Den kolde ørken | The polar dessert

July | Jørgen Brønlund Fjord

Nordgrønland

Flyet letter, og det isfrie, mosaikagtige landskab står kontrastfyldt til de dybblå fjorde, havet og den hvide Indlandsis. Tankerne driver, mens flyet svinger mod nord og sætter kurs mod den nordligste isfrie del af Grønland – Peary Land. Frodigheden fra de sydlige breddegrader forsvinder, og landskabet fremstår skarpere og mere råt. Bjergskråningerne lyser brunt i solen, og erosionen af jorden er så massiv, at kun få planter har fundet fodfæste her. Også de fladere dele af landskabet fremstår mere eller mindre vegetationsfrie – de kolde vinde får sneen til at fyge væk, og de færreste planter magter kampen mod naturens kræfter. Sommeren kan være varm som en dansk forårsdag, men jorden er mange steder tør, og stedvis ses hvide skorper af salt, fordi fordampningen overstiger nedbøren om sommeren. Der er dog stadig liv. Selv på de mest udsatte steder har mikroorganismer, laver, mosser, planter og smådyr fundet nye måder at overleve på, og samtidig findes der oaser, hvor frodigheden minder om den, man møder på sydligere breddegrader.

North Greenland

The airplane takes off, and the ice-free mosaic-like landscape stands out against the deep blue fjords and sea and the white Ice Sheet. The mind wanders while the airplane heads north towards Peary Land, the northernmost ice-free part of Greenland. The lushness of the southern latitudes disappears, and the features of the landscape appear harsher and rougher. On the hillsides, brown colors glow in the sunshine, and the erosion here is so frequent that only few plants can get a foothold. Also the flatter parts of the landscape are more or less devoid of vegetation – the cold winds blow away the snow, and only few plants can combat these forces of nature. The summer can be warm, but the soils are dry in many places, and in some places white crusts of salt have formed because evaporation exceeds the precipitation in the summer. And yet, there is life here. Even in the most exposed, relentless places, microorganisms, lichens, mosses, plants and small animals have found new ways to survive, and even small oases can be found with lushness matching the southerly latitudes.

De første mennesker

Under sidste istid var det meste af Grønland dækket af is, og det land, der dukkede op ved isens tilbagetrækning, var nøgent, goldt og uden permafrost. Først kom fuglene og planterne, siden fulgte de større pattedyr og mennesker. For mere end 4000 år siden kom de første mennesker til Nordgrønland. De indvandrede fra Canada af flere omgange. De første mennesker, som betegnes Independence I, har formentlig været nært beslægtede med de første stenalderfolk i Vestgrønland (Saqqaq-folket). Dette folk var mobilt og i stand til at udnytte områdets rige dyreliv i flere hundrede år. Nye indvandringer er kommet efterfølgende. Mellem 1200 og 1400-tallet kom Thule-folket til området. De blev senere efterfulgt af europæiske opdagelsesrejsende.

The first peoble

During the most recent ice age, most of Greenland was covered by ice. The land emerging after the retreat of the ice was barren and without permafrost. First, birds and plants migrated to the region. Later, larger mammals and humans followed. The first humans arrived to North Greenland more than 4,000 years ago. They migrated from Canada in different stages. The first population, known as Independence I, was probably closely related to the first Stone Age people of West Greenland (the Saqqaq-people). This population was mobile and capable of using the rich fauna of the area for hundreds of years. New migrations followed. Between the thirteenth and fifteenth century the Thule-people arrived in the area. They were later followed by European explorers.

Forrige sider: Jørgen Brønlund Fjord i Nordgrønland set mod nord. Landskabet fremtræder nøgent og med landskabsformer præget af is, sne og vand. Fx ses tydeligt iskile-polygoner dannet ved frys-tø processer, vandløb, der har eroderet sig ned i landskabet, og lyse områder, hvor salt er udfældet på overfladen.

Previous pages: Jørgen Brønlund Fjord in North Greenland, photo facing north. The landscape appears barren and bears the evidence of ice, snow and water. Note the ice-wedge polygons formed by freeze-thaw processes, the channels eroded by streams and light areas with precipitated salt on the surface.

July | Jørgen Brønlund Fjord

Efterladenskaber fra de første beboelser i Nordgrønland. De ligger den dag i dag frit eksponeret i form af fx teltringe og stenredskaber. Her er det lokaliteten Vandfaldsnæs med spor efter mindst to indvandringsperioder af inuitter fra Canada. På pladsen er der fundet rester af knogler, som tyder på fangst af moskusokser og sæler. Knogler fra moskusokser er brugt til at datere disse tidlige beboelser af Grønland.

Remains of the first settlements in North Greenland. Even today, their remains are freely exposed on the ground, and include stone tools and rings, where tents were placed. At Waterfall Point traces of at least two migrations of Canadian Inuit have been found. At the settlement, remains of bones have been found, which suggests muskox and seal hunting. The bones of muskox have been used to date these early settlements.

July | Brønlundhus

Den "sidste" indvandring

Sporene efter de tidligste indvandringer har ansporet en "sidste" indvandring af forskere. Det gælder fx danskeren Eigil Knuth, som med en usædvanlig fornemmelse for arkæologiske spor brugte årtier på at udforske disse nordlige egne af Grønland. Eigil Knuth brugte stationen Brønlundhus som base for sine undersøgelser. Stationen blev opført af Dansk Peary Land Ekspedition i 1948, og har siden dannet rammen for en lang række interdisciplinære undersøgelser. I 2014 blev stationen atter åbnet og brugt som base for nye aktiviteter med fokus på blandt andet plantetilgængelige næringsstoffer og permafrostens stabilitet. Både stedet og emnet er højaktuelt, fordi klimamodellerne forudsiger, at de mest markante klimaændringer inden for de næste årtier sker netop her i Nordgrønland. Derfor består feltarbejdet blandt andet i at bore og udtage prøver af permafrosten, at placere temperaturfølere i jorden samt stille en ny klimastation op.

Modstående side: Brønlundhus er en forskningsstation i Nordøstgrønland, som blev bygget i 1947–48. Den ligger ved en lille elv og en frodig dal omgivet af 700–800 meter høje bjerge domineret af sandsten og kalksten. Jørgen Brønlund Fjord er en knap 25 km lang fjord, som formentlig kun har været isfri i omkring 8000 år, så gamle bjergarter blander sig med unge landskaber. Jørgen Brønlund (1877–1907) var en grønlandsk lærer og polarforsker. Han deltog i Danmarks-ekspeditionen (1906–1908), men omkom undervejs.

The "last" migration

Traces of the earliest migrations have spurred a "last" migration of scientists. One example is the Dane Eigil Knuth, who, with a remarkable sense for finding archeological traces, spent decades exploring these northern areas of Greenland. Eigil Knuth used the station Brønlundhus as his research base. The station was built as part of the Danish Peary Land Expedition in 1948 and has been the base of several interdisciplinary research projects. The station was reopened in 2014 and has been used once again as a base for new activities focusing on e.g. plant available nutrients and the stability of the permafrost. Both the location and research subjects have become highly relevant since the climate models predict the most significant climate changes within the next decades to happen right at this place. That is why the fieldwork includes sampling of the permafrost and setting up a new climate station.

