

Vulkaner och glaciärer

1

Vulkanutbrott

Exemplet Hunga-Tonga

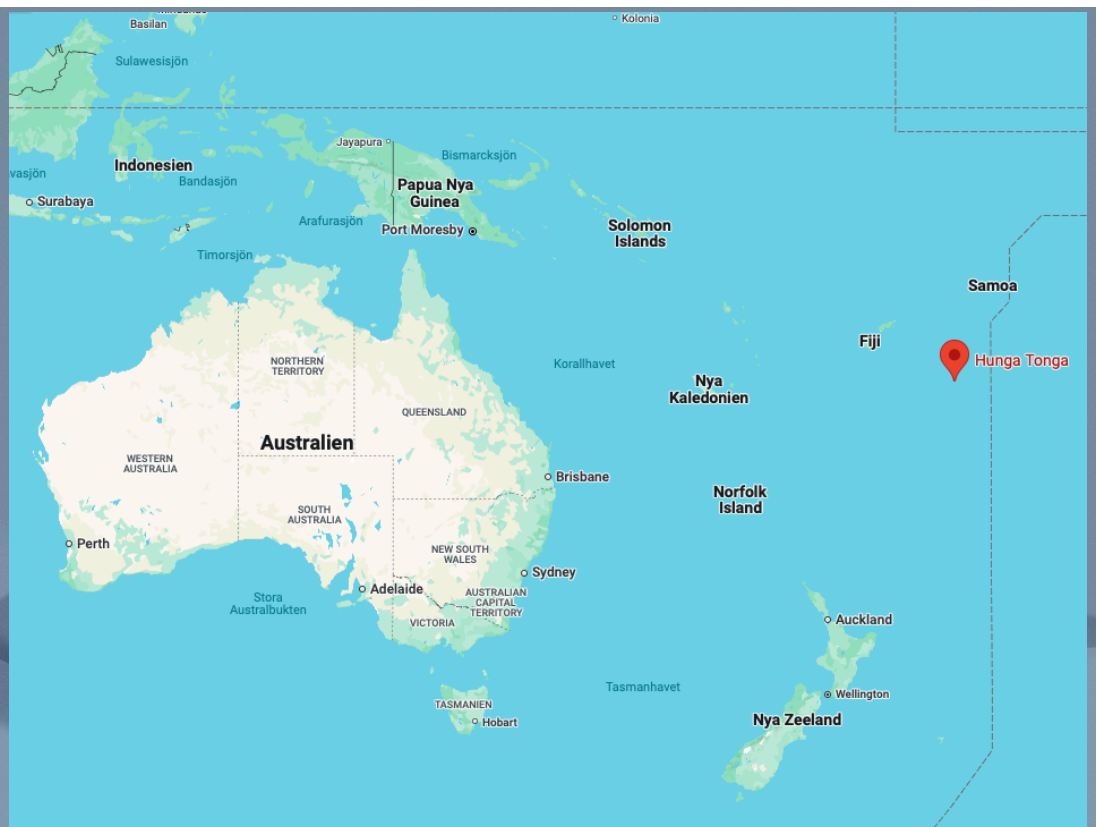
Per Flensburg jan 25

2

Hunga Tonga

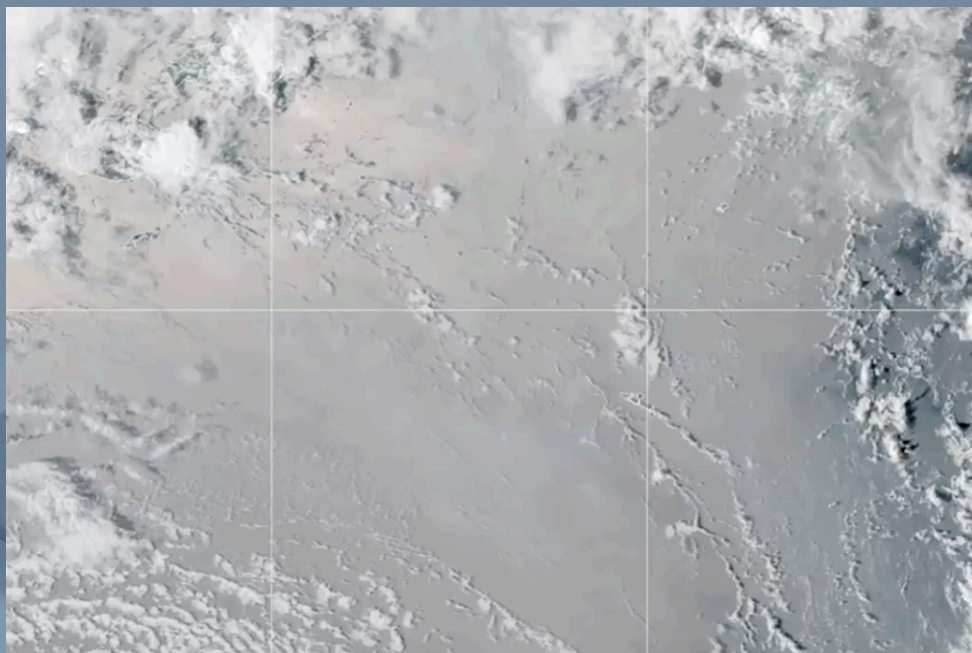
- Den 15 januari 2022 klockan 17.14 lokal tid exploderade vulkanen med det något komplicerade namnet Hunga Tonga-Hunga Ha'apai under havsytan i södra Stilla havet.
- Under de kommande timmarna och dagarna slog utbrottet flera geologiska och meteorologiska rekord. Det viktigaste för klimatet och vädret var att vulkanen med sin 58 000 meter höga plym förde upp en aldrig tidigare skådad mängd vattenånga i stratosfären motsvarande 150 miljoner ton havsvatten
- Detta gör att de kommande vintrarna i Skandinavien blir ovanligt kalla.
- Här förklaras varför och det visar en del av det komplicerade samspelet

