergheide verandert de strekking geleidelijk naar een NNO-ZZW-richting en nog verder naar het zuiden (Blaricummerheide) naar een NO-ZW-richting. Dit verloop is in grote lijnen ook zichtbaar in de metingen in de aangrenzende bebouwde kom en zet zich voort in de naar het noordoosten afbuigende stuwwal van het Huizerhoogt. De stuwwal van Blaricum en Laren is in twee fasen gevormd. Het deel van de Tafelberg- en Blaricummerheide, waar de strekkingsrichting afbuigt, is met 27-31 m +NAP



AFBEELDING 4. | Geologische oppervlaktekaart. Weergegeven is de oudste formatie die in de bovenste twee meter –MV is aangetroffen. Z = locatie waar plaatsgeen zandsteen is waargenomen. Kaartondergrond: topografische kaart van Nederland 1:25.000, 2011, Kadaster. Puntdata: Koopman e.a., 2016; DINoloket GeoTOP.

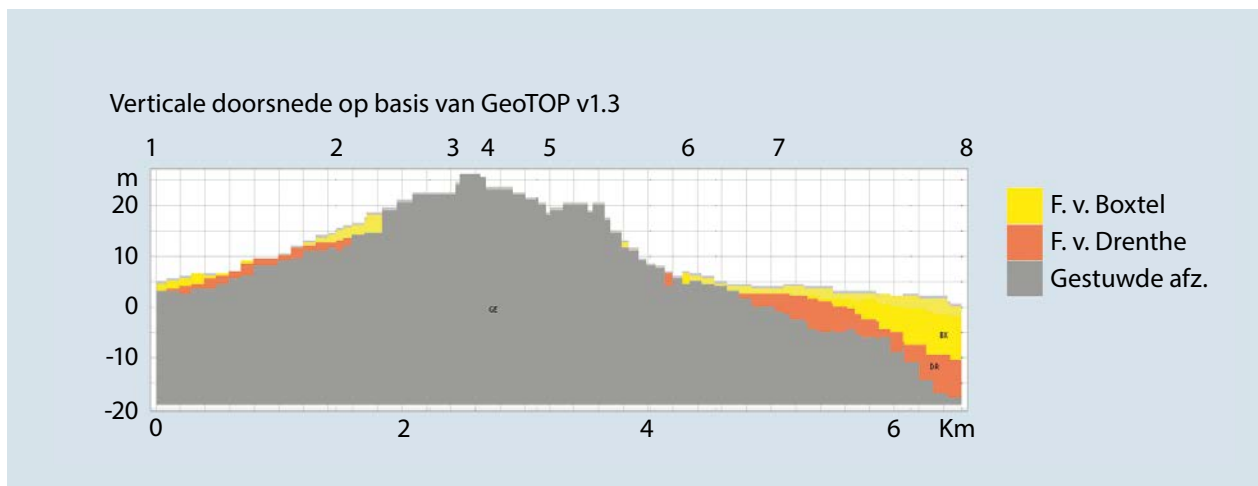
het hoogste deel van de stuwwal, en markeert wellicht de “botsingszone” tussen beide stuwwaldelen. Ook valt hier op dat er op de Tafelbergheide enkele hogere ruggen liggen die parallel lopen aan de strekkingsrichting. Wellicht bestaan deze ruggen uit resistenter lagen die later door erosie uitgeprepareerd zijn. Verder naar het zuidwesten (west van de snelweg A1) ligt een gebied waarvan weinig gegevens beschikbaar zijn. De schaarse gegevens die wel beschikbaar zijn, duiden op een ombuiging van de strekking van een NO-ZW-richting naar een N-Z-richting. Ten zuiden hiervan is op het onderste 1/3 deel van de afbeelding een zeer fijnmazig strekkingspatroon zichtbaar op de Wester- en Zuiderheide. Opvallend is met name het patroon op de Zuiderheide, helemaal in het zuiden. Over een afstand van ongeveer een kilometer buigt de strekking om van een NW-ZO-richting naar een NO-ZW-richting. Hier ligt de overgang van de stuwwal naar een breed ijssmeltwaterdal. Gezien het strekkingspatroon lijkt het erop dat dit dal is ontstaan in een klein glaciaal bekken. Een deel van de stuwwal is hier geërodeerd door het smeltwater, hetgeen blijkt uit het dagzomen

van gestuwde afzettingen in een lager gelegen gebied. Opvallend is een gebied in de bebouwde kom van Laren (linksboven de noordpijl) waar de strekkingsrichtingen nogal variabel zijn maar er geen duidelijk reliëf zichtbaar is. Hier bevinden zich gestuwde afzettingen vlak onder het maaiveld (Ruegg, 2009). Aan de Vredelaan ten zuiden van Laren doet zich een soortgelijke situatie voor.

