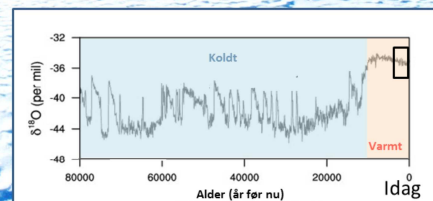


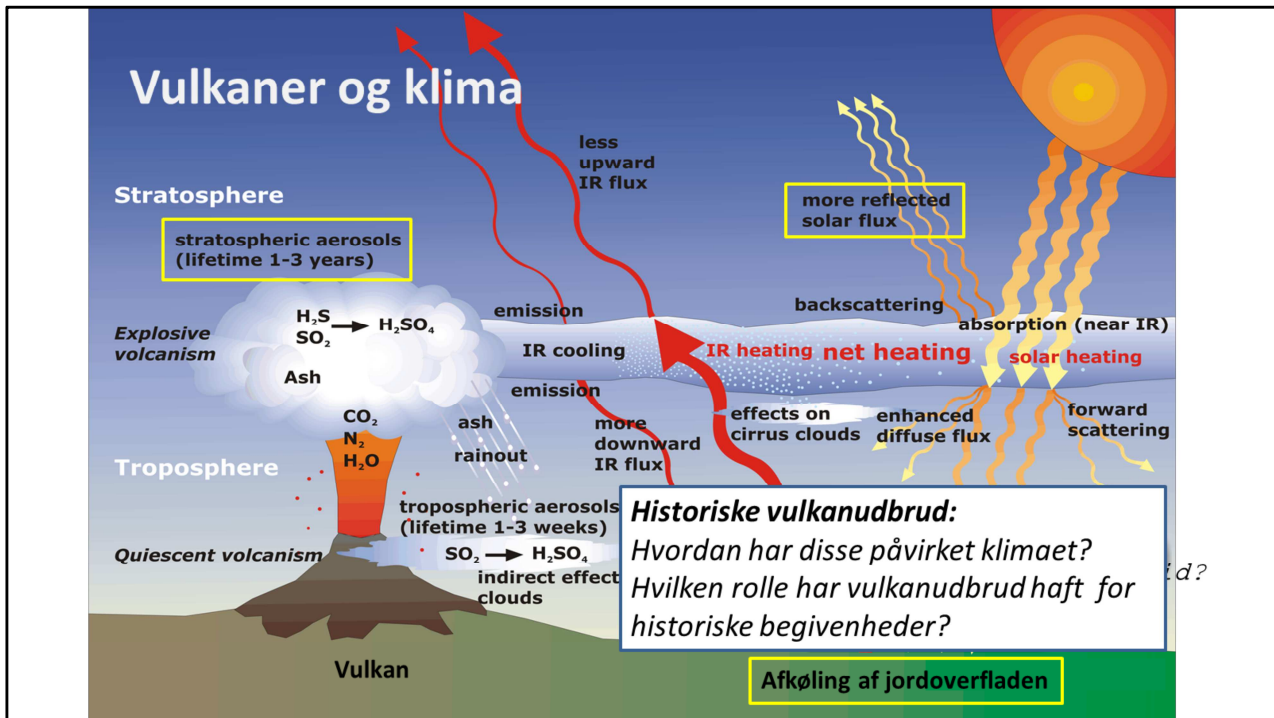


Årlag, vulkaner og klima-ændringer

Mai Winstrup, Ph.D.

