

Een tijdje geleden

Arie W. Janssen* en Frank Wesselingh*

Er blijkt nog steeds grote verwarring te bestaan onder zowel professionele als niet-professionele geologen over het gebruik van ouderdoms-aanduidingen voor afzettingen en fossielen. Er bestaan echter duidelijke voorschriften, die niet overal even goed bekend zijn. In dit stukje gaan we in op de geochronologische naamgeving van het Kenozoïcum (ook wel geschreven als Cenozoïcum of Cainozoïcum). Waarom is de naam 'Hemmoorien' wel bruikbaar maar toch niet geldig als het op een ouderdom aankomt? Waarom is 'Lutetien' wel geldig? Waarom wordt 'Gelasien' niet bij ons gebruikt hoewel het een geldige ouderdomsaanduiding is? Waarop zijn deze aanduidingen eigenlijk gebaseerd?

We hebben het hier over tijd, over ouderdommen van afzettingen die over de hele wereld te vergelijken zijn. Onderscheid kan gemaakt worden tussen geochronologie en chronostratigrafie. Geochronologie gaat over absolute ouderdom, het aantal jaren. De chronostratigrafie betreft de eenheden, de indeling van de tijd, de perioden. Het onderscheid hiertussen is aan het vervagen, omdat datering steeds nauwkeuriger kunnen plaatsvinden, en dus ook de begrenzingen van de perioden. Het Kenozoïcum is opgedeeld in een aantal periodes, die naadloos op elkaar aansluiten, en zo zijn de periodes opgedeeld in etages. Het 'vinden' van een nieuw stukje tijd is dus onmogelijk: als een wetenschapper vindt dat een bepaalde laagopvolging een aparte tijdsnaam verdient, dan zou die tijd van een bestaande periode of etage moeten worden 'afgesnoept'. De bestaande indeling in periodes en etages is echter al zodanig vastgesteld en geaccepteerd dat dit vrijwel onvoorstelbaar is geworden.

Er zijn natuurlijk ook andere vormen van stratigrafie, namelijk lithostratigrafie, magnetostratigrafie, sequenestratigrafie, biostratigrafie, etc. Deze disciplines houden zich bezig met het correleren van afzettingen en gesteenten. Het is zaak, om geochronologie, chrono-, litho- en biostratigrafie scherp gescheiden te houden, omdat misverstanden anders onvermijdelijk zijn. Elke soort stratigrafie heeft dan ook z'n eigen nomenclatuur (Freudenthal, 1969). Uit deze laatste publicatie nemen wij de be-

namingen voor de verschillende eenheden over, die voor de biostratigrafie zijn verder aangevuld volgens Hedberg (1976) (zie fig. 1).

Het scheiden van de diverse vormen van stratigrafie heeft ertoe geleid, dat er zeer stringente regels werden opgesteld voor de verschillende definities. De naam Hedberg is in dit opzicht beroemd, en soms zelfs (vooral bij onze oosterburen Hedbergismus!) berucht geworden (Hedberg, 1972, 1976). De publicatie van Van den Bosch et al. (1975), over de stratigrafie van de tertiaire afzettingen bij Winterswijk, is bijvoorbeeld geheel volgens de voorschriften van Hedberg samengesteld.

De kritiek op Hedberg, vanwege de moeilijke en bewerkelijke methodieken, heeft ertoe geleid dat er eenvoudiger, maar niet minder duidelijke voorschriften kwamen. Door de Commission on Stratigraphy van de International Union of Geological Sciences werden nieuwe regels gepubliceerd (Cowie et al., 1986), waarin de principes eenduidig werden vastgelegd.

Elke chronostratigrafische eenheid is sindsdien gedefinieerd door middel van een punt in een standaard sectie (GSSP = Global Stratotype Section and Point). Het moment waarop de sedimenten op het GSSP werden afgezet is de aanvang van het tijdvak van het betreffende GSSP. Het einde van een periode wordt bepaald door het GSSP van het navolgende tijdvak. De sectie waarin het GSSP ligt wordt 'boundary stratotype' genoemd.

Voorheen werd gebruik gemaakt van body stratotypes, dat wil zeggen dat een tijd werd gedefinieerd als de tijd waarin een bepaald interval van een sectie was afgezet. Dit leverde het onoverkomelijke probleem op dat de bovengrens van een stratotype-sectie in, zeg maar, Italië precies even oud zou moeten zijn als de ondergrens van de volgende stratotype-sectie, die misschien wel in Engeland ligt, of zelfs in Noord Amerika. Het gebruik van boundary-stratotypes en body-stratotypes is lang onderwerp van controverse is geweest, vandaag de dag wordt alleen nog gebruik gemaakt van het eerste concept.

