

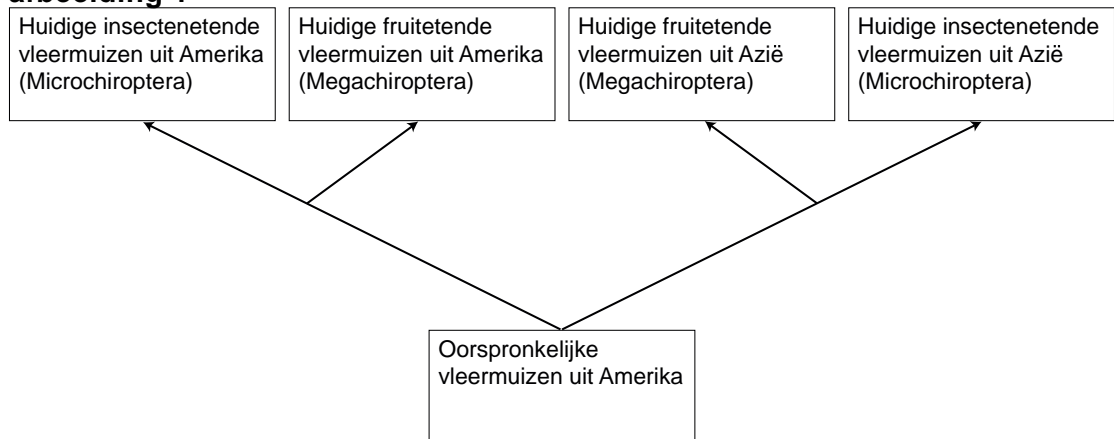
## Fossiele vleermuizen

Vleermuizen, voor de één angstaanjagend, voor de ander fascinerend. Deze vliegende zoogdieren bevolken de aarde al miljoenen jaren. Een vijfde van alle zoogdiersoorten is vleermuis. Volgens de klassieke indeling, gebaseerd op anatomische kenmerken, worden vleermuizen grofweg in twee groepen ingedeeld: de *Microchiroptera*, voornamelijk insectenetende vleermuizen met echolocatie en *Megachiroptera*, fruitetende vleermuizen zonder echolocatie. Echolocatie is het vermogen om voorwerpen te lokaliseren en te herkennen door zelf geluid uit te zenden en na terugkaatsing weer op te vangen. De *Megachiroptera* hebben goed ontwikkelde grote ogen. Lange tijd was de vraag of deze twee groepen onafhankelijk van elkaar zijn ontstaan of dat er sprake is van een gemeenschappelijke voorouder. Een onderzoekster heeft geen gebruik gemaakt van anatomische kenmerken, maar zij heeft het DNA van vleermuizen onderzocht. Zij vergeleek de nucleotidenvolgorde van zeventien genen bij verschillende vleermuissoorten. Uit de resultaten kon niet alleen geconcludeerd worden dat alle nu nog levende vleermuissoorten een gemeenschappelijke vleermuisvoorouder hebben, maar ook dat de 'oer'vleermuis waarschijnlijk in Noord-Amerika is ontstaan en dat vleermuizen zich later van daar uit over de aarde hebben verspreid.

- 2p 9 Leg uit hoe de onderzoekster de verkregen informatie over de nucleotidenvolgorde van de zeventien genen kon gebruiken om de verwantschap in de evolutionaire stamboom vast te stellen.

Uit de gevonden informatie werd geconcludeerd, dat er niet éénmalig een afsplitsing tussen *Microchiroptera* en *Megachiroptera* was opgetreden, maar dat er in verschillende takken van de stamboom *Microchiroptera* tot *Megachiroptera* geëvolueerd zijn. In afbeelding 1 is een vereenvoudigd schema van deze evolutie weergegeven.

afbeelding 1



- 2p 10 Op grond van welke resultaten uit het DNA-onderzoek is men tot deze conclusie gekomen?
- A Sommige *Megachiroptera* uit Amerika verschillen minder van *Megachiroptera* in Azië dan van *Microchiroptera* in Amerika.
  - B Sommige *Microchiroptera* uit Amerika verschillen minder van *Microchiroptera* in Azië dan van *Megachiroptera* in Amerika.
  - C Sommige *Microchiroptera* uit Amerika verschillen meer van *Megachiroptera* in Amerika dan van *Microchiroptera* in Azië.
  - D Sommige *Microchiroptera* uit Amerika verschillen meer van *Microchiroptera* in Azië dan van *Megachiroptera* in Amerika.

Zo'n 50 miljoen jaar geleden nam de diversiteit onder de vleermuizen snel toe. In die periode steeg de gemiddelde temperatuur op aarde ongeveer zeven graden, waardoor op sommige plaatsen planten en insecten goed konden gedijen.

Een aantal gebeurtenissen die in die tijd kunnen hebben plaatsgevonden zijn:

- 1 Een verhoogde afgifte van CO<sub>2</sub> en methaan naar de atmosfeer.
- 2 Een verlaagde afgifte van CO<sub>2</sub> en methaan naar de atmosfeer.
- 3 Het ontstaan van gaten in de ozonlaag.

- 2p 11 Welk van deze gebeurtenissen leidt of welke van deze gebeurtenissen leiden tot een temperatuurstijging?
- A alleen 1
  - B alleen 2
  - C alleen 3
  - D alleen 1 en 3
  - E alleen 2 en 3

Om erachter te komen of bepaalde vleermuizen al echolocatie gebruikten voordat ze vlogen, kan informatie gehaald worden uit fossiele resten. Hieronder zijn resten afgebeeld van twee fossielen van vleermuizen die in het vroege Eoceen, zo'n 52,5 miljoen jaar geleden, hebben geleefd (zie afbeelding 2 en 3). Er worden metingen gedaan aan de lengte en bouw van de voorpoten en de grootte van de ruimte voor het binnenoor. Uit de bouw van de voorpoten kan worden afgeleid of het organisme kon vliegen. Aangezien voor echolocatie een groot slakkenhuis nodig is om de ultrasone tonen te registreren, geeft de schedel informatie over mogelijkheden tot echolocatie. Bij *Icaronycteris index* is duidelijk een vergrote ruimte voor het slakkenhuis te vinden, maar bij *Onychonycteris finneyi* is hiervan geen sprake. Deze laatste vleermuis had nog wel aan elke vinger een klauwtje, terwijl dit bij de moderne vleermuizen beperkt blijft tot twee klauwtjes per arm. Waarschijnlijk kon het dier zich ook uitstekend voortbewegen in takken en bomen, schrijven de onderzoekers. En omdat deze vleermuis verder relatief lange benen had, kon hij wellicht ook gewoon wandelen - op vier poten. Dit duidelijke bewijs van een primitief kenmerk, missen we bij *Icaronycteris index*.

**afbeelding 2**



*Onychonycteris finneyi*

**afbeelding 3**



*Icaronycteris index*

- 1p **12** Verklaar dat er wel fossiel materiaal beschikbaar is van het skelet, maar geen fossiel materiaal van de vleugelhud en het inwendige gehoororgaan (= slakkenhuis).

Een van de onderzoeksvragen luidde: Waren er soorten vleermuizen die wel konden vliegen, maar geen systeem voor echolocatie bezaten, voordat er soorten vleermuizen waren die konden vliegen en wel een systeem voor echolocatie bezaten?

- 3p **13** Welke conclusie kun je met betrekking tot de onderzoeksvraag uit bovenstaande gegevens trekken en geef twee argumenten waarop je je conclusie baseert.