

Het *insula* ten noorden van Warffum

Een bijdrage van de koolstofisotopen

Kort voor 1230 waren de Hunsingoërs en de Fivelingoërs onderling verdeeld geraakt in een conflict dat al enige tijd smeulde tussen de Utrechtse bisschop enerzijds en de bewoners aan de grenzen van zijn machtsgebied aan de andere zijde: de Drenten, de stad Groningen en de Ommelanden. Tegenover de bisschoppelijke aspiraties kon men in het noorden nauwelijks een gemeenschappelijk belang stellen en van een eensgezind optreden tegen de bisschop was dan ook geen sprake. Regionale belangen en geweldsincidenten leidden juist tot wisselende coalities. Zo waren ook de Hunsingoërs en de Fivelingoërs in verschillende kampen terechtgekomen en kregen ze bovendien ruzie over hun territoriale grens. De oostwaartse expansie van Hunsingo ten koste van Fivelingo zette de zaak op scherp en het conflict spitste zich toe op een niet nader genoemd eiland, in de bronnen als *insula* aangemerkt. Te land verliepen grenzen vaak via waterloopjes of dwars door venen maar bij landaanwas of onbedijkt land was sprake van een nieuwe situatie die nieuwe oplossingen vereiste. In het jaar 1231 werd slag geleverd tussen de ‘Ernerenses’ en de ‘Uthusenses’ met het *insula* als inzet. Deze strijd zou zich voortslepen tot 1250 en werd pas beslecht toen de stad Groningen zich met de kwestie ging bemoeien en partij koos voor de ‘Ernerenses’.¹ De enige historische bron voor genoemde strijd is de bekende kroniek van Wittewierum van abt Emo, een tijdgenoot († 1237).² Wat de locatie betreft is maar nauwelijks meer bekend dan dat deze strijd is gevoerd in de nabijheid van een gracht.

De slag van 1231 houdt historici al eeuwenlang bezig met vragen als: Wie waren die Uthusenses en Ernerenses? In de nabijheid van welke gracht werd de strijd gevoerd? Om welk eiland ging het? Men is het er wel over eens dat met de ‘Uthusenses’ de inwoners van Uithuizen zijn bedoeld; de ‘Ernerenses’ zijn mogelijk, maar niet zeker, de inwoners van Eenrum. De gracht waarvan sprake is, kan de Oude Weer, het Maarvliet, de Oude Delthe of nog een ander water



Figuur 1. De kaart van Menso Alting, waarop (door de auteurs) het insula is aangegeven met een rood kader.

zijn.³ Dit artikel houdt zich uitsluitend bezig met de vraag om welk eiland strijd werd geleverd. Sommigen menen dat het Rottumeroog moet zijn geweest, anderen pleiten voor een kwelderland voor de kust van het vaste land.⁴ De meest uitgesproken opvatting is die van Menso Alting. Menso III Alting (1636-1712) bekleedde diverse bestuurlijke functies en was onder andere burgemeester van Groningen. Hij gaf in 1701 zijn *Descriptio Frisiae* uit, met daarin opgenomen een kaart van Noord-Nederland.⁵ Daarop duidt hij al het buitendijks land van de Marne tot aan Fivelingo aan als ‘Insula Enderensium et Uthusens’ (Figuur 1). Dit is de enige bekende kaart waarop het *insula* voorkomt.

Uit natuurwetenschappelijk onderzoek aan schelpen, verzameld in dit gebied, blijkt nu dat in de periode die abt Emo noemt en op de door Alting aangegeven plek inderdaad een (schier)eiland moet hebben gelegen. We hebben gebruik gemaakt van analyses van de zogeheten koolstofisotopen van de schelpen om deze bewering te onderbouwen. De analyses zijn verricht door het Centrum voor Isotopen Onderzoek van de Rijksuniversiteit Groningen als onderdeel van een aantal archeologische en aardwetenschappelijke onderzoeksprojecten naar het Noord-Nederlandse kustgebied. Het schelpenonderzoek helpt ons bij het dateren van (pre)historische inbraken van de zee in het hele Fries-Groningse kustgebied en bij het reconstrueren van de zeespiegelcurve in het verleden. Over dit laatste is een publicatie in voorbereiding; in deze bijdrage beperken we ons tot het genoemde *insula*.