Opposite page: Brønlundhus is a research station in Northeast Greenland built in 1947–48 and situated close to a stream and a lush valley surrounded by mountains (700-800 m) dominated by sandstone and limestone. Jørgen Brønlund Fjord is almost 25 km long and has only been ice-free for around 8,000 years, so here, old rock mixes with the young landscape. Jørgen Brønlund (1877-1907) was a Greenlandic teacher and polar researcher. He participated in the Denmark-Expedition (1906-1908) and died during the expedition.

Rester fra tidligere ekspeditioner nær Brønlundhus. Det er meget karakteristisk, at disse rester bevares, fordi de frysetørres af en kombination af kulde og tørre vinde.

Remains from earlier expeditions near Brønlundhus. It is very characteristic that such remains are preserved; they are freeze-dried by the combination of cold temperatures and dry winds.

July | Brønlundhus

July | Brønlundhus

July | Kap Harald Moltke

Den gamle klimastation ved Kap Harald Moltke (foto ovenfor), nær mundingen af Jørgen Brønlund Fjord, har målt temperatur, vind og lufttryk i mere end 30 år. Disse data giver et sjældent indblik i variationen fra år til år, og de viser også tendenser til en gradvis opvarmning. Vinterens middellufttemperatur i januar til marts er omkring -30 °C, og sommerens lige under 5 °C. I perioden 1973 til 2002 er årets middellufttemperatur steget 1,3 °C. Med nye installationer sat op i Brønlundhus (foto til venstre) i 2014, er det nu muligt at fortsætte moniteringen.

The old climate station at Kap Harald Molkte station (photo above) near the mouth of Jørgen Brønlund Fjord has measured temperature, wind and air pressure for more than 30 years. These data give a rare insight into the variation from year to year and also show a tendency towards gradual warming. The average winter air temperature in January to March is around minus 30 °C while the summer is just below 5 °C. During the years 1973 to 2002, the average annual air temperature has risen 1.3 °C. With new equipment set up in 2014 at Brønlundhus (photo to the left), it is now possible to continue the monitoring.

En kold ørken

Kolde og golde overflader dominerer de indre dele af Peary Land. Her falder der så lidt regn, at der dannes tørkesprækker på jordoverfladen. Kombinationen af udtørring og frysning kendes fra frysetørring af madvarer, og er her i den kolde ørken et udbredt fænomen. Det ses blandt andet ved, at jordens øverste lag krøller sammen til cigar-lignende pølser eller plader. Hvide flager, som smager af salt, ses mange steder. Disse træk kendes også fra varme ørkener.

Det er svært at måle nedbøren, fordi det meste falder som sne, der fyger rundt, indtil den fyger sammen i en snefane. Det betyder, at den mængde vand, der kommer med nedbøren, bliver meget uensartet fordelt, og at traditionelle nedbørsmålere ikke er i stand til at give retvisende data. Det skønnes, at der som gennemsnit falder mindre end 150 mm nedbør om året i disse nordlige egne af Grønland. Det svarer til en halvørken og er væsentlig mindre nedbør, end hvad der kan fordampe fra jordoverfladen. Det betyder, at vandbalancen er negativ, og at salte kan ophobes på jordoverfladen. Det medfører også, at næringsstoffer fra de øverste lag ikke udvaskes, men opkoncentreres og er tilgængelige i rodzonen for de planter, der er tolerante over for salt. Denne tilstand er i stor kontrast til forholdene i Sydgrønland, hvor nedbøren overstiger fordampningen, og næringsstoffer derfor nemt udvaskes.

A cold desert

Cold and barren surfaces dominate the inner areas of Peary Land. So little rain falls in the area that drought cracks form. The combination of desiccation and freezing is known from the freeze-drying of foods, a phenomenon that here, in the cold desert, is common. You see it where the top layer of the soil curls up in cigar shaped rolls or plates, and white, salty flakes are widespread.

It is difficult to measure precipitation because most of it falls as snow, which drifts around until the snow settles in a snow patch. Thus, most of the water supplied through precipitation is very unevenly distributed, and data from a more traditional precipitation gauge will most likely be misleading. We estimate the yearly precipitation in these northerly regions of Greenland to be less than 150 mm. This is equal to a semi-desert and is much less precipitation than what can evaporate from the soil surface. It leads to a negative water balance in the area, and salts accumulate on the surface. It also means that nutrients from the top layers of soil are not leached from the soil but instead are concentrated and made available to salt tolerant plants. This is a situation very different from South Greenland, where precipitation exceeds evaporation and nutrients therefore are easily washed out.

July | Kap Harald Molkte

Kombinationen af tørring og frysning giver stedvis jordoverfladen et meget specielt udseende. Det knaser, når man går, fordi overfladen er sprød. Hvide saltflager ses mange steder og skyldes den langsomme ophobning af salt på overfladen, når nedbørens lille saltmængde gennem lang tid ophobes.

The combined effect of drying and freezing gives the soil surface a very special appearance from place to place. The crispy surface makes a crunching noise beneath your feet. White, salty flakes are abundant on the surface and are formed from the very slow accumulation of low amounts of salt carried by the precipitation.

August | Kap Moltke

Den hårde klippe formes

Vinden sliber, fordi den medbringer sandkorn og iskrystaller. Iskrystaller er overraskende hårde, når temperaturen er under minus 25 °C, og er formentlig afgørende for, at selv meget hårde bjergarter med tiden slibes og afrundes. Hvor vinden primært kommer fra én retning, facet-slibes klipper og sten. I områder, som er rigtig udsatte for vindens rasen, nøjes vinden ikke med at slibe, men former også landskabets klipper. Specielt de mindst robuste bjergarter, som fx sandsten, kan antage helt utrolige former, i takt med at vinden eroderer, og der dannes såkaldte ventifacts. Sandsten er dannet ved, at oprindelige sandkorn er cementeret sammen til en bjergart, som mange steder bruges som byggesten. Men her i det golde, arktiske miljø forsvinder de dårligst cementerede dele, og resterne danner vilde former for miniature-landskaber.

Modstående side og nedenfor: Her ses ventifacts – vinderoderede bjergarter i Jørgen Brønlund Fjord.

Shaping the solid rock

The wind is abrasive since it carries sand grains and ice crystals. At temperatures below minus 25 °C, ice crystals are surprisingly hard, and this is probably crucial to the grinding and rounding of even very hard, solid rocks. Where winds are predominantly coming from one direction, rocks and stones become faceted. In areas very exposed to the raging winds, the wind does not only grind but also shape the boulders of the landscape. Especially the less resistant rocks, such as sandstone, are exposed and attain eye-catching shapes also known as ventifacts. Sandstone is formed when sand grains are cemented together to form a new rock. Sandstone is widely used as building material, but here, in the barren arctic environment, the weakest parts disappear and the residues form amazing miniature landscapes.

Previous page and below: Ventifacts – wind eroded rocks in Jørgen Brønlund Fjord.

July | Kap Harald Moltke

Det ekstreme liv

Her er liv på grænsen til det umulige. Hvor en moskusokse har valgt sit sidste hvilested, opstår en lille oase. Den første på stedet er sikkert en spyflue, en polarræv eller en isbjørn. Mågerne piller rester. Resten af kadaveret bliver ganske langsomt nedbrudt, og over mange år frigives små mængder af næringsstoffer. Det betyder liv for andre, fx græsser, som vokser og trives ved kadavere. Der udvikles en rodzone, som holder lidt bedre på vandet end omgivelserne. Med planterne stiger chancen for at møde insekter og fugle. En lille oase med stor diversitet er opstået. Det fortæller os, hvor ekstremt livet her er begrænset af manglen på vand og næringsstoffer. Det viser også, hvor overraskende hurtigt planter og dyr kan tilpasse sig ændringer i miljøet. Mange steder er der ikke engang behov for et kadaver. En stor sten er nok til give læ mod stærke vinde og fange nok dug og fugtighed til, at planter kan trives.