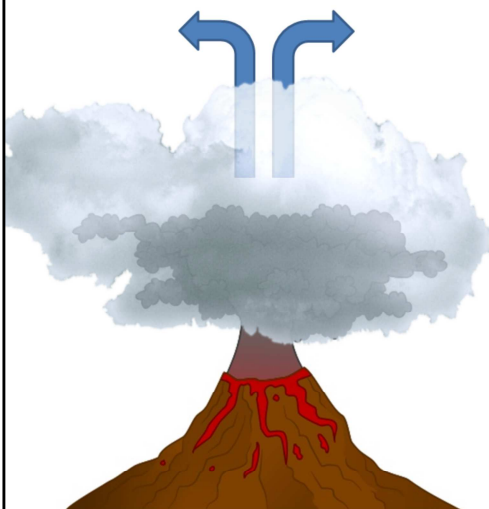
På vegne af kemi- og dateringsgruppen





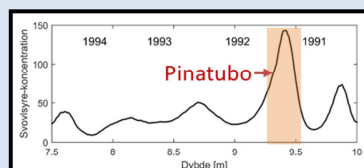
En vulkan udspyr svovlsyre til atmosfæren. Ved et stort vulkanudbrud kan svovlsyrepartiklerne komme højt op i atmosfæren, hvor de reflekterer solstråling tilbage til universet, hvorved jordoverfladen afkøles. Vi kan bruge iskernerne til at fortælle, hvordan vulkanudbrud tilbage i tiden har påvirket klima og mennesker tilbage i tiden.

Iskernerne indeholder spor fra vulkanudbrud gennem tiderne



Vulkanudbrud ses fra:

- Lag med høj svovlsyre-koncentration
- Vulkansk aske (kræver ofte mikroskop)

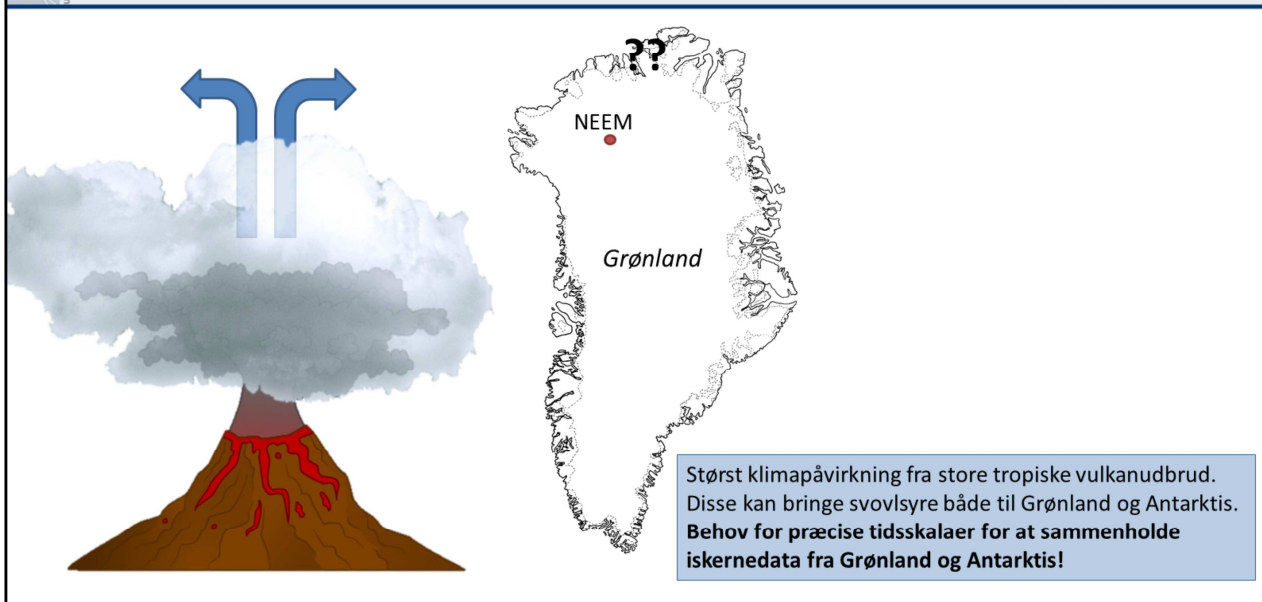


Syretoppens størrelse afhænger af:

- Vulkanudbruddets størrelse
- Hvor udbruddet fandt sted

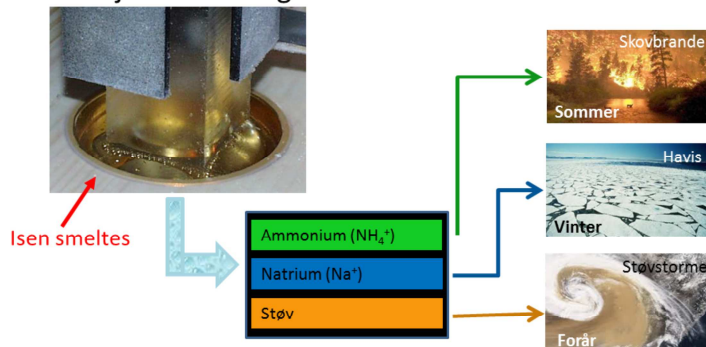
Iskernerne indeholder en "dagbog" over vulkanudbrud tilbage i tiden. Ved et stort vulkanudbrud kan svovlsyre-gasserne blive transporteret til polerne, hvor de danner et syrelag i iskernerne. Mængden af svovlsyre i iskernerne afhænger af vulkanudbruddets størrelse.

