

# Kiezelwieren van herbariummateriaal uit het Beekbergerwoud



Een kaart van Beekbergen uit 1866, met daarop 'Het Woud'.

**Het vellen van het Beekbergerwoud, in de periode 1869-1871, beslechtte het lot van een moerasbos van duizenden jaren oud. Kiezelwieren op herbariummateriaal van water- en moerasplanten uit de jaren 1834-1854 geven informatie over de milieuomstandigheden uit die tijd en bieden inzicht in de potenties van het gebied voor natuurherstel.**

## Herman van Dam & Adrienne Mertens

Kiezelwieren (diatomeeën) zijn eencellige microscopische algen, waarvan de bruin-geel gekleurde celinhoud is omgeven door een stevige kiezelwand. Ze zijn zeer algemeen in meren, plassen, beken en rivieren, maar ook in moerassen en op droge bodems. In Nederland komen waarschijnlijk ongeveer 1.500 soorten voor. De meeste soorten leven op en om waterplanten, beschoeiingen of in de bovenste lagen van de bodem: in de modder of vastgehecht aan zandkorrels. Wanneer er verontreiniging plaatsvindt van het oppervlaktewater met organisch afbreekbaar materiaal, vermesting, verzuring en verzilting, verandert de soortensamenstelling van de diatomeeën sterk. Aan de hand van de soortensamenstelling kunnen daardoor uitspraken worden gedaan over het milieu waarin het monster is genomen (Van Dam et al., 1994).

Kiezelwieren uit het verleden blijven goed geconserveerd op water- en moerasplanten uit herbaria en zijn met succes gebruikt voor reconstructie van historische milieuomstandigheden, bijvoorbeeld in het Beuven (Van Dam & Mertens, 1989) en de Nieuwkoopse Plassen (Van Dam & Mertens, 1993).

## Het Beekbergerwoud

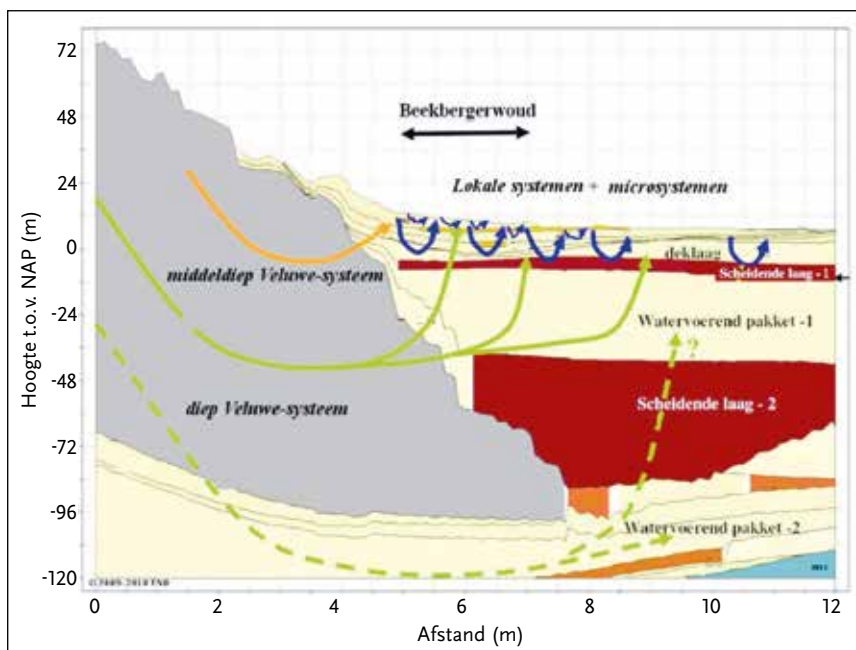
*Dit bosch is een der merkwaardigste bosschen van ons Vaderland en misschien het eenig natuurwoud, waar nooit in geplant is of wordt. De plantengroei is er zo weelderig als nergens in ons geheele land. Het bestaat meest uit elzenbomen, die zich zelve zaaien, en soms wel een hoogte van 20 ellen bereiken. Voorts ziet men er de schoonste essen en eikenbomen, heesters van de vreemdste soort en wilde bloemen. De zwarte bezie, de framboos, de braam- en de boschbes vindt men er in overvloed. Ook nestelen er goudvinken en nachtegallen; terwijl er eenige hoge terpen, horsten genaamd, in gevonden worden, waarvan de hoogste eenige oudheden opgeleverd heeft, die waardig zijn verder nagespeurd te worden. Wegens de weeten, moerassigen grond, kan uit dit bosch niet dan bij sterke vorst gehaald worden, en is het slechts bij drooge zomers te begaan. Het is 156 bunder, 16 vierk. roeden, 20 v. ellen groot.*  
Uit: Aardrijkskundig woordenboek der Nederlanden (Van der Aa, 1840)

Dit artikel geeft een analyse van historische kiezelwierengegevens van het voormalige Beekbergerwoud, waaruit de waterkwaliteit in het verleden wordt afgeleid. De details zijn vastgelegd in Van Dam & Mertens (2020).