Extreme life

Life exists here at the edge of the impossible. The final resting place of a muskox becomes an oasis. Here, the first to arrive is perhaps a blowfly, an Arctic fox or a polar bear. A flock of sea gulls pecks away at the remains. The rest of the carcass is slowly decomposed, and over the years, small amounts of nutrients are being released. This means life to others, e.g. grasses, which grow and thrive near the carcass. A root zone develops which retains the water just a little bit better than its surroundings. The chances of meeting insects and birds increase. A little, highly diversified oasis has sprung into existence. It tells us how limited life is here, given the scarcity of water and nutrients, but it also tells us, how surprisingly fast plants and animals can adapt to environmental changes. In many places, there is not even a need for a dead animal. A large rock is enough to give shelter from the strong winds and to gather enough dew and moisture for plants to thrive.

Pilens rødder har her fundet vej i klippesprækkerne

A willow's roots have found their way into the fractures in a rock.

July | Brønlundhus

July | Brønlundhus

Her ses liv i en sten – et lagdelt økosystem bestående af alger, svampe og bakterier. Det er kun i bestemte bjergarter, hvor denne form for liv kan opstå. Dels skal bjergartens mineralkorn tillade at lys kan trænge igennem, og dels skal der findes mineralkorn med en sammensætning, som ved kemisk nedbrydning frigiver de nødvendige næringsstoffer til systemet. Kvælstof er et af de stoffer, som sjældent kan frigives fra bjergarter. Netop derfor findes der i økosystemet cyanobakterier (også kendt som blågrønalger, selvom de ikke er alger), som er i stand til at binde kvælstof fra luften. Vand skal der til, men formentlig er det nok med den smule vand, der kan trænge ind, når det er tåget. Nederste foto til højre viser celler af rigtige alger beliggende næsten 0,5 cm under bjergartens overflade.

This is life in a stone – a layered ecosystem of algae, fungi and cyanobacteria. This form of life arises only in specific rocks. The minerals of the rock must allow for the light to pass through, and minerals must be present, which can provide nutrients to the ecosystem through chemical decomposition. Nitrogen is very rarely released from rocks and this is exactly why cyanobacteria (also known as blue-green algae despite not being algae), capable of absorbing nitrogen from the air, are often found in these systems (lower left). Water is necessary, but the little water penetrating the rock in foggy weather is sufficient. The picture on the lower right shows cells of algae.

Vender man en lys kvartssten, kan man være heldig at opdage en endnu mere ekstrem form for liv. Sådanne sten kan nemlig være helt grønne af alger på undersiden. Her er der læ, lidt fugtigt og en smule lys, så alger kan vokse samtidig med, de sidder beskyttet. Den mest ekstreme form for tilpasning er de laver og alger, der lever side om side, ikke i læ af sten, men inde i selve klippestykkerne. Det ses i bjergarter med lyse mineraler, som tillader en smule sollys at passere, og som er lidt porøse, så der kan komme luft til. Ser man på sådan en klippe i mikroskop, ses yderst et lag af mineralkorn. Nedenunder ses et mørkt lag på omkring en millimeters tykkelse domineret af laver. Laver er en slags dobbeltorganismer, bestående af svampe, som lever i et fællesskab (symbiose) med grønne alger og cyanobakterier. Længere inde i stenen dominerer svampehyfer og bakterier. Stenen rummer således en fantastisk sammensat biologi, som stort set kan klare sig uden at bekymre sig om omgivelserne. Cyanobakterier er en særlig vigtig gruppe, fordi de er i stand til at binde kvælstof fra luften. De har dannet deres eget mikromiljø, og kræver kun luft og solskin. De øvrige nødvendige næringsstoffer kommer primært fra klippen. Sådan en livsform kaldes endolitisk og medfører, at klippernes overflade med tiden mørnes og eroderer nemmere. Det er uvist, hvor lang tid et sådant symbiotisk forhold kan overleve, og om det spiller nogen som helst rolle for livets gang uden for stenen. Denne form for ekstremt liv viser, at det er sandsynligt, at liv i Grønland har kunnet overleve de få steder, som ikke har været isdækket under den sidste istid. Om sådanne livsformer har haft betydning for den nuværende biodiversitet i Grønland er dog uklart.

If you turn over a light quartz stone, you might be lucky to find an even more persistent form of life. The underside of such stones can be completely covered by green algae. The shelter, moisture and light conditions form a protected environment for the algae to grow. The most extreme adaptation is seen in lichens and algae living side by side, not sheltered by the boulders, but actually living inside the rock. This is seen in rocks with light minerals, which allow a bit of sunlight to pass through, and which are porous enough to let in a little air. If you look at a rock like this through a microscope, you first see a layer of minerals. Underneath you see a dark layer with a thickness of around one millimeter, which is dominated by lichens. Lichens are two (or more) organisms living together: they consist of fungi living symbiotically with green algae and/or cyanobacteria. Further inside, the rock is dominated by fungal hyphae and bacteria. Thus, the rock houses a fantastic and diverse ecosystem, perfectly capable of existing almost independently of the surrounding environment. The cyanobacteria are especially important, as they absorb nitrogen from the air. They have formed their own micro-environment and only require air and sunlight; the remaining nutrients are primarily provided by the rock. This lifeform is called endolithic and with time, it causes the surface of the rock to crumble and erode more easily. We do not know for how long such a symbiotic relationship can survive, and its significance to other life outside the rock. This kind of extreme life shows that it is likely that life in Greenland has been able to survive the few places that have not been ice covered during the last glaciation. Whether such life forms have had an impact on the current biodiversity in Greenland is, however, unclear.

De grønne dale

Klimaet er tørt, men alligevel er der vand i landskabet. I modsætning til den varme, tropiske ørken, er der altid vand i den kolde ørken. Det skyldes, at den primære kilde om sommeren er smeltende iskapper og mere eller mindre permanente snefaner. Det særlige liv på sne- og isoverfladen er afgørende for afsmeltningen. Farverne på de mikroorganismer, der lever på isen og de steder, hvor smeltevandet samles, kan gøre overfladen både rød, gul og grøn. For afsmeltningen er det vigtigt, at overfladen bliver lidt mørkere – derved reflekteres en mindre andel af solens stråler og energi.

The lush valleys

Although the climate is dry, there is still water present in the landscape. In contrast to warm, tropical deserts, water is always found in the cold desert. In summer, the primary source of water comes from melting ice caps and more or less permanent snow patches. The surfaces of snow and ice contain a unique, microbial community, which influences the melting. The colors of the microbes living on the ice and in meltwater ponds turn the surfaces red, yellow and green. When the surface becomes a little darker, a smaller fraction of the sun's energy is reflected, which increases the melting.

July | Brønlundhus

July | Brønlundhus

July | Brønlundhus

Skum på søerne dannes af bestemte alger. Det koncentreres i vindsiden under stærk blæst. Skummet er næringsholdigt og indeholder opløste rester af alger og bakterier fra søen. Langs søen ses rester af fjer og ekskrementer fra gæs.

