

Inhoud

Inleiding	9
1. Ijstijden	11
1.1 Wat is een ijstijd?	11
1.2 Wanneer ontstonden ijstijden?	12
1.3 Hoe ontstaan ijstijden?	14
1.3.1 Milanković-cycli	14
1.3.2 Oceaanstromingen	17
1.4 Waar ontstonden de ijstijden?	18
1.5 Hoe heeft ijstijdonderzoek zich ontwikkeld?	20
1.5.1 De ontdekking van de eerste mammoet	20
1.5.2 De monsterijskap van Louis Agassiz	22
1.5.3 Nick Shackleton	24
1.5.4 Willi Dansgaard en Hans Oeschger	26
1.5.5 Hartmut Heinrich	28
2. De Elster-ijstijd	31
2.1 Welke ijstijden waren er?	31
2.2 De eerste ijstijd in Nederland	32
2.3 Sporen uit het Elsterien in Nederland	35
2.3.1 Tunneldalen	35
2.3.2 Potklei en keileem	36
2.4 Het Holstein-interglaciaal	37
3. De Saale-ijstijd (370.000-130.000 jaar geleden)	38
3.1 Sporen uit het Saalien in Nederland	38
3.1.1 Stuwwallen	38
3.1.2 Keileem	41
3.1.3 Glaciale bekkens	42
3.1.4 Smeltwaterpoorten	43
3.1.5 Sandsr	44
3.1.6 Eskers	45

3.1.7	Zwerfkeien	46
3.1.7.1	Noordelijke groep zwerfkeien	47
3.1.7.2	Zuidelijke groep zwerfkeien	48
3.1.8	Doodijsgaten	51
3.2	Het Eem-interglaciaal (130.000-115.000 jaar geleden)	52
4.	De Weichsel-ijstijd (115.000-11.500 jaar geleden)	54
4.1	Sporen uit het Weichselien in Nederland	54
4.1.1	Pingo's en pingoruïnes	56
4.1.2	Droge dalen	59
4.1.3	Dekzand	60
4.1.4	Woestijnvloer	63
4.1.5	WindkanTERS	63
4.2	Cryoturbaratie	64
4.2.1	Involuties	64
4.2.2	Ijswiggen	65
4.3	Einde van de Weichsel-ijstijd	67
4.4	Dryas, Bølling en Allerød	68
5.	Planten, dieren en mensen tijdens de ijstijden	72
5.1	Planten	72
5.1.1	Vegetatie glacialen	73
5.1.2	Vegetatie interglacialen	74
5.1.3	Fossiel stuifmeel	74
5.2	Dieren	76
5.2.1	De sabelandtijger	77
5.2.2	De wolharige neushoorn	78
5.2.3	Driemaal mammoet	80
5.2.4	De grottenleeuw (en de holenbeer)	83
5.2.5	De steppewisent	85
5.3	Mensen	87
5.3.1	Homo heidelbergensis	88
5.3.2	Homo sapiens	89

6. Het Holoceen	92
6.1 De glaciale wip	92
6.2 Een nieuwe ijstijd...	93
6.3 ... of toch niet?	94
7. Fietsroute Overijssel	97
7.1 Fietstocht	97
7.2 Routebeschrijving	101
Bronvermelding & Leestips	105
Bijlage	108
Index	111

Inleiding

Misschien ben je wel eens gaan wandelen op de Utrechtse Heuvelrug, of op de Posbank, bij de Veluwezoom. Misschien heb je je in Drenthe staan vergapen aan hunebedden – opgebouwd uit gigantische zwerfkeien – of ben je op zeilvakantie geweest in het Friese Gaasterland.

De kans is groot, kortom, dat je al eens een restje ijstijd bent tegengekomen. Nederland – of nou ja, de noordelijke helft van Nederland – heeft grotendeels door het ijs zijn vorm gekregen. En het ijs mag dan al honderdduizenden jaren weg zijn uit ons land, de sporen die het heeft nagelaten zijn nog volop te vinden. Ook de laatste ijstijd, die ruim 11.000 jaar geleden eindigde, heeft zijn stempel gedrukt op het Nederlandse landschap – ondanks het feit dat er toen geen gletsjer te bekennen was in ons land. Maar het was er alsnog ijskoud, en de open vlaktes vormden een ideale leefomgeving voor wolharige mammoeten en sabeltandtijgers.

Al die prehistorische diersoorten hebben eeuwenlang de gemoederen beziggehouden. Van mammoetschedels (die een gat hebben aan de voorkant) werd vroeger gedacht dat ze aan eenogige reuzen (cyclopen) toebehoorden, of aan onderaardse reuzenmollen. Tegenwoordig hebben ijstijddieren zelfs een sterrenstatus: de animatiefilm *Ice Age* was zo succesvol dat deel 5 inmiddels al in de maak is.

De ijstijd is, kortom, nog altijd actueel. Ook in wetenschappelijke zin, want de ijstijden in het verleden gingen gepaard met snelle en intense klimaatveranderingen. En juist door zulke vroegere schommelingen in het klimaat te bestuderen, kunnen we nauwkeurigere voorspellingen doen over de toekomst.

Zelf raakte ik gefascineerd door ijstijden tijdens het eerste jaar van mijn studie Aardwetenschappen, aan de Vrije Universiteit te Amsterdam. Ronald van Balen, bijzonder hoogleraar

Kwartairgeologie, nam ons toen mee op een excursie door Nederland, langs pingoruïnes en zwerfkeien.

Zo secuur als hij destijds mijn tentamens nakeek, zo secuur heeft Ronald ook dit boek doorgelezen, en hij heeft me geholpen mijn ijstijdenkennis her en der op te frissen. Ronald, bedankt!