## Bodem

Het Beekbergerwoud lag in de IJsselvallei, tussen Apeldoorn en Zutphen, op enkele kilometers van de oostelijke Veluwe stuwwal. De bodem ontwikkelde zich in een dunne laag fijn, lemig dekzand op grindrijk daluitspoelingsmateriaal. Lokaal komen leemlagen in de bovengrond voor. Met name aan de noord- en oostzijde van het Woud zijn dekzandruggen afgezet. Er was een veenlaag tot een dikte van 2 m, bestaande uit (vergaane) restanten van elzen- en ander hout, elzenblad, struiken, dorens, gras en moerasplanten, vermengd met klei, stuifzand en kiezel (Hanhart & Maljaars, 2011). Er was een 'altoosdurende kwel van zuiver water' (Bosker, 1874). De voeding bestaat uit regionale kwel, lokale kwel en neerslag (fig. 1).

Een groot deel van het water uit het middeldiepe Veluwe-systeem stroomt door het kalkrijke freatisch pakket boven de Eemklei af (de oranje pijl in fig. 1). Deze kwelstroom bereikt in het zuidwestelijke deel van het gebied het freatisch grondwater. Een ander deel van het systeem infiltreert tot onder de Eemklei en stroomt door het eerste watervoerend pakket (de groene pijlen). Waar de regionale kwel tot aan de wortelzone doordringt is deze basenrijk tot zeer basenrijk (Hanhart & Maljaars, 2011).



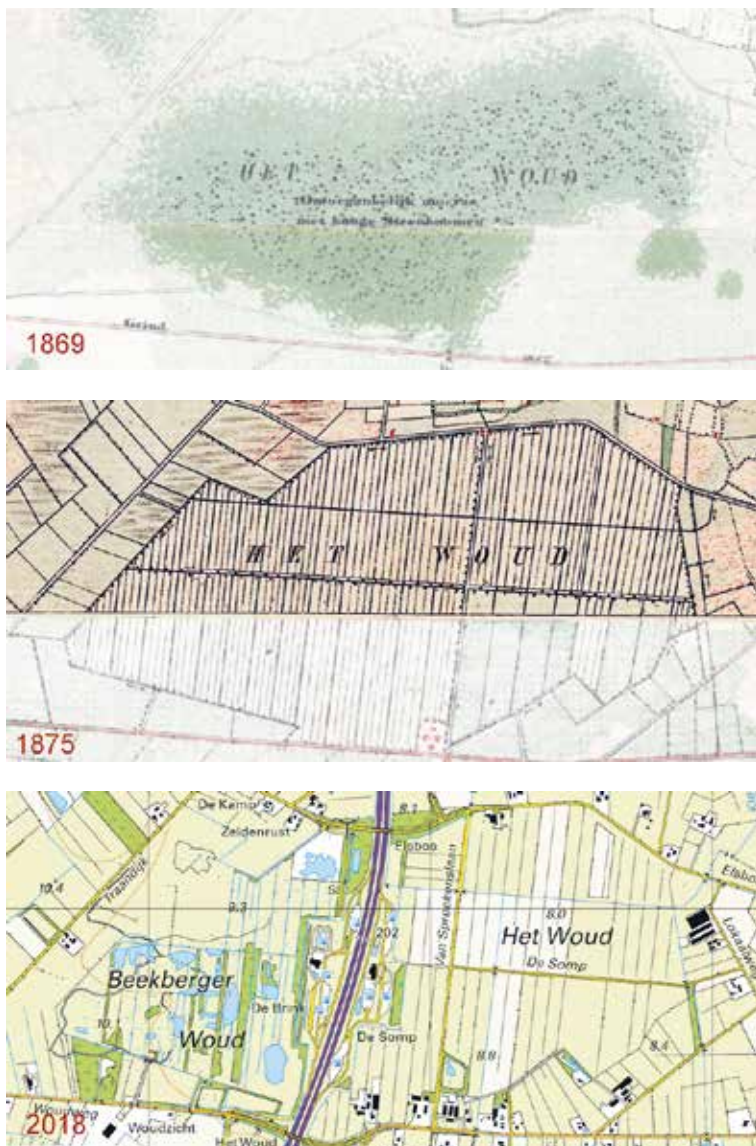
**Figuur 1.** Geohydrologische schematisatie. De eerste scheidende laag staat bekend als Eemklei of Zutphenklei (Hanhart & Maljaars, 2011; topotijdreis.nl).

De lokale kwel beperkt zich tot de grondlagen boven de Zutphen-klei. De sturende factor bij deze kwelstromen (blauwe pijlen) zijn hoogteverschillen tussen dekzandruggen en laagtes. Er waren gradiënten in de watersamenstelling: in de ruggen (kopjes) was het water vrij zuur (regenwater), en in de slenken was er sprake van uittredend basenrijk kwelwater en permanent natte omstandigheden. De plaatselijke aanwezigheid van regenwaterlenzen zorgde voor zuurdere en basenarme standplaatsen (Hanhart & Maljaars, 2011).