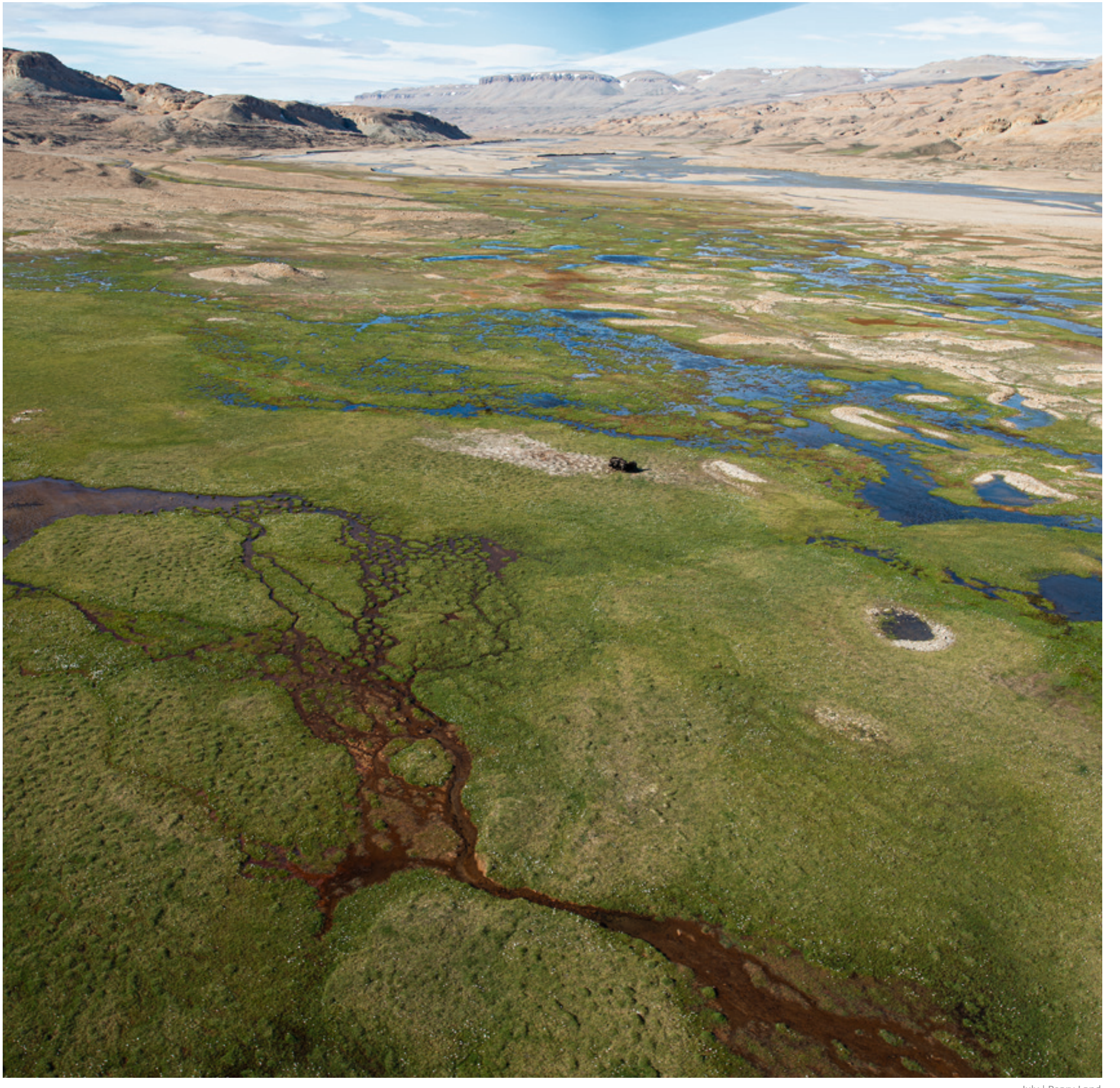
The foam on the lakes resembles pollution, but it is actually created by specific algae. In strong winds, it accumulates on the shores. The foam is nutritious and contains dissolved remains of algae and bacteria from the lake. Along the shores of the lake, the remains of feathers and droppings of geese are found.

Smeltevand samler sig i vandløb og kan hurtigt blive til en rivende strøm, specielt hvor sneen og isen primært findes i bjergrige egne. Vandet samler sig i dalsystemerne, og hvor der er lavninger dannes vådområder og egentlige søer.

Meltwater runs into streams, which rapidly turn into torrents, especially in mountainous areas. The water runs to valleys, where lakes are formed in small and large depressions.

Gæs fristes ligeledes af frodigheden og fraværet af naturlige fjender, ikke mindst i den periode på cirka 3 uger hvor de fælder deres svingfjer. I den periode kan de ikke flyve, men de kan løbe, hvilket de gerne gør. Men endnu bedre er dog de store søer, hvor gæssene kan svømme ud og være i fred for ræve og ulve. Dertil kommer de tillokkende frodige omgivelser langs søer med græsser og halvgræsser, som er deres primære føde. De få observationer, der er gjort i disse nordlige egne, tyder på, at specielt kortnæbbet gås er steget i antal de seneste år. Antallet af gæs kan være så højt, at store områder påvirkes, ikke blot af de store mængder af fjer men også af selve afgræsningen og de mange ekskrementer. Hvad disse gæs, med deres vralten rundt og deres fordøjelse af græsser, betyder for næringsstofkredsløbet i jorden er ikke velbeskrevet, men de mange gæs beriger jordmiljøet på næringsstoffer og skaber en særlig frodighed.

Geese are likewise attracted by the lushness and the low number or predators, especially in the three-week period, where they lose their flight feathers. During those days, they cannot fly, but they can run, and they do it at the smallest signs of danger. Even better for the geese are the great lakes on which they swim and are safe from foxes and wolves. Surrounding the lakes, there are lush areas, rich in grasses and sedges, the preferred food of the geese. In particular many pink-footed geese have been seen in these northern regions in recent years. The geese can be so numerous, that large areas are affected, not only by the large number of feathers, but also by the grazing and the droppings. The effect on the soil of these numerous geese, with their waddling around and their digestion of grasses, is not well described; however they do enrich the soils with nutrients and thus create a special lushness in the surroundings.



July | Peary Land

September | Zackenberg

Ovenstående: en enlig han moskusokse. Om efteråret når kampe om hunnernes gunst går ind er de ikke til at spøge med. Moskusoksen er beslægtet med geden, men helt unikt tilpasset livet i Arktis. En stor krop og relativt lille overfladeareal og en kraftig pels minimerer varmetabet. De lange dækhår dækker en tyk inderuld – qiviut – som giver dyret en enestående isolation mod kolde temperaturer. Om sommeren bliver det for varmt og man kan finde store mængder af qiviut i landskabet, som fx flittigt bruges af fugle til redemateriale.

Forrige side: En oase midt i Peary Land, som her har tiltrukket en lille flok moskusokser.

Above: a single male muskox. In the autumn, when the mating season begins, one should keep a good distance. The muskox is related to goats and uniquely adapted to life in the Arctic. A large body, a relatively small surface area and a warm coat minimize the heat loss. The long cover hairs cover a thick inner wool - qiviut - which gives the animal a unique insulation against the cold temperatures. In the summer it gets too hot and large amounts of wool can be found in the landscape, which is frequently used by birds as nesting material.