De gedefinieerde ondergrens van een chronostratigrafische eenheid bepaalt tevens de ondergrens van eenheden van

Figuur 1

Geochronologie	chronostratigrafie	biostratigrafie	lithostratigrafie
Era	erathem	range-zone	group (groep)
Period	system	interval-zone	formation (formatie)
Epoch	series	lineage zone	member (lid of afzetting)
Age	stage (etage)	assemblage zone etc.	bed (laag)

lagere orde. Zo is het Oligoceen tegenwoordig ingedeeld in twee etages (Rupelien en Chattien). Het GSSP van het Rupelien en het Oligoceen zijn dus dezelfde.

Er blijkt ook de nodige verwarring over de naamgeving te bestaan. De stratigrafie-nomenclatuur regels hebben een niet zo lange traditie als bijvoorbeeld de botanische en zoologische nomenclatuur, maar ook hier gelden regels van prioriteit. De meeste namen refereren aan geografische begrippen, zoals landstreken of plaatsen, waar oorspronkelijk de betreffende tijdseenheden zijn gedefinieerd (het Cambrium naar Cambria, een stam in Wales; het Aquitanien naar de Aquitaine etc.). Namen worden vastgesteld door het ICS (International Commission on Stratigraphy). Als een naam gangbaar is dan wordt er naar stabiliteit gestreefd, ook al is inmiddels de type-sectie van het betreffende interval in een ander gebied gedefinieerd. Zo is bijvoorbeeld het Oligoceen gedefinieerd in een sectie in Massignano nabij Ancona (Italië), en dus definieert dit GSSP ook het begin van het Rupelien, ondanks dat de naam Rupelien uit België stamt.

Als je over tijd spreekt kan er niet gesproken worden in termen van 'onder' en 'boven', maar moeten 'vroeg' en 'laat' worden gebruikt, of eventueel 'oud' en 'jong'. De eerste termen slaan op afzettingen (b.v. onder Eocene formaties) maar zijn feitelijk overbodig als je praat over afzettingen van Vroeg-Eocene ouderdom.