In het Woud stroomde het water over het maaiveld en via een stelsel van vertakte slenken naar een vlak gebied (De Zomp) aan de oostzijde (Hanhart & Maljaars, 2011). In de lengte van het woud (2 km) was een verval van ruim 2 m. Het water vond een uitweg door enkele laagten door een rug aan de noordzijde van het bos (Bosker, 1874). De waterstand in het gebied varieerde zeer sterk. In de winter was het hele bos, met uitzondering van de horsten, geïnundeerd en in warme zomers zakte waterstand diep weg, maar de bosbodem bleef over grote oppervlakten drassig.

### Gebruik

Alleen in zeer droge zomers en in winters met veel vorst was Het Woud toegankelijk (fig. 2). 'Gedurende dezen tijd heeft het woud een geheel eigenaardig aanzien. Het is alsdan met menschen opgevuld, een ieder is werkzaam, overal heerscht drukte, terwijl de groote vuren, omringd van lieden, welke zich in- en uitwendig zoeken te verwarmen, een geheel eigenaardig beeld opleveren. Valt de dooi schielijk in, dan moet er veel van het gehakte hout achterblijven, hetwelk door het ijs zakt en voor den eigenaar voor altijd verloren is' (Wttewaall, 1836). De bomen werden op ongeveer drie voet boven de grond (vlak boven de ijsvloer) gekapt. Verder werden er in het bos koeien 'geweid'. Bij 'De Zomp' was een reigerkolonie, die voor lokale bemesting gezorgd zou kunnen hebben (Moerman & Van Zinderen Bakker 1950; Van Lohuizen, 1980).



**Figuur 2.** Topografische ontwikkeling van het Beekbergerwoud.

| Nederlandse naam         | Verzamelaar        | Locatie                 | Datum           | Materiaal                     |
|--------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------|-------------------------------|
| Bosbies                  | Wttewaall          | Beekbergerwoud          | mei/juni 1834   | uitgeklopt wortelmateriaal    |
| Gewoon puntmos           | Molkenboer         | Beekbergerwoud          | september 1846  | mostakjes                     |
| Gewoon bronmos           | Molkenboer         | Beekbergerwoud          | september 1846  | takjes + debris               |
| Waterdrieblad            | Kok Ankersmit      | Beekbergerbroek         | 28 mei 1853     | rizoom                        |
| Gewoon bronmos           | v.d. Sande Lacoste | in het Beekbergerwoud   | 2 augustus 1854 | takjes + debris               |
| Verspreidbladig goudveil | Vlieger            | het Woud bij Beekbergen | 12 mei 1941     | bodemmodder tussen worteltjes |

Tabel 1. Bemonsterd herbariummateriaal. Het Beekbergerbroek was een schraallandgebied aan de noordwestzijde van Het Woud.

Op de topografische kaart van 1869 staat 'Het Woud' aangegeven als 'ontoegankelijk moeras met hoge Steenboomen'. In de jaren 1869-1971 werd Het Woud gevelde, en het waterpeil drastisch verlaagd, om de grond te kunnen gebruiken voor de landbouw (fig. 2).

Het gebied werd in 1972 doorsneden door Rijksweg 50. In de jaren negentig schonken de erven Van Spreekens 20 ha grond ten westen van de snelweg aan Natuurmonumenten en begon de vereniging met de aankoop van gronden, met het doel om weer natuurlijk bos tot ontwikkeling te brengen. Dat werd kansrijk geacht, vanwege de sterke kwel en de aanwezigheid in houtwallen van enkele soorten die vroeger in het bos voorkwamen (Veen, 1993). Daartoe werd de waterhuishouding aangepast en werd bovengrond afgevoerd. Doordat er toch nog veel fosfaat in het gebied is achtergebleven en er onvoldoende oog was voor het herstel van het ecohydrologisch functioneren van het gebied, is het helaas niet gelukt om het bos volgens plan te ontwikkelen (Hanhart & Maljaars, 2011; R. Ketelaar, pers. med.). De kern van het bos bestond uit zeer hoge zwarte elzen, vaak met klimop begroeid, hier en daar met essen. Op enkele hogere plekken (horsten) groeiden (deels aangeplante) eiken. Op de bodem vond Wttewaall (1836) door het 'gansche woud' waterviolier en gewoon bronmos; daar-

| Omschrijving                               | Toelichting                                                             |
|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>Verzuringindicator</b>                  | Het kiezelwier <i>Eunotia exigua</i>                                    |
| <b>Triviale soorten uit zuur water</b>     | Soorten uit zure wateren                                                |
| <b>Soorten uit zwak gebufferde wateren</b> | Soorten die vaak zeldzaam zijn in Nederland en de rest van Europa       |
| <b>Rheofiel - rheobiont</b>                | Soorten die (vrijwel) alleen in stromende wateren voorkomen             |
| <b>Generalisten</b>                        | <i>Achnanthes</i> -soorten, uit niet al te sterk verontreinigde wateren |
| <b>Trofie-indicatoren</b>                  | Algemene soorten uit voedselrijke wateren                               |
| <b>Saprobie</b>                            | Soorten van organisch belaste, vaak zuurstofarme wateren                |

