

# Historien om HÅRIS

Af Leif Rasmussen

Alfred Wegener

Vi er på vej ind i den kolde årstid, hvor vi - med lidt held - kan glæde os over is i mange fascinerende former. En af disse er isdannelse på porøse, vandmættede materialer. I VEJRET nr. 138, forsiden, har været afbildet isdannelse på småsten såsom 'Leca-nødder', der anvendes ved hulumrsisolering og som vandreservoirer i pottemuld, og der har været skrevet om 'håris' (VEJRET nr. 106), som her og der vokser frem på døde og vandmættede grene i skovbunden, når vejret slår om til frost.

Håris eller nært beslægtede fænomener er så tilpas sjældne, at de i tidens løb er blevet 'genopdaget' med mellemrum, men tingene har ændret sig. Internettet har givet en hidtil ukendt mulighed for udveksling af erfaringer og data. Interessen har tilsyneladende været størst i Mellemeuropa, hvor både klima og vegetation begunstiger fænomenet. Alfred Wegener kom ud med en i alt væsentligt korrekt beskrivelse allerede i 1918. I USA har især James R. Carter, professor i geologi og geografi, været aktiv på feltet. Bl.a. har han indsamlet gamle beretninger, der går tilbage til 1824 (ref. 2).

I Europa finder vi som nævnt en bemærkelsesværdig beskrivelse af håris (ref. 1), forfattet i 1918 af ingen ringere end *Alfred Wegener*, hvis navn man gang på gang støder på i geofysisk sammenhæng, skønt han kun var 50 år gammel, da han i november 1930 omkom under en forceret tilbagerejse i aftagende dagslys mod den grønlandske vestkyst fra sin vejrstation Eismitte på toppen af Indlandsisen. Han var en naturforsker, som favnede bredt og i sig forenede stor teoretisk viden med en intuitiv forståelse af det, han iagttog. Mest kendt i almenheden blev han ved i 1912 at plædere for *kontinental-forskydningsteorien*, som i fagkredse vel kendtes, men først blev accepteret efter 1950. Indenfor meteorologien huskes

han bl.a. for sine resultater fra flere ekspeditioner til Grønland, første gang på Danmark Ekspeditionen 1906-08, som han havde kæmpet for at opnå deltagelse i, og hvor han lærte sig at tale flydende dansk. Måske var det den megen is og sne, der gav ham inspirationen til en teori om nedbørdannelse i 1911: I en sky, der indeholder både ispartikler og underafkølede vanddråber "vil vanddamptrykket tilpasse sig en værdi mellem mætningstrykket over is og over vand. Resultatet heraf må så være, at kondensation vil finde sted på ispartiklerne, mens vanddråberne på samme tid fordamper, og denne proces vil fortsætte, indtil den flydende fase er fuldstændig opbrugt". Teorien blev senere udbygget af svenskeren Bergeron (1935) og af tyskeren Findeisen



Figur 1. Håris er et velvagt navn. *Ispels* er en betegnelse anvendt indenfor skovbruget. Foto: Rick Eppler, Vancouver Island.



Figur 2. Wegeners skitser af hårisdannelser fra den 14. februar 1918. Bemærk hans tydeliggørelse af den ingangværende afbarkning af veddet.

(1938). Den omtales i lærebøger som Wegener–Bergeron–Findeisen processen.