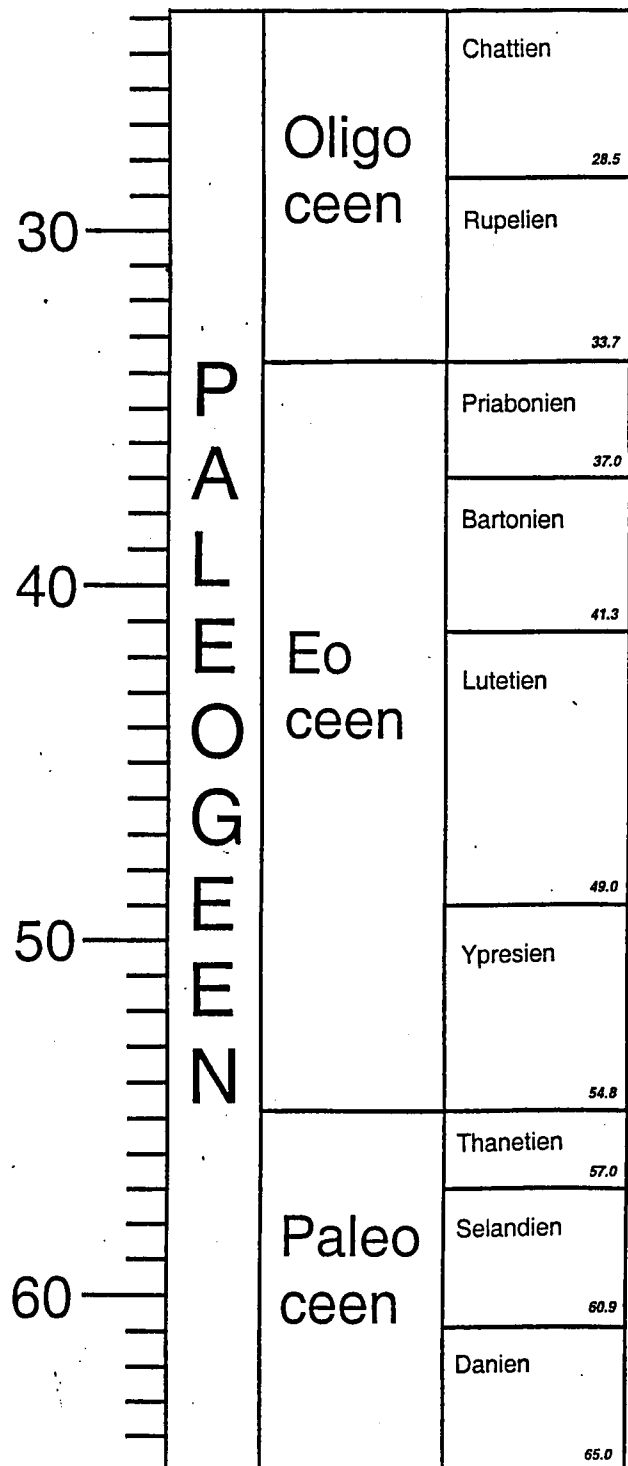
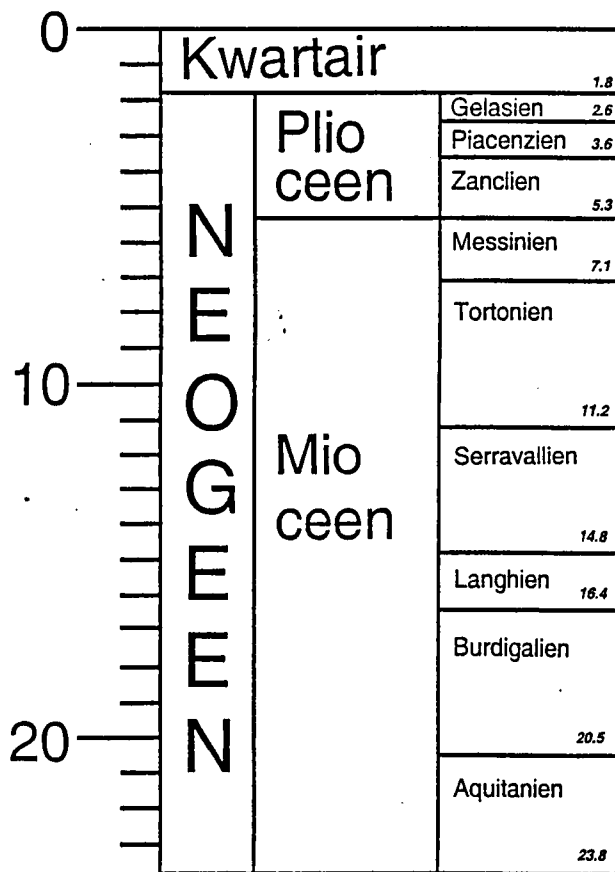
Zoals gezegd, het GSSP is het punt in een sectie waarop afgesproken is dat ten tijde van de afzetting ervan een tijdvak aanvangt. Vroeger werden dergelijke grenzen bij voorkeur vastgelegd op een plaats in een sectie waar een duidelijke grens aanwezig was (een sedimentwisseling bijvoorbeeld). Omdat dergelijke grenzen gewoonlijk een sedimentair hiaat vertegenwoordigen is het onduidelijk waar de grens in dat (tijds)hiaat zou moeten worden geplaatst. Daarom worden nu bij voorkeur grenzen vastgesteld in ononderbroken sedimentpakketten, waarin een bepaald fossiel (index fossil) een grens vertoont, zoals bijvoorbeeld een eerste optreden (FAD = first appearance datum), of een laatste voorkomen (LAD = last appearance datum). Zo is het beginpunt van het Oligoceen, in de Massignano-sectie, gedefinieerd door het voorkomen van Hantkeninidae, een groep van planktonische foraminiferen, in een verder ononderbroken sectie.

Maar met het vastleggen van zo'n punt alleen kom je er niet, want vervolgens moet je natuurlijk weten wanneer dat nou was, hoe lang geleden dit punt werd afgezet. Meestal wordt er een combinatie van methoden gebruikt om tot de 'absolute' ouderdom van een dergelijk punt te komen. Absolute ouderdommen worden alleen verkregen door radiometrische dateringen, methoden waarbij gebruik gemaakt wordt van verval-snelheden van radioactieve isotopen. Er zijn verschillende radioactieve isotopen die worden gebruikt, ieder geschikt voor een verschillende periode van tijd en met eigen onzekerheidsintervallen. Een bekend voorbeeld is de ^{14}C methode, die kijkt naar het

