

# Biostratigrafische correlaties van continentale, Midden-Miocene afzettingen uit Europa

door Adiël A. Klompmaker

Morelissenstraat 9, 8095 PX 't Loo, adielklompmaker@gmail.com

## Inleiding

Elke geologische periode heeft een karakteristieke fossielinhoud met haar eigen soorten van mariene of continentale oorsprong. De veranderingen in fossielinhoud in de aardlagen vormt de basis voor biozones: de ene biozone heeft een duidelijk andere soortensamenstelling dan de volgende en de vorige. Bepaalde soorten of geslachten, die kenmerkend zijn voor een bepaalde biozone, zijn hiervoor aangewezen als gidsfossielen.

De indeling van gesteenten op basis van fossielinhoud heet de biostratigrafie.

Het correleren van vindplaatsen kan op verschillende manieren gedaan worden. Eén van die methodes is de biostratigrafie. Hierdoor kunnen zelfs geïsoleerde vindplaatsen gecorreleerd worden die honderden kilometers uit elkaar liggen. Dit is mogelijk door de aanwezigheid van dezelfde fossiele soorten, ook al is het gebied aan tektonische verstoringen onderhevig.

De biostratigrafie is in eerste instantie een kwalitatieve methode ter rangschikking en geeft geen exacte dateringen. Een interessante vraag ontstaat als biozones aan absolute dateringen gekoppeld worden: "Representeren de biozones overall ook exact dezelfde tijdseenheden?". Een illustratief voorbeeld voor deze vraag vormen de opeenvolgingen van fossiele knaagdierkiezen uit het Midden-Mioceen van Europa.

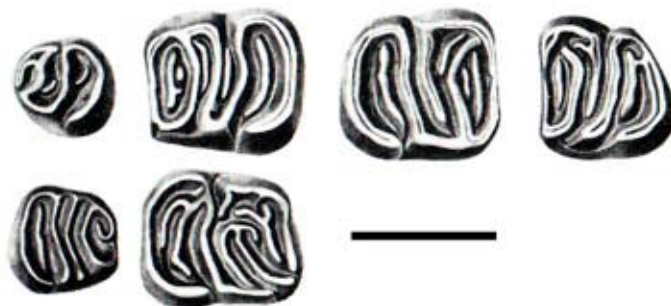
## De MN-zonering

De paleontoloog Pierre Mein presenteerde in 1975 een chronologische ordening van een reeks vindplaatsen met karakteristieke zoogdiersoorten uit het continentale Neogeen (Mioceen en Plioceen = 23.0 – 1.8 miljoen jaar) van Europa met het doel die vindplaatsen met elkaar te correleren. Een zeer belangrijke groep hierbij waren de knaagdieren, wier kiezen goed fossiliseren, omdat ze van goed fossiliseerbaar materiaal (met name glazuur) zijn gemaakt, relatief veel te vinden zijn en relatief snel evolueren. Meins model is nog steeds de basis voor het MN (Mammal Neogene) systeem met de genummerde eenheden MN1 tot en met MN17.

Een MN-biozone wordt gedefinieerd door een zogenaamde referentielokaliteit, een vindplaats die met haar specifieke soortensamenstelling karakteristiek is voor een bepaald gedeelte van de geologische tijd in een bepaalde geografische ruimte. De soortensamenstelling op die plek is dus anders dan die van een oudere of jongere referentielokaliteit.

Het idee was om nieuwe vindplaatsen direct te koppelen aan één van de referentielokaliteiten die in 1976 aan het model van Mein waren toegevoegd (Fahlbusch, 1976; Van Dam, 2003). In de loop van de jaren werden er echter ook vindplaatsen tussen de

Afb. 2. Boven- en onderkaakkiezen van *Megacricetodon minor*. Het maatbalkje stelt 1 mm voor. (foto: Universiteit van Utrecht)



Afb. 1. Onderkaakkiezen van *Microdyromys complicatus*. Het maatbalkje stelt 1 mm voor. (afb. uit De Bruijn, 1966: Plate V)