Hunga tonga



Utbrottet sett från rymden

Den första timmen



Per Flensburg

5



Per Flensburg



6



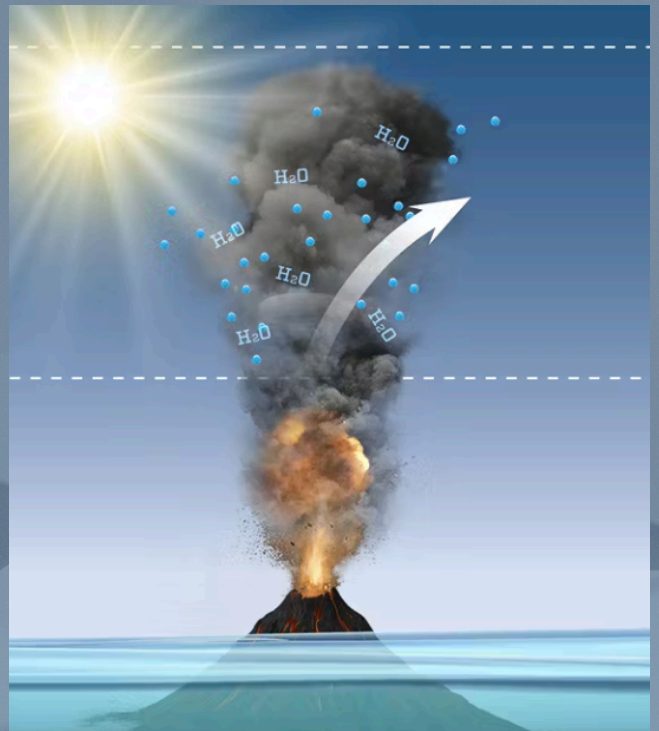
7

Våldsamt vulkanutbrott

- Satellitbilder visar tydligt hur våldsamt Hunga Tonga-utbrottet var. Tryckvågor gick runt planeten och en 45 meter hög tsunami vällde in över närliggande kuster.
- I 158 kilometer i timmen var topphastigheten för den rekordsnabba atmosfäriska tryckvågen, som gick flera varv runt planeten.
- 2 615 blixtrar i minuten utlöstes av det rekordkraftiga åskvädret som bildades ovanför Hunga Tonga.
- Vattenånga motsvarande 150 miljoner ton vatten sprutade 50 000 m upp i stratosfären

2022

- Största mängden vattenånga som nånsin uppmätts
- Kastas upp i stratosfären mellan 12 och 50 km höjd

