

Das grönländische Inlandeis - seine Erforschung von Fridtjof Nansen über Alfred Wegener bis AWI

Hans Oerter

Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung
in der Helmholtz-Gemeinschaft (AWI),
Bremerhaven



Grönland

aus: google-earth

















photo: hans oerter, 2011





Fragen zum Grönländischen Eisschild

1888: Ist Grönland komplett mit Eis bedeckt ?

1913: Wieviel Schnee fällt auf Grönland ?

1930/31: Wie dick ist der Grönländische Eisschild ?

1930/31: Firndichte und Firnstruktur ?

seit IGY 1957/58: Ist der Eisschild ein Klimaarchiv ?

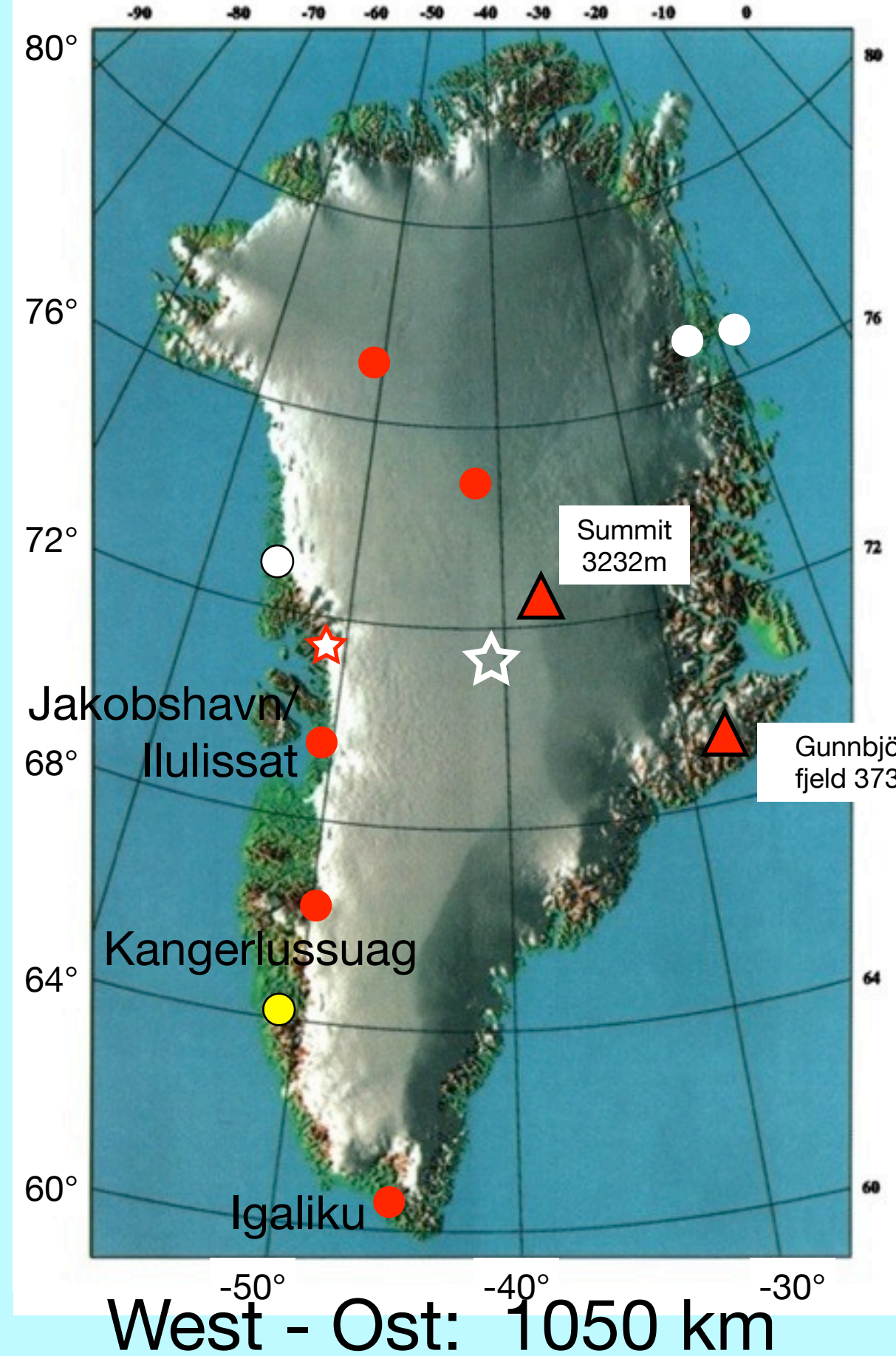


Grönland/ Kalaallit Nunaat

Fläche: 2,166 Mill. km²
 eisfrei: 0,410 Mill. km²
(BRD: 0,357 Mill. km²)
 eisbedeckt: 1,756 Mill. km²
 vergletschert: 81,1 %