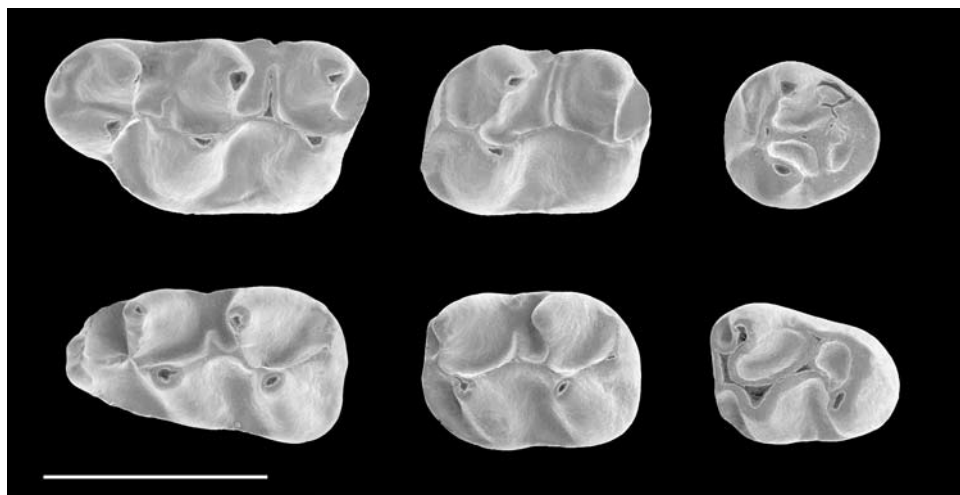
referentielokaliteiten geplaatst vanwege hun iets afwijkende fossielinhoud. Het gevolg was dat sommige paleontologen grenzen tussen biozones verder wilden verfijnen, terwijl anderen dat juist niet wilden om het systeem toepasbaar te houden over grote afstanden.

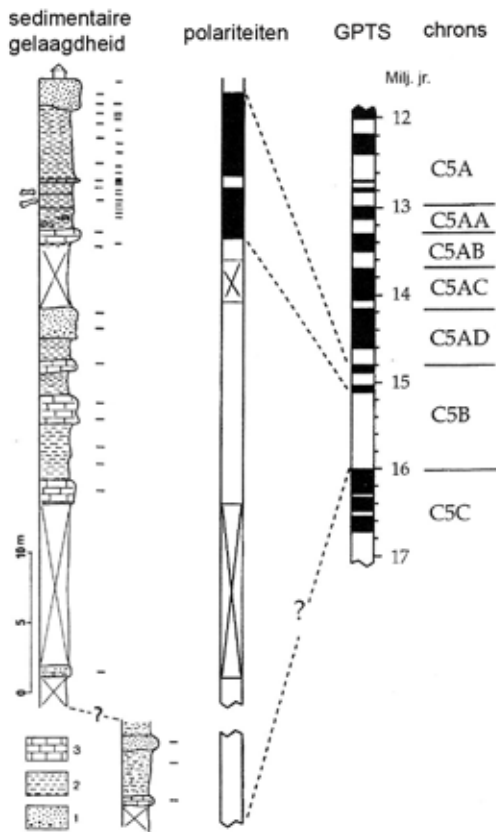
De biozones werden eerst gebruikt zonder radiometrische en magnetostratigrafische dateringen. Echter, begin negentiger jaren werd de magnetostratigrafie populair voor het dateren van Neogene afzettingen in Europa. De magnetostratigrafie beschrijft de veranderingen in gesteenten op basis van omkeringen van het aardmagnetische veld. Deze omkeringen, opgeslagen in de sedimentlagen, zijn een globaal (wereldwijd) fenomeen. Ze zijn daarom handig voor het bepalen van absolute ouderdommen. De kalibratie van aardmagnetische omkeringen naar de geologische tijdschaal is afhankelijk van andere methoden zoals radiometrische dateringen of astrochronologie (dateren met behulp van Milankovitch-cycli).

## Het Neogeen in Europa

In de afgelopen 50 jaar is in Spanje en Zwitserland veel biostratigrafisch en paleomagnetostratigrafisch onderzoek gedaan aan lange secties van continentale afzettingen. Daardoor is een redelijk compleet biostratigrafisch en lithostratigrafisch overzicht ontstaan met betrouwbare dateringen.