Tilbage til hårisen: vinteren 1916-17 fik Wegener – efter at være blevet såret to gange i I. Verdenskrig – mulighed for gå ture i skovene i Vogeserne. Her så han noget hvidt i skovbunden, som til hans overraskelse viste sig at være isdannelser på en død gren. Her er hans beskrivelse:

*Det var kort efter snesmeltningen. Her og der lå der endnu en rest af vinterens sne, og skoven var drivende våd. På hele strækningen var dette den eneste stump træ, hvorpå de mærkelige isdannelser optrådte, skønt jorden naturligvis overalt var dækket af tilsyneladende helt tilsvarende grene.*

Noget lignende oplevede Wegener i sine forældres store have den 14. februar 1918, mens krigen endnu rasede. Det havde regnet den foregående dag, men om natten faldt temperaturen til lidt under frysepunktet. Igen fandt han blandt mange grenstumper en enkelt, der bar de ejendommelige isvækster. Han lavede et par skitser af grenen (figur 2) og skrev herom:

*Det så ud, som om barken var blevet sprængt og løftet af trykket fra den voksende is... I hver tot*

*is var de enkelte tynde hår fuldstændigt parallelle med hverandre. Desuden sås også en slags bølgedannelse parallel med udgangsfladen, ... vel et udtryk for variationer i væksthastigheden.*

Hvor barken var intakt sås ingen is. Lidt af isen lagde han på et stykke hvidt papir, hvor det smeltede, men efterlod en lysebrun og måske svagt ildelugtende væske uden synlige faste bestanddele.

Men hvad adskilte denne ene grenstump fra de andre i haven? Wegener bragte grenen indendøre og bemærkede et tyndt hvidligt lag, der lignede edderkoppe-spind, på de steder, hvor isen havde optrådt. Han fortolkede dette som et svampemycelium og antog i en artikel, han skrev i 1918 (ref. 1), en forbindelse mellem dette og den særpregede og isolerede isdannelse. På det punkt blev han imødegået af en samtidig forsker, W. Emeis, som fandt en 'rent fysisk forklaring' på dannelsen helt tilstrækkelig. En botaniker fik grenen til undersøgelse, men da var det hvide lag forsvundet.

Uden at kende til Wegeners og andres overvejelser i fortiden og uden at have oplevet fænomenet ved selvsyn var det også en 'fysisk forklaring', som den, der skriver disse linjer, nåede frem til, da emnet i 2006 var oppe til drøftelse på [videnskab.dk](http://videnskab.dk). Det skete alene på grundlag af udseendet på foreliggende billeder, men i analogi med andre, bedre kendte, fryseprocesser i naturen. I min artikel i VEJRET nr. 106 om håris blev konklusionen: *En vanddrukket gren underafkøles ved faldende lufttemperatur.*

På et tidspunkt begynder vandet i den at fryse. Fryseprocessen starter yderligt og breder sig hurtigt ind i grenen, i hvilken det nu indesluttede og underafkølede vand kommer under voksende tryk, fordi vand udvider sig ved frysning. Det baner sig vej ud gennem porer eller sprækker i veddet (som tandpasta ved tryk på tuben), under hvilken proces det fryser. Processen kan sammenlignes med den eksplosive frysning af stærkt underafkølede vanddråber i atmosfæren (VEJRET nr.81, side 33). Afhængigt af temperaturforholdene kan processen i grenen i visse tilfælde tænkes at forløbe ganske hurtigt.

Men igen: hvorfor kun på en enkelt gren hist og her? Det har beskæftiget en række forskere siden Wegeners dage..

### Gerhart Wagner

Vi springer i tid til vinteren 1971-72, hvor den schweiziske gymnasieinspektør, gletscherforsker og botaniker, Gerhart Wagner, bliver opmærksom på et is-fænomen på døde grene uden dengang at have hørt om 'håris', men som han et par år senere forbandt med forekomsten af frugtlegemer af svampe på de samme grene. Først da internettet blev almindeligt, og han som pensionist fik mere tid til sin rådighed, opdagede han, at Wegener 90 år tidligere havde gjort sig de samme tanker. Det styrkede ham blot i troen.