Quelle: Der Fischer Weltatlas 2009

Süd - Nord: 2670 km



West - Ost: 1050 km

verändert nach: S. Ekholm, Journal Geophys. Res. 101, B10 (1996)



Grönland/ Kalaallit Nunaat

Fläche: 2,166 Mill. km²
 eisfrei: 0,410 Mill. km²
 (BRD: 0,357 Mill. km²)
 eisbedeckt: 1,756 Mill. km²
 vergletschert: 81,1 %

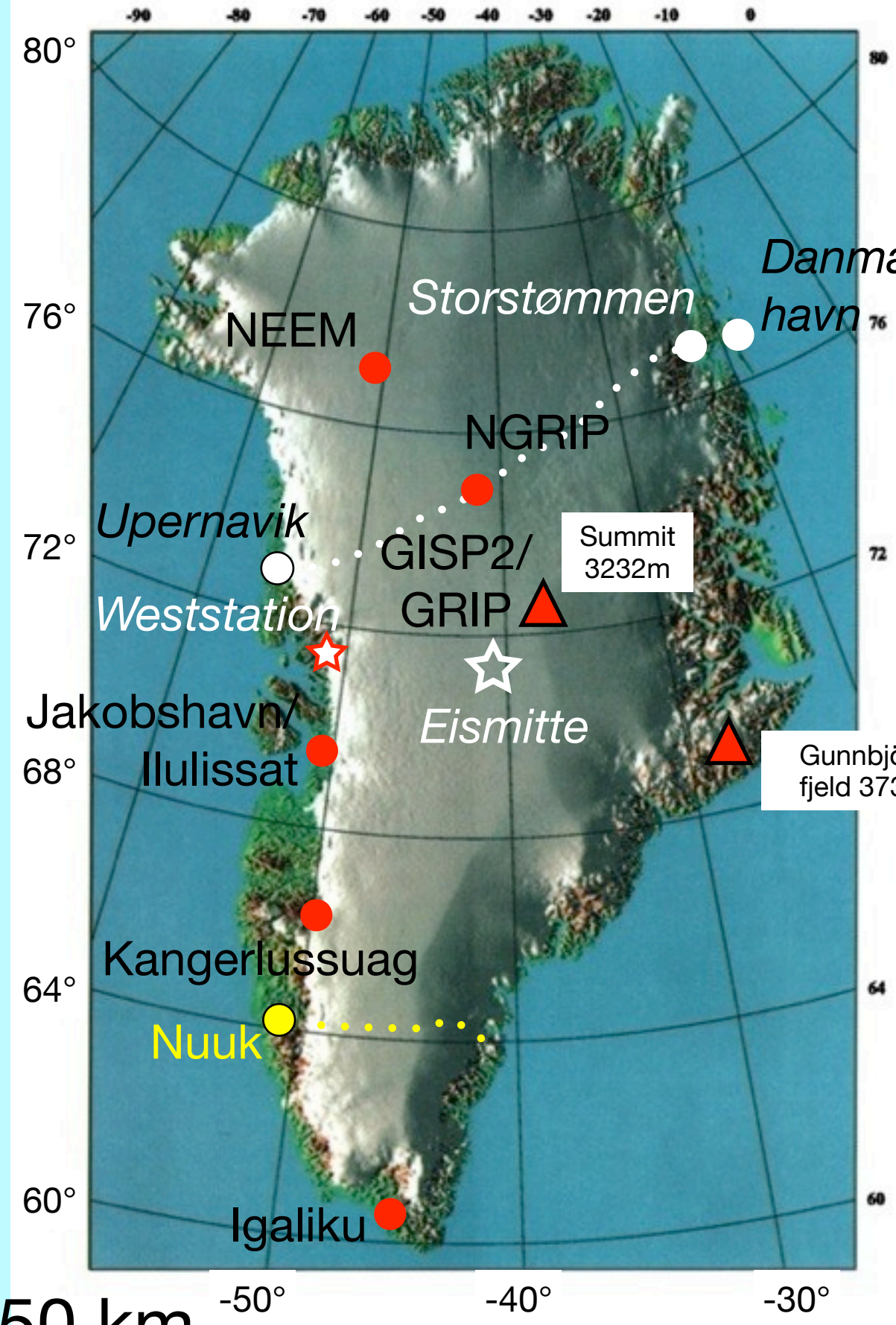
Quelle: Der Fischer Weltatlas 2009

Mittlere Eisdicke 1670 m

Das Grönländische Inlandeis entspricht
7,2 m Meeresspiegeländerung


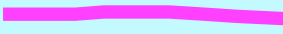
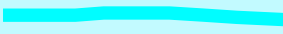