Oppervlaktegeologie (Afb. 4 & 5)

Op basis van geologische waarnemingen in bouwputten (Koopman e.a.,





AFBEELDING 5. | Geologisch profiel (zie afbeelding 1 voor ligging) met aangegeven de waarnemingspunten 1 t/m 8. Bron: DINOLOket GeoTOP. Binnen de formatie van Boxtel is donkergeel het dekzand en lichtgeel het stuifzand. Het dunne lichtgrijze laagje bovenin is de bouwvoor.

2016), de eerder genoemde strekkingskaart en boringen in DINOLOket is een kartering uitgevoerd van de oppervlaktegeologie. Voorts is op basis van GeoTOP(DINOLOket) en waarnemingen in bouwputten een geologisch profiel samengesteld. Dit profiel geeft een goed inzicht in de diverse geologische eenheden van een transect, dat loopt van de smeltwater-vlakte net ten westen van de stuwwal tot aan de dekzanden in het voormalige glaciale bekken van het Eemland. De geologische oppervlaktekaart (Afb. 4) wordt hierna besproken aan de hand van het profiel op Afbeelding 5. In het uiterste noordwesten komen horizontaal gelaagde smeltwaterafzettingen voor, behorend tot de sandrvlakte ten (noord)westen van de stuwwallen (waarnemingspunt 1, Afb. 6). Naar het zuidoosten gaand komen de smeltwaterafzettingen geleidelijk onder invloed van de stuwing.



AFBEELDING 6. | Waarnemingspunt 1, horizontaal gelaagde, grofzandige smeltwaterafzettingen (formatie van Drenthe, Laagpakket van Schaarsbergen). Huizen, Landgoed Oud Bussem, maart 2010, foto: Sander Koopman.

AFBEELDING 7. | Waarnemingspunt 2, grofzandige en grindrijke smeltwaterafzettingen die door stuwing zijn vervormd. Bovenin de foto een geplooidestructuur, en boven het kompas zijn twee breuken zichtbaar. Huizen, De Ginkellaan, september 2003. Foto: Sander Koopman.





Afbeelding 7 (waarnemingspunt 2) toont een pakket grove, en door stuwning vervormde fluvioglaciale afzettingen. Deze plek ligt vlakbij een knikpunt in de terreinhelling, dat hier de overgang markeert van de sandrvlakte (de vlakte van fluvioglaciale afzettingen nabij een stuwwal) naar de stuwwal. Op deze relatief distale plek is de stuwwalvorming nog beperkt, en zijn plooiën en kleine breuken te zien. Verder naar het zuidoosten gaand komen we in een gebied waar gestuwde Rijn- en Maasafzettingen dagzomen, behorend tot de formaties van Urk en Sterksel. Dit betreft het deel van de stuwwal dat tijdens de eerste stuwingsfase ontstaan is. Dit deel van de stuwwal loopt verder naar het noorden richting Huizen; de Formatie van Urk is onder meer aanwezig bij Bikbergen (dagcamping De Steen) en bij tennispark De Kuil (Huizen) (Ruegg & Koopman, 2010). Waarnemingspunt 3 betreft een ontsluiting waarin grindlagen en grove zanden voorkomen, behorend tot de Formatie van Urk, en met een voor deze zone kenmerkende strekking (NO-ZW). De lagen staan op deze locatie scheef met een hellingshoek van 30-55°. Enkele honderden meters verder naar het zuidoosten staan de gestuwde lagen verticaal. Afbeelding 8 (waarnemingspunt 4) toont verticaal staande lagen uit de Formatie van Urk (Ruegg & Koopman, 2010)



AFBEELDING 8. | Waarnemingspunt 4, verticaal staande, grindrijke, gestuwde afzettingen behorend tot de formatie van Urk. Laren, Naarderstraat zuidzijde, Laarderhoogt, juni 2004. Foto: Sander Koopman.



AFBEELDING 9. | M in afbeelding 1, ruim 100 m ten zuidwesten van waarnemingspunt 6 dagzomen gestuwde afzettingen van de formaties van Peize en Waalre: kwartsrijke grove zanden. Laren, Molenweg, oktober 2015. Foto: Sander Koopman.