radioactieve verval van koolstof, waarmee tegenwoordig tot c. 50.000 jaar oude koolstofhoudende sedimenten met enige zekerheid kunnen worden gedateerd. Maar fossielen blijken niet altijd geschikte dragers van dergelijke isotopen, en dus vaak niet bruikbaar voor radiometrische ouderdoms bepalingen. En omdat op het GSSP normaal gesproken geen vulkanische of andere dateerbare mineralen te vinden zijn moet er vanuit het GSSP gecorreleerd worden naar een punt in een andere sectie (of boring) waarvan de ouderdom wel gemeten kan worden. Deze correlatie wordt bereikt met (een combinatie van) bio-, magneto-, sequence- of cyclostratigrafische methoden. Biostratigrafische correlatie introduceert de nodige onzekerheid betreffende de ouderdomsbepaling. Correleren wordt vandaag de dag vrijwel uitsluitend aan de hand van planktonische organismen (voornamelijk kalkig nannoplankton, dinoflagellaten en planktonische foraminiferen) gedaan in combinatie met magnetostratigrafie. Ook al kunnen in lokale gevallen benthische organismen worden gebruikt voor dergelijke doeleinden, worden die zo veel mogelijk vermeden omdat ze erg gevoelig zijn voor milieu-variantie en diachronie, en vaak geen betrouwbare tijdsindicatoren blijken te zijn. Maar al te vaak worden klassieke voorbeelden van benthische stratigrafische markers ontmaskerd. Een heel bekend voorbeeld uit het Noordzeebekken is de gastropode *Haustator eryna*, waarvan voorheen werd aangenomen dat deze een gidsfossiel voor het 'Hemmoorien' zou zijn, totdat plotseling werd aangetoond dat deze soort ook voorkomt in het 'Langenfeldien' (Sliggers & Van Leeuwen, 1987). Er zijn veel van dergelijke voorbeelden. Benthische organismen worden vooral voor milieubepaling gebruikt.

In de jaren zeventig en tachtig werd sequence stratigraphy als het tovermiddel voor het correleren van afzettingen beschouwd. Het uitgangspunt was dat globale zeespiegelveranderingen over de hele wereld op dezelfde tijdstippen vergelijkbare signalen in afzettingen zouden produceren. Deze methode heeft zeer ruime navolging gekregen, maar in de laatste tien jaar zijn ook een aantal belangrijke tekortkomingen aan het licht getreden. Zo blijken tektonische regimes (stress-regimes) op continent-schaal signalen (afzettingen) te kunnen produceren die niet of nauwelijks te onderscheiden zijn van signalen ten gevolge van zeespiegelveranderingen, en blijkt de globale eustatische zeecurve die uit de sequence stratigrafische benadering is gedistilleerd niet universeel toepasbaar. Een belangrijk instrument dat in de laatste tien jaar is toegepast is correlatie op cycliciteit in sedimenten ten gevolge van regelmatige veranderingen in de aardbaan en aardas (Mylankhovich cycli).

Als van een tijdperk het beginpunt is aangewezen in een GSSP, en als d.m.v. correlatie met lagen die radiometrisch gedateerd zijn de ouderdom van die grens is vastgesteld, alsmede deze procedures voor het beginpunt van de navolgende eenheid zijn herhaald, dan is een tijdperk met haar ouderdom vastgesteld. Rond 1995 kwamen kort na



Tabel 1
Chronostratigrafie van het Kenozoïcum
(naar Berggren et al, 1995).
Tijd in miljoenen jaren.

elkaar verschillende stratigrafische tabellen uit die (delen van) het Kenozoïcum besloegen. Hierboven geven we de tabel neer zoals die is gecompileerd door Berggren et al. (1995) (zie tabel 1). Veel van deze namen zijn in onze omgeving goed bekend, maar andere veel gebruikte namen (denk aan 'Hemmoorien', 'Anversien', 'Scaldisien') zijn niet terug te vinden in deze lijst. Verder komen er namen in voor die bij ons niet of nauwelijks worden gebruikt. Lokale stratigrafische eenheden hebben geen status als absolute tijdseenheid volgens de ICS maar kunnen

lokaal van groot belang en zeer bruikbaar zijn. De Stufenstratigrafie van het Noordzebekken Mioceen is daarvan een duidelijk voorbeeld. Deze Stufen (b.v. Langenfeldien en Syltien) zijn oorspronkelijk een slecht gedefinieerde combinatie van chrono-, bio- en lithostratigrafische eenheden. Stufen werden veelal gedefinieerd op body-stratotypes, of soms zelfs, zoals bijv. het Hemmoorien, op een gesteentetype dat alleen als zwerfsteen bekend was. Voor tijdsaanduiding zijn deze Stufen dus niet geldig. Er moet worden gestreefd naar de correlatie van derge-

lijke lokale stratigrafische eenheden met de internationale geochronologische nomenclatuur.