Tabel 2. Indeling in ecologische groepen.

naast veel planten van voedselrijke waterkanten en moerassen zoals liesgras, gele lis, watermunt en moerasvergeet-mij-nietje. Waterviolier is afhankelijk van vrij koolzuur ( $H_2CO_3$ ) en komt daardoor vaak op kwelplekken voor, ook in regelmatig opdrogende broekbossen. Gewoon bronmos kan uitdroging verdragen, mits niet te langdurig, en is gevoelig voor de waterkwaliteit: het geeft de voorkeur aan niet verontreinigd, matig voedselrijk water. Wttewaall maakt geen melding van de bosbies, hoewel hij daarvan overvloedig herbariummateriaal heeft verzameld. Dit is een soort van lichte plekken in bronbossen, waar diep grondwater uittreedt. Volgens Molkenboer (1847) was de bodembegroeiing met vaatplanten van het broekbos tamelijk eentonig. Het merendeel van de planten groeide op elzenstobben en meer open plekken.

### Bemonstering en analyse van kiezelwieren

In de collectie van Naturalis werden de planten uit tabel 1 opgezocht (foto 1A). Eén van de planten komt niet uit het Beekbergerwoud, maar uit het Beekbergerbroek, een moerassig schraallandcomplex aan de noordwestzijde van Het Woud. Van elke plant werd een fliebertje materiaal verzameld (foto 1B). Dit werd geoxideerd in waterstofperoxide (30 %). De vrijgekomen kiezelschaaltjes werden ingebed in hars met een hoge brekingsindex. De preparaten zijn bekeken onder de microscoop met fase-contrastbelichting bij een vergroting van 1.000 x (n.a. 1,30). Er zijn zo mogelijk 200 schaal-tjes in aselect gekozen beeldvelden gedetermineerd en geteld. Buiten de tellingen zijn vaak nog andere soorten aangetroffen. Als het aantal schaal-tjes zeer gering was, zijn er 50 geteld, waarbij gebruik is gemaakt van recente determinatieliteratuur.



Foto 1. A: Opzoeken van materiaal door Barbara Gravendeel in het herbarium van Naturalis (foto: Herman van Dam). B: Bemonsteren van waterdrieblad door Herman van Dam en Christel Schollaardt (foto: Barbara Gravendeel)

| Periode         | 19 <sup>e</sup> eeuw |       |              | 20 <sup>e</sup> eeuw | 19 <sup>e</sup> + 20 <sup>e</sup> eeuw |
|-----------------|----------------------|-------|--------------|----------------------|----------------------------------------|
| Gebied          | Woud                 | Broek | Woud + Broek | 'Woud'               | Woud + Broek                           |
| Aantal monsters | 4                    | 1     | 5            | 1                    | 6                                      |
| In telling      | 67                   | 26    | 84           | 35                   | 109                                    |
| Buiten telling  | 20                   | 9     | 23           | 38                   | 48                                     |
| Totaal          | 87                   | 35    | 107          | 73                   | 157                                    |

**Tabel 3.** Aantallen soorten per deelgebied en periode.

|                                          | Substraat:<br>Jaar:<br>Maand: | Bosbies<br>1834<br>mei/jun. | Puntmos<br>1846<br>aug. | Bronmos<br>1846<br>sept. | Bronmos<br>1854<br>aug. | Waterdrieblad<br>1853<br>mei | Goudveil<br>1941<br>mei |
|------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------|
| Eigenschap                               |                               |                             |                         |                          |                         |                              |                         |
| Geteld aantal kiezelwieren               |                               | 50                          | 50                      | 200                      | 200                     | 200                          | 200                     |
| Totaal aantal soorten                    |                               | 10                          | 24                      | 38                       | 57                      | 35                           | 73                      |
| Totaal aantal nieuwe soorten             |                               | 0                           | 0                       | 1                        | 2                       | 2                            | 0                       |
| Totaal aantal zeldzame en nieuwe soorten |                               | 2                           | 3                       | 9                        | 18                      | 11                           | 3                       |

**Tabel 4.** Aantallen kiezelwieren en soorten per monster.

Soorten met een montane, alpiene of noordelijke-alpiene verspreiding zijn als zodanig gemarkeerd. Montaan betekent hier: met een verspreidingsaccent in de middelgebergten van aangrenzende landen. Dergelijke soorten zijn meestal indicatief voor niet verontreinigd water en zeldzaam in Nederland. De verspreidingsgegevens zijn voornamelijk aan de gebruikte literatuur ontleend, met name Lange-Bertalot et al. (2017). De naar eigen ervaring in Nederland zeldzame en voor het eerst in ons land aangetroffen taxa zijn als zodanig aangegeven.