Isotopen en dateringen

Voor een goed begrip van de betekenis van dit onderzoek volgt eerst een uitleg van de ¹⁴C-dateringsmethode. Het element koolstof (C) komt in de natuur voor in drie hoedanigheden of isotopen, elk met zijn eigen massa: de stabiele

isotopen ^{12}C en ^{13}C en het radioactieve isotoop ^{14}C . Het relatieve voorkomen van genoemde isotopen is respectievelijk ongeveer 99 %, 1 % en 0.000000001 %. Kosmische straling produceert in de hogere atmosferelagen voortdurend ^{14}C . Levende organismen nemen via de voedselketen dit isotoop op. Zodra een organisme sterft, houdt de inname van ^{14}C op en verdwijnt de nog aanwezige hoeveelheid ^{14}C met een bepaalde snelheid. Nu weten we dat de halveringstijd voor ^{14}C 5730 jaar is, dat wil zeggen dat 5730 jaar na de dood van het organisme de helft van de oorspronkelijk aanwezige hoeveelheid ^{14}C is verdwenen. Daardoor kunnen we in principe de ouderdom van alles wat geleefd heeft te weten komen door de hoeveelheid overgebleven ^{14}C te meten. Zo kunnen we bijvoorbeeld vaststellen of een in de grond gevonden bot heeft toebehoord aan een prehistorische mens of aan iemand uit de tijd van Napoleon.

Helaas is het niet zo dat dateren met de ^{14}C -methode gewoon een kwestie is van het ^{14}C -gehalte meten en met behulp van de halveringstijd de ouderdom uitrekenen – daarvoor zijn er te veel complicerende factoren. Zo is het ^{14}C -gehalte in de natuur niet constant, met als gevolg dat de ^{14}C -tijdschaal een grillig verloop kent, vergeleken met de kalendertijd. Daarom hanteren we de zogenaamde ^{14}C -ouderdom, die wordt uitgedrukt in een speciale eenheid, namelijk de BP (wat oorspronkelijk Before Present betekende), naast de kalenderouderdom. Ijkgrafieken zorgen ervoor dat de gemeten ^{14}C -ouderdom kan worden vertaald naar de werkelijke (kalender)leeftijd. Die ijkgrafieken zijn voornamelijk gebaseerd op dendrochronologisch gedateerd hout, dat is de methode die gebruik maakt van de jaarlijkse groeiverschillen en die een meetbare jaarringkarakteristiek oplevert.⁶ Voor meer gedetailleerde informatie over de ^{14}C -methode verwijzen we naar de literatuur.⁷

Een andere complicerende factor is dat het ^{14}C -gehalte anders is bij organismen die op het land leven dan bij organismen die in het water leven (en bijvoorbeeld ook bij mensen die op een dieet van voornamelijk vis leven). Dat komt doordat ook water ^{14}C opneemt, in de vorm van opgeloste CO_2 uit de atmosfeer. Hoe dieper onder de oppervlakte, hoe ouder het water is en dus hoe minder ^{14}C het nog bevat. Doordat diep water en oppervlaktewater vermengd raken, krijgen in het water levende organismen ook het oude water binnen en gaat hun ^{14}C -gehalte navenant omlaag. Daardoor worden ze ‘te oud’ gedateerd. Zo meten we voor een Noordzee-schelp die recent is doodgegaan en aangespoeld een ^{14}C -ouderdom van vierhonderd jaar (400 BP). Deze afwijking heet het reservoir-effect, en wordt ook wel ‘viseffect’ genoemd. Dit effect corrigeren we door van het verkregen BP-getal vierhonderd af te trekken, alvorens dit om te zetten naar kalenderjaren.⁸

Isotopen en biotopen

Ook het stabiele isotoop ^{13}C levert gegevens uit het verleden op. We gebruiken ^{14}C om de ouderdom te meten; de concentratie ^{13}C in een organisme is een indicatie voor het dieet en daarmee de leefomgeving.⁹