I 2008 var vinteren gunstig for anstillelse af laboratoriemæssige forsøg. "Laboratoriet" var hans overdækkede altan! Han indsamlede grene, der allerede havde båret håris, og anbragte dem på et fugtigt håndklæde efter at have

dypet dem i vand og aftørret dem overfladisk. Da frostvejr satte ind, voksede hårisen frem igen. Det næste trin i forsøget var at dele grenstumperne midt over og at dræbe svampene på den ene halvdel, hvilket skete ved behandling med dels et svampedræbende middel, dels med alkohol eller kogende vand. På de behandlede grene kom der, til forskel fra de ubehandlede, ingen håris. Dermed anså Wagner svampenes rolle for bevist. Det overtryk i grenen, som 'klemte' det frysende vand ud gennem grenens marvstråler og porer, tilskrev han også vinteraktive svampe, nemlig ved deres dannelse af  $\text{CO}_2$  og  $\text{H}_2\text{O}$  inde i grenen som resultat af myceliets stofskifte.

Altså ikke nogen 'eksplosiv' udvikling som ved frysning af underafkølet vand. For en tekniker ved Gletschergarten museet i Luzern, Eric Albisser, lykkedes det på en *time-lapse* video at fastholde hårisvæksten på en forsøgs-gren en nat igennem (ref. 3 og figur 3). Heller ikke her sås nogen dramatisk udvikling. Det gjorde der måske på en anden video, optaget af Robert Jähne Naturfilm (ref. 4), hvor man ser isdannelsen bryde frem momentant, dog først og stærkest på grenens opadvendte og dermed mest strålingsafkølede del. Forskellen må antages at afspejle graden af det indesluttede vands underafkøling.

#### **Christian Mätzler m.fl.**

Under sine eksperimenter havde Wagner samarbejdet med fysikprofessoren Christian Mätzler i Bern. Sammen offentliggjorde de i 2008 en meget læseværdig



Figur 3. Klip fra en videooptagelse af hårisdannelse en nat igennem. På det nederste billede ses tillige bånd-is, der udgår fra en spalte til højre i veddet. Dette ses bedst på selve videooptagelsen. Kilde: Eric Albisser, Gletschergarten Luzern.





Figur 4. Gren med frugtlegemer af *Exidiopsis effusa*, også kaldet huidråd. Foto: Gerhard Koller.

forskningsberetning (ref. 5) med en historisk oversigt inklusive referencer og en fyldig beskrivelse af udforskningens øjeblikkelige stade. Heri nævntes også beslægtede former for isdannelse som nåle-is og bånd-is (Wegener (1918) om bånd-is: "en bånd- eller flæseagtig bølgeformet masse,

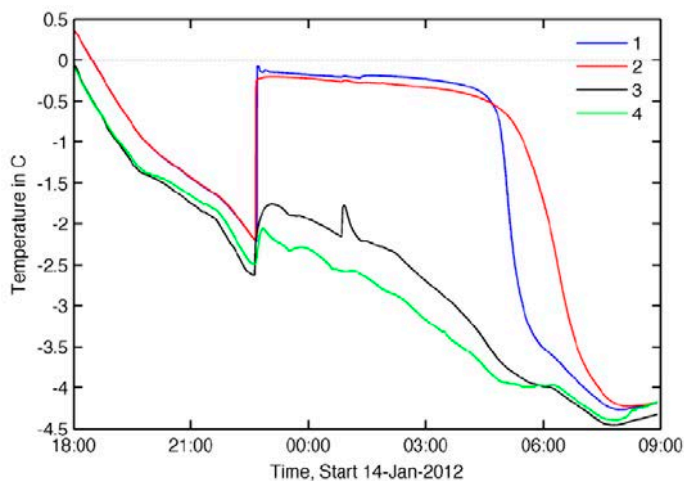
øjensynlig udgået fra spalter på langs ad grenen, båndene med en blank silkeagtig overflade og en fibrøs struktur..").

Desuden omtales noget så specielt som 'lyden af bark, der bortsprænges'.