AFBEELDING 10. | Waarnemingspunt 5, door stuwning verschubde afzettingen waarin de formaties van Peize en Waalre voorkomen. Laren, Steenbergse hoek Pruisenbergen, 2011. Foto: Sander Koopman. De donkere band bovenin betreft een enkeerdlaag.

met een strekking van ongeveer NO-ZW. Vanaf hier naar het zuiden gaand passeren we de grens tussen de eerste en tweede stuwingsfase. Ten (zuid) oosten van deze grens komen plaatselijk de formaties van Peize en Waalre aan het oppervlak voor. Deze formaties omvatten de vroeg-Pleistocene afzettingen van de Eridanosrivier respectievelijk de Rijn. De formaties van Peize en Waalre hebben als kenmerkende faciës kwartsrijke, grove zanden (Afb. 9, M in Afb. 1), blauwgrijze kleilagen en pakketten met afwisselend dunne zand- en kleilaagjes. Afbeelding 10 (waarnemingspunt 5) toont een profiel met steil naar het oosten hellende, verschubde bruine en witte zanden. De witte zanden bestaan grotendeels uit kwartszand en behoren tot de formaties van Peize en Waalre. De bruine zanden behoren waarschijnlijk tot de Formatie van Sterksel of Urk. Op veel plekken aan de oostzijde van de stuwal, in het gedeelte van de tweede stuwingsfase, komen verschijnselen van intensieve vervorming voor (Afb. 11, B in Afb. 1). Opvallend hierbij zijn de vlak onder het maaiveld liggende gestuwde afzettingen onder het centrum van Laren (corresponderend met het gebied met de wisselende



AFBEELDING 11. | B in Afbeelding 1, pakket met zeer grof zand, fijn grind en vervormde kleilaagjes gelegen op een pakket matig grof zand met scheve gelaagdheid. Het grensvlak tussen het grindrijke en het zandige pakket is door glaciale stuwing grillig geplooid (zie de rode hulpstreepjes). Blaricum, Bierweg bij Bloemlandseweg, maart 2015.

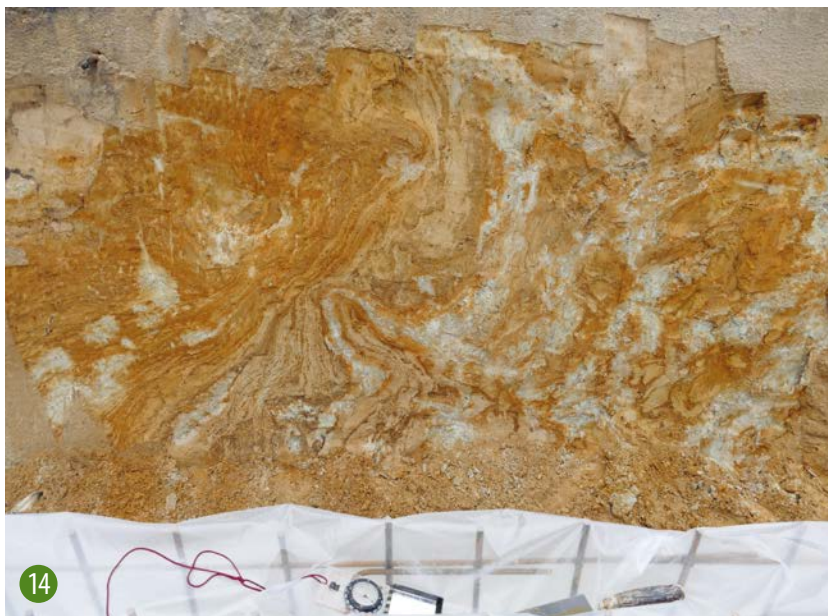
Foto: Sander Koopman.

AFBEELDING 12. | Waarnemingspunt 6, bruine stenenarme keileemlaag met een dikte van ongeveer 30 cm (formatie van Drenthe, Laagpakket van Gieten). Onderaan enkele insluitsels van kwartsrijk zand uit de onderliggende formaties.

Laren, Molenaar, oktober 2015.

Foto: Sander Koopman.

AFBEELDING 13. | T in Afbeelding 1, een sterk verstoorde laag zware klei in subhorizontale positie, bedekt met fluvioglaciale zanden (formatie van Drenthe). Torenlaan, Laren, maart 2015. Foto: Sander Koopman.