Süd - Nord: 2670 km

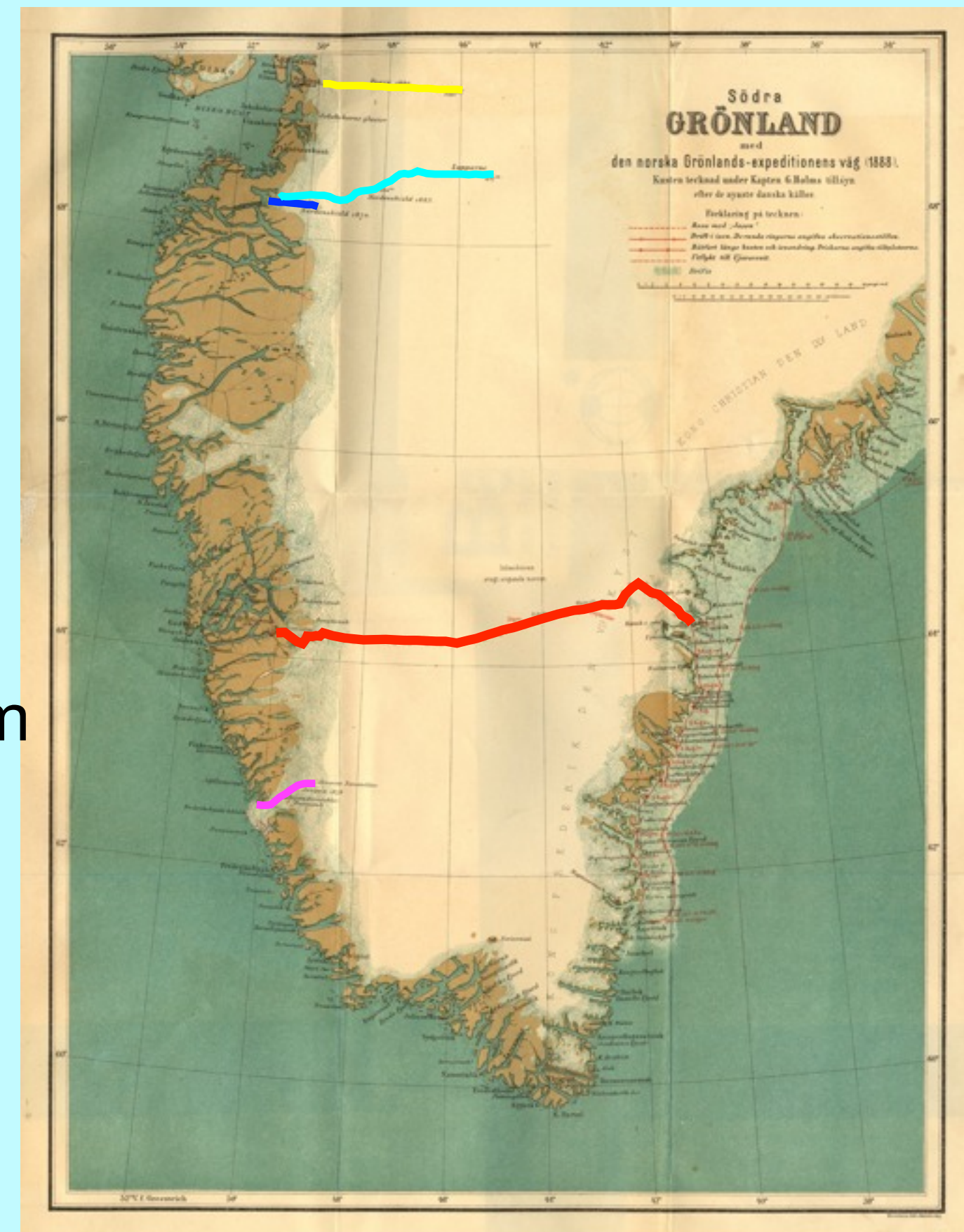
West - Ost: 1050 km



verändert nach: S. Ekholm, Journal Geophys. Res. 101, B10 (1996)

Aufstiege auf das Inlandeis vor 1888:

-  1870 A.E. Nordenskjöld
-  1878 Jensen
-  1883 A.E. Nordenskjöld bis 1947 m
-  1886 R. Peary bis 2290 m



Karte aus: Nansen, Fridtjof: På skidor genom Grönland. En skildring af Den Norska Grönlands-Expeditionen 1888-89. Stockholm: Albert Bonniers Förlag, 671 S. (1890)

Norwegische Expedition unter Nansen 1888-1889:

Beginn in Island 4. Juni 1888 (*JASON*)

erreichen Godthåb (Nuuk) an der Westküste am 3. (16.) Oktober 1888

Rückkehr nach Kopenhagen am 21. Mai 1889

Teilnehmer: Nansen und 5 Begleiter

Handschlittenreise

Karte aus: Nansen, Fridtjof: På skidor genom Grönland. En skildring af Den Norske Grönlands-Expeditionen 1888-89. Stockholm: Albert Bonniers Förlag, 671 S. (1890)



Reise mit dem Jason Juli

Fahrt im Treibeise 17.-29.07.