De ^{13}C -concentratie in een bepaald standaardmateriaal is nauwkeurig bekend. De ^{13}C -concentratie in andere materialen (zoals een organisme) wordt



weergegeven als het verschil van de standaard, uitgedrukt in de zogenaamde deltawaarde ofwel $^{13}\delta$. Omdat het om heel kleine afwijkingen gaat, worden promillages (met het symbool ‰) gebruikt. Planten hebben bijvoorbeeld een gemiddelde $^{13}\delta$ -waarde van -25 ‰. Dit betekent dat ze 25 ‰ (oftewel 2.5 %) minder ^{13}C bevatten dan de standaard; ze zijn “verarmd” in dit isotoop.

Ook schelpen hebben specifieke $^{13}\delta$ -waarden die representatief zijn voor hun herkomst. In de volgende paragraaf gaan we hierop nader in.

Schelpen

Gedurende de afgelopen vijf tot zes decennia zijn vele schelpmonsters door middel van ^{14}C gedateerd voor onderzoek dat uiteenloopt van het meten van de zeespiegelstijging in het verleden tot de ouderdomsbepaling van prehistorische vondsten. Met de ^{14}C dateringen komen ook ^{13}C getallen beschikbaar. Hieraan is tot nu toe nauwelijks aandacht besteed, aangezien de onderzoeksvraag doorgaans beperkt bleef tot de ouderdom. Daarnaast heeft de eerste auteur gedurende vele jaren bij diverse graafwerkzaamheden in de provincie Gronin-

Figuur 2. Foto's van de besproken schelpensoorten, achtereenvolgens *Cardium edule* (kokkel), *Mytilus edulis* (mossel), *Macoma baltica* (nonnetje), *Mya arenaria* (strandgaper) en *Scrobicularia plana* (slijkgaper).

Tabel 1. Gegevens van de geanalyseerde schelpen. Zie de tekst voor uitleg.

gen gericht schelpen verzameld, met een oog voor zowel de geografische als de (pre)historische context. We beschikken nu over een database met gegevens van circa 400 schelpen uit de hele provincie.

Een groot deel van de onderzochte schelpen bestaat uit kokkels.¹⁰ Kokkels zijn tweekleppige schelpdieren en als tweekleppige exemplaren worden aangetroffen, is het waarschijnlijk dat deze op de plek hebben geleefd waar ze zijn gevonden (een zogenaamde *in situ*-vondst). Voor de vondst van losse kleppen hoeft dit niet op te gaan; die kunnen daar als dood materiaal zijn terechtgekomen door afzetting, verspoeling, als consumptieafval of in samenhang met de fabricage van schelpkalk.

Brakwaterschelpen kunnen worden onderscheiden van mariene schelpen door het gehalte van het stabiele isotoop ¹³C, hun ¹³δ-waarden dus. De ¹³δ-waarden van brakwaterschelpen variëren van -3 tot -9 ‰, die van mariene schelpen van -2 tot +1 ‰. Dit verschil hangt samen met het verschil in verversingssnelheid van het water en de hoeveelheid plantaardig materiaal in de bodem. Stilstaand water wordt brak, dat wil zeggen het vermengt zich met organisch materiaal uit de bodem. Organisch materiaal bevat koolstof, de in dat water levende organismen krijgen het organisch materiaal binnen en daarmee worden hun ¹³δ-waarden meer negatief (de waarde voor planten is immers -25 ‰). Aan de hand van de ¹³δ-waarden van de schelpen kan dus worden vastgesteld of de schelpdieren in open water hebben geleefd of in brak water. Voor een meer technische uitleg verwijzen we naar de vakliteratuur.¹¹

Samenvattend: *in situ*-vondsten van schelpen wijzen op de aanwezigheid van water op de vindplaats in een bepaalde periode. Met behulp van ¹⁴C-dateringen kan die periode worden gereconstrueerd; door meting van de ¹³δ-waarden kan worden vastgesteld of het open zeewater of brak water betreft.

