

# Termen Kvartær er tilbage - undergrænsen defineret til 2,588 mio. år

Af Ole Bennike, GEUS, Karen Luise Knudsen og Jan A. Piotrowski, Geologisk Institut, Aarhus Universitet

Den 22. maj i år blev det ved en afstemning i den Internationale Kommission for Stratigrafi bestemt, at basis for Kvartær bliver 2,588 millioner år, og desuden at Kvartær har rang som system.

Spørgsmålet om termerne Kvartær og Pleistocæn og især deres nedre grænse har været kontroversielt i årtier. Ved næstsidste internationale geologiske kongres, i Firenze i 2004, forelagde den Internationale Kommission for Stratigrafi (ICS) en geologisk tidstavle, hvor termen Kvartær var udgået (Gradstein et al. 2004). I stedet var Neogen udstrakt til nutiden. Termerne Primær og Sekundær er for længst udgået af den stratigrafiske terminologi, og i 1989 og igen i 2000 publicerede ICS geologiske tidstavler, hvor termen Tertiær var fjernet, uden at det førte til større modstand.

Men fjernelsen af termen Kvartær i 2004 førte derimod til stor modstand fra Kvartærgeologerne, som udgør en meget stor geo-gruppe med anslået 50.000 forskere. Der findes således talrige kvartærgeologiske afdelinger rundt omkring i Verden, og ordet Kvartær indgår i talrige geologiske kort, i tusindvis af tidsskriftartikler og i navnet på en længere række tidsskrifter. Kvartæret var blevet fjernet uden diskussion endsige enighed, undtagen inden for toppen af ICS. Det blev dog slået fast, at hverken plakaten med den geologiske tidsskala eller den bog, som fulgte med, var officielle ICS-publikationer – men derimod uafhængige dokumenter. Ifølge den daværende sekretær for ICS, Jim Ogg, blev Kvartær fjernet, fordi det aldrig

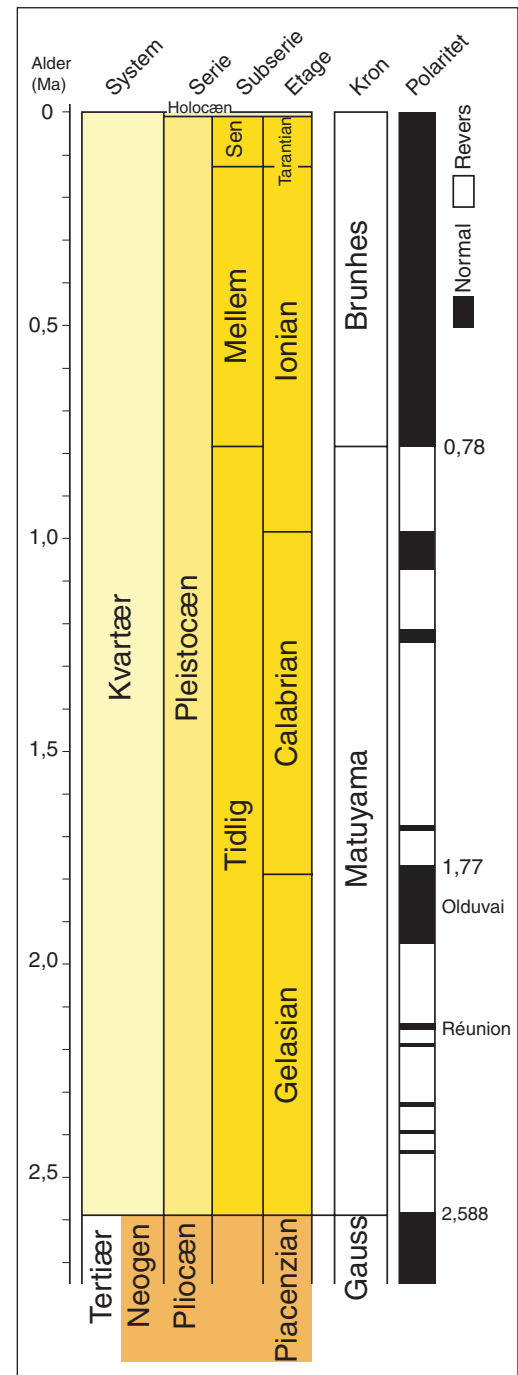
var blevet formelt defineret. Termen har imidlertid været i uafbrudt brug i mere end 200 år, og derfor er det ejendommeligt, at nogle få personer i ICS kunne fjerne den. Modstanden blev anført af den Internationale Union for Kvartærgeologi (INQUA), og i 2004 blev der nedsat en task-force-gruppe, som har arbejdet med spørgsmålet. Task-force-gruppen omfattede medlemmer af INQUA og ICS, og den anbefalede, at