Mätzler videreførte arbejdet med

stor grundighed i fællesskab med kemikeren Diana Hofmann og biologen Gisela Preuss, begge fra Tyskland. De udbyggede ovennævnte forskningsberetning ved uddybende analyser. Den seneste opdatering er fra juli 2015 (ref. 6). Man begyndte med indsamling af et større antal døde grene, hvorpå der havde vokset håris. De blev artsbestemt og viste sig at hidrøre fra løvtræer. Bøgen var bedst repræsenteret, nok på grund af dens specielle vedstruktur, der er karakteriseret ved fine kanaler, såkaldte marvstråler, der transporterer vand og næringsstoffer fra grenens marv ud til vækslaget under barken, hvor de udmunder i porer, som er de 'dyser', der former hårisen.

Noget nyt var også etableringen af temperatursensorer i og omkring grenene - med eller uden hårisdannelse. Et eksempel på registreringerne fra 14. januar 2012 er vist i figur 5. Det interessante er det, der foregår inde i grenene. Temperaturen falder ligeligt i grenene og i omgivelserne, men ligger ca. 0,4 grader højere i grenene, indtil den kl. 22:30 stiger brat fra under -2 til lidt under frysepunktet. Har man betjent sig af et 'vådt termometer' i frostvejr, er man fortrolig med dette forløb. Stigningen hidrører fra den varme, der blev frigivet ved frysningen af det underafkølede vand i grenene, og som i nogen grad 'smitter af' på den omgivende luft. Forløbet de følgende timer fortæller om processens fremadskriden. Kl. ca. 4:30 er alt vandet ved at være omdannet til is, varmemfrigørelsen ophører, og temperaturen nærmer sig igen omgivelsernes. Overgangen fra vand til is i gre-



Figur 5. Temperatur-registreringer i og omkring en gren, hvorfra der vokser håris: (1) i varmebehandlet gren, (2) i ubehandlet gren med håris, (3) i luften tæt på grenen, og (4) i nogen afstand fra grenen.

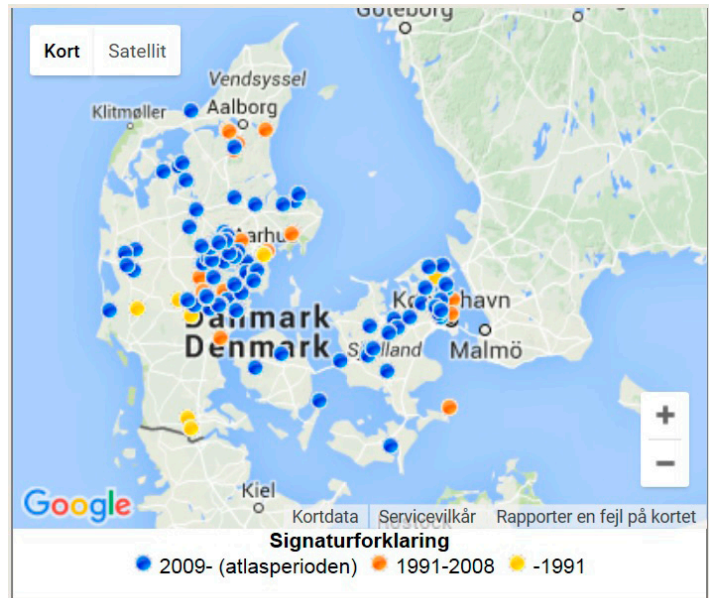
nene er ensbetydende med en ekspansion på 9%, som medvirker til at give det overtryk, der har drevet produktionen af is i grenens overflade.

At der med samme temperaturforløb i den varmebehandlede gren ikke dannes håris, men kun en isskorpe, må som tidligere omtalt skyldes fravær af svampe. En undersøgelse af de indsamlede forsøgsgrene viste et indhold af forskellige svamperarter, af hvilke kun én fandtes i samtlige prøver. Altså må den være 'synderen'. Navnet er *Exidiopsis effusa*, på dansk *Smuk Bævrehinde*. Ifølge Dansk Svampeatlas er den forholdsvis almindelig i dele af Danmark (figur 6).