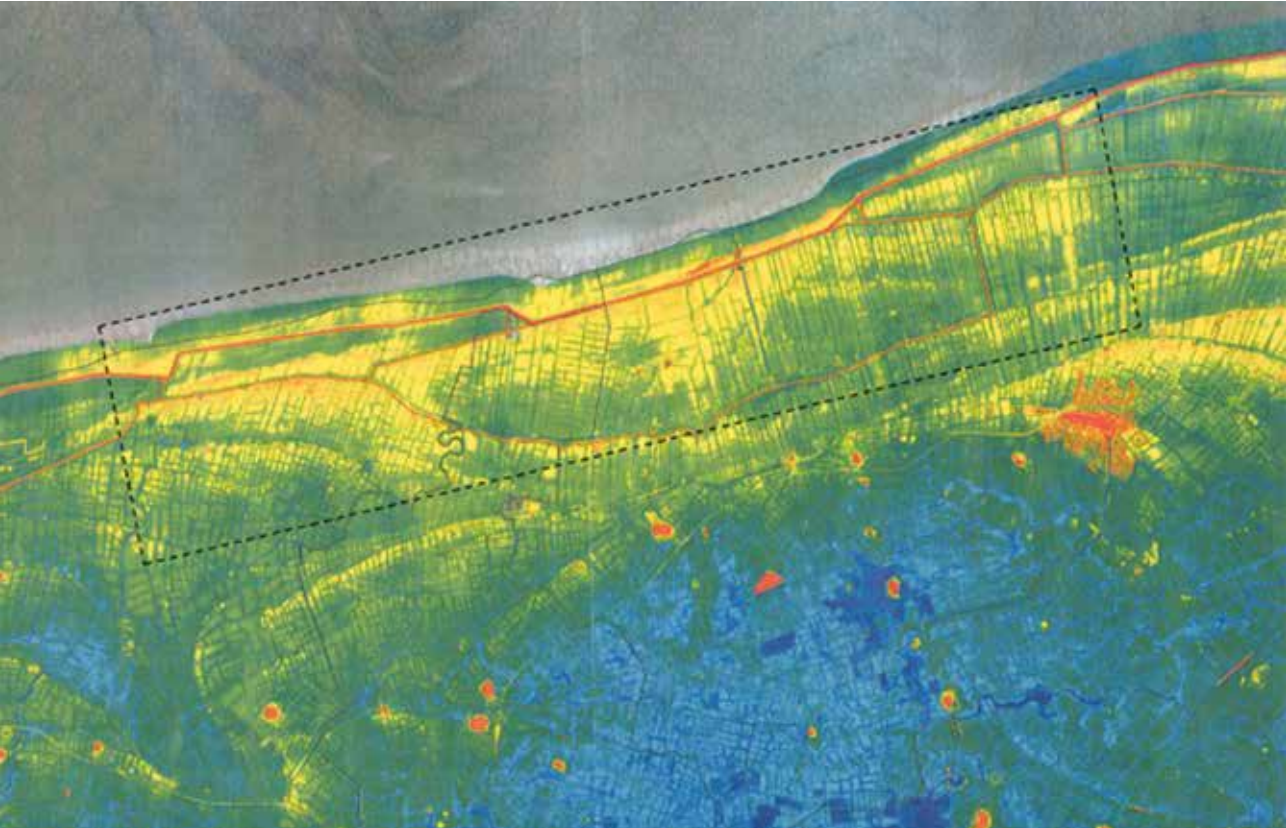
Analyseresultaten (tabel 1)

De resultaten van de isotopenanalyses en -dateringen van de onderzochte Groningse schelpen zijn opgenomen in tabel 1. Alle schelpen blijken afkomstig van mariene organismen. De monsters zijn genummerd 1 tot en met 45 en hebben daarnaast een officieel laboratoriumnummer, beginnend met GrN of GrA. De laatste zijn ter onderscheiding aangeduid met een *. Deze laboratoriumnummers staan voor de internationale code die alle ¹⁴C-laboratoria gebruiken. De GrN-gelabelde monsters zijn gemeten met de conventionele dateringsmethode (radiometrie), de GrA-gelabelde monsters zijn gemeten met een deeltjesversneller (massaspectrometrie).