- 1) *Kvartær skulle være en formelt defineret geokronologisk og kronostratigrafisk enhed,*
- 2) *Kvartæret skulle omfatte de sidste 2,6 millioner år, og basis skulle begynde ved basis af Gelasian,*
- 3) *Kvartæret skulle enten have rang af system eller være en sub-era under Neogen, der har rang af system.*

Ved den seneste INQUA-kongres, i Cairns i Australien i 2007, var der 100 % støtte til, at undergrænsen for Kvartær skulle ligge ved 2,6 millioner år, og sammen med en næsten enstemmig støtte fra de nationale INQUA-komiteer førte dette til, at INQUA sendte et formelt brev til IUGS, hvor INQUA's holdning blev gjort helt klar. INQUA plæderede kraftigt for, at termen Kvartær skulle bibeholdes som system, med en nedre grænse ved 2,6 millioner år. I 2007 fastfros den internationale geologiske union (IUGC) sagen, idet den i en formel e-mail fra den 28. maj til ICS meddelte, at Kvartær foreløbig skal have status af system med en nedre grænse ved 1,8 millioner år.

Under sidste internationale geologiske kongres, i Oslo i 2008, var sagen om termen Kvartær et varmt emne, men det blev allerede på forhånd besluttet, at der ikke skulle træffes nogen afgørelse. Dog så det ud til, at IUGS begyndte at støtte INQUA's forslag. I denne forbindelse var det uden tvivl en styrke, at INQUA og IUGS i 2005 var blevet sidestillede, idet INQUA blev fuldt medlem af det Internationale Råd for Forskning (ICSU). Ja man kunne måske forestille sig, at INQUA opstillede en tidsskala for Kvartærgeologer, og IUGS en anden for Prækvartærgeologer.

I den danske nationalkomité for INQUA har sagen været diskuteret på de senere årlige møder. På et tidspunkt har vi stemt om, hvorvidt det var vigtigst at opretholde Kvartær som et system, eller om det var vigtigst at grænsen lå ved 2,6 millioner år. Der var flertal for, at grænsen skulle ligge ved 2,6



Geologisk tidsskala for de sidste årmillioner. Ma = millioner år. (Grafik: Modificeret efter Gibbard et al. 2005)

millioner år, og at Kvartær kunne nedgraderes til sub-system, hvis det var umuligt at komme igennem med begge dele.

## Forkortelser

- ICS:** The International Commission on Stratigraphy  
**ICSU:** International Council for Science  
**INQUA:** International Union for Quaternary Research

### Afgørelsens time

Den 22. maj 2009 var deadline for den endelige afstemning om sagen i den Internationale Kommission for Stratigrafi (ICS). Det blev en klar afgørelse, idet 16 af kommissionens 18 medlemmer stemte for (Mascarelli 2009). Afgørelsen skal formelt også godkendes af den internationale geologiske union (IUGC), men det regnes for en formsag. Det ser således ud til, at en langvarig debat omsider er afsluttet, og vi tror, at den trufne afgørelse vil vinde vidtstrakt accept – også blandt Prækvartærgeologer.

Det der banede vej for denne afstemning var dels, at den varmeste fortaler for at droppe termen Kvartær ikke længere er medlem af den Internationale Kommission for Stratigrafi. Dels gik der flere afstemninger forud.

Der blev først stemt om sagen i den kvartære gruppe og i den neogene gruppe under ICS. Den kvartære gruppe ønskede Kvartær bibeholdt, med en grænse ved 2,6 millioner år. Den Neogene gruppe ønskede, at Neogen udstrækkes til nutiden og inkluderer Pleistocæn og Holocæn. Pleistocæn skal begynde ved 1,8 millioner år, og Kvartær skal omfatte øvre Pliocæn, Pleistocæn og Holocæn og have en underordnet rang.