Alle aangetroffen soorten zijn ingedeeld in ecologische groepen volgens tabel 2. De indeling is geïnspireerd door die van Van Dam & Arts (1993) voor vennen. De grootste aanpassing is die van een categorie rheofiel tot rheobiont. Dat zijn soorten die vrijwel alleen in stromende wateren voorkomen. De gegevens van de individuele soorten werden ontleend aan Van Dam & Arts (1993), aangevuld met gegevens uit latere publicaties, zoals Lange-Bertalot e.a. (2017) en eigen ervaring. Per monster werd berekend welk percentage van de getelde individuen tot de vermelde ecologische groepen behoorde. Daarnaast is het percentage van de droogtetolerante soorten berekend. Die komen verspreid voor door de klassen van tabel 2.

## Soorten

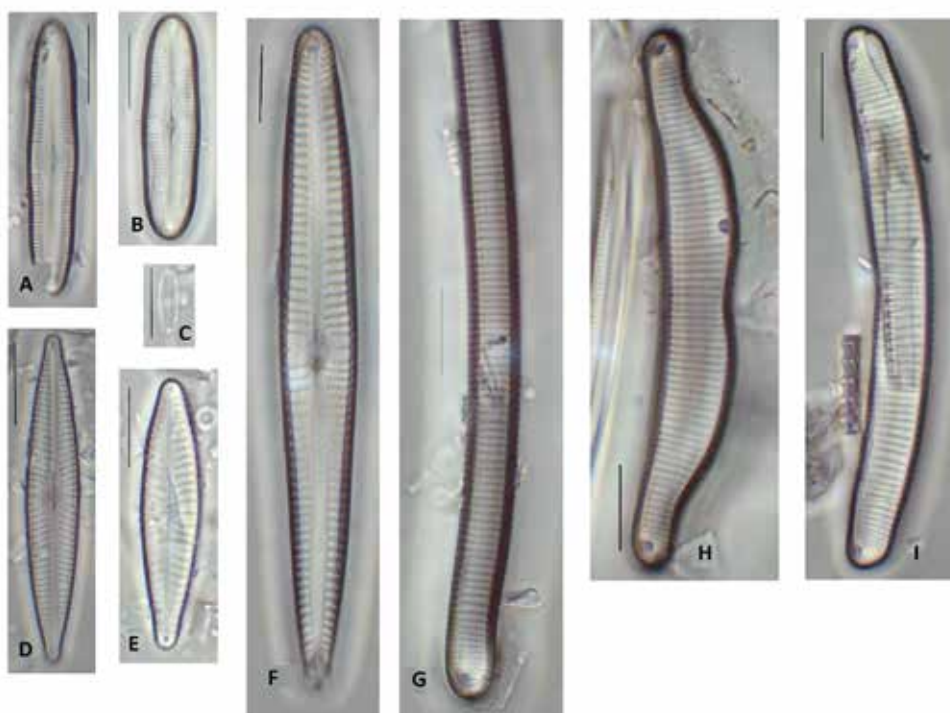
Er zijn 157 soorten gevonden, waarvan 109 in de tellingen (tabel 3). In de 19<sup>e</sup>-eeuwse monsters zijn in de tellingen 84 soorten en daarbuiten nog eens 23 soorten aangetoond. Dat zijn normale aantallen voor monsters uit matig voedselarm tot matig voedselrijk milieu. In het enige monster van 1941 zijn in totaal liefst 73 soorten gevonden, wat niet uitzonderlijk is voor een voedselrijke omgeving.

In het bosbiesmonster uit 1834 en het

puntmosmonster uit 1846 zijn de dichtheden van de kiezelwieren zeer laag, zodat er slechts 50 exemplaren gedetermineerd en geteld konden worden. Het monster van 1854 bevat van de 19<sup>e</sup>-eeuwse monsters het hoogste aantal soorten en ook het hoogste aantal zeldzame soorten.

*Eunotia glacialispinosa* (foto 2A) was bekend van humusrijke, ionenarme (maar niet puur door regenwater gevoede) laagvenen en in een kalkrijke Alpenbron, maar nu ook van enkele monsters uit Het Woud en Het Broek. *E. islandica* (foto 2H) is een zuurminnende soort van voedselarm, humeus, ionenarm water en is frequent aangetroffen in diverse Europese berggebieden. Door ons is de soort gevonden in het waterdriebladmonster. *E. pomeranica* (foto 2I) is bekend

van niet noodzakelijk voedselarme Oost-Europese zuurneutrale wateren en moerassen met laag tot gemiddeld ionengehalte. Er werd een enkel exemplaar aangetroffen in het soortenrijke Bronmosmonster van 1854. *Gomphonema bozenae* (foto 2E) was bekend van voedselarme, humusrijke Finse, Scandinavische en Duitse meren en een Pools veenmoeras. Wij vonden meerdere exemplaren in het soortenrijke bronmosmonster van 1854. De ecologie van *G. pratense* (foto 2F) is weinig bekend. Het type stamt uit een gegraven waterloop met stilstaand, matig voedselrijk water bij Frankfurt/M. Wij vonden enkele exemplaren in de beide bronmosmonsters (1846, 1854) en enkele andere Nederlandse wateren. In alle monsters samen zijn 32 voor