De ¹⁴C-dateringen zijn aangegeven in BP met een onzekerheidsmarge (de zogeheten 1-sigma onzekerheid). De ¹³δ-waarden van de gedateerde monsters zijn aangegeven in ‰ (promille).

Van de schelpen wordt voor de volledigheid de soort genoemd. Hierbij staat car voor de *Cardium edule* (kokkel), myt staat voor *Mytilus edulis* (mossel), mac voor *Macoma baltica* (nonnetje), mya voor *Mya arenaria* (strandgaper) en scp voor *Scrobocularia plana* (slijkgaper). Genoemde soorten zijn afgebeeld in figuur 2. Mix staat voor een mengsel van schelpensoorten.

nr	monsternaam	GrN/GrA(*)	¹⁴ C (BP)	jaartal (AD)	¹³ δ (‰)	type	coord. X	coord. Y
1	Warffum I	54858*	1080±30	1285-1320	-2.42	car	233.4	602.8
2	Hefswal I	32911	1235±45	1125-1230	-0.39	myt	244.7	605.3
3	Hefswal II	13349	1130±40	1240-1300	-0.12	car	245.2	607.3
4	Hefswal III	13350	1210±40	1165-1250	-0.52	car	245.2	607.3
5	Eemshaven I	14571*	1080±40	1275-1330	-1.44	mac	246.9	608.7
6	Eemshaven II	14573*	1290±40	1065-1155	+0.33	car	246.9	608.7
7	Valom I	14574*	1150±40	1230-1290	+0.39	car	243.3	607.3
8	Valom II	14575*	1160±40	1220-1285	-0.45	car	243.3	607.3
9	Noordpolder	55833*	1090±35	1280-1320	-0.20	car	232.8	603.1
10	den Aniel	32624	1280±25	1085-1160	-0.05	car	230.4	602.0
11	NW Smeersum	32681	1150±45	1225-1290	-0.59	car	231.5	603.0
12	Noordpolder I	32503	1100±45	1255-1305	-0.68	car	233.4	602.8
13	den Aniel	32929	1120±45	1245-1305	-0.29	car	230.2	602.9
14	Oosteinde	32874	1155±40	1225-1285	-1.23	car	249.5	604.3
15	Roodeschool	32878	1180±40	1200-1270	-0.76	car	245.8	603.4
16	Hefswal IV	32910	1230±40	1130-1230	-1.33	car	244.7	605.3
17	Oostpolder	32837	1050±45	1290-1385	-1.75	car	247.4	606.6
18	Noordpolder II	32504	1070±55	1270-1380	-2.89	car	231.6	603.5
19	Hiddingerzijl	54862*	1595±30	745-820	-0.85	car	228.3	601.9
20	L.H. polder VI	13887*	1470±40	900-985	-0.28	mac	223.9	603.9
21	Pieterburen	55834*	1700±35	665-715	-1.01	car	226.2	602.1
22	Warffum II	32869	1500±75	815-980	-0.24	car	233.6	602.9
23	Westernieland I	32945	1620±50	705-810	-0.24	car	228.0	602.3
24	Westernieland II	17650	1640±35	710-775	-0.36	car	227.0	601.7
25	Eemsweg	32800	1495±50	850-950	-0.56	car	242.6	605.5
26	Lage vd Weg	32913	1535±80	775-955	-3.19	scp	239.8	604.2
27	Rensumaborg	32905	1575±50	765-895	-1.51	car	243.2	604.4
28	Roodeschool	21646	1430±70	900-1040	-0.31	car	245.8	603.3
29	Oudedijk	32843	1480±45	880-985	-0.68	car	226.2	602.8
30	Noordpolder	32871	890±50	1415-1475	-0.81	car	231.9	603.7
31	den Aniel	32930	1040±40	1300-1385	+0.29	myt	230.2	602.9
32	Emmapolder	14570*	940±40	1360-1450	-0.58	car	246.9	608.7
33	Hefswal	13348*	880±40	1430-1475	-0.48	car	245.2	607.3
34	Uithuizerpolder	32917	890±75	1360-1500	+0.20	myt	240.7	605.3
35	Emmapolder	14569	870±40	1435-1480	-0.45	car	246.9	608.7
36	Usquert	57589*	815±35	1465-1515	-2.14	car	235.6	604.0
37	Usquert	18028	860±35	1445-1485	-1.51	mix	236.2	606.8
38	Usquert	18027	825±35	1460-1505	-1.21	mix	236.2	606.8
39	Usquert	18026	760±35	1500-1570	-1.21	mix	236.2	606.8
40	Usquert	18024	760±45	1490-1615	-0.92	mix	236.2	606.8
41	Linthorst Homan polder	17469	810±45	1460-1525	-0.40	car	228.5	604.7
42	Negenboeren polder	13886*	790±40	1470-1540	-0.02	car	223.9	603.9
43	Oudeschip	32884	910±35	1415-1455	-0.76	car	250.9	608.0
44	Noordpolder	55831*	850±35	1450-1490	-0.62	myt	231.9	603.7
45	Groot Zeewijk	55687*	555±25	1315-1355	-25.33	leer	233.3	604.1