14



15



16

strekkingsrichtingen), die grotendeels uit de formaties van Peize en Waalre bestaan. Rondom deze ondiep liggende gestuwde afzettingen ligt een zone met afzettingen die in een bekken- en kamemilieu zijn gevormd. Deze afzettingen, behorend tot de formatie van Drenthe, zijn zeer divers van aard. Onder meer keileem, lagen zware klei en kleinschalige delta's zijn waargenomen. Afbeelding 12 (waarnemingspunt 6) laat een harde, stenenarme keileemlaag zien van zo'n 30 cm dik. Gezien de intensieve compactie is het mogelijk basale keileem. De keileem is bedekt met een laag structuurloos zand. Onder de keileem liggen vervormde zandlagen, met enkele insluitsels van kwartsrijk zand. Dit zand is waarschijnlijk afkomstig uit dezelfde formaties als te zien op Afbeelding 9. Aan de Torenlaan is een heel ander type afzettingen aangetroffen (Afb. 13, 14, T in Afb. 1). Hier ligt een laag zware klei in subhorizontale positie. De klei is op veel plekken gemengd met laagjes zand en wordt gekenmerkt door een sterk verstoorte gelaagdheid. Er komen veel plooien in voor. Mogelijk zijn deze het gevolg van stuwing, maar kryoturbatie (verstoring van gelaagdheid in de bodem door vorst-dooiwerking) kan ook een oorzaak zijn. De kleilaag wordt bedekt door een

AFBEELDING 14. | T in Afbeelding 1, detail van de kleilaag. Zware klei (grijs en roodbruin) afgewisseld met zandlaagjes (lichtbruin), sterk verstoord door plooien. Torenlaan, Laren, maart 2015. Foto: Sander Koopman.

AFBEELDING 15. | Waarnemingspunt 7, foresets in een kleinschalig deltacomplex, doorsneden door breuken (formatie van Drenthe). Jordaan, Laren, foto: Sander Koopman.

AFBEELDING 16. | L in Afbeelding 1. De noordwand van een diepe bouwput, met van links naar rechts gestuwde afzettingen (formatie van Urk), een pakket met hellingafzettingen en een fluvioglaciale delta. De globale begrenzingsen tussen de pakketten zijn aangegeven met stippellijntjes. De pakketten hebben een hellingsrichting naar het oost-noordoosten. Logosberg, Laren, juni 2008. Foto: Sander Koopman.

pakket zand dat wisselend van aard is: structuurloze delen komen voor, maar ook delen met een horizontale, parallelle gelaagdheid. De interpretatie is dat de kleilaag een verstoorde gla-



AFBEELDING 17. | Waarnemingspunt 8, jonger dekzand (zandig) op ouder dekzand (leemhoudend), met een dunne veenlaag ingesloten in het Ouder Dekzand (formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden). Rozenbottelberg, Eemnes, 2000. Foto: Gerard Ruegg, bron: Koopman e.a., 2016.

ciolacustriene afzetting betreft, bedekt door fluvioglaciale afzettingen die plaatselijk afgegleden zijn. Eveneens kenmerkend voor de kame-afzettingen is het voorkomen van delta's van smeltwaterafzettingen, onder meer bij waarnemingspunt 7 (Afb. 15). Hier is een complex van kleinschalige delta's aangetroffen met een zeer regelmatige scheve gelaagdheid doorsneden door kleine breuken, duidend op verzakking. Ook bij de Logosberg (L in Afb. 1), gelegen op de oostflank van de stuwwal, is een deltacomplex aangetroffen. Hier hellen de gestuwde afzettingen naar het oost-noordoosten, afgedekt door een pakket hellingafzettingen en een delta bestaande uit fluvioglaciale sedimenten (afbeelding 16). Het waarnemingspunt aan de Logosberg ligt aan de rand van het gebied waar de gestuwde afzettingen dagzomen. Verder naar het oosten en zuiden (richting Eemnes respectievelijk 't Bluk), duiken de bekken- en kame-afzettingen weg onder een steeds dikker wordende laag dekzand (formatie van Boxtel). Bij waarnemingspunt 8 (Afb. 17) bevindt zich dekzand met ingesloten een dunne veenlaag. De dikte van het dekzand in het studiegebied varieert van iets meer dan een meter in de gestuwde zone west van de Torenlaan tot meer dan tien meter ten oosten van Blaricum en Laren (Koopman & Sevink, 2016). Op veel plaatsen is het dekzand in het Holoceen verstoven. Dit heeft geleid tot het ontstaan van zandverstuivingen, bijvoorbeeld bij het Mauvezand en bij 't Bluk. Tegenwoordig zijn veel zandverstuivingen bebost, maar op plekken waar stuifzandrestauratie is uitgevoerd, zoals bij 't Bluk, komt weer levend stuifzand voor (Koopman & Sevink, 2015). Een apart fenomeen betreft de zogeheten plaats-eigen zandsteen, bestaande uit door kalk verkit zand en grind. Deze zandsteen wordt regelmatig aangetroffen in de Pleistocene afzettingen van Midden-Nederland (Post, 2006), doorgaans in de vorm van grote brokken of platen (Afb. 18). In de omgeving van Laren en Blaricum is plaatseigen zandsteen tot nu toe op acht plekken waargenomen (tabel 1 uit Post (2006); Bout, 1954, Koopman *et al.*, 2016), deze plekken zijn aangegeven in Afbeelding 4. De voorkomens zijn beperkt tot de gestuwde afzettingen uit het Midden-Pleistoceen. In de formaties van Peize en Waalre zijn tot nu toe geen waarnemingen bekend.

