**Jorden som kæmpesnebold**

*Modulplan og undervisningsforslag til artiklen ”Da Jorden var en kæmpesnebold” fra Aktuel Naturvidenskab nr. 1 – 2000. Artiklen er på 5 sider. Materialet knytter også an til foredraget ”Jorden og livet – 3.800 mio. års spejling”, som Minik Rosing holdt i serien Offentlige Foredrag i Naturvidenskab i efteråret 2022.*

*Materialet er udarbejdet af projektgruppen på Viborg Katedralskole for Aktuel Naturvidenskab i forbindelse med projektet Brobygning på første række finansieret af Novo Nordisk Fonden.*

**Overvejelser om brug af artiklen:**

Artiklen [Da Jorden var en kæmpesnebold](https://aktuelnaturvidenskab.dk/fileadmin/Aktuel_Naturvidenskab/nr-1/an1-2000-kaempesnebold.pdf) giver en række forskellige muligheder. Den kan kobles på et forløb omkring vulkanisme (geologi, kontinentaldrift, periodisering) eller klimaforandringer (Albedo, indstråling, kulstofkredsløb, tilbagekoblingsmekanismer, drivhusgasser/effekt). Den kan supplere eksperimentelt arbejde, men kan også adskilles i forskellige delelementer og så bruges til enkeltmoduler på 1-2 timer.

Artiklen er mest velegnet til Naturgeografi på B-niveau da den har elementer fra fysik, kemi, biologi og naturgeografi med som, der måske ikke er arbejdet med tidligt i C-niveau. Man kan dog godt inddrage den med et mere specifikt fokus på C-niveau, ved for eksempel at udvælge dele af artiklen. Jeg giver herunder derfor nogle forskellige forslag til øvelser, og så kan den enkelte lærer selv sætte det sammen, som de ønsker.

Der kunne laves et samarbejde med Biologi om ekstreme organismer, og hvordan evolution/udvikling kan standses og genstartes igen.

**Forslag til eksperimentelt arbejde (vejledninger vedhæftet)**: Albedo-eksperiment. Indstrålingseksperiment med pyranometer (Strålingsbalancen).

**Forslag til dokumentar**: BBC Earth – The Power of the Planet – afsnit 1 – Volcanos (2007)

**Opgavekatalog:**

**Opgave om tilbagekoblingsmekanismer(feedbackmekanismer):**

Her vil det være oplagt at få eleverne til at se på Albedoeffekten i forbindelse med en positiv tilbagekoblingsmekanisme, både når Jorden fryser til is, men også når isen smelter. Dette kan gøres ved at lave eksperimentet med Albedo. Her kan man også få eleverne til at tegne tilbagekoblingsmekanismerne. Her kan også laves en kobling op til nutiden og klimaforandringer.

**Opgave om kontinentaldrift:**

Her tages udgangspunkt i Pangea, og hvordan kontinenterne hele tiden bevæger sig. Det kan illustreres med en video (evt. youtube), og argumenterne, som understøtter teorien (fra en grundbog), kan inddrages med en matrixgruppe, hvor hver enkelt undergruppe skal forklare et bevis. Læreren kan så nævne andre eksempler som Rodinia. Det kobles til artiklen om, hvorfor sneboldjorden opstår, men også forklaringen på, hvorfor den sidenhen ikke er opstået.

**Opgave om vulkanisme og CO2:**

Her kan man arbejde lidt omkring vulkaner som meget destruktive, men også som en livsskabende kraft, da drivhusgasserne er essentielle for, at gennemsnitstemperaturen på Jorden er over frysepunktet. Her er mulighed for at snakke om drivhuseffekt og drivhusgasser som et biprodukt af vulkanudbrud og efterfølgende naturlige klimaforandringer.

Her kan tages udgangspunkt i artiklen til at lave en række opklarende/nysgerrige spørgsmål, som efterfølgende laves til årsagsforklaringer. Hvorfor falder temperaturen, når mængden af CO2 stiger? (for CO2 optages fra atmosfæren). Hvorfor akkumuleres drivhusgasserne i atmosfæren, når Jorden er en snebold? (fordi der ingen planter er til at optage dem).  Derfor er vulkanudbrud vigtige for temperaturen igen kan stige. Etc.

Det kan efterfølgende kobles til kulstofisotoper 12C og 13C senere i artiklen og til iskerneboringer, hvis man har arbejdet med det.

Det kunne resultere i en kahoot, kryds og tværs eller en jeopardy i slutningen af arbejdet som opsamling/repetition. Man kunne også i den efterfølgende time se dokumentarafsnittet, som er nævnt i introduktionen.

**Opgave om figurer i artiklen:**

Flere af figurerne i artiklen er komplicerede, så man kan enten forklare dem selv eller man kan give eleverne tid i grupper til at gå i dybden med dem. Det kræver nok rigelig med tid, men vil også fungere som eksempel på, hvordan figuranalyse kan være kompliceret, men også hvordan en figur kan være en model over en udvikling over tid.

**Opgave om kulstofkredsløbet, periodisering og aflejringer:**

I starten af artiklen nævnes forvitringsprocessen omkring siliciumholdige bjergarter, der danner kalk og CO2, og hvordan det er i balance på Jorden. Det skal eleverne så koble til kulstofkredsløbet og finde ud af, hvorfor ubalancen forekommer (med hjælp fra artiklen) men også, hvorfor processen ikke medfører en ubalance i nutidens kulstofkredsløb (kan igen kobles videres til klimaforandringer, hvis man vil).

Hvis man vil gå mere i detaljer med jordlag og aflejringer, kan man i slutningen af artiklen se, hvordan aflejringer bruges til at understøtte en hypotese, da et bestemt lag findes overalt på Jorden (Her kan inddrages mineraler fra samling, hvis sådan en haves). Her kan laves en diskussion om, hvad gode og dårlige hypoteser er.

Her kan man også overordnet tale om kategorisering og navngivning af tidsperioder.

En ”sjov” øvelse her kunne være den meget passende: sneboldkamp. Eleverne skriver centrale pointer ned på A4-papir og laver 3 snebolde ud af det. Herefter får de lov at lave en ”sneboldkamp”, hvor hver elev står tilbage med nogle snebolde. Dem kan de åbne i plenum og skal så forklare, hvor det, som står på papiret, er en central pointe.