De meeste Spaanse zoogdiervindplaatsen liggen in de bekken

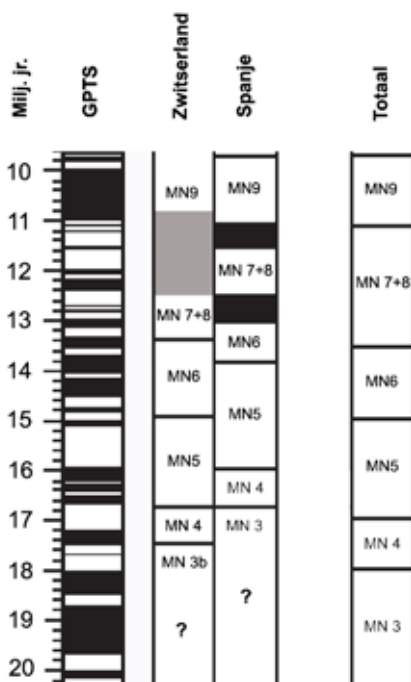




Afb. 3. De sedimentaire gelaagdheid van Sansan (links), de magnetostratigrafische resultaten van de gelaagdheid en de koppeling naar de globale polariteitsschaal (GPTS). Helemaal rechts zijn 'chrons' te zien bestaande uit een normaal en een omgekeerd polariteitsinterval. (gewijzigd naar Sen, 1997: Fig. 3)

van Calatayud-Daroca en Teruel in het noordoosten van Spanje; de Zwitserse liggen voornamelijk in het noorden van dat land. De afstand tussen deze gebieden is 900-1000 kilometer, een klein deel van Europa. Veel zoogdiervindplaatsen in Frankrijk,

Afb 4. De Zwitserse MN-zones (gebaseerd op Kälin & Kempf, 2002), de Spaanse MN-zones (gebaseerd op Agustí et al., 2001 en Daams et al., 1999) en het 'totaal' van voornamelijk Spaanse en Zwitserse MN-zones gebaseerd op Steiniger (1999). De grijze balk bij de Zwitserse sectie geeft aan dat er in Zwitserland uit die tijd geen sedimenten zijn. De zwarte balken in de Spaanse sectie geven de marges van onzekerheid aan.



Duitsland en andere Europese landen bevinden zich in slecht ontsloten gebieden, waardoor magnetostratigrafische methoden slechts in beperkte mate toepasbaar zijn. De exacte ouderdommen van bijvoorbeeld de Zuid-Duitse vindplaatsen Sandelzhäuser en Puttenhäuser zijn onzeker, omdat onderzoek aan de beschikbare sedimenten resulteerde in slechts een paar paleomagnetostratigrafische omkeringen (Abdul Aziz et al., 2007).

## Sansan, de referentielokaliteit van MN6

Een goed voorbeeld van een andere geïsoleerde vindplaats is de Franse referentielokaliteit van MN6 (Midden-Mioceen): Sansan. Enkele belangrijke knaagdiersoorten die karakteristiek zijn voor deze MN-zone zijn *Microdyromys complicatus* en *Megacricetodon minor* (De Bruijn et al., 1992) (Afb. 1, 2). Paleomagnetostratigrafisch onderzoek van Sen (1997) laat alleen aan de top van de sectie een patroon zien van normale (zwarte) en omgekeerde (witte) polariteiten (Afb. 3). Volgens de correlatie van Sen naar de GPTS (de globale polariteitsschaal met absolute dateringen) zou de ouderdom voor Sansan 15-16 miljoen jaar zijn. Uit deze sectie is echter geen radiometrische datering bekend en daarom is de koppeling van de slechts twee normale 'chrons' aan de globale polariteitsschaal zeer twijfelachtig (zie ook Daams et al. 1999). Dus moet geconcludeerd worden dat de exacte ouderdom van Sansan niet te achterhalen is. (Afb. 1, 2, 3)

Het paleomagnetisch onderzoek aan de langere secties van Zwitserland en Spanje leverde betere resultaten op. In de kolom zijn veel omkeringen aangetoond, waardoor de correlatie met de globale polariteitsschaal betrouwbaar te noemen is. Deze zoogdiervindplaatsen waren al gekoppeld aan een MN-zone.