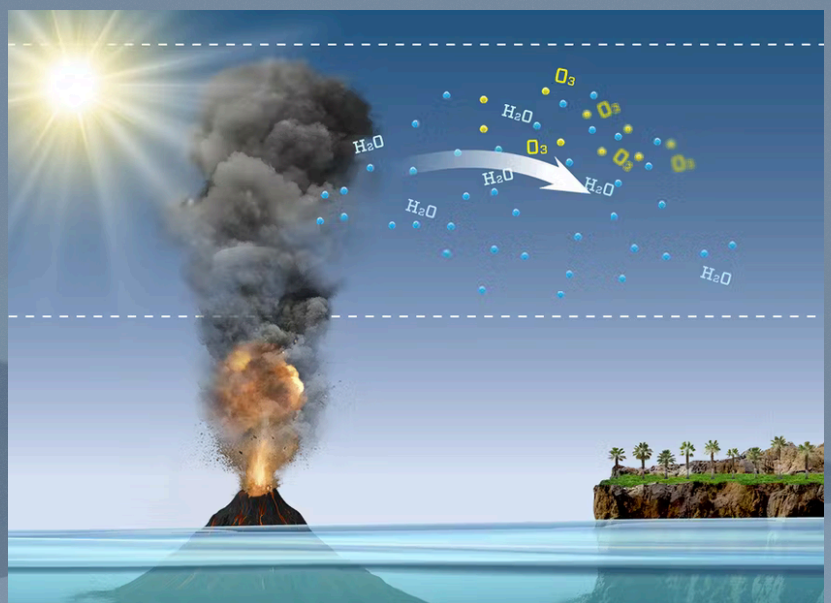


Per Flensburg

9

2023-24 cirkulerande vatten skapar kaos i atmosfären

- Vattenångan fungerar som ett växthus i stratosfären
- Samtidigt påskyndar den nerbrytningen av ozon

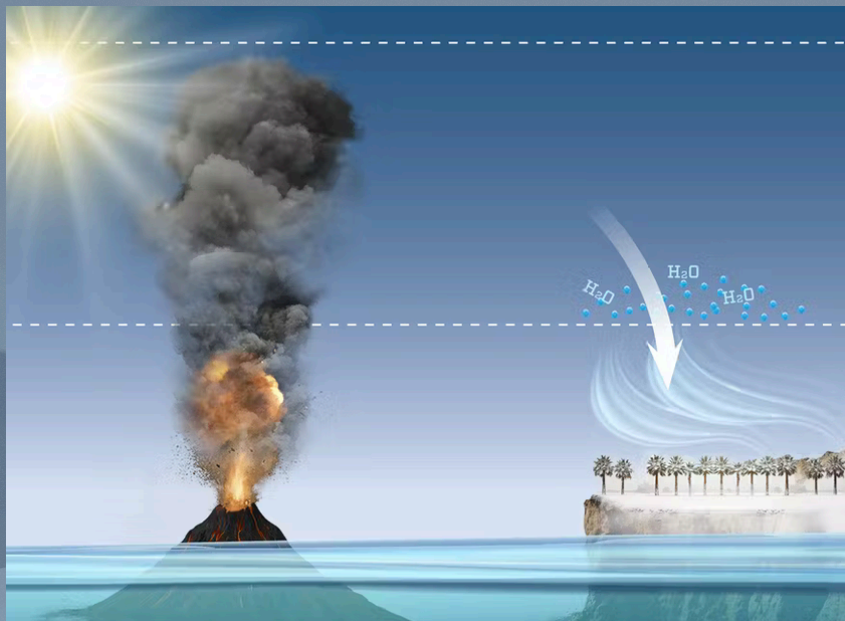


Per Flensburg

10

2025-29 Vågor i atmosfären

- Efter två–tre år samlas vattenångan i stratosfärens nedre del.
- Där påverkar den atmosfäriska vågor i atmosfärens nedersta lager troposfären, vilket lokalt får temperaturen att stiga eller falla dramatiskt.