Da disse grupper ikke kunne blive enige, gik sagen videre til ICS, hvor der først blev stemt om følgende muligheder:

- 1) Basis af Kvartær ved 1,8 millioner år, rang som system
- 2) Basis af Kvartær ved 2,6 millioner år, rang som system
- 3) Basis af Kvartær ved 2,6 millioner år, basis af Pleistocæn ved 1,8 millioner år. Rang af Kvartær: sub-system. Neogen udstrækkes til nutiden.

Resultatet af den første afstemning blev, at 72 % stemte for løsning 2. Blandt kommentarerne til afstemningen kan det nævnes, at hovedparten af medlemmerne af *Commissione Italiana di Stratigrafia* og af *Associazione Italiana per lo studio del Quaternario* støttede løsning 2. Der verse-

rede ellers rygtet om, at de fleste italienske Kvartærgeologer støttede forslag 1.

Derefter gik sagen videre til nummer anden afstemning, hvor man kunne stemme ja, nej eller blank til følgende forslag: Basis af Pleistocæn og Kvartær sættes begge ved basis af Gelasian.

Deadline for svar var den 22. maj. Resultatet af denne afstemning blev at 16 stemte for, og 2 stemte imod.

### Termen Kvartær

Den italienske geolog Giovanni Arduino (1714-1795), som var professor ved universitetet i Padova, foreslog i et brev fra den 30. marts 1759 til Professor A. Vallisneri den yngre at inddele bjergarterne i Norditalien i de fire dele: Primære, Sekundære, Tertiære og Kvartære. Termen Kvartær blev efterfølgende i slutningen af 1700-tallet brugt i dele af Europa, og i 1829 blev den anvendt af den franske geolog Jules Desnoyers for marine sedimenter i Seine Bassinet. Desnoyers definition var, at Kvartæret skulle omfatte sedimenter, som indeholder rester af nulevende dyre- og plantearter. Kvartæret inkluderede bjergarter yngre end Tertiæret, og Kvartær kom efterhånden til at omfatte den periode, som er kendetegnet ved en cyklisk skift mellem istider og mellemistider.

Ved den 18. internationale geologiske kongres i London i 1948 blev det formelt anbefalet af Kommissionen for Plio-Pleistocæn-grænsen at placere grænsen mellem Pliocæn og Pleistocæn ved basis af den marine Calabrian Formation i Italien (King & Oakley 1949). På dette niveau mente man, at de første "kolde gæster" (forholdsvis kuldetolerante arter) begyndte at optræde i Middelhavet. Det drejer sig om muslingen molbøsters (*Arctica islandica*) og foraminifer-arten *Hyalinea baltica*. Det har dog vist sig, at disse arters første optræden falder på forskellige tidspunkter i forskellige profiler i Middelhavet. Og det har endvidere vist sig, at de første "kolde gæster" allerede ankom til Middelhavet for omkring 2,6 millioner år siden, i form af den planktoniske foraminifer *Neogloboquadrina atlantica*.

Under INQUA's kongres i Moskva i 1982 valgte INQUA's kommission for stratigrafi at sætte undergrænsen for Pleistocæn ved overgrænsen af Olduvai, og denne løsning blev formelt vedtaget af ICS i 1983. I 1984 blev grænsen nærmere fastlagt til undergrænsen af en bestemt marin lersten i profil B ved Vrica i Italien (Aguirre og Pasini 1985). Spørgsmålet blev atter taget op i 1998, men det blev besluttet at holde fast ved denne grænse, hvis alder er bestemt til omkring 1,806 millioner år, og denne grænse er blevet anvendt på de forskellige udgaver af den geologiske tidstavle, som blev publiceret af Den Internationale Kommission for Stratigrafi indtil år 2004.