**Foto 2.** Enkele soorten kiezelwieren. De maatstrepen komen overeen met 0,01 mm. A. *Caloneis* sp., B. *C. sp.*, C. *Sellaphora vekhovii*, D. *Navicula* cf. *cantonatii*, E. *Gomphonema bozenae*, F. *G. pratense*, G. *Eunotia glacialispinosa* (fragment), H. *E. islandica*, I. *E. pomeranica*.

| Ecologische groep                        | Substraat | Bosbies | Puntmos | Bronmos | Bronmos | W.drieblad | Goudveil | Gemiddeld |
|------------------------------------------|-----------|---------|---------|---------|---------|------------|----------|-----------|
| Soort                                    | Jaar      | 1834    | 1846    | 1846    | 1854    | 1853       | 1941     | 1834-1854 |
| <b>Verzuurd</b>                          |           | -       | 2       | -       | -       | -          | -        | 0         |
| <i>Eunotia exigua</i>                    |           | -       | 2       | -       | -       | -          | -        | 0         |
| <b>Zuur, voedselarm</b>                  |           | -       | 8       | 36      | 21      | 48         | +        | 23        |
| <i>Eunotia bilunaris</i>                 |           | -       | -       | 5       | 6       | 7          | +        | 4         |
| <i>E. implicata</i>                      |           | -       | -       | 16      | 4       | 9          | -        | 6         |
| <i>E. incisa</i>                         |           | -       | -       | -       | -       | 17         | -        | 3         |
| <i>E. minor</i>                          |           | -       | 8       | 15      | 9       | 1          | +        | 7         |
| <b>Zwak gebufferd</b>                    |           | 4       | 14      | 13      | 10      | 28         | 6        | 14        |
| ** <i>Eunotia glacialispinosa</i>        |           | -       | -       | 5       | 2       | 1          | -        | 2         |
| <i>E. juettnerae</i>                     |           | -       | -       | -       | -       | 13         | -        | 3         |
| <i>Gomphonema exilissimum</i>            |           | -       | -       | 1       | 1       | 8          | -        | 2         |
| <u><i>G. productum</i></u>               |           | -       | 6       | -       | -       | -          | -        | 1         |
| <i>G. sarcophagus</i>                    |           | -       | 8       | -       | 1       | -          | -        | 2         |
| <b>Stromend (rheofiel-rheobiont)</b>     |           | 40      | 6       | +       | +       | 3          | 1        | 10        |
| * <i>Hannaea arcus</i>                   |           | 34      | -       | -       | -       | -          | -        | 7         |
| <i>Meridion circulare</i>                |           | 6       | 6       | -       | +       | -          | +        | 2         |
| <b>Generalisten</b>                      |           | 2       | 12      | 30      | 38      | 18         | 3        | 20        |
| <i>Achnanthydium jackii</i>              |           | -       | -       | -       | 9       | -          | 3        | 2         |
| <i>A. microcephalum</i>                  |           | 2       | 12      | 30      | 29      | 18         | -        | 18        |
| <b>Voedselrijk, neutraal - alkalisch</b> |           | 54      | 28      | 14      | 20      | 2          | 39       | 24        |
| <i>Achnanthydium nanum</i>               |           | -       | -       | 3       | 8       | 1          | -        | 2         |
| <i>Encyonema ventricosum</i>             |           | 6       | 4       | -       | 1       | -          | -        | 2         |
| <i>Gomphonema capitatum</i>              |           | -       | 4       | 3       | -       | -          | -        | 1         |
| <i>G. minutum</i>                        |           | 6       | -       | -       | -       | -          | -        | 1         |
| <i>G. pumilum</i> var. <i>rigidum</i>    |           | 38      | -       | -       | -       | -          | -        | 8         |
| <i>G. subclavatum</i>                    |           | -       | 4       | 5       | +       | -          | +        | 2         |
| <b>Saprofiet</b>                         |           | +       | 18      | 3       | 5       | -          | 51       | 5         |
| <i>Navicula gregaria</i>                 |           | -       | -       | -       | -       | -          | 16       | -         |
| <i>N. slesvicensis</i>                   |           | -       | -       | -       | -       | -          | 20       | -         |
| <i>Nitzschia amphibia</i>                |           | -       | 8       | 1       | 2       | -          | -        | 2         |
| <b>Droogtetolerant</b>                   |           | 2       | 8       | 21      | 10      | 4          | 5        | 9         |

**Tabel 5.** Procentuele hoeveelheden van de ecologische groepen. Per groep zijn de meest voorkomende soorten gespecificeerd. +: aanwezig buiten telling, \*: zeldzaam, \*\*: nieuw voor Nederland, dik onderstreept: berggebieden (montaan), dun onderstreept: droogtetolerant.

Nederland zeldzame soorten aangetroffen, vooral in het bronmosmonster van 1854 (18 stuks) en het waterdriebladmonster uit Het Broek (11 stuks) (tabel 4). Het zijn vooral soorten uit (zwak) zure wateren, met vaak een hoofdverspreidingsgebied in de Europese middelgebergten, de Alpen of Scandinavië, zoals *Humidophila perpusilla*, *Achnanthydium caledonicum* en *Eunotia neoscandinavica*. De soorten die nog niet eerder in Nederland zijn aangetroffen en diverse andere zeldzame soorten, met name van soorten uit de bergen en noordelijk Europa, geven het destijds bijzondere karakter van het gebied aan.