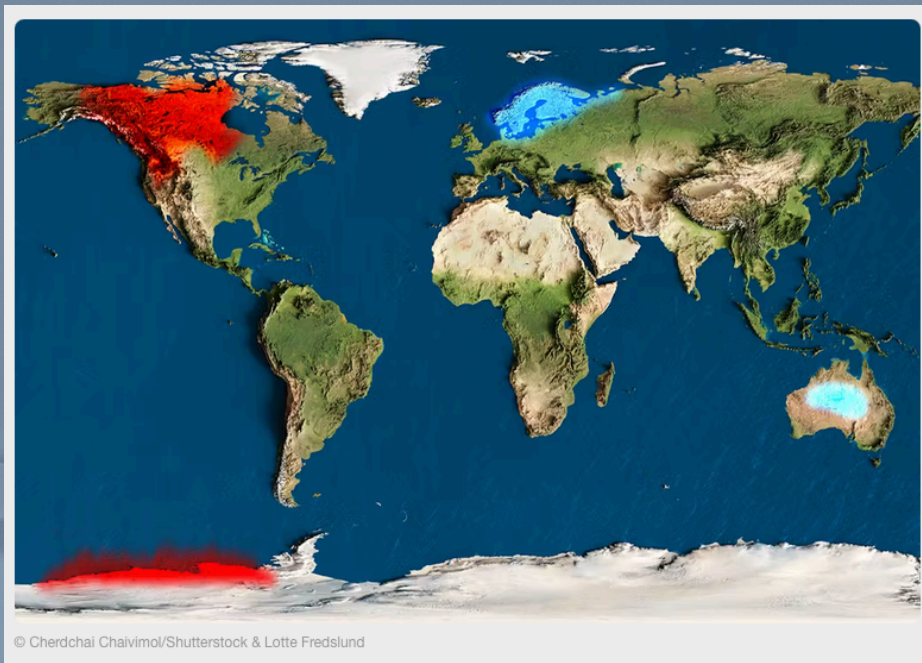
Jetströmmens påverkan på klimatet

- Jetströmmen avgör den så kallade polarfrontens placering. Söder om polarfronten är det mildt, medan det är iskallt norr om den. Om jetströmmen och den tillhörande polarfronten sträcker sig ner över Central- och Sydeuropa på vintern kommer Skandinavien att befinna sig i den iskalla, polära luftmassan norr om polarfronten. På så vis passar förutsägelseerna för Skandinavien och övriga Europa ihop som två bitar i ett pussel.
- Ibland ”fastnar” jetströmmen och då får vi samma väder lång period, ex sommaren 2018
- Ju varmare klimat desto oftare händer detta
- Och så kan vulkaner påverka jetströmmarna också

Vågtåg

- I fallet med vulkanen handlar det om växlingar mellan högt och lågt tryck, som rör sig längs vågens rörelseriktning och påverkar atmosfärens naturliga vågor,
- Detta fenomen kallas ett vågtåg, och det är ett sådant som troligen kommer att ge oss de kalla vintrarna.
- ”Vågtåget kommer från Stilla havets centrala delar, passerar över Nordamerika, korsar Atlanten och hamnar i Skandinavien, som är vårt bästa bud på platsen för nedkylningen”, säger han.
- I gengäld kommer de delar av Nordamerika som passeras av vågtåget att uppleva motsatsen till Skandinavien, det vill säga mildare vintrar. Den nordamerikanska uppvärmningen är faktiskt ännu mer markant än den skandinaviska nedkylningen. Där kan vintermånaderna i slutet av årtiondet bli ända upp till 2,5 grader varmare.

Global påverkan



Per Flensburg

15

Påverkan

- Skandinavien och de centrala delarna av Australien är de två platser på planeten där kylan blir mest påtaglig. Vintrarna i Skandinavien kommer att bli mellan en och en och en halv grad kallare till år 2030. De kommer att påminna om 1980-talets vintrar.
- Både nordliga och sydliga breddgrader blir varmare. Mildast blir den västantarktiska vintern. Forskare har vid upprepade tillfällen visat att bland annat Thwaitesglaciären är mycket känslig för värme, framför allt i form av varmt havsvatten.
- I norra och västra Nordamerika stiger vintertemperaturerna markant. Milda och torra vintrar skapar idealiska förhållanden för omfattande naturbränder som dem som tidigare har drabbat bland annat Okanagandalen i British Columbia i Kanada.