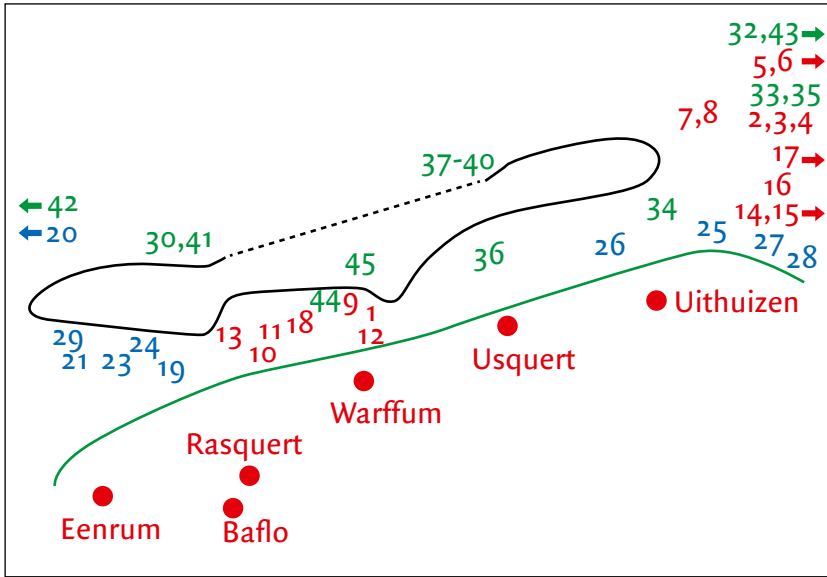
Figuur 3a. Hoogtekaart van Noord-Groningen, waarin het gebied van het *insula* met een kader is aangegeven.

Monster nr. 45 is het enige niet-schelpenmateriaal dat is geanalyseerd; het betreft hier leer van een middeleeuwse schoen. We noemen het resultaat hier, omdat het relevant is voor de reconstructie van het *insula*.

De ^{14}C -ouderdommen zijn gekalibreerd naar kalenderjaren met de nieuwste ijkgrafiek.¹² De kalenderjaren zijn afgerond weergegeven in AD (Anno Domini = na Christus). Bij de kalibratie is het reservoir-effect voor de schelpmonsters verdisconteerd. In de tabel zijn de dateringen gegroepeerd naar ouderdom in drie groepen, aangegeven met de kleuren rood, blauw en groen.

Bespreking

De geanalyseerde schelpen uit tabel 1 zijn ingetekend op figuur 3b. De nummers en kleuren op de kaart corresponderen met die in de tabel. Ook hier zijn de resultaten in drie groepen ingedeeld naar ouderdom, elk met een eigen kleur. De blauw gemarkeerde dateringen vormen de oudste groep: uit ruwweg de 8^e en 9^e eeuw. De rood gemarkeerde dateringen stammen uit de tijd omstreeks de slag van 1231. De groen gemarkeerde dateringen zijn de jongste, slechts een paar eeuwen oud.