Hvor skete vulkanudbruddet? Hvor stort var det?

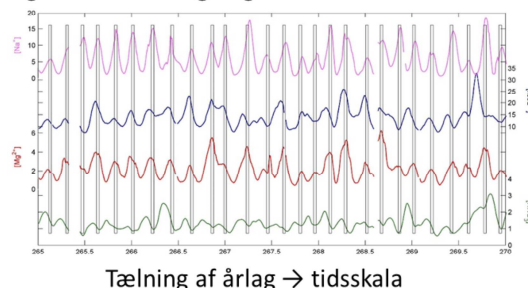


Store tropiske vulkanudbrud sender svovlsyre både til Grønland og Antarktis. Dette kan bruges til at finde ud af, hvor et vulkanudbrud fandt sted, og dermed hvor stort vulkanudbruddet var. For at sammenholde iskernedata fra Grønland og Antarktis kræves meget nøjagtige tidsskalaer for iskernerne.

Detaljerede målinger af kemi i iskernerne



Årlig variation i atmosfærens sammensætning giver årtidssvingninger i iskerne-data:



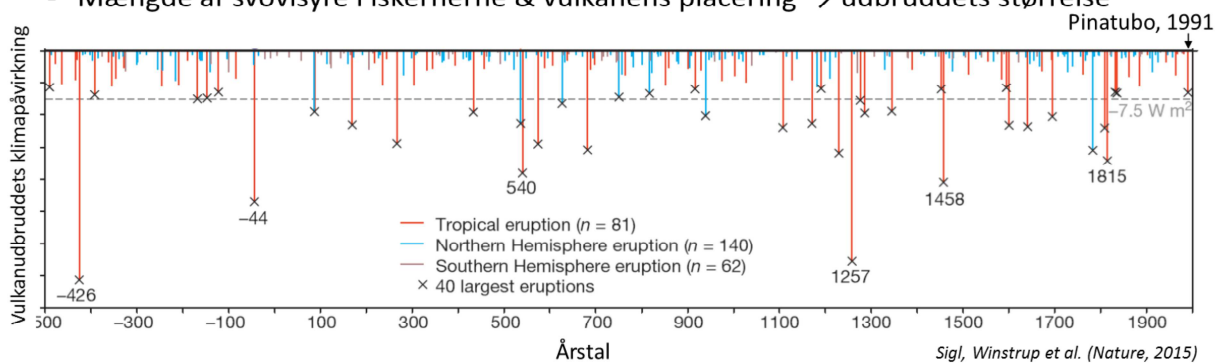
Bedre iskerne-tidsskalaer for de sidste 2500 år muliggjort af:

- Nye højt opløste iskerne-data fra Grønland (NEEM; DK) og Antarktis (WAIS Divide; USA)
(NEEM members 2013, WAIS Divide members 2015)
- Metode til statistisk genkendelse af årlag ved brug af algoritmer fra kunstig intelligens
(Winstrup et al, 2012)

Atmosfærens indhold af urenheder har en årtidsvariation, og vi kan derfor danne præcise iskernetidsskalaer ved at tælle årlag i kemi-målinger på iskernen. Nye metoder og nye højt-opløste kemi-data fra Grønland og Antarktis betyder, at dette nu kan gøres meget bedre end tidligere.

Svovlsyredata fra veldaterede iskerner fra Grønland og Antarktis:

- Inddelte vulkanudbrud efter deres placering:
Høje nordlige/sydlige breddegrader eller tropiske udbrud
- Mængde af svovlsyre i iskernerne & vulkanens placering → udbruddets størrelse



Med de nye tidsskalaer kunne vi finde ud af, hvor de enkelte vulkanudbrud fandt sted. Ud fra mængden af svovlsyre i iskernerne kunne vi efterfølgende estimere den vulkanske aktivitet gennem de sidste 2500 år.