Per Flensburg

16

Havsis

Dess betydelse för klimatet

Per Flensburg jan 25

17

Is runt Antarktis

- En och en halv miljon kvadratkilometer is saknas i havet kring Antarktis.
- I 45 år har satelliter kretsat förbi Antarktis och mätt isens utbredning. Havsisen kring Antarktis har hela tiden varit relativt opåverkad av den globala uppvärmningen.
- Mätningar från år 2023 visar oroväckande små mängder havsis. Avsaknaden av is gör att varmt havsvatten lättare kan ta sig in under glaciärerna på Antarktis fastland.
- Det kan sätta i gång en katastrofal dominoeffekt, som i slutändan riskerar att få Antarktis att kollapsa.

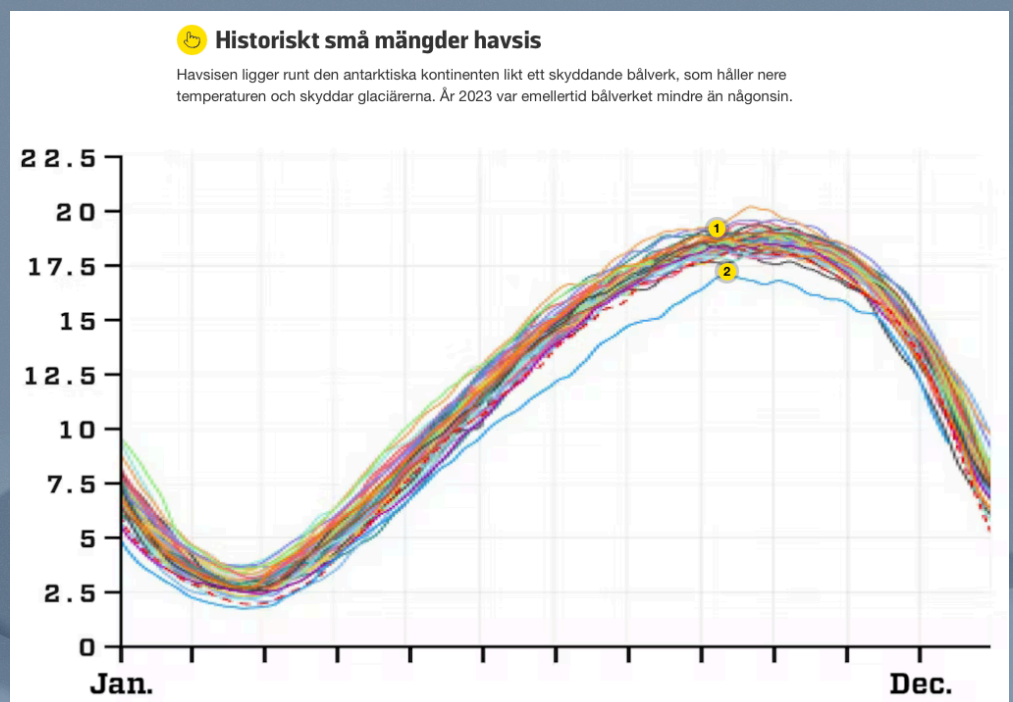
Per Flensburg

18

Något hände 2023

- Isen följer årstiderna och har sin minsta utbredning i slutet av sommaren och sin största i slutet av vintern.
- Till följd av den globala uppvärmningen har havsisen kring Nordpolen förlorat nästan tolv procent av sin sommarutbredning varje årtionde under de senaste cirka 40 åren, men i söder har havsisen hållit stånd.
- I september, då havsisen runt Antarktis i slutet av vintern når sin största utbredning, har ytan i över 40 år konsekvent legat kring 18,5 miljoner kvadratkilometer, större än hela Ryssland. På sommaren krymper det till omkring 2,8 miljoner kvadratkilometer.
- År 2023 skulle dock visa sig bli väldigt annorlunda.
- Redan före den antarktiska sommaren i februari var havsisen omkring en halv miljon kvadratkilometer mindre än normalt. Och när isen skulle börja växa igen i april gick det väldigt sakta.