Gemma Venhuizen, september 2014

1. Ijstijden

1.1 Wat is een ijstijd?

In het Rijksmuseum hangt een schilderij van de Nederlandse schilder Hendrick Avercamp: *Winterlandschap met schaatsers*. Op het doek, ruim 75 bij 130 centimeter groot, is een ijsvlakte te zien met daarop honderden figuurtjes. Hoe langer je kijkt, des te meer details zijn er te zien. Een verliefd stelletje dat hand in hand schaatst, een kluns die languit op het ijs is beland, een bierbrouwer die druk bezig is een gat in het ijs te zagen. Hij heeft tenslotte water nodig om bier te brouwen, en juist in de wintermaanden is de zopie (gekruid bier) niet aan te slepen.

Het doek is meer dan vier eeuwen oud: Avercamp voltooide het in 1608. En toch is die aanblik van de krioelende figuurtjes op het ijs nog altijd herkenbaar. Goed, de Elfstedentochten zijn schaars tegenwoordig. De tijden dat we elke winter onze ijzers konden onderbinden, lijken voorbij. Maar als het streng gevroren heeft, veranderen de bevroren plassen, sloten en grachten in ons land binnen een mum van tijd in een Avercamp-schilderij. Koek-en-zopie-kraampjes, schaatsende stelletjes, valpartijen... Nederland is een ijsland bij uitstek.

En ons land is niet alleen gemaakt *voor* het ijs, maar ook *door* het ijs: het huidige landschap is voor een groot deel ontstaan tijdens drie opeenvolgende ijstijden. Of om precies te zijn: glacialen. Want een van de definities van ijstijd is simpelweg een tijd waarin er ijs op de Noordpool aanwezig is – wat dat betreft leven we nu dus ook in een ijstijd. In een glaciaal, daarentegen, ligt de gemiddelde zomertemperatuur wereldwijd onder de 10 graden Celsius en is de ijsbedekking veel uitgebreider dan tegenwoordig (er waren dus wel degelijk seizoenen te onderscheiden in een glaciaal, maar die varieerden hooguit van 'koud' tot 'iets minder koud'). Ter vergelijking:



1. Hendrik Avercamp, winterlandschap met schaatsers, ca. 1608. Rijksmuseum, Amsterdam.

nu is ongeveer 10 procent van het landoppervlak op aarde bedekt met ijs (en 3 procent van het totale oppervlak). Tijdens ijstijden was dat ongeveer 25 procent van het landoppervlak (en 7 procent van het totale oppervlak).

Over het algemeen wordt met 'ijstijd' een glaciaal bedoeld, en in die definitie komt de term ook in dit boek voor. Het tegenovergestelde van een glaciaal is een interglaciaal: een tijdsperiode die qua vegetatie en zeespiegel lijkt op het Holoceen (de periode waarin we nu leven) en waarin de gemiddelde zomertemperatuur wereldwijd boven de 10 graden Celsius ligt.

1.2 Wanneer ontstonden ijstijden?

Hoeveel glacialeen zijn er geweest sinds het ontstaan van de aarde, 4,6 miljard jaar geleden? Daarover zijn wetenschappers de afgelopen decennia nogal van gedachten veranderd. Aanvankelijk werd gesproken van een stuk of tien, inmiddels hebben onderzoekers het over tientallen glacialeen. Veel glacialeen vonden plaats in het Pleistoceen, een geologisch tijdvak dat duurde van 2,5 miljoen jaar tot 11.500 jaar geleden.

Maar voor die tijd waren er ook al ijstijden, zij het minder regelmatig. Bij die eerdere glaciale was vooral de plaattektoniek van invloed. Pas gedurende de afgelopen miljoenen jaren kregen onze continenten hun huidige vorm en positie – heel kort geleden, als je het vergelijkt met de ouderdom van de aarde. Voor die tijd zwierven ze over de aardbol (en ze zwerven nog steeds: hun huidige positie is slechts een momentopname). Rond 65 miljoen jaar geleden lagen de landmassa's die nu op de plek van Groenland en Antarctica liggen, nog rond de evenaar – en groeide er tropisch regenwoud! Zo'n 50 miljoen jaar geleden werd het kouder op aarde. Dat had deels te maken met het ontstaan van de Himalaya. Bij de vorming van het gebergte werd gesteente blootgesteld aan verwerking en sommige van die chemische verwerkingsreacties verbruikten CO_2 uit de atmosfeer. Daardoor nam de hoeveelheid CO_2 in de atmosfeer af, en dus was er minder broeikasgas om de warmte van de aarde vast te houden.

40 miljoen jaar geleden kreeg Antarctica zijn huidige plaats: helemaal in z'n eentje op de Zuidpool. Doordat het continent afgezonderd raakte en een eigen oceaanstroom kreeg (de Antarctic Circumpolar Current), kwam er geen warm water meer vanaf de evenaar – daardoor werd het er kouder en kouder.

Zo'n 20 miljoen jaar geleden kreeg Groenland z'n huidige plek, en 2,5 miljoen jaar geleden ontstond Scandinavië zoals wij het nu kennen. Aan het begin van het Pleistoceen lagen de continenten dankzij plaattektoniek op hun huidige plaats: een gunstige locatie voor het ontstaan van ijskappen. Maar om die ijskappen ook daadwerkelijk te laten groeien, was een andere factor van belang: de hoeveelheid zonnestraling, en, om preciezer te zijn, de verdeling van die zonnestraling gedurende het jaar. Om voor een glaciaal te zorgen, moest de zonne-instraling laag genoeg zijn.