Der har dog længe været udbredt modstand mod denne grænse. Således konkluderede Waldo Zagwijn i 1974, at der var tegn på et stort temperaturfald dateret til ca. 2,5 millioner år i både Nordsø-regionen, Island og Ny Zeeland – den første kuldefase som var sammenlignelig med istiderne i midt og øvre Pleistocæn. Ligeledes viste studier af sedimentkerner fra dybhavet et markant skift til større nedslagninger dateret til omkring 2,5 millioner år (Shackleton & Opdyke 1977). Senere blev det påvist, at der skete et kraftigt temperaturfald i Sydeuropa omkring samme tid. Mange Kvartærgeologer har derfor traditionelt sat grænsen ved ca. 2,5 millioner år – især i Nordvesteuropa, men også i Nordamerika og andre dele af verden. Denne grænse svarer til første vidt-udbredte aflejringer af till i Nordamerika, første vidt-udbredte forekomster af løs og begyndelsen af de traditionelle istider.

På samme tidspunkt skete der også en fundamental ændring i jordens klimasystem og havstrømmene i oceanerne som følge af astronomiske forhold. For omkring 2,6 millioner år siden skete der således en ændring i det cykliske skift mellem kolde og varme perioder fra 21.000 år til 41.000 år. Endvidere skete der et fald i globalt havniveau på omkring 100 m som følge af glaciationer, og der skete store ændringer i terrestriske faunaer og floraer. Sidst men ikke mindst er de ældste fossiler af slægten *Homo* dateret til

# Vi borer over hele landet..!

- Kerneboringer
- Hulsneglsboringer
- Højslevboring
- Tørboring
- Luftslylleboring
- Skylléboring

- ring og hør nærmere...



POUL CHRISTIANSEN A/S  
Brøndborer- &  
Ingeniørfirma  
7840 Højslev  
Tlf. 97 53 52 22

# 100 år

- din sikkerhed for erfaring og kompetence...



omkring 2,6 millioner år. Derimod sker der ingen markante ændringer for 1,8 millioner år siden – uden for Middelhavet.

Efter den nye afstemning ligger undergrænsen af både Kvartær og Pleistocæn ved undergrænsen af Gelasian Stage, som også er defineret i Italien, ved Monte San Nicola profilet. Undergrænsen af Gelasien svarer til grænsen mellem Gauss og Matuyama i den palæomagnetiske stratigrafi og til skifte mellem revers og normal polaritet. Det er en grænse, som nemt kan identificeres i kontinuerede sekvenser overalt på jorden, og hvis alder er præcist bestemt til 2,588 millioner år – eller i daglig tale 2,6 millioner år.

### Pleistocæn og Holocæn

Kvartær-tiden inddeles i Pleistocæn og Holocæn. Termen Pleistocæn blev indført af Lyell i 1839. Pleistocæn skulle omfatte post-pliocæne marine lag med nulevende arter, samt sand, grus og moræneler aflejret under istiden. Pleistocæn begynder samme sted som Kvartær, og strækker sig til basis af Holocæn. Holocæn begynder ved en brat ændring i forholdet mellem stabile isotoper i iskerne, en ændring som er dateret til 11.703 år før år 2000. Termen Holocæn blev formelt indført af den Internationale Geologiske Kongres i 1885, men termen går tilbage til Gervais (1867-1869). Han definerede Holocæn som "post-diluviale aflejringer, nogenlunde svarende til den post-glaciale periode". Lyell kaldte perioden "Recent", og der har også været forslag om at anvende termen Quinquenaire (den femte periode), noget der dog aldrig har fået fægt.

### Hvad så med Tertiær?

Den Internationale Kommission for Stratigrafi har besluttet indtil videre at vise Ter-

tær som en uformel enhed af sub-era-rang på deres tidstavle.

### Litteratur:

Aguirre, E. & Pasini, G. 1985: *The Pliocene–Pleistocene boundary. Episodes 8, 116–120.*

Arduino, G. 1760: *Sopra varie sue Osservazioni fatte in diverse parti del Territorio di Vicenza, ed altrove, appartenenti alla Teoria Terrestre, ed alla Mineralogia. Letter to Prof. Antonio Vallisnieri, dated 30th March, 1759. Nuova Raccolta di Opuscoli Scientifici e Filologici (Venice) 6.*

Desnoyers, J. 1829, *Observations sur un ensemble de dépôts marins plus récents que les terrains tertiaires du bassin de la Seine, et constituant une formation géologique distincte: précédées d'un aperçu de la non-simultanéité des bassins tertiaires. Annales scientifiques naturelles, Paris 16, 171–214 og 402–491.*