Previous page: An oasis in the middle of Peary Land, which has attracted a small herd of muskoxen.

Langs floder og søer findes en rig flora og en ganske overraskende varieret natur. Det er svært at forestille sig, at der blot er 900 km til Nordpolen. Hvert eneste forår bliver dalsystemerne til små grønne oaser. Her stortrives insekter, som tiltrækker fugle. Når der både er planter og bytte, tiltrækkes også flere mindre og større pattedyr som moskusokse, snehare, lemming, polarræv og en sjælden gang en polarulv.

Along the rivers and lakes, a rich and surprisingly diverse flora can be found. It is hard to imagine that the North Pole is only 900 km away. Every spring, the valleys turn into green oases, where insects flourish, which, in turn, attract insect-eating birds. In places where both plants and prey are found, small and large mammals, such as muskox, Arctic hare, lemming, Arctic fox and perhaps a rare Arctic wolf, are attracted too.

July | Brønlundhus

Draba *er en artsrig gruppe af små flerårige urter.* Draba bellii *er den art, som dominerer ved Brønlundhus, og som her lyser op med sine gule blomster i små tuer.*

Draba *is a species-rich group of perennial herbs.* Draba bellii *is the dominant* Draba *species at Brønlundhus, where its yellow flowers shine from the little tussocks.*

July | Brønlundhus

Fugle fristes til at yngle i disse områder, fordi der er få rovdyr, og fødegrundlaget er så rigeligt. Vadefugle i særdeleshed nyder godt af de mange myg. Ovenfor ses en islandsk ryle. Det tager kun 20–25 dage for ungen at blive flyvedygtig, og den må selv finde sin føde. Oftest er det hannen, der holder et vagtsomt øje for at kunne advare ungen mod rovdyr (foto til højre) mod en eventuel polarræv.

Birds like to nest in these areas. The predators are few, and the source of food is abundant. In particular waders (here a red knot on the photo above) benefit from the numerous mosquitoes. The chick (photo to the right) can fly in just 20-25 days, and it must find its own food. The male keeps a close eye on the chick to be able to warn it against predators, for instance, an Arctic fox.

Forsøg med næringsstoftilsætning

Et af de rigtig interessante forskningsspørgsmål er, hvor hurtigt en ændring i det højarktiske miljø i Nordgrønland vil kunne medføre markante ændringer i samspillet mellem jordmiljøet, planter og dyr? Med andre ord: betyder det overhovedet noget, at klimaet bliver varmere?

Fra varme ørkner er det velkendt, at når regnen kommer efter flere års fravær, så opleves en overvældende opvågning af planter, insekter og dyr, som er i kapløb med tiden for at udnytte både vand og andre ressourcer, inden tørken atter indfinder sig. Det er en balance, som forudsætter regn med års mellemrum.

I Arktis har der længe været en betydelig variation mellem kolde vintre og varme somre. Hvis det på sigt bliver varmere om sommeren, er det sandsynligt, at den øverste del af permafrosten vil tø og frigive både smeltevand og næringsstoffer til omgivelserne. Men vil næringsstofferne blive tilgængelige for planterne? I modsætning til moskusoksekadaveret på jordoverfladen, som giver et lokalt bidrag af næringsstoffer ovenfra, vil den optøende permafrost frigive vand og næringsstoffer nedefra.

Der er gennemført forsøg nær Brønlundhus, hvor næringsstoffer er tilsat i forskellige dybder – helt ned til grænsen ved permafrosten. Nye forskningsresultater viser, at nogle arktiske planter med få og lange rødder er i stand til at udnytte en frigivelse af næringsstoffer fra permafrost under optøning, men også at det vand, som løber til landskabets lavninger, indeholder næringsstoffer fra permafrosten. Det tyder altså på, at planter i et vist omfang kan drage nytte af de næringsstoffer, der frigives ved grænsen til permafrosten, og at næringsstoffer, som bevæger sig med vandet i jorden, vil kunne give anledning til en øget plantevækst et andet sted i landskabet, end hvor næringsstoffer oprindeligt kom fra.

Experiment with addition of nutrients

One interesting research question is: How fast will a change in this high-arctic environment in North Greenland cause a marked effect on the interaction between soil, the plants and the animals? In other words: Does climate warming even matter here?

We know from warm deserts that after several dry years the return of the rain causes an explosion of plants, insects and animals, which race for time to exploit the short-term availability of both water and other resources, before the dry season returns. It is a balance that requires the rain to return at certain intervals.

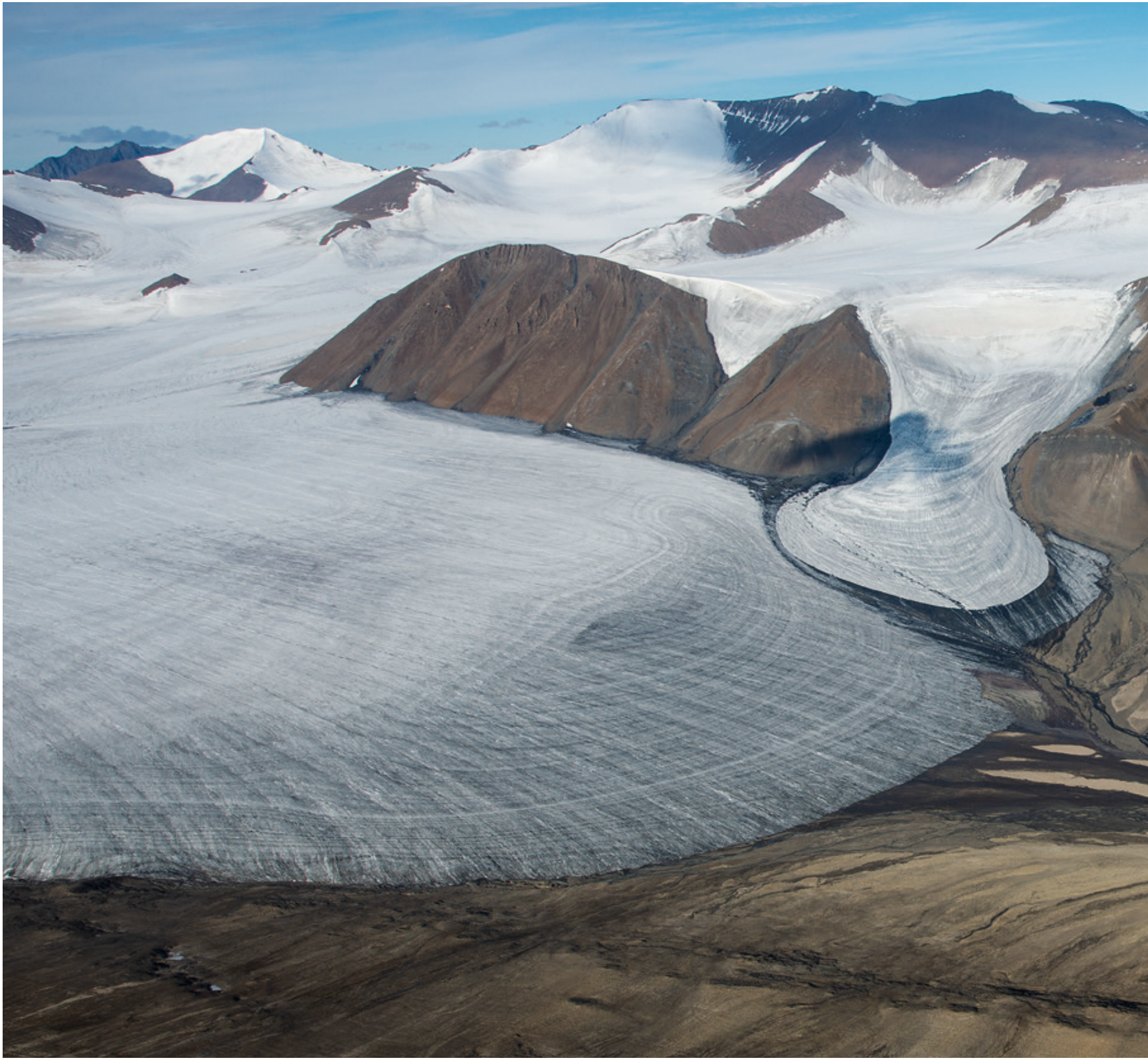
In the Arctic, the variation between cold winters and dry summers has been significant for a long time. If the future brings warmer summers, the upper permafrost will most probably thaw and release both meltwater and nutrients to the surroundings. But will these nutrients be available to plants? In contrast to the muskox carcass on the surface, which is a very local contribution of nutrients from above, the thawing permafrost will release water and nutrients from beneath.