Conclusies

Door het combineren van hoogtegegevens, waarnemingen uit bouwputten en boringen is een gedetailleerd beeld verkregen van de geologie van Laren en



AFBEELDING 18. | Stapel met brokken van plaatseigen zandsteen uit de bouwput van Tergooi Ziekenhuis Blaricum, opgegraven in 1988. In sommige stenen is de gelaagdheid van het oorspronkelijke, niet verkitte sediment te zien. Foto: Sander Koopman, maart 2017.



Blaricum. Uit de waarnemingen blijkt dat de strekking grotendeels parallel loopt aan de hoogtelijnen, maar dat er aan de oostzijde van de stuwwal enkele gebieden zijn die relatief laag liggen, maar waar toch gestuwde afzettingen praktisch aan het oppervlak voorkomen. Met name in en rond het centrum van Laren is sprake van een complexe opbouw van de ondergrond, met een afwisseling van gestuwde afzettingen, keileem, kame-afzettingen en dekzand op korte afstand. De villawijken van Blaricum, waar weinig boorgegevens van beschikbaar zijn, hebben een ondergrond, die vooral bestaat uit ondiep liggende gestuwde afzettingen, waarin op veel plekken de formaties van Peize en Waalre voorkomen.

Dankwoord

Mijn dank gaat uit naar Prof. dr. Ronald van Balen (VU FALW) voor het reviewen van de conceptversie van dit artikel en het geven van suggesties ter verbetering. Voorts bedank ik Drs. A.E. Pfeifer voor het vervaardigen van de Afbeeldingen 3, 4 en 5.

¹ Op de Ronde kaart van Gooiland, ca. 1525, zijn in de omgeving van Eemnes turfstapeltes en veenafravingen afgebeeld, duidend op de afgraving van het hoogveen. Zie voor een afdruk van deze kaart b.v. Kos, 2013.

² De Waard bestudeerde deze luchtfoto's, voorzag ze van een geo(morfo)logische interpretatie en tekende op basis hiervan geologische schetskaartjes van het gebied. Op deze kaartjes staan onder meer de strekkingsrichtingen ingetekend op basis van het verloop van de kuilen.

GGIS

Al ruim een eeuw worden er in het Gooi geologische waarnemingen gedaan in tijdelijke ontsluitingen, zoals zandgroeven en bouwputten. Sinds 2008 worden foto's van zulke ontsluitingen tezamen met een geologische interpretatie van de waarnemingen gepubliceerd op de website <http://www.ivngooi.nl/ggis/> (GGIS, Goois Geologisch InformatieSysteem; zie ook Koopman & Pfeifer, 2007). Inmiddels zijn op deze site de foto's van ruim 160 ontsluitingen gepubliceerd. Ter vergelijking: de eerste versie in 2008 bevatte nog "slechts" 49 ontsluitingen! Het Gooi behoort hiermee in geologisch opzicht tot de best gedocumenteerde gebieden van Nederland. De waarnemingen lopen nog altijd door, en één tot twee keer per jaar wordt de website van een update voorzien.