Er zijn nog verdere onderverdelingen te maken. Het Mioceen kan bijvoorbeeld worden onderverdeeld in het Vroeg Mioceen (Aquitanië + Burdigalië), het Midden Mioceen (Langhien + Serravallië) en het Laat Mioceen (Tortonien + Messinien).

Veranderingen in naamgeving treden de laatste jaren nog maar zelden op. In vergelijking met zo'n tien jaar geleden is bijvoorbeeld het Stampien in de mondiale naamgeving definitief verlaten voor de term Rupelië, en zijn het Selandien (Palaeoceen) en Gelasië (Pliocene) toegevoegd. Tertiair is verlaten ten faveure van Paleogeen en Neogeen, ook al blijft Tertiair als informele term nog te gebruiken (Wat te denken van een Werkgroep voor Paleogene, Neogene en Kwartaire Geologie?) De ouderdom van de etages is nog wel onderwerp van (meest kleine) verschuivingen.

Over de grens Pliocene-Pleistoceen is de discussie nog niet afgesloten. In de tabel geven wij de formele grens weer, maar in Noordwest Europa wordt deze veelal niet erkend. De grens Plio-Pleistoceen werd ooit vastgesteld op het binnenkomen van Arctische soorten (w.o. de bivalve *Arctica islandica*) in de Middellandse Zee, circa 1,8 miljoen jaar geleden. Deze koude invasie blijkt volgens de nodige wetenschappers bepaald niet overeen te komen met het begin van de meest omvangrijke glaciaties op het noordelijke halfrond, waarmee het Pleistoceen naar hun idee zou moeten worden gedefinieerd (en die rond de 2,5 miljoen jaar geleden plaatsvond). Strikt formeel genomen is deze tweede opvatting niet geldig, ook al is de discussie daarover nog bepaald niet afgelopen. Een universeel toegepaste tijdschaal wint aan overtuiging als deze in staat is belangrijke geologische grenzen te volgen. In de artikelen die rond 1995 uitkwamen werd het Gelasië geformaliseerd, een tijdsperiode die precies het tijdvlak beslaat tussen de 2,5 en 1,8 miljoen jaar. Deze etage valt vooralsnog formeel in het Pliocene.

Referenties

- Berggren, W. A., D. V. Kent, C. C. Swisher & M.-P. Aubry (1995). A revised Cenozoic Geochronology and chronostratigraphy. - SEPM Special Publication 54: 129-212.
- Bosch, M. van den, M. C. Cadée & A. W. Janssen (1975). Lithostratigraphical and biostratigraphical subdivision of Tertiary deposits (Oligocene - Pliocene) in the Winterswijk - Almelo region (eastern part of the Netherlands).- Scripta Geologica 29: 1-167.
- Cowie, J. W., W. Ziegler, A. J. Boucot, M. G. Basset & J. Remane (1986). Guidelines and statutes of the International Commission on Stratigraphy (ICS).- Courier Forschungsinstitut Senckenberg 83: 1-14.
- Freudenthal, M. (1969). De Mio-Pliocene grens in Europa.- Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire

en Kwartaire Geologie 6: 21-26.

Hedberg, H. D. (editor), 1972. Summary of an international guide to stratigraphic classification, terminology and usage. International Subcommission on Stratigraphic Classification, report no. 7b. - Lethaia, 5: 297-323.

Hedberg, H. D. (1976). International Stratigraphic Guide - A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure. John Wiley & Sons, New York, 200 pp.

Sliggers, B. C. & R. J. W. van Leeuwen (1987). Mollusc biozonation of the Miocene in the South-eastern Netherlands and correlation with the foraminiferal biostratigraphy.- Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie 24: 41-57.

*Arie W. Janssen, 12, Triq il-Hamrija, Xewkija VCT 110, Malta (Gozo), email ariewe@dream.vol.net.mt

*Frank Wesselingh, p/a NNM Naturalis, Postbus 9517, 2300 RA Leiden, email wesselingh@naturalis.nnm.nl