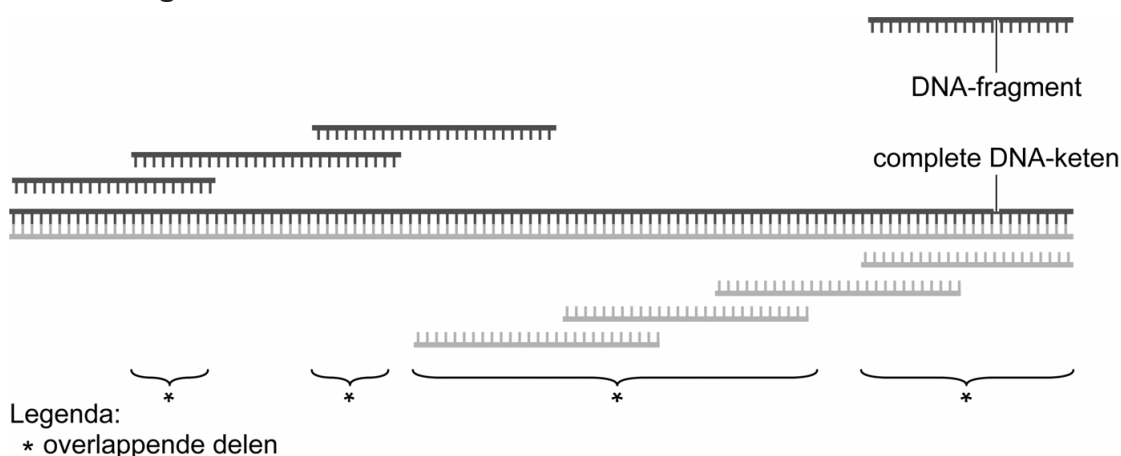


Bruinvis werd rivierbewoner

De Indische bruinvis die in de Chinese rivier de Yangtze (Chang Jiang) voorkomt, leefde oorspronkelijk in zee. Door het genoom van deze walvisachtige te analyseren hebben wetenschappers inzicht gekregen in de evolutionaire geschiedenis van deze diersoort.

Het genoom van de bruinvis (*Neophocaena asiaorientalis*) werd gesequencet met de shotgun-sequencing-techniek. Bij deze techniek wordt het DNA uit een weefsel geïsoleerd en willekeurig in kleine stukken geknipt. Vervolgens wordt van deze fragmenten de basenvolgorde bepaald. Door overlappende delen van de fragmenten met behulp van geavanceerde software te combineren wordt de basenvolgorde van de complete DNA-ketens afgeleid. In afbeelding 1 is dit voor een deel van een DNA-keten getoond.

afbeelding 1



Een deel van het gen dat codeert voor de β -keten van hemoglobine van de Indische bruinvis uit de Yangtze is hieronder weergegeven.

5'-AAGTTGGTGGTGAGGCCCTGGGCAGGCTGCTGGTTGTCTACCCC
TGGACTCAG-3'

Hieronder zijn drie resultaten van shotgun-sequencing weergegeven waarmee de bovenstaande sequentie kon worden afgeleid.

fragment 1 5'-AAGTTGGTGGTGAGGCCCTG-3'

fragment 2 5'-GCTGGTTGTCTACCCCTGGACTCAG-3'

fragment 3 5'-CAGCAGCCTGCCAGGGCCTCA-3'