#### Ecologische interpretatie

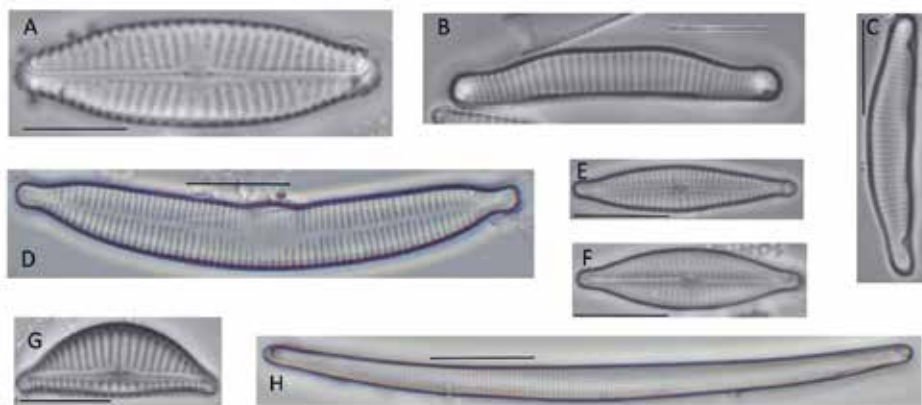
De meest algemene soorten zijn vermeld in tabel 5, gerangschikt in ecologische groepen. De ecologische spectra van de beschikbare monsters zijn zeer verschillend. In het bosbiesmonster komen de aan

stroming gebonden soorten met 40 % van het totaal veel voor. In dit monster is ook de procentuele hoeveelheid voor indicatoren van voedselrijk water hoog. In de andere monsters uit de 19<sup>e</sup> eeuw zijn er veel minder kiezelwieren uit voedselrijk water, maar meer generalisten en soorten uit zuur en/of zwakgebufferd water. Het waterdriebladmonster uit Het Broek heeft het laagste percentage aan indicatoren voor voedselrijkdom en de hoogste aandelen van soorten uit zuur en zwak gebufferd water. Daartegenover staat het goudveilmonster van 1941. Het Broek was een deels moerassig hooiland waar voortdurend nutriënten werden verwijderd en waar een geringe organische belasting was. De omgeving van het Goudveilmonster werd in 1941 kennelijk al sterk bemest, gezien de hoge hoeveelheden saprofiële soorten en soorten uit voedselrijk water. De vier monsters uit Het Woud van 1834

tot 1854 liggen tussen beide extremen in. Aanwezige soorten wijzen op neutraal tot alkalisch milieu. Er zijn verschillen tussen de monsters in zuurgraad, voedselrijkdom, stromingsindicatie en organische belasting (saprobie), die goed overeenkomen met de verwachte heterogeniteit van het milieu van Het Woud. De saprofiële soorten zullen zijn gestimuleerd door de aanwezigheid en de vertering van de elzenbladpakketten op de bodem. Het water was meso- tot eutroof. De relatief hoge abundanties van droogtetolerante soorten wijst op de regelmatige droogval van de bemonsterde locaties in Het Woud.

#### Conclusies

Het oude Beekbergerwoud was een bijzonder milieu voor zeldzame kiezelwieren, wat ook blijkt uit de aanwezigheid van nog niet eerder in ons land gevonden kiezelwiersoorten. Uit vergelijkingen van



**Foto 3.** Enkele soorten kiezelwieren. A: *Navicula slesvicensis*, B: *Eunotia minor*, D: *E. incisa*, D: *Hannaea arcus*, E: *Gomphonema exilissimum*, F: *Navicula gregaria*, G: *Encyonema ventricosum*, H: *Eunotia juettnerae*. De maatstreepjes komen overeen met 0,01 mm.

oude en meer recente kiezelwierenmonsters van herbariummateriaal uit laagveenplassen en vennen kwam de verarming van de kiezelwierenflora ook al sterk naar voren (Van Dam & Mertens, 1989, 1993). Bij adequate herstelmaatregelen ten behoeve van de waterkwaliteit kunnen de bijzondere soorten, althans gedeeltelijk, ook weer terugkeren zoals in het Naardermeer (Boosten, 2006). Het is een grote uitdaging voor Natuurmonumenten, in samenwerking met betrokkenen als het Waterschap Vallei en Veluwe om ook in het gebied van het voormalige Beekbergerwoud een vergelijkbare ontwikkeling op gang te brengen. Er zijn grote knelpunten om het Beekbergerwoud van vroeger terug te krijgen: daarvoor is er nog te veel fosfaat in de bodem, wordt het ecohydrologisch functioneren beperkt door aanwezigheid van sloten en de afvlakking van het terrein, is er interne eutrofiëring door stagnatie van het water en dan loopt ook de snelweg nog eens dwars door het gebied (R. Ketelaar, pers. med.)