I artiklens konklusion hæfter forfatterne sig ved, at ishårene kan bestå uændret i mange timer. Der må optræde en rekrytalisations hæmmer, som kan være lignin, den vigtigste organiske komponent, der blev fundet. Alt i alt bekræftes Wegeners hypotese fra 1918 om svampes medvirken ved hårisdannelse, men en detaljeret forklaring af denne sammenhæng må fortsat afvente fremtidig forskning.

### James R. Carter

At beskæftige sig med isdannelse i naturen kræver både tid og tålmodighed. Det er måske årsagen til, at disciplinen i særlig grad tiltrækker pensionister. James A. Carter var Professor Emeritus ved Illinois State University, da han i 2003 – lidt tilfældigt, som mange før ham – fik øje på nogle hvide klatter i vejsiden, som viste sig at være isdannelse på nogle nedvisnede planter, *Verbesina virginica*. Senere vendte han tilbage til sagen, og efterhånden kom



Figur 6. Fundsteder i Danmark for *Exidiopsis effusa*. Kilde: Dansk Svampeatlas.

alskens isformer til at optage ham meget. Han udførte forsøg med

dyrkning af 'isblomster' (figur 9) og med frysning af vand i delvis



Figur 7. Dannelse af bånd-is sidst i oktober på endnu levende stængler af urten *Verbesina virginica*. Foto: James R. Carter.



Figur 8. Eksempler på bånd-is (ice ribbons) iflg. James R. Carter. Fotos: Sheryl Terris, Raul Baz og James Carter.

lukkede metalrør og har delt sine resultater med offentligheden i artikler og tv-indslag, hvor han



giver anvisninger på fremgangsmåden. Svampe og med dem håris indgår ikke i billedet, kun rent fysiske processer. Alt dette har indbragt ham mange henvendelser med beskrivelser og billeder af is-fænomener. Det uforlignelige internet har åbnet mulighed for indsamling af gamle og nyere beretninger fra hele verden. Det hele har han nedfældet i en inspirerende oversigtsartikel (ref. 2).

Man kan ikke afslutte denne opsættelse på en bedre måde end ved citere hans slutbemærkning:

Figur 9. Professor James R. Carter tilser isblomster i sin have den 7. december 2011. De var større tidligere på sæsonen, noterer han sig.

*Jeg er stadig glad overrasket over, at noget så almindeligt som is kan have former, der kun sjældent observeres og er ufuldstændigt forstået. Ganske almindelig vand antager mange mærkelige former. Du har noget at kigge efter, når det bliver koldt.*

## Referencer

1. Wegener A. 1918: Haareis auf morschem Holz. Die Naturwissenschaften 6 /1, 598–601. <http://link.springer.com/article/10.1007%2FBF01499018#page-1>
2. James R. Carter: My World of Ice. <http://my.ilstu.edu/~jrcarter/ice/>
3. Video af håris-dannelse, Erich Albisser. <http://www.tagesanzeiger.ch/wissen/natur/geheimnisses-pferdemaehneis-gelueftet/story/11276125>
4. Video af håris-dannelse i naturen, Robin Jähne Naturfilm: [https://www.youtube.com/watch?v=dc\\_QR0Skop4&feature=player\\_embedded](https://www.youtube.com/watch?v=dc_QR0Skop4&feature=player_embedded)
5. Wagner/Mätzler, Forschungsbericht Nr. 2008-05-MW, Universität Bern. Haareis auf morschem Laubholz als biophysikalisches Phänomen. <http://www.wagnerger.ch/daten/haareis4.pdf>
6. Hofmann, D., Preuss, G., and Mätzler, C.: Evidence for biological shaping of hair ice, Biogeosciences, 12, 4261-4273, doi:10.5194/bg-12-4261-2015, 2015. <http://www.biogeosciences.net/12/4261/2015/bg-12-4261-2015.pdf>