Diagram över utbredning

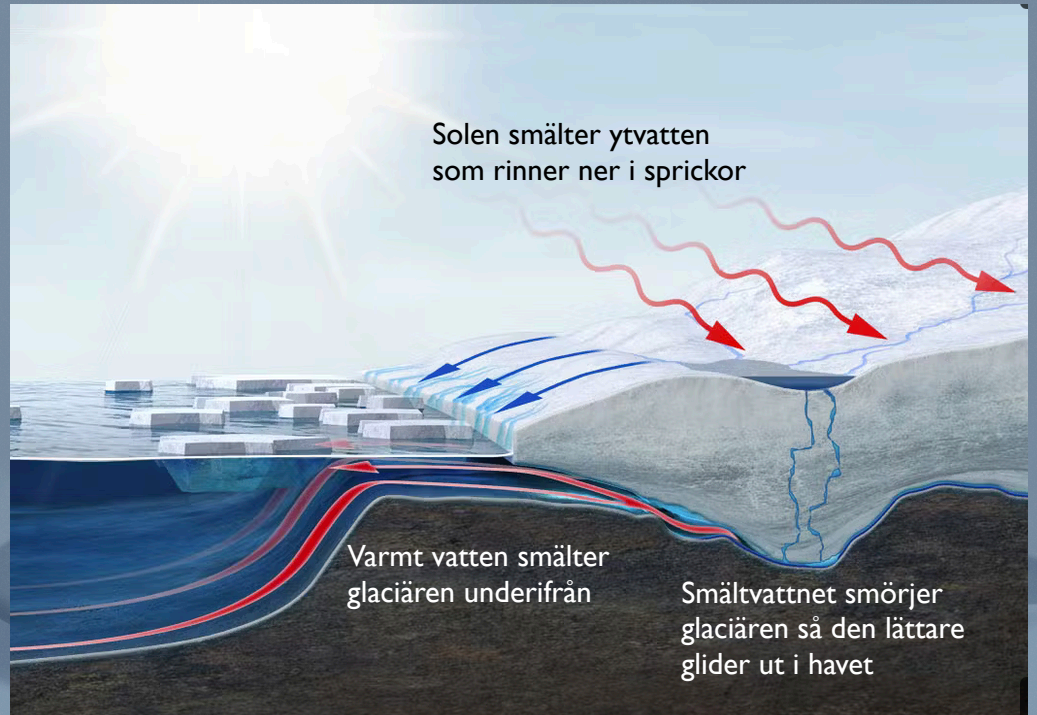


- Smältande havsis påverkar inte havsvattennivån. Isen bildas av havsvatten som fryser och är redan medräknad i havsnivån. Kring Antarktis spelar emellertid havsisen en avgörande roll, eftersom den skyddar glaciärerna på land mot varm luft och stigande vattentemperaturer.
- Den vita isen reflekterar det mesta av solens energi tillbaka ut i världsrymden innan den hinner omvandlas till värme. Därmed håller isen nere både havets och luftens temperatur.
- Havsisen skiljer havet från luften. På vintern, ligger havsvattnets temperatur nära fryspunkten, medan luften helst ska ligga mellan minus 30 och minus 50 grader Celsius.
- Kring Nordpolen är konsekvenserna av avsaknaden av is tydliga. Det relativt varma havsvattnet påverkar luften, så att den genomsnittliga temperaturen på vintern i vissa områden är hela 15 grader högre än på 1980-talet.

Västantarktis

- I Västantarktis ligger nämligen isen inte på land. I stället har isens enorma vikt tryckt ner jordskorpan upp till 1 000 meter, så att stora delar av istäcket tekniskt sett vilar på havsbotten, vilket gör istäcket mycket instabilt.
- När is ligger under vatten har den nämligen samma flytförmåga som en badanka som trycks ner i ett badkar. Om havet stiger förstärks även denna uppåtriktade kraft, vilket kan få isen att snabbt brytas sönder i en självförstärkande process.