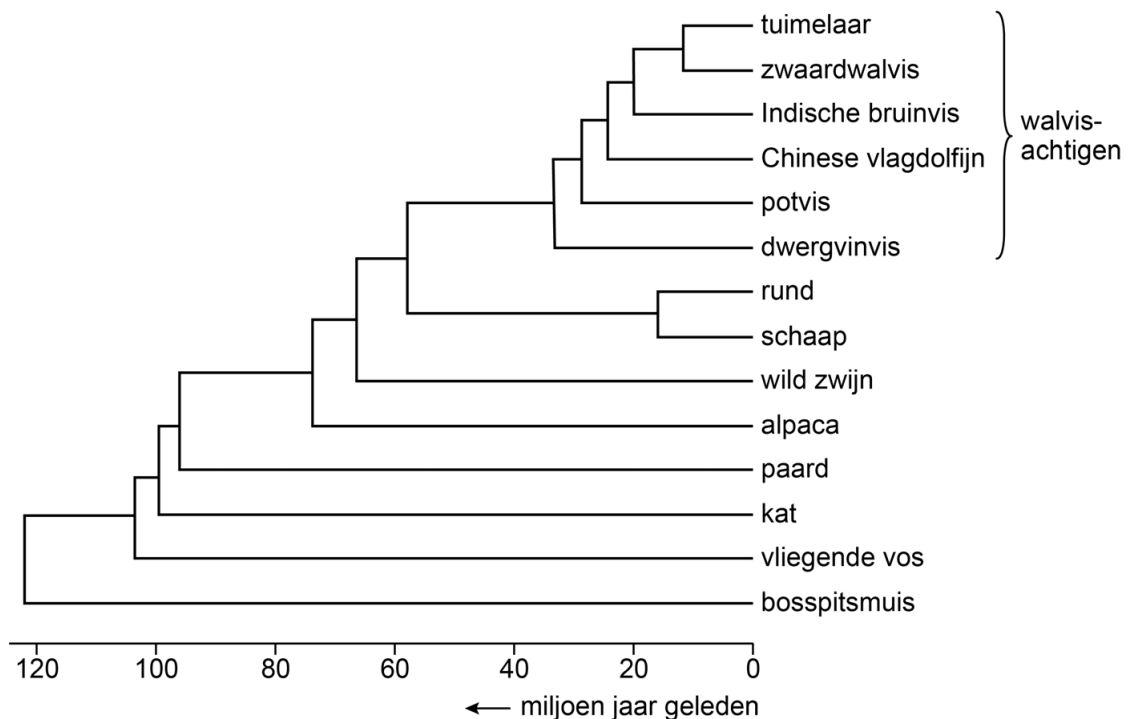
- 2p 14 Geef in de uitwerkbijlage door middel van arcering voor ieder fragment aan welk deel van de basenvolgorde ermee is vastgesteld.

De shotgun-sequencing-techniek wordt toegepast om een volledig genoom in beeld te brengen. Wanneer het DNA veel repeterende sequenties bevat, is deze techniek echter minder geschikt.

- 1p 15 Geef een verklaring waardoor bij shotgun-sequencing de aanwezigheid van veel repeterende delen kan leiden tot onjuiste resultaten.

Nadat het genoom van de Indische bruinvis was ontrafeld, gebruikten de onderzoekers de basenvolgorde van een aantal genen om de verwantschap met andere zoogdieren in beeld te brengen. Deze evolutionaire stamboom is weergegeven in afbeelding 2.

afbeelding 2



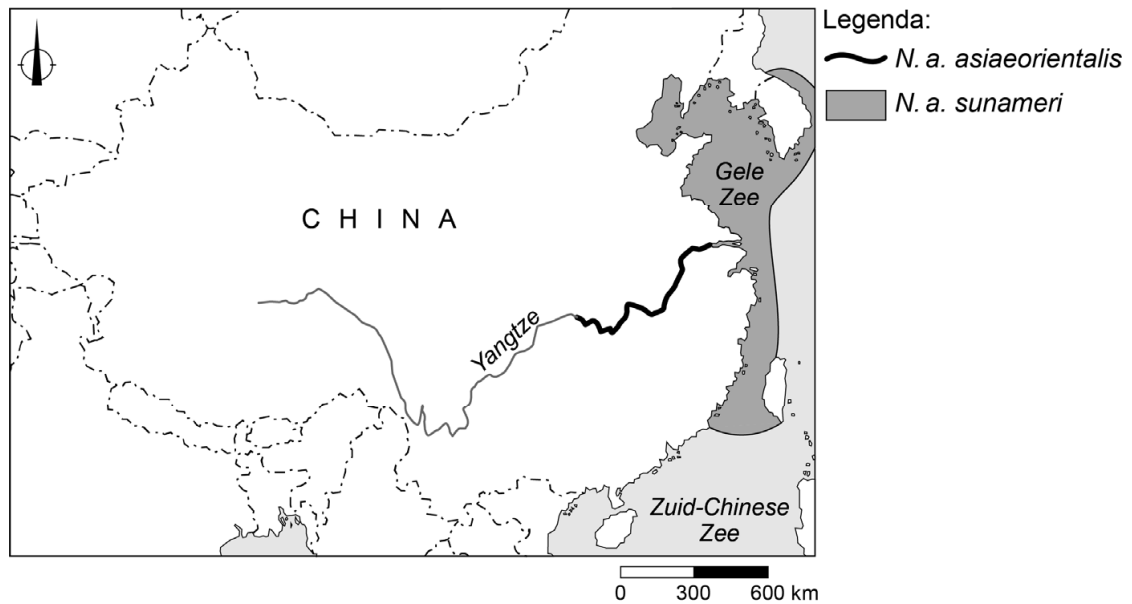
Naar aanleiding van deze evolutionaire stamboom worden de volgende uitspraken gedaan:

- 1 De Indische bruinvis heeft een recentere gemeenschappelijke voorouder met de Chinese vlagdolfijn dan met de tuimelaar.
- 2 De voorouders van de huidige walvisachtigen trokken waarschijnlijk minder dan 60 miljoen jaar geleden vanuit land naar zee.
- 3 Ongeveer 20 miljoen jaar geleden ontstonden genetische verschillen tussen voorouders van de Indische bruinvis en voorouders van de tuimelaar.

- 2p 16 Schrijf de nummers 1, 2 en 3 onder elkaar en noteer erachter of de betreffende uitspraak **juist** of **onjuist** is.

In afbeelding 3 is te zien dat er verschillende populaties Indische bruinvissen leven in de Yangtze (*N. a. asiaeorientalis*) en in de Gele Zee en Zuid-Chinese Zee (*N. a. sunameri*).

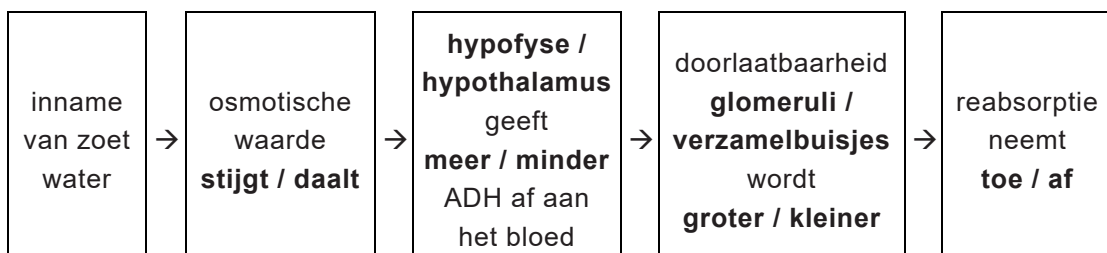
afbeelding 3



De onderzoekers vonden verschillen tussen het DNA van de Yangtze-bruinvissen en dat van de zoutwater-bruinvissen, onder andere in een gen dat betrokken is bij ADH-gereguleerde waterresorptie.

In afbeelding 4 is een schema van deze regeling weergegeven waarin op zes plaatsen nog een keuze moet worden gemaakt.

afbeelding 4



2p 17 Maak in de uitwerkbijlage dit schema af door bij de zes keuzemogelijkheden steeds het juiste woord te omcirkelen.

De onderzoekers ontdekten ook een opvallend verschil in een gen dat is betrokken bij het transport van ureum in de nieren. Bij de zoutwater-bruinvisen draagt uitscheiding van ureum bij aan het handhaven van hun osmotische waarde.

- 2p 18 Is het milieu waarin zoutwaterbruinvisen leven hypertoon of hypotoon? En hoe verandert de verhoogde uitscheiding van ureum de osmotische waarde van het interne milieu?

omgeving is	door uitscheiding ureum wordt osmotische waarde interne milieu
A hypertoon	verhoogd
B hypertoon	verlaagd
C hypotoon	verhoogd
D hypotoon	verlaagd

De onderzoekers vonden grote verschillen tussen het genoom van de Yangtze-bruinvisen en dat van de zoutwater-bruinvisen. Daarom stellen ze dat er sprake is van twee aparte soorten: *Neophocaena asiaeorientalis* en *Neophocaena sunameri*.

- 3p 19 Beschrijf hoe uit bruinvisen die in zee leefden bij de monding van de Yangtze een aparte soort kon ontstaan in het zoete water van die rivier.