Figuur 3b. Schetsmatige kaart van het gebied, waarin zijn aangegeven het insula, de Oude Dijk (groene lijn) en dorpen langs de toenmalige kust, en de locaties van de schelpmonsters. De nummers en kleuren komen overeen met die in de tabel en tekst.

Figuur 3a is een gedeelte van een kaart van de provincie Groningen met de huidige hoogteligging, afkomstig van satelliet-waarnemingen. De hogere en lagere gebieden van de streek boven Warffum zijn op deze kaart duidelijk te herkennen en zijn consistent met eerder uitgegeven hoogtekaarten.¹³ Het betreft een gebied met een omvang van circa 2000 hectare. Voor de duidelijkheid is rondom het gebied van het vermeende *insula* een rechthoek getekend. De moderne situatie hoeft natuurlijk niet direct met de situatie van eeuwen geleden overeen te komen. Desondanks is een samenhangend, insula-achtig gebied (eiland of schiereiland) herkenbaar. Op een grondsoortenkaart is het *insula* eveneens te onderscheiden.¹⁴

Gebaseerd op figuur 3a is een schetsmatige kaart vervaardigd (figuur 3b) met daarop de geanalyseerde schelpen ingetekend op hun vindplaats. De ¹³δ-waarden laten zien dat op die plek zee was in de periode die door de ¹⁴C-dateringen wordt bestreken.

Samengevat ontstaat het volgende beeld. De oudste schelpen (blauw) dateren uit de 8^e en 9^e eeuw. Zij zijn gevonden op de oudere strandwallen ten noorden van de Oude Dijk. Deze dijk, in figuur 3b getekend als groene lijn, is omstreeks 1200 aangelegd.¹⁵ Het gebied ten noorden van de dijk was dus water in de 8^e en 9^e eeuw. De rood gemarkeerde schelpen dateren uit de periode van de slag van 1231 tussen de Ernerenses en Uthusenses en corresponderen met de lagere gebieden op de hoogtekaart. Tijdens de gevechten om het eiland bestonden deze gebieden uit open water in verbinding met de Waddenzee. Dit is nu aangetoond door de ¹³δ-waarden van de schelpen: zij hebben een 100 % mariene signatuur. De jongste groep schelpen, ongeveer 500 jaar oud en aangegeven in groen, blijkt eveneens puur marien; het *insula* bestond blijkbaar ook toen nog.

Onze gegevens wijzen er dus op, dat het voormalige (schier)eiland ‘Insula Enerensium et Uthusens’ overeenkomt met het noordelijke gedeelte van de huidige Noordpolder en het noordwestelijke gedeelte van de huidige Uithuizerpolder. Het is denkbaar dat het *insula* zich nog verder uitstrekte in de Waddenzee ten noorden van de moderne Noordzeedijk, maar dat is speculatie. Ten slotte is vermeldenswaard dat in het gebied dat wij als *insula* beschouwen ondanks gericht zoeken geen schelpen zijn gevonden. Ook dit is een aanwijzing dat het gebied ten tijde van de slag van 1231 droog en bewoonbaar was.

Extra vermelding verdient de vondst van een schoen te Groot Zeewijk. Als archeologische vondst uit het *insula*-gebied is deze van bijzonder belang. Op deze plek lag een lage wierde die in een recent verleden is afgegraven. De schoen is een voorwerp dat op plaatselijke bewoning wijst. De schoen werd eerder geschat op de 9^e eeuw maar hij blijkt nu veel jonger te zijn. Datering met ¹⁴C plaatst de schoen in het begin van de 14^e eeuw (zie tabel 1).¹⁶ Getuige de groep jongste schelpdateringen was dat de tijd waarin Groot Zeewijk op het *insula* lag.

Conclusie

In het Noord-Groningse kustgebied zijn enkele tientallen schelpenmonsters geanalyseerd op koolstofisotopen. De hier besproken meetresultaten zijn consistent met het bestaan van een buitendijks eiland voor de kust van Warffum, zoals vermeld op de beroemde kaart van Menso Alting. Daarmee is niet gezegd dat dit ook daadwerkelijk het eiland is dat volgens abt Emo inzet was van de strijd tussen Uithuizenaren en de ‘Ernerenses’ – die discussie laten we graag over aan de historici. Wel menen we met dit onderzoek een goede illustratie te hebben gegeven van de nieuwe mogelijkheden die onderzoek van natuurlijke isotopen aan archeologische en geologische vondsten biedt.

