

de fleste geologiske processer, så som pladetektonik og polvandring, er meget længere end vores historiske tidsskala. Nulevende og nærmest kommende generationer behøver derfor ikke at bekymre sig om ændrede livsbetingelser på den baggrund. Med geologiske fænomener som polvendinger, ekstrem vulkanisme, meteornedslag og klimaændringer er det anderledes. Her er der tale om naturlige geologiske fænomener, der kan ske "geologisk set" meget hurtigt og derfor have indflydelse på vores fremtid i en historisk overskuelig fremtid.

Selvom polvendinger ikke sker særligt ofte, så sker de dog, og der er altid en reel mulighed for, at næste polvending er på vej. Men hvordan kan vi bedst vurdere sandsynligheden? Winston Churchill sagde: "The farther backward you can look, the farther forward you are likely to see". Citatet er naturligvis møntet på menneskehedens historie, men ikke desto mindre brugbart også for studier af Jordens geologiske fortid/fremtid. Heldigvis har vi en videnskabelig metode til at bestemme Jordens magnetfelt langt tilbage i den geologiske fortid. Det er baseret på dette arkiv over tidligere magnetfeltændringer, at vi bedst kan vurdere sandsynligheden for en forestående polvending.

### Palæomagnetisme

Det er via palæomagnetiske data, at vi ved, at Jordens magnetiske nord- og sydpoler bytter plads. Baggrunden for palæomagnetisme er, at stort set alle bjergarter indeholder magnetiske mineraler, der kan optage og gemme en magnetisering. Når bjergarter dannes, optager de derfor det omgivende magnetfelt. Afhængigt af de magnetiske mineralers kornstørrelse og sammensætning kan geologiske prøver gemme deres oprindelige magnetisering i milliarder af år. I praksis slettes dele af den oprindelige magnetisering dog, når bjergarter udsættes for forvitring, varme og kemiske omdannelser.

En hel videnskab, kaldet "palæomagnetisme" beskæftiger sig med metoder til at indsamle geologiske prøver og læse deres fossile magnetisering. Man kan sige, at palæomagnetikere forsøger at læse det naturlige arkiv over Jordens tidligere magnetfelt, som er gemt i geologiske prøver. Med avancerede teknikker har det vist sig muligt at isolere den oprindelige magnetisering (palæomagnetfeltet) fra stort set alle typer af bjergarter.

### Palæomagnetiske optagelser

I 1960'erne blev det endeligt klart, at Jor-

dens magnetiske poler bytter plads. Palæomagnetikere har efterfølgende "higet og søgt i gamle prøver" for at finde optagelser af polvendinger. Indtil videre er der fundet ca. 30 serier af lavastrømme, hvor magnetfeltet under fortidige polvendinger er blevet optaget. Desværre er langt hovedparten af optagelserne mangelfulde og udetaljerede, hovedsageligt fordi polvendinger sker for hurtigt i forhold til, hvor lang tid det typisk tager at danne de bjergarter, der kan optage Jordens tidligere magnetfelt.

Vi har haft det held på Vestgrønland at finde den hidtil mest detaljerede optagelse af en polvending (foto på foregående side). Vores held bestod i, at polvendingen var sammenfaldende med en usædvanligt voldsom vulkansk aktivitet, der fandt sted for 60 millioner år siden. Dengang blev et område af Vestgrønland på størrelse med Danmark dækket af en 5-8 km tyk serie af lavastrømme i forbindelse med dannelsen af den kæmpemæssige nordatlantiske magmatiske provins (forklaring i boksen nedenfor). Den palæomagnetiske optagelsesfrekvens er derfor uhørt høj, således at en næsten 200 meter tyk serie af lavastrømme blev dannet samtidig med polvendingen.