Gibbard, P.L. et al. 2005: *What status for the Quaternary? Boreas 34, 1–6.*

Gradstein, F.M., Ogg, J.O., & Smith, A. G., 2004: *A geologic time scale 2004: Cambridge University Press, 589 sider.*

King, W.B.R. & Oakley, K.P. 1949: *Definition of the Pliocene–Pleistocene boundary. Nature 163, 186–187.*

Mascarelli, A.L. 2009: *Quaternary geologists win timescale vote. Nature 459, side 624.*

Shackleton, N.J. & Opdyke, N.D. 1977: *Oxygen isotope and palaeomagnetic evidence for early Northern Hemisphere glaciation. Nature 270, 216–219.*

Zagwijn, W.H. 1974: *The Pliocene–Pleistocene boundary in western and southern Europe. Boreas 3, 75–97.*

## Kort nyt

### Dansk solcelleeventyr?

Forskere ved Risø DTU og virksomheden Mekoprint Electronics i Støvring har udviklet en billig solcelle af plastic og blæk, hvilket måske kan give grobund for en helt ny industri i Danmark.

Forskere på Risø har udviklet det aktive blæk, som er trykt på plasticskiverne, og som gør det muligt at omsætte solens stråler til CO<sub>2</sub>-fri strøm. I gunstigste fald kan genembruddet udvikle sig til en milliard-industri for dansk industri med næsten ubegrænsede eksportmuligheder.

Plastsolceller kan give forbrugeren adgang til billig strøm via gigantiske solcelleparker eller via anbringelse på tage, husfacader, gardiner, biler og lignende.

Omkostningerne, der er forbundet med

at producere solceller af plastic og specielt udviklet blæk, er blot en brøkdel af de omkostninger, der er ved at fremstillede gængse solceller af silicium, som er et dyrt råstof. Til gengæld har plasticsolcellerne langt fra den holdbarhed, som silicium-solceller har. Derfor skal det afgørende konkurrenceparameter være prisen.

Mekoprint Electronics har udviklet en fremstillingsmetode, der gør det muligt at trykke plastsolceller på et fuldautomatisk anlæg. Næste skridt er at gøre solcellerne endnu bedre og etablere en egentlig produktion, som dog kræver store investeringsbeløb. Derfor er både Risø DTU og Mekoprint Electronics nu gået på jagt efter risikovillig kapital.

JP/SLJ

Geologisk tidsskala							
Eon	Æra	Sub-æra	System/periode	mi. år	Serie		
Fanaerozoikum	Kænozoikum	Kvartær		0,01	Holocæn		
				2,6	Pleistocæn		
				5,3	Pliocæn		
		Tertiær	Palæogen		23,0	Miocæn	
					33,9	Oligocæn	
					55,8	Eocæn	
			Neogen		65,5	Palæocæn	
				Kridt		99,6	Øvre
						145,5	Nedre
	Mesozoikum	Jura		161,2	Øvre		
				175,6	Mellem		
				199,6	Nedre		
		Trias		228,0	Øvre		
				245,0	Mellem		
				251,0	Nedre		
		Perm		260,4	Lopingien		
				270,6	Guadalupien		
				299,0	Cisuralien		
	Karbon	Pennsylvanien		306,5	Øvre		
				311,7	Mellem		
				318,1	Nedre		
		Mississippien		326,4	Øvre		
				345,3	Mellem		
				359,2	Nedre		
	Palæozoikum	Devon		385,3	Øvre		
				397,5	Mellem		
				416,0	Nedre		
		Silur		418,7	Pridoli		
				422,9	Ludlow		
			428,2	Wenlock			
Kambrium		Ordovicium		428,2	Llandovery		
				443,7	Øvre		
				460,9	Mellem		
	Kambrium		471,8	Nedre			
			488,3	Furongien			
			501,0	Mellem			
Proterozoikum	Neoproterozoikum		513,0	Nedre			
			542,0				
			1.000				
	Mesooproterozoikum		1.600				
			2.500				
			2.800				
Eoarkæikum		3.200					
		3.600					