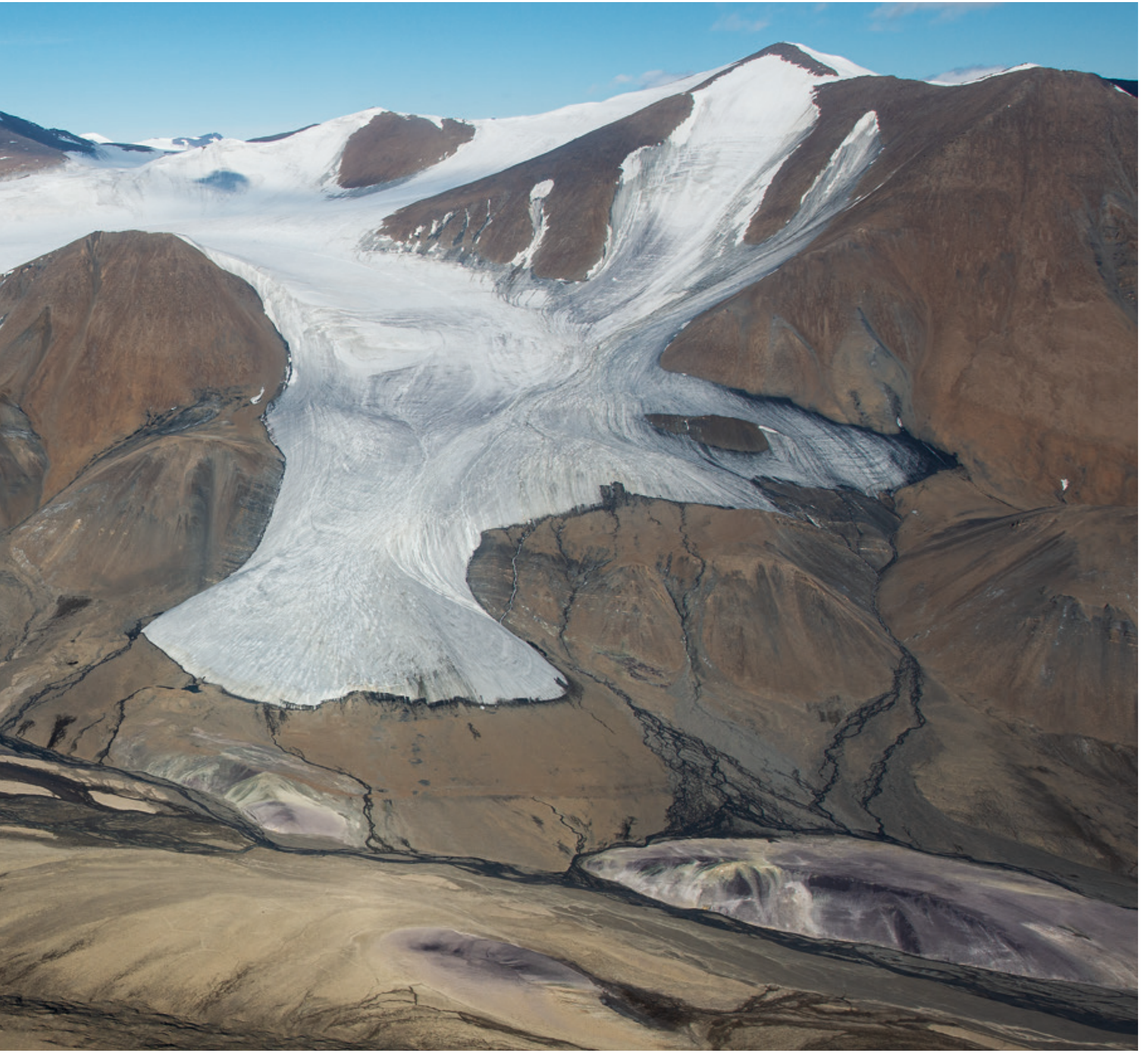
Near Brønlundhus, experiments have been conducted where nutrients have been added at different depths – also at the permafrost table. The results show that some arctic plants that have few but long roots, are capable of exploiting nutrients released from thawing permafrost, but also that the water draining towards the depressions of the landscape is enriched in nutrients. These findings combined show us that plants can to a certain extent benefit from nutrients released near the permafrost table. Thus, dissolved nutrients from thawing permafrost can move across the landscape and lead to plant growth downslope.

July | Brønlundhus

Ovenstående billede viser klargøring af et forsøg med tilsætning af mærket kvælstof på en skråning. Kvælstof er blevet mærket ved at ændre på forholdet mellem tunge og lette isotoper i den tilsatte kvælstof. Billedet til højre viser, hvordan tilsætningen af mærket kvælstof sker på forskellige dybder, efter at jernrør er banket ned til toppen af permafrosten. I begge tilfælde er formålet primært at følge næringsstoffernes vej ned ad skråningen og forstå deres betydning for plantevækst længere nede ad skråningen. Fordi der er anvendt mærket kvælstof, kan tilsætningen spores, uanset om den tilførte mængde af kvælstof ender på opløst form i vandløb, eller udnyttes af planter og indbygges i plantevævet.

The above photo shows the preparation of an experiment where labelled nitrogen is added on a slope. To label the nitrogen, the ratio be-tween heavy and light isotopes in the added nitrogen has been altered. The photo to the right shows the addition of labelled nitrogen at different depths through iron pipes driven to the top of the permafrost. In both experiments, the purpose is to register the pathway of nutrients down the slope and their impact on the plant growth further downslope. The labelled nitrogen can be traced where ever it ends up: dissolved in the streams or utilized by plants and incorporated into plant tissue.