Noten

- * De auteurs zijn dank verschuldigd aan dhr. C. Reinders voor het beschikbaar stellen van de schoen voor bemonstering, aan dhr. K. de Vries voor hulp bij het construeren van de kaart, aan de Stichting Verdrongen Landschap, en aan mevr. M. Meima voor het kritisch doorlezen en verbeteren van het manuscript.
- 1 R.W.M. van Schaik, ‘Oorlog met de Utrechtse bisschop en de Friese vrijheid’ in: M.G.J. Duijvendak e.a. (red.), *Geschiedenis van Groningen 1: Prehistorie – Middeleeuwen* (Zwolle 2008) 188-190.
- 2 H.P.H. Jansen en A. Janse (ed. en vert.), *Kroniek van het klooster Bloemhof te Wittewierum* (Hilversum 1991) 229.
- 3 Van Schaik, ‘Oorlog met de Utrechtse bisschop’, 189.
- 4 W.J. Formsma en A.T. Schuitema Meijer, ‘De oorlog tussen de Enerenses en de Uthusenses in de dertiende eeuw’, *Groningse Volksalmanak* (1965-1966) 1-16.
- 5 Menso Alting, *Descriptio Frisae...inter Sinc et Eemese ...pars altera notitiae Germaniae inferioris* (Amsterdam 1701).
- 6 E. Jansma en J. van der Plicht, ‘Kalenders van hout’, *Natuur en Techniek* 66 (1998) 62-71.
- 7 J. van der Plicht, ‘De ¹⁴C methode’, *NOaA (Nederlandse Onderzoeks agenda Archeologie)*. Zie <http://www.noaa.nl> hoofdstuk 4 (2006); J. van der Plicht, ‘De ¹⁴C dateringsmethode’, *Westerheem* 62-4 (2013) 189-200.
- 8 J.N. Lanting en J. van der Plicht, ‘Wat hebben Floris V, skelet Swifterbant S2 en visotters gemeen?’, *Palaeohistoria* 37/38 (1996) 491-520.
- 9 M.J. Kohn, ‘You are what you eat’, *Science* 283 (1999) 335-336.
- 10 W. Prummel, E. Knol en H.J. Streurman, ‘Twee soorten kokkels in het Fries-Groninger kustgebied’, *Jaarverslagen van de vereniging voor Terpenonderzoek* (2007) 42-61.
- 11 W.G. Mook, ‘Paleotemperatures and chlorinities from stable carbon and oxygen isotopes in shell carbonates’, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 9 (1971) 245-263; W.G. Mook, *Introduction to Isotope Hydrology: stable and radioactive isotopes of Hydrogen, Carbon and Oxygen* (Leiden 2006).

- 12 P.J. Reimer, E. Bard, A. Bayliss, J.W. Beck, P.G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C.E. Buck, R.L. Edwards, M. Friedrich, P.M. Grootes, T.P. Guilderson, H. Haffidason, I. Hajdas, C. Hatté, T.J. Heaton, D.L. Hoffmann, A.G. Hogg, K.A. Hughen, K.F. Kaiser, B.Kromer, S.W. Manning, M. Niu, R.W. Reimer, D.A. Richards, E. M. Scott, J.R. Southon, R.A. Staff, C.S.M. Turney and J. van der Plicht, 'IntCal13 and Marine13 Radiocarbon age calibration curves 0-50,000 years cal BP', *Radiocarbon* 55 (2013) 1869-1887.
- 13 R. Bügel, *Ommelanden in herinrichting* (Groningen 1988).
- 14 L.A.H. de Smet, *De bodem van Groningen* (Wageningen 1965).
- 15 T. Juk, *Warffum en Breede. Sporen uit het rijke verleden van twee kerkdorpen op het Groningse Hoogeland* (Warffum 2006).
- 16 Juk, *Warffum en Breede*, 140.