Process



Thwaitesglaciären

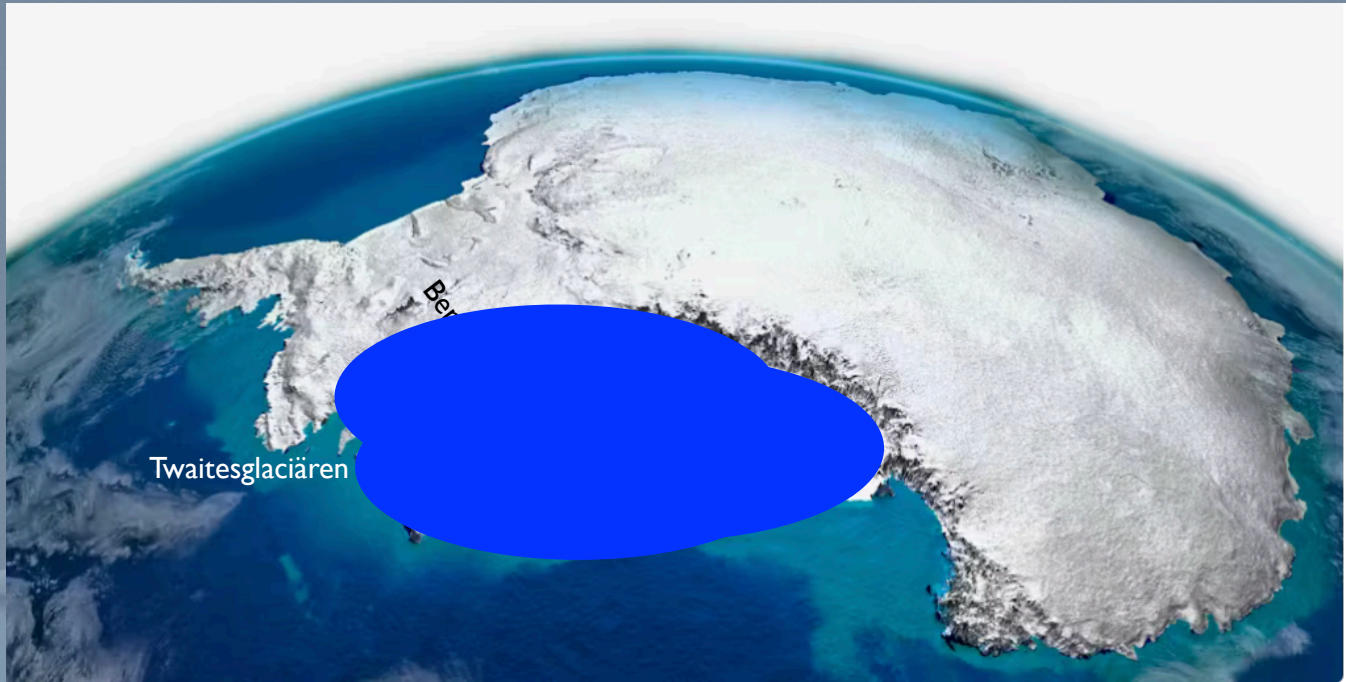


Forskning på Thwaitesglaciären

- Under de senaste 30 åren har Thwaitesglaciären kalvat fler isberg än normalt. Glaciärfronten drar sig nu tillbaka fyra kilometer om året, medan den flytande shelfisen framför glaciären varje år släpper ifrån sig 126 miljarder ton is till havet.
- Förlusten av ismassa är så stor att bara denna glaciär står för fyra procent av den årliga havshöjningen på 3,4 millimeter.
- Hittills har forskarna följt det dramatiska händelseförloppet från satelliter, men för att exakt kunna förutsäga glaciärens öde krävs ett stort antal mätningar på plats.
- Därför beviljade den amerikanska myndigheten National Science Foundation och det brittiska institutet British Antarctic Survey 50 miljoner dollar för att skicka forskare till glaciären under den antarktiska sommaren, som börjar i oktober och slutar i februari.

Scenario

- Shelfisar fungerar som bromsar. I takt med att havstemperaturen stiger har flytande shelfisar framför glaciärerna börjat kalva allt fler isberg. Om shelfisarna kollapsar kommer glaciärerna att kalva ännu fler isberg.
- Glaciären förlorar 126 miljarder ton is om året
- Om glaciären smälter bort kommer världshaven att stiga med 80 centimeter.
- Bakom Thwaitesglaciären ligger Bentleys subglaciärgrav, som är 2 000 meter djup. Om glaciären drar sig tillbaka genom djuphavsgraven till Transantarktiska bergen kommer Västantarktis att bli ett hav.



Thwaitesglaciären mynnar ut i Amundsenhavet i västra Antarktis. Shelfisen framför glaciären fungerar som en gigantisk plugg för isflödet bakom den, som på egen hand innehåller tillräckligt med vatten för att höja världshaven med 80 centimeter.