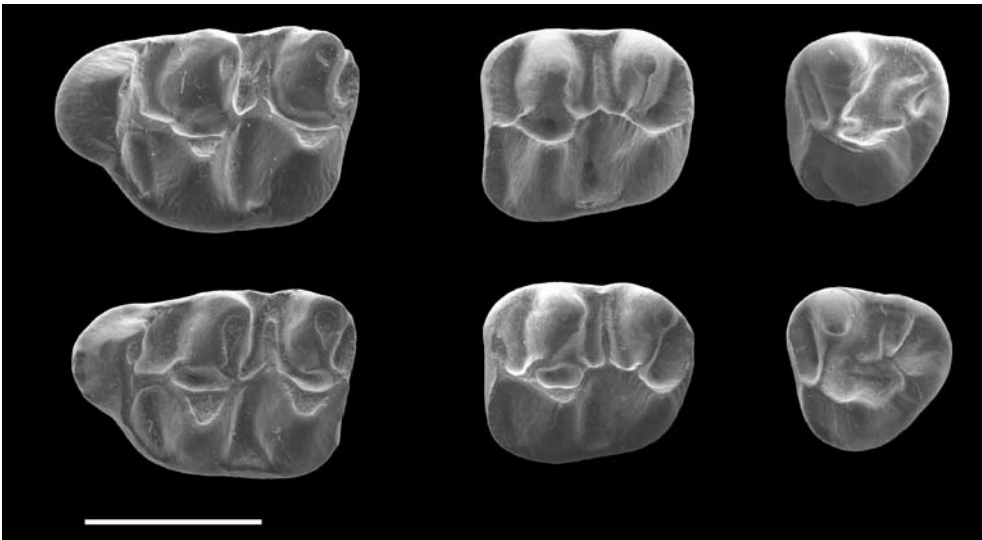
Volgens Daams et al. (1998) zou de Spaanse lokaliteit Las Planas 5B (13.5 miljoen jaar oud) het beste te correleren zijn met Sansan, gebaseerd op de twee knaagdiersoorten *Megacricetodon gersii* en *Megacricetodon minor* (Daams et al., 1998). Las Planas 5B is 13.5 miljoen jaar oud op basis van de paleomagnetostratigrafische informatie. Echter, in andere, iets jongere Spaanse vindplaatsen zijn deze twee soorten *Megacricetodon* ook gevonden. Als gevolg hiervan is een bredere ouderdomsdatering geschikter: de Spaanse lokaliteiten die met Sansan te correleren zijn, geven een ouderdom tussen 13.3 en 13.5 miljoen jaar.

In Zwitserland is geprobeerd om de fossiele zoogdierfauna van de lokaliteit Niderwis (13.6 miljoen jaar) te correleren met Sansan (Kälin, 2003). Het is echter zeer de vraag of dat correct is, want Kälin gebruikt drie knaagdiersoorten voor de correlatie met Sansan: *Cricetodon sansaniensis*, *Muscardinus sansaniensis* en *Democricetodon freisingensis*. Op basis van deze drie soorten kunnen echter meerdere Zwitserse lokaliteiten naar Sansan worden gecorreleerd. De ouderdomsbepaling wordt dan 13.6-14.0 miljoen jaar.

Samenvattend zijn er dus drie mogelijke, maar verschillende ouderdomsbepalingen voor Sansan: 15-16 (Fra), 13.3-13.5 (Spa) en 13.6-14.0 (Zwi) miljoen jaar. Er is al beargumenteerd waarom 15-16 miljoen jaar waarschijnlijk niet juist is. De ouderdomsran- ges van de Spaanse en Zwitserse lokaliteiten die aan Sansan gekoppeld zijn, komen niet overeen: de Spaanse is jonger. De vraag is of dit een incident is of dat ouderdomsverschillen structureel voorkomen.

## Regionaal correleren

Om dit mogelijke probleem beter te bekijken, is het goed om naar het grote beeld te kijken: het beeld van Midden-Mioceen MN-zones. Zoals gezegd zijn de Spaanse en Zwitserse secties magnetostratigrafisch gedateerd en hiermee hebben de belangrijke overgangen tussen fauna's een absolute ouderdom gekregen. De MN-zones van Zwitserland en Spanje kunnen nu worden vergeleken met elkaar, wat te zien is op Afb. 4. Wat meteen opvalt, is dat de MN-ouderdommen in Zwitserland en Spanje verre van gelijk zijn. Bijvoorbeeld, MN 4 begint in Spanje waar deze in Zwitserland eindigt. Verschillen van een half miljoen jaar zijn



Afb. 5. Bovenkaakkiezen van *Democricetodon franconicus*. Het maatbalkje stelt 1 mm voor. (afb. uit Van der Meulen et al. 2003: Plate I)

geen unicum. Sterker nog, er is in dit tijdsinterval een constante verschuiving te constateren: in Spanje zijn de MN-zones consequent jonger dan in Zwitserland. Zwitserse lokaliteiten gecorreleerd aan een bepaalde MN-eenheid zijn dus niet even oud als de Spaanse lokaliteiten met dezelfde MN-aanduiding. Ook Lindsay (2001) heeft al eens aangetoond dat deze eenheden niet dezelfde ouderdom hebben (diachroon zijn). Dit geldt hoogstwaarschijnlijk ook voor zones met een andere ouderdom of gebaseerd op een andere groep organismen en het is dus altijd iets om mee rekening te houden.