Toch zou het interessant zijn om de huidige kiezelwierenflora in beeld te brengen, rekening houdend met de verschillen in de terreingesteldheid (zoals uiteenlopende fosfaatgehalten van de bodem) en te volgen in hoeverre er als gevolg van de maatregelen nog bijzondere soorten van vroeger terugkeren en zich mogelijk nieuwe gaan vestigen.

### Literatuur

- Aa, A.J. van der, 1840.** Aardrijkskundig woordenboek der Nederlanden. Noordduyn, Gorinchem. 865p.
- Boosten, A. (red.), 2006.** 13 jaar herstelplan Naardermeer. Natuurmonumenten, 's-Graveland.
- Bosker, H., 1874.** Het Beekberger Woud voor en tijdens de ontbossing en het cultiveren van den grond. Bijblad van de Landbouw Courant 11(16): 245-262.
- Dam, H. van & G.H.P. Arts, 1993.** Ecologische

veranderingen in Drentse vennen sinds 1900 door menselijke beïnvloeding en beheer. Provincie Drenthe, Assen/DLO-Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, Leersum/Grontmij Advies en Techniek, De Bilt.

**Dam, H. van & A. Mertens, 1989.** Diatomeeën van oude en recente aquatische macrofyten uit het Beuven in relatie tot het beheer. Diatomedelingen 8: 15-23.

**Dam, H. van & A. Mertens, 1993.** Kiezelwieren op herbariummateriaal als referentie voor waterkwaliteit. De Levende Natuur 94(1): 22-27.

**Dam, H. van & A. Mertens, 2020.** Kiezelwieren op herbariummateriaal uit het Beekbergerwoud een retrospectieve milieu-analyse. Adviseur Water en Natuur, Amsterdam/Diatomella, Overasselt.

**Dam, H. van, A. Mertens & J. Sinkeldam, 1994.** A coded checklist and ecological indicator values of freshwater diatoms from The Netherlands. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 28: 117-131

**Hanhart, K. & G. Maljaars (2011).** Eco-hydrologisch onderzoek Beekbergerwoud. Hanhart Consult, Lochem.

**Lange-Bertalot, H., G. Hofmann, W. Werum & M. Cantonati, 2017.** Freshwater benthic diatoms of central Europe: Over 800 common species used in ecological assessment. Koeltz Botanical Books. Schmitten-Oberreifenberg.

**Lohuizen, H. van, 1980.** Het Beekberger Woud. De geschiedenis van een verloren oerbos. Oudheidkundige Vereniging De Marke, Eerbeek.

**Moerman, J.D. & E.E. van Zinderen Bakker, 1950.** Het Beekberger Woud, ontstaan en verleden. Nederlandsch Kruidkundig Archief (Serie 3) 57: 363-384.

**Molkenboer, J.H., 1847.** Schets der mos-vegetatie van het Beekbergerwoud. Nederlandsch Kruidkundig Archief 1: 260-271.

**Veen, P., 1993.** Het Beekbergerwoud: natuurontwikkeling in een voormalig oerbos. Vereniging Natuurmonumenten, 's-Graveland.

**Wttewaall, J., 1836.** Het Beekbergerwoud. Tijdschrift voor Natuurlijke Geschiedenis en Physiologie 3: 1-6.

### Summary

#### Diatoms on old (1834-1854) herbarium material from the former Beekbergerwoud

The Beekbergen alder forest was cut down in the years 1869-1871 and transformed to agricultural grassland.

In Naturalis Biodiversity Center, herbarium material from aquatic and marsh plants (including mosses) from the years 1834-1854 was traced. Small pieces of plants were used to make prepared microscopic slides of the attached diatoms. The species composition was determined semi-quantitatively.

107 taxa were found, of which 28 are rare for the Netherlands. These are mainly taxa from clean, (weakly) buffered waters, which often have a main distribution in low mountain ranges, the Alps or Scandinavia. Five new taxa were found for the Netherlands. These too are mainly taxa of clean waters.

There are samples with many and few flow indicators and there are differences in the presence of drought indicators. The acidity indications indicate predominantly neutral to alkaline conditions, but locally there would have been slightly acidic conditions as well. This corresponds with the variations in quality of upwelling groundwater. The trophic state was in the meso- to eutrophic range. The variation in saprobity indications is probably related to differences in the presence of digestive tree leaf.

In the last decades, parts of the former Beekbergerwoud were acquired by a nature conservancy organization. As there is still a strong influx of clean, alkaline groundwater, a partial comeback of the former rich diatom flora might be possible, when proper restoration measures are taken.

### Dankwoord

Christel Schollaardt (Naturalis Biodiversity Center) gaf toestemming voor het gebruik van herbariummateriaal en Barbara Gravendeel (Naturalis Biodiversity Center) was behulpzaam bij het opzoeken en verzamelen daarvan. Bart Van de Vijver (Plantentuin Meise) vervaardigde de preparaten. Karel Hanhart (Eelerwoude) en Eddy Weeda verstrekten informatie over het gebied.

Herman van Dam  
Adviseur Water en Natuur  
herman.vandam@waternatuur.nl

Adrienne Mertens  
Diatomella  
adrienne@diatomella.nl