Per Flensburg

27

Havsström

- Det varma havsvatten som just nu slickar Thwaitesglaciären har gjort en lång resa hela vägen från Nordatlanten.
- Där sjunker vattnet och driver en södergående havsström till Antarktis, där det bildar en bottenström som går runt kontinenten på cirka 530 meters djup.
- Ovanför strömmen ligger den iskalla Antarktiska oceanen, där vattnets temperatur är minus två grader, strax över saltvattnets fryspunkt.
- Den globala uppvärmningen har dock förändrat vindmönstren, vilket pressar upp bottenströmmens varmare vatten mot kontinentalsöckeln och in mot glaciärerna.

Per Flensburg

28



Hur får man reda på allt detta?

- En av frågorna är om markytan i en 1 500 meter djup bassäng under glaciären är ojämn eller slät. Ju slätare strukturen är, desto snabbare kan isen röra sig.
- För att få svar på det låter forskarna små explosioner detonera inne på fast is. Ljudvågorna reflekteras av berget under isen och avslöjar topografin.
- Särskilt intresserade är geologerna av ett högt rev sju mil in under istäcket, som kan bli det sista hindret för isens tillbakadragande.
- Isens kristallstruktur och kompakthet påverkar också hur snabbt glaciären glider över berget på havsbotten. Radarmätningar från flygplan identifierar isens skikt ända ner till botten. Dessa mätningar har avslöjat ett vattenfyllt hålrum under glaciären, bakom grundningslinjen.

Hur får man reda på allt detta?

- Varmvattenborrningar genom både fast is och flytande shelfis har gjort det möjligt att placera ut sensorer i isen på bägge sidor av grundningslinjen. De kommer att visa hur snabbt glaciärens undersida rör sig. Borrhålen används även för att borra ut havsbottenkärnor
- De kan bland annat visa hur glaciären drog sig tillbaka när temperaturerna steg dramatiskt efter den senaste istiden för 11 700 år sedan.
- Automatiska väderstationer på glaciären, shelfisen och olika isberg mäter vindstyrka, lufttemperatur och havsis. Dessutom ska 18 sjöelefanter och weddellsälar förses med sensorer, som limmas fast bakom huvudet på dem.
- Sälarna och sjöelefanterna lever i havet framför och under shelfisen, där de dyker ner till botten efter föda. På så sätt kan sensorerna registrera förhållanden i hela vattenpelaren.
- Användningen av de stora havsdäggdjuren gör också att mätningarna kan genomföras på vintern då den tjocka havsisen hindrar alla fartyg.



Glidare

- De mest direkta mätningarna av det varma bottenvattnets strömförhållanden och turbulens ska komma från så kallade glidfarkoster – miniubåtarnas svar på glidflygplan.
- De saknar motor men rör sig genom att utnyttja vattnets bärkraft. Farkosterna ska utrustas med mikrofoner som spelar in ljudet av stora isberg som bryts loss från shelfisen, faller ner i havet och driver ut till sjöss.

Mardrömsscenario

- Ju högre glaciärfrontens lodräta isväggar blir, desto oftare kommer de att brytas av lodrätt och bilda enorma isberg. När isbergen faller ner i vattnet bildas jättelika vågor, som sliter loss ännu mer is från glaciärfronten.
- Denna process kan få glaciären att löpa amok i en självförstärkande process, där isen spricker fortare än vad de nuvarande ismodellerna förutsäger. Ingen vet dock med säkerhet om skräckscenariot kommer att bli verklighet.
- Först ska forskarna beräkna hur mycket Thwaitesglaciären kommer att bidra till havshöjningen fram till år 2100. De nuvarande modellerna för detta opererar med ett intervall mellan 30 centimeter och drygt 100 centimeter.
- Sedan ska forskarna avgöra om utvecklingen är ofrånkomlig, med eller utan global uppvärmning. Haven, som reagerar långsammare på temperaturförändringar än luften, kommer att vara varma i århundraden efter det att luften kylts ner.
- Forskarna ska undersöka om revet sju mil under istäcket kommer att fungera som ett effektivt hinder som kan stoppa glaciärens tillbakadragande eller skjuta upp det i årtionden eller århundraden.