Baseret på flere feltsæsoner med meget

## Den nordatlantiske magmatiske provins

Midt i 1980'erne opstod nye og bedre geokronologiske metoder. Det blev vist, at store magmatiske provinser som den nordatlantiske (ses på figuren til højre) dannes i løbet af få millioner år. Meget hurtigere end tidligere troet. Der har siden været stor interesse for provinserne og specielt det at forstå, hvordan de dannedes. En så voldsom vulkansk aktivitet kan nemlig ikke forklares via normale pladetektoniske processer – faktisk var det en stor overraskelse, at pladetektonik, der anses som en af de mest succesfulde naturvidenskabelige teorier, ikke fuldstændigt forklarer vor planets geologiske udvikling. Bedre geokronologiske data fra de store magmatiske provinser bragte også en anden interessant opdagelse; nemlig den tidlige sammenhæng mellem vulkanismen og perioder med masseuddøen.

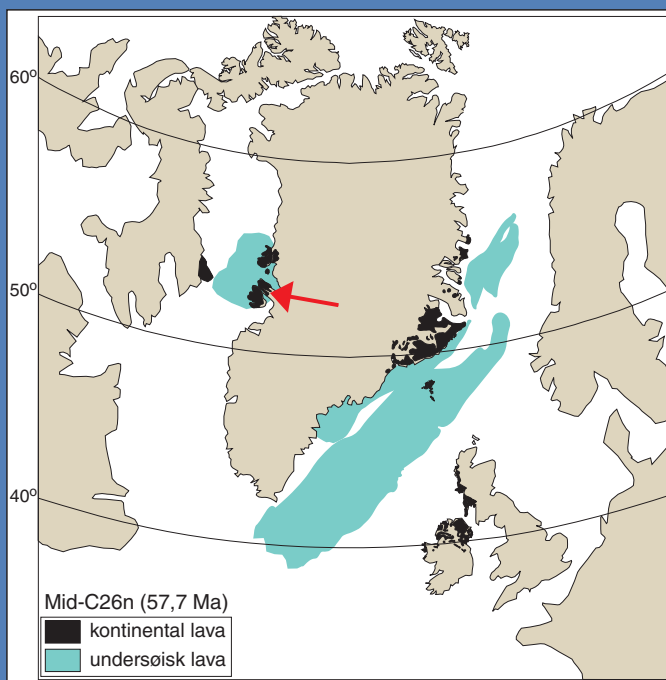
Beviserne vejer tungere og tungere, for at ekstrem vulkanisme i de magmatiske provinser har spillet en afgørende rolle ved masseuddøen (også ved dinosaurernes uddøen ved Kridt-Tertiærgrænsen). Den Nordatlantiske magmatiske provins falder ligeledes sammen med en masseuddøen. Det drejer sig om Palæocæn-Eocæn tidsgrænsen, hvor der skete store omvæltninger for Jordens plante- og dyreliv. Det er blevet foreslået, at vulkanske drivhusgasser (CO<sub>2</sub> og CH<sub>4</sub>) var årsagen til den globale opvarmning, der fandt sted den-

gang med veldokumenterede havtemperaturstigninger på 8 °C over få tusinde år.

For palæomagnetiske studier af polvendinger er de store magmatiske provinser også meget interessante. Her finder vi det, vi har brug for: Mange lavastrømme der dannedes meget tæt på hinanden i tid.

Eller med andre ord: Palæomagnetiske optagelser med høj tidslig opløsning. Vores vestgrønlandske palæomagnetiske polvending blev først opdaget på Nuussuaq-halvøen ved et bjerg, der hedder Nuussap Qaqqarsua. Da polvendingen fandt sted, var vulkanismen mindst 10 gange voldsom-

mere, end hvad vi kender fra de nutidige mest aktive vulkanske centre på Hawaii og Island. Sekvensen af lavastrømme, der optager polvendingen, er med sine 63 lavastrømme og 170 meters tykkelse den tykkeste palæomagnetiske polvending, der endnu er fundet i lavastrømme (foto af lavasekvensen er vist på det allerførste foto). Ved at studere henfaldet af radioaktive isotoper (<sup>40</sup>K til <sup>40</sup>Ar) er lavaerne dateret med høj præcision til en alder på 60,4 millioner.



Palæomagnetisk rekonstruktion af den nordatlantiske magmatiske provins som den så ud for ca. 57 mio. år siden. Den røde pil viser hvor polvendingen er fundet i Vestgrønland. (Grafik: Forfatterne)