Toch is er geprobeerd om één MN-zonering met absolute ouderdommen te maken voor geheel Europa (Steiniger, 1999). Dat dit niet kan, is al aangegeven door de grote verschillen tussen de secties van Spanje en Zwitserland. Een regionaal tot lokaal gebruik van de MN-zones in combinatie met ouderdommen is dus zeer aan te raden ten opzichte van een Europees gebruik ervan.

## Migratie en Klimaat

De hamvraag is natuurlijk hoe het kan dat de Spaanse en Zwitserse lokaliteiten met dezelfde MN-correlatie zo duidelijk verschillen in ouderdom. De Midden-Miocene knaagdiersoorten die zowel in Spanje als in Zwitserland voorkomen, worden in Tabel 1 op een rijtje gezet en daarbij ook de dateringen uit Spanje en Zwitserland. Maar liefst acht van de elf soorten zijn duidelijk eerder in Zwitserland dan in Spanje, waaronder belangrijke gidssoorten zoals *Democricetodon freisingensis*, *Megacricetodon gersii*, *Megacricetodon gregarius* en *Democricetodon franconicus*. (Afb. 5)

Dit betekent dat er structureel migraties hebben plaatsgevonden vanuit Zwitserland en omstreken naar Spanje. Migratieroutes reconstrueren op basis van *alleen* MN-zones is om deze reden dan ook zeer gevaarlijk. Toch trekken niet alle soorten vanuit Centraal-Europa (Zwitserland) naar Spanje; veel soorten komen niet eens aan in Spanje. Dat niet alle soorten naar Spanje migreren, komt waarschijnlijk door de grotere droogte daar en wellicht spelen de Pyreneeën ook een rol. Deze vormen een natuurlijke barrière die overgestoken of omzeild zal moeten worden om in Spanje te geraken. Een ander feit is dat in Spanje veel endemische (plaatsgebonden of eigen) knaagdiersoorten voorkomen die verdrongen zouden moeten worden door de nieuwe soorten vanuit het noorden. Het gevolg hiervan is dat er niet heel veel soorten zijn die in beide gebieden voorkomen in het Midden-Mioceen; iets wat de vergelijking niet gemakkelijker maakt.

Tabel 1. De soorten die zowel in Spanje als in Zwitserland voorkomen met hun tijdsranges in miljoenen jaren.

De migratie naar Spanje vanuit Zwitserland is mogelijk een niet op zichzelf staand fenomeen, maar zou heel goed samen kunnen hangen met de klimaatveranderingen die tussen de 10 en 20 miljoen jaar geleden plaatsvonden. Vanaf ongeveer 20 tot 15 miljoen jaar geleden heerste er een warmer klimaat gevolgd door een kouder wordend klimaat tussen de 14 en 10 miljoen jaar (gebaseerd op Spaanse en globale gegevens, Van der Meulen & Daams, 1992 en Zachos et al., 2001). Vooral het kouder worden vanaf circa 14 miljoen jaar geleden kan een belangrijke oorzaak zijn geweest van de zuidelijke migratie van zoogdieren.

## Conclusies

Samenvattend kan worden gesteld dat de besproken biozones voor knaagdieren niet dezelfde tijd representeren omdat migratie als een belangrijk proces zorgt voor verschuivingen van biozones per continent. Bij het gebruiken van het MN-systeem zal hier dan ook rekening mee gehouden moeten worden door absolute dateringen alleen lokaal te gebruiken voor het correleren van zoogdiervindplaatsen. Niettemin blijven fossiele knaagdierkiezen erg belangrijk voor ouderdomsindicaties voor met name geïsoleerde vindplaatsen.

## Dankbetuigingen

Albert van der Meulen, Hans de Bruijn, Jan van Dam, Kees Hordijk, Wilma Wessels (allen Universiteit van Utrecht) en Daniël Kälin worden hartelijk bedankt voor de fantastische hulp op diverse manieren.