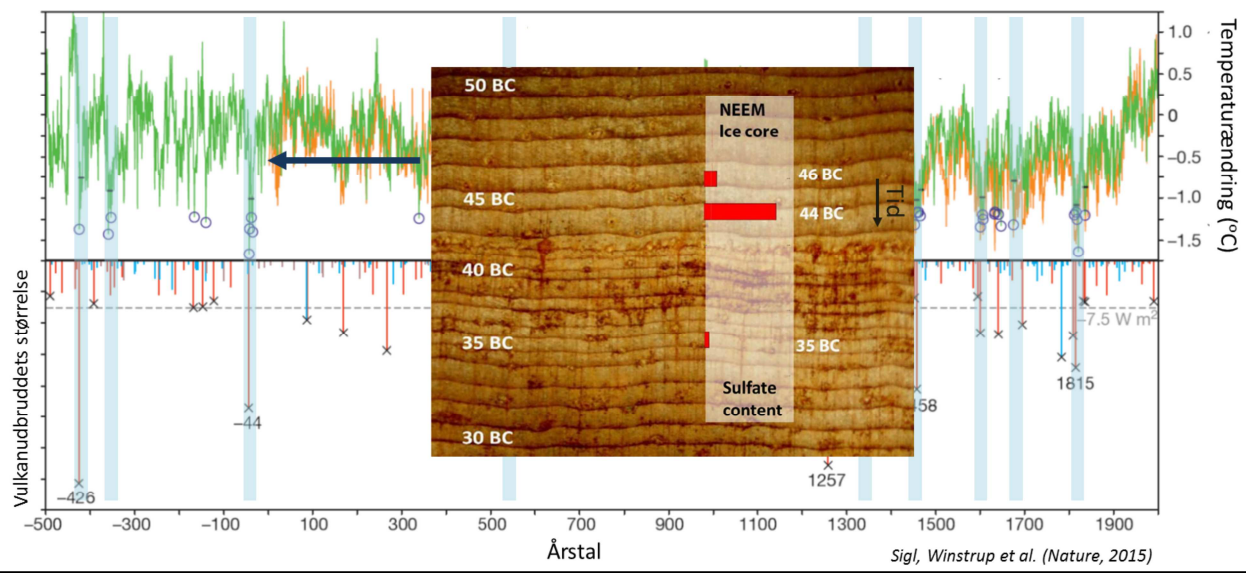
Tykkelse af årringene fortæller om klimaet hvor træet voksede

→ temperaturindex for den nordlige
halvkugle gennem de sidste 2500 år



Træringe fortæller om fortidens temperaturer; i kolde somre vil træer vokse mindre, og derfor danne tyndere årringe. For at få et robust skøn over klimavariationerne på den nordlige halvkugle gennem de sidste 2500 år benyttede vi data fra mange træer.

Vulkaner: En vigtig klima-komponent



Stort set alle de koldeste årtier igennem de sidste 2500 år forekom samtidigt med et stort vulkanudbrud.

Vulkaner, hungersnød - og pest

*"For Solen fremførte sit Lys
med en Lysstyrke tilsvarende
Maanens igennem dette hele
Aar"*

Procopius, 536 e.Kr.

Fra iskerner og træringe:

536 e.Kr: Stort vulkanudbrud
Kuldeperiode starter

540 e.Kr: Endnu et stort vulkanudbrud
Afkølingen intensiveres

Kulden varer i 15 år;
gennemsnitlig sommertemperaturer er
2.5°C koldere end normalt.

Høsten slår fejl; hungersnød i store områder
Social uro i berørte områder

541 e.Kr: Den justinianske pest-epidemi
opstår, 50 mio. mennesker dør

Mange af de store vulkanudbrud har haft stor betydning for verdenshistorien. De kolde somre efter store vulkanudbrud har forårsaget hungersnød, og f.eks. også været en medvirkende faktor til udbruddet af den justinianske pestepidemi.

Take-home messages

Klimapåvirkningen fra vulkanske svovlsyrepartikler (og andre aerosoler) kendes ikke særlig godt.

Fortidens klima indeholder uvurderlig information om hvad der sker i klimasystemet ved f.eks. vulkanudbrud.

Vulkaner har haft stor betydning for fortidens klima.
Det vil de også have i fremtiden!