July | Tartupaluk

Nyt land, nye muligheder

I Arktis trækker mange gletsjere sig tilbage og giver anledning til nye muligheder for dyr, planter og menneskelig aktivitet. I Grønland giver havisens tilbagetrækning særlig muligheder, hvilket sammen med øget international opmærksomhed sætter fokus på minedrift, olieindvinding, turister og nye sejlruter. Samtidig med at havisen i Arktis er på tilbagetog, er adgangsvejene til nye aktiviteter øget markant. Der er behov for både at trække på erfaringerne fra tidligere tiltag til at udnytte de isfrie arealer og til at sikre ny og løbende vidensopbygning. Listen af konflikter og problemer knyttet til udnyttelsen af arktiske ressourcer er lang. I dag er beslutningerne om en fremtidig udnyttelse primært i hænderne på lokale myndigheder og for Grønlands vedkommende Selvstyret, Naalakkersuisut.

New land, new opportunities

In the Arctic, many glaciers are retreating, giving rise to new opportunities for animals, plants and human activity. In Greenland, the retreat of sea ice offers special opportunities, which, together with increased international attention, focuses on mining, oil extraction, tourists and new sailing routes. At the same time as sea ice in the Arctic is in retreat, access to these new activities has increased markedly. There seems to be an increased need for knowledge building, monitoring and to learn from previous attempts including both the successes and failures associates with these. The list of conflicts and problems associated with the exploitation of Arctic resources is long. Today, the decisions on future utilization are primarily in the hands of local authorities and, in the case of Greenland: Naalakkersuisut – the government of Greenland.

July | Tartupaluk

Tartupaluk (Hans Ø) er en lille 1 km² ø midtvejs mellem Grønland og Canada i Kennedy-kanalen i Nordvestgrønland. Øen er opkaldt efter Hans Hendrik, en grønlænder, som deltog i en britisk ekspedition tilbage i 1871. Øen er blevet symbolet på en strid mellem Danmark og Canada, to nationer, som på den ene side betragter sig som ligeværdige demokratiske nationer og er medlemmer af Nato, og på den anden side to nationer med modstridende ambitioner om suverænitetshævdelse og nye grænser mod nord – ikke mindst Nordpolen. På den korte bane er Hans Ø en ejendommelig strid om en lille ubetydelig ø; på sigt et eksempel på, hvordan forskellige politiske interesser kan ramle sammen overalt i Arktis. Tiden må vise om Hans Ø kan blive et vigtigt stop-over i en fremtidig udvikling af skibsfart, turisme eller minekraft i området.

Tartupaluk (Hans Island) is a small 1 km² island halfway between Greenland and Canada in the Kennedy Canal in Northwest Greenland. The island is named after Hans Hendrik, a Greenlander who participated in a British expedition back in 1871. The island has become a symbol of a conflict between Denmark and Canada; two nations, which on the one hand consider themselves equal democratic nations and members of NATO, and on the other hand, two nations with conflicting ambitions for sovereignty and new borders to the north – not the least the North Pole. For now, Hans Island represents a peculiar dispute over a small insignificant island; on the long run, it is an example of how different political interests can collide throughout the Arctic. Time will tell whether Hans Island can become an important stopover in a future development of shipping, tourism or mining in the area.

Minedrift

– blandet erfaringer og nye muligheder

Der er en stor interesse for mineraler og olie i den grønlandske undergrund og ikke uden grund. Ressourcegrundlaget er stort og adgang til ressourcen stærkt forøget som følge af mindre havis. Dertil kommer verdens stærkt stigende behov for ressourcer. Indtægterne fra fremtidige udvindinger er desuden vigtige i relation til en fremtidig velstand, velfærd og uafhængighed i Grønland. Der har været en lang pause i større mineraludvindinger siden 2013, men nye muligheder er til at få øje på.

Påvirkninger fra tidligere miner har dog sat deres spor i form af væsentlig forurening. Maamorilik i Vestgrønland (Den Sorte Engel) er et eksempel på, hvordan mangelfulde forundersøgelser, monitering og påbud kan medføre uheldige konsekvenser på de levende ressourcer på land og til havs. I Maamorilik blev der udvundet zink og bly i perioden 1973-1990. Malmens indhold af zink og bly blev udvundet på stedet, mens affaldsproduktet (såkaldt tailings) blev ledt ud i en nærliggende fjord. Det blev en af verdens værste marine forureningssager med så høje koncentrationer af bly i bl.a. blåmuslinger, at de er sundhedsfarlige at spise i hele det regionale fjordsystem. I dag 30 år senere er miljøforholdene heldigvis væsentlig forbedrede.

Mining

– mixed experiences and new opportunities

There is a great interest in mineral and oil exploitation in Greenland and not without reason. The resources are diverse and large, and thier accessibility has markedly increased as a result of a declining sea ice extent. In addition comes the growing need for resources on a global scale. The income from future exploitation is also important in relation to future prosperity, welfare and independence in Greenland. There has been a long break in major mineral extractions since 2013, but new opportunities are within sight.

However, environmental impacts from previous mining activities are found in many places and have led to severe pollution in some areas. Maamorilik Mine in West Greenland (the Black Angel Mine) is an example of how a lack of adequate feasibility studies and monitoring can lead to unfortunate consequences for the living resources on land and at sea. At Maamorilik Mine, zinc and lead were mined in the period 1973-1990. The ore's content of zinc and lead was extracted on-site, and the waste products (so-called tailings) were discharged into a nearby fjord. It became one of worst marine lead pollution cases in the Arctic, with high concentrations of lead in marine organisms, such as mussels. Today, 30 years later, the environmental conditions in the fjord system have improved, although human consumption of mussels throughout the regional fjord system is still not recommended.

Affarlikassaa nær Maamorilik er en lille tærskelbegrænset fjord, hvor hovedpartens af minedriftens affaldsprodukt blev pumpet ud. Man mente, at materialet ville bundfældes og med tiden dækkes af en naturlig sedimentation. To ting blev afgørende for den efterfølgende forurening: de blyholdige sulfidmineraler i malmen kunne mod forventning opløses i havvand, og desuden var der en betydelig vand- og sedimentudveksling mellem den lille fjord og den større fjord med adgang til havet. Dette blev erkendt tidligt i minedriftens historie, men alligevel fortsatte minedriften til 1990. Billedet viser Affarlikassaa og en overfladenær sedimenttransport midt om sommeren.

Affarlikassaa is a small side fjord, where most of the Maamorilik Mine's waste products were pumped out. The idea was that natural sedimentation over the years would cover the waste and minimize the pollution. Unfortunately, this did not happen for at least two reasons: Firstly, the lead-containing sulphide minerals in the waste material actually dissolved in seawater. Secondly, the exchange of water and sediments between Affarlikassaa and the larger fjord system was surprisingly extensive. This was recognized early in the history of the mining activities, yet mining continued until 1990. The photo shows Affarlikassaa and a near-surface sediment plume in mid-summer.