Soorten	Spanje	Zwitserland
<i>Democricetodon franconicus</i>	14.85-16.18	16.65-17.2
<i>Democricetodon freisingensis</i>	13.47-13.05	12.97-13.83
<i>Eomyops catalaunicus</i>	13.05-13.25	10.58
<i>Megacricetodon gersii</i>	13.30-13.73	13.35-14.18
<i>Megacricetodon gregarius</i>	12.17	13.4
<i>Megacricetodon minor</i>	11-13.47	10.58-14.96
<i>Microdyromys complicatus</i>	11.75-14.07	10.58-16.6
<i>Microdyromys koenigswaldi</i>	13.12-15.85	13.1-15.87
<i>Myoglis meini</i>	11.75-13.46	13.1-13.4
<i>Paraglitirulus werenfelsi</i>	12.59-13.99	10.58-16.05
<i>Spermophilinus bredai</i>	11.50-13.96	10.58-15.87

## Referenties

- Abdul Aziz, H. et al., 2007. Intergrated stratigraphy and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  chronology of the Early to Middle Miocene Upper Freshwater Molasse in eastern Bavaria (Germany). *International Journal of Earth Sciences*. DOI 10.1007/s00531-006-0166-7 (online publication).
- Agusti, J. et al., 2001. A calibrated mammal scale for the Neogene of Western Europe; state of the art. *Earth Science Reviews* 52 (4): 247-260.
- Bruijn, H. de, 1966. On the mammalian fauna of the *Hipparion*-beds in the Calatayud-Teruel basin (Prov. Zaragoza, Spain). Part II, the Gliridae. *KNAW Proceedings, Series B*, 69: 58-78.
- Bruijn, de, H. et al., 1992. Report on the RCMNS Working Group on fossil mammals. Reisenburg 1990. *Newsletters on Stratigraphy* 26: 65-118.
- Daams, R. et al., 1998. A stratigraphical framework for the Miocene (MN4-MN13) continental sediments of Central Spain. *Comptes Rendus Académie de Science, Paris*, 327: 625-631.
- Daams, R. et al., 1999. Aragonian stratigraphy reconsidered, and a re-evaluation of the Middle Miocene mammal chronology in Europe. *Earth and Planetary Science Letters* 165: 287-294.
- Dam, van, J.A., 2003. European Neogene mammal chronology: past, present and future. In: Reumer, J.W.F. & Wessels W. (eds.), *Distribution and Migration of Tertiary Mammals in Eurasia*, DeenseA 10, Rotterdam: 85-95.
- Fahlbusch, V., 1976. Report on the International Symposium on Mammalian Stratigraphy of the European Tertiary (München, April 11-14, 1975). *Newsletters on Stratigraphy* 5: 160-167.
- Kälin, D., 2003. Der Wellenberg bei Frauenfeld – die jüngsten Anteile der Oberen Süsswassermolasse der Ostschweiz: biostratigraphic Daten und tektonische Implikationen. *Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft* 59: 125-147.
- Kälin, D., Kempf, O., 2002. High resolution mammal biostratigraphy in the Middle Miocene continental record of Switzerland (Upper Freshwater Molasse, MN4-MN9, 17-10 Ma) part 1-3, poster.
- Lindsay, E., 2001. Asynchrony in mammalian biochronology. In: *Lynx (Praha)*, n.s., 32/2001: 201-214.
- Mein, P., 1975. Résultats du Groupe de Travail de Vertébrés. In: *Report on the Activity of the RCMNS. Working Groups (1971-1975)*, RCMNS, Bratislava: 78-81.
- Meulen, van der, A.J., Daams, R., 1992. Evolution of Early-Middle Miocene rodent faunas in relation to long-term palaeoenvironmental changes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 93: 227-253.
- Meulen, van der, A.J. et al., 2003. Revision of the medium sized Cricetidae from the Miocene of the Daroca-Villafeliche area in the Calatayud-Teruel basin (Zaragoza, Spain). *Coloquios de Paleontologia, Volumen Extraordinario* 1: 385-441.
- Sen, S., 1997. Magnetostratigraphic calibration of the Neogene mammal chronology. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 133: 181-204.
- Steiniger, F.F., 1999. Chronostratigraphy, geochronology and biochronology of the Miocene European Land Mammal Mega-Zones (ELMMZ) and the Miocene Mammal-Zones (MN-zones). In: Rössner, G.E. & Heissig, K. (eds.), *The Miocene Land Mammals of Europe*, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München: 9-24.

## Website

[www.stratigraphy.org](http://www.stratigraphy.org)