LITERATUUR

- Bosch, J.H.A., 2003. *Beschrijving lithostratigrafische eenheid Formatie van Peize*. NITG-TNO, Utrecht, 6 pp.
- Bosch, J.H.A., H.J.T. Weerts & F.S. Busschers, 2003. *Beschrijving lithostratigrafische eenheid Formatie van Urk*. NITG-TNO, Utrecht, 6 pp.
- Bout, G., 1954. Zandsteen-nieuwvorming in 't Bikbergerbos. *Grondboor & Hamer* 1954-2, p 324-326, NGV.
- Dekker, C., & M. Mijnsen-Dutilh, 1995. *De Eemlandtsche leegelanden. Ontginningen rond de mond van de Eem in de 12e en 13e eeuw*. Stichtse Historische Reeks 19, Uitgeverij Het Spectrum, Utrecht, 160 pp.
- Koopman, S., & A.E. Pfeifer, 2007. GGIS: geologische foto's ontsloten. *Grondboor & Hamer* 2007-5 p 120-121, NGV.
- Koopman, S., & A.E. Pfeifer, 2012. *Paleogeografie van Gooi en Eemland sinds het Saalien*. *Grondboor & Hamer* 2012-3 p 267-275, NGV.
- Koopman, S., & A.E. Pfeifer, 2014. *Geologische atlas van het Gooi*. AWN Naerdincklant, Hilversum, 70 pp.
- Koopman, S., & J. Sevink, 2015. *Zand in beweging, over Goois stuifzand en stuifzandrestauratie*. *Vrienden van het Gooi*, 66 pp.
- Koopman, S., & J. Sevink, 2016. *Het (jonger) dekzand in het Gooi deel 1: verspreiding, geomorfologie, algemene lithologie en structuren*. *Grondboor & Hamer* 2016-3 p 76-87, NGV.
- Koopman, S., A.E. Pfeifer & G.H.J. Ruegg, 2016. *Goois Geologisch InformatieSysteem v4.2.2*. <http://www.ivngooi.nl/ggis/>
- Kos, A., 2010. *Van meenten tot marken. Een onderzoek naar de oorsprong en de ontwikkeling van de Gooise marken en de gebruiksrechten op de gemene gronden van de Gooise markegenoten (1280-1568)*. *Middeleeuwse studies en bronnen CXXV*, uitgeverij Verloren, Hilversum, 446 pp.
- Kos, A., 2013. *Historische atlas van Hilversum, van esdorp tot mediastad*. Uitgeverij Boom, 80 pp.
- Maarleveld, G.C., 1953. *Standen van het landijs in Nederland*. *Boor en spade* 6 p 95-105, NGV.
- Mulder, E.F.J., M.C. Geluk, I. Ritsema, W.E. Westerhoff & T.E. Wong, 2003. *De ondergrond van Nederland*. TNO Geologische Dienst van Nederland, Utrecht, 379 pp.
- Post, V.E.A., 2006. *Enkele opmerkingen over kalkzandsteenbanken in het Pleistoceen van Midden-Nederland*. *Grondboor & Hamer* 2006-1 p 2-5, NGV.
- Ruegg, G.H.J., 1964. *De kwartaire geologie van het Gooi*. *Mededelingen van het Museum voor het Gooi e.o. nr. 8* p 61-82.
- Ruegg, G.H.J., 1975. *De geologische ontwikkeling van het Gooi gedurende het Kwartair*. *KNAG Geografisch tijdschrift* 1975-3 p 202-212, NGV.
- Ruegg, G.H.J., & A.W. Burger, 1992. *De Onder-Pleistocene Formatie van Enschede aan maaiveld in een Gooise stuwwal*. *Grondboor & Hamer* 1992-4/5/6 p 101-105, NGV.
- Ruegg, G.H.J., 1995. *Kwartaire wordingsgeschiedenis van, en ontsluitingen in het Gooi*. *Grondboor & Hamer* 1995-3/4 p 82-89, NGV.
- Ruegg, G.H.J., 2009. *Nieuwe geologische gegevens uit het Gooi*. *Grondboor & Hamer* 2009-2 p 40-47, NGV.
- Ruegg, G.H.J., & S. Koopman, 2010. *Stuwwalfasering en kame-afzettingen in het Gooi*. *Grondboor & Hamer* 2010-3 p 81-89, NGV.
- Waard, D. de, 1947. *Aardrijkskunde vanuit de lucht, glaciogene landschapsvormen in Nederland*. *Tijdschrift van het KNAG Tweede reeks deel LXIV* p 372-379, KNAG.