July | Maamorilik

July | Citronen Fjord

Polaris og Nanisivik er to miner i den højarktiske del af Canada, som kan relateres til Maamorilik i Grønland. Nanisivik er et eksempel på en mine etableret efter erkendelsen af den uventede forurening nær Maamorilik. Med udgangspunkt i erfaringerne fra Grønland fik mineselskabet i Nanisivik ikke tilladelse til at bruge de nærliggende fjordsystemer som bortskaffelsesområde for mineaffald. I stedet blev der bygget store dæmninger for at øge vandstanden i en lokal sø. Søen har siden været affaldssted og således sikret, at mineaffaldet i fremtiden til stadighed er vandmættet. Ved minedriftens afslutning blev affaldet endvidere dækket af et 2 m tykt dæklag, for at permafrosten med tiden kan trænge op i affaldet og dermed holde hovedparten permanent frossen. Det betragtes som værende en såkaldt "walk-away" løsning, hvilket betyder, at mineselskabet investerer penge i en tilsyneladende miljørigtig affaldshåndtering på nuværende tidspunkt, men ikke bliver gjort ansvarlig for fremtidige og uventede omkostninger efter minedrifts ophør. Med de nuværende og forventede klimaforandringer i canadisk Arktis, er det stadig uvist, hvordan mineaffald bidrager til forurening i dag, og hvordan forureningen kan ændre sig i fremtiden. Specielt stabiliteten af frosne affaldslag og dæmninger synes at være bekymrende i lyset af de nuværende klimaprognoser.

Polaris and Nanisivik mines in Arctic Canada are comparable to the Maamorilik Mine in Greenland. The Nanisivik Mine is an example of a mine established after the experience with the unexpected pollution near Maamorilik. Due to the experience from Greenland, the mining company at Nanisivik was not allowed to use the nearby fjord systems as a disposal area for mine waste. Instead, large mine tailing dams were constructed to keep the tailings under water and upon mine closure to cover the dam with thermal covers to keep the waste deposit permanently frozen. This is considered a "walk away solution", meaning that the mining company invests money in a "save environmental disposal plan" but is not responsible for unexpected costs after mining closure. With current and projected climate change in the Canadian Arctic, it remains unknown how mine waste contributes to pollution today and how it may change in the future. Particularly, the stability and fate of the frozen covers and dams is a concern, taken the current climate projections into account.

Mineaffald ved Nanisivik i Nordcanada er deponeret i en sø og derefter dækket med naturlige sedimenter for at sikre, at mineaffald forbliver vandmættet og langsomt bliver en del af permafrosten.

Waste material from Nanisivik Mine in North Canada is deposited in a lake and subsequently covered with sediments to ensure that the waste remains water-saturated and slowly becomes part of the permafrost.

Modsat side: Under den farverige overflade gemmer sig en af verdens største uudnyttede zinkforekomster nær Citronen Fjord. Forekomsten ligger i verdens største nationalpark – i Peary Land i den nordligste del af Grønland. Hvis havisen forsvinder i området, er det et af de steder, hvor en ny minedrift kan blive rentabel. Malmen, som det ses på billedet, er allerede eksponeret, og området er i dag markant påvirket af et helt naturlig højt niveau af zink i jorden, vandløb og udløbet til havet. De gule og hvide farver på overfladen kommer fra et sjældent zinksulfat-mineral, der kun udfældes ved meget høje koncentrationer af zink.

Opposite page: The colorful surface near Citronen Fjord hides one of the world's largest non-exploited zinc deposits. The deposit is located in the world's largest national park – in Peary Land in the northernmost part of Greenland. If the sea ice extent is further reduced, it is one of the sites where a new mine can become profitable. Because the ore, as seen in the picture, is already exposed (so-called gossan), the area is today already affected by a naturally high level of zinc in the soil, streams and the river outlet to the fjord. The yellow and white colors of the surface comes from rare zinc sulphate minerals that precipitate only at very high concentrations of zinc.

Turisme

Overalt i Arktis er antallet af turister stærkt stigende. Grønland har meget at byde på for turister – ikke mindst naturoplevelser og mødet med mennesker og kultur. Infrastrukturen er begrænset taget Grønlands størrelse i betragtning, og derfor kan presset fra turister føles lokalt. Det er de samme små bygder, samme udsigtspunkter og sejlture, der benyttes – det har sine fordele og ulemper. Hvor der kommer mange turister, kan man mange steder se det – sporene i landskabet er tydelige. I Ilulissat (Vestgrønland) har man taget konsekvensen og bygget lange gangbroer, der leder de mange turister gennem den følsomme tundra ned til Isfjorden med udsigt til den imponerende isbræ og Sermermiut – resterne af en af de mest velbevarede møddinger med genstande fra fortidens inuitkulturer. Disko Bugt-området er uden sidestykke den del af Grønland, som modtager den altovervejende del af krydstogtturisme og hotelophold, og den mest veludviklede turismeindustri i Grønland. Området har både det største antal turistoperatører og går en lovende fremtid i møde med en ny lufthavn og et nyt formidlingscenter ved Ilulissat. Centeret har til formål at styrke turismen og formidle områdets enestående historie og betydning – ikke mindst på grund af nærheden til en af verdens hurtigst kælvende gletsjere og nutidige klimaforandringer.

Turismen i polare egne er under hurtig udvikling – det skyldes ikke mindst de klimaændringer, som sætter markante spor mange steder. Mange turister kommer for at opleve den særlige natur og kultur, andre drives af et ønske om "at besøge det, inden det forsvinder"; andre vil udfolde sig kunstnerisk, andre har et ønske om at opleve eller ligefrem prøve kræfter med naturen i forskellige former for ekstrem sport. En ny slags turisme er måske på vej. Turister der gerne både vil have store oplevelser og samtidig gøre en forskel. Det kan fx være at hjælpe med indsamling af data til forskning i tæt samarbejde med en forsker. Uanset om det er lokale eller turister, der på den måde bidrager (i såkaldte "citizen science projekter"), handler det om at være involveret, give en hånd med, blive klogere og tage del i en diskussion om fremtiden. Uanset motivet for at tage til Grønland, er det sandsynligt, at de særlige oplevelser vil mærke dig for livet!

Tourism

The number of tourists visiting the Arctic is rising markedly. Greenland has a lot to offer to tourists – not the least the nature experiences, meeting the people and experiencing the culture. The infrastructure is limited considering Greenland's size, and therefore tourists are often concentrated at a few places. The same small settlements, viewpoints and sailing trips are often used – which has its advantages and disadvantages. Where there are many tourists, the tracks in the landscape are obvious. In Illulisat in West Greenland, the municipality has taken protective measures and built long boardwalks that lead the many tourists through the sensitive tundra down to the Icefjord with a view of the impressive glacier and icebergs, as well as Sermermiut – one of the most well-preserved kitchen middens with remains of past Inuit cultures. The Disko Bay area (including Illulissat) is therefore the part of Greenland with the most well-developed tourism industry, including the highest number of cruises, tourist operators and hotel stays. The area also faces a promising future with a new airport and a new outreach center at Ilulissat. The center aims to strengthen tourism by communicating the area's unique history and importance – not the least in relation to the proximity to one of the world's fastest calving glaciers.

Tourism in the polar regions is developing rapidly – not the least due to climate change, which has increased the awareness and interest in the region. Some tourists are attracted by the unique nature or cultures, some are driven by a desire to "visit it before it disappears", others to unfold themselves artistically, and others by a desire to experience or even challenge nature in various forms of extreme sports. Now, a new kind of tourism may be on the rise: tourists who want to explore and experience nature and at the same time make a difference. This may be by helping collecting data for research in close collaboration with scientists. Whether these are locals or tourists who contribute in this way (in so-called "citizen science" projects), it is about being involved, giving a hand, getting wiser and taking part in a discussion about the future. Whatever the motives are for going to the polar regions, it is likely that the unique experiences obtained here will stay with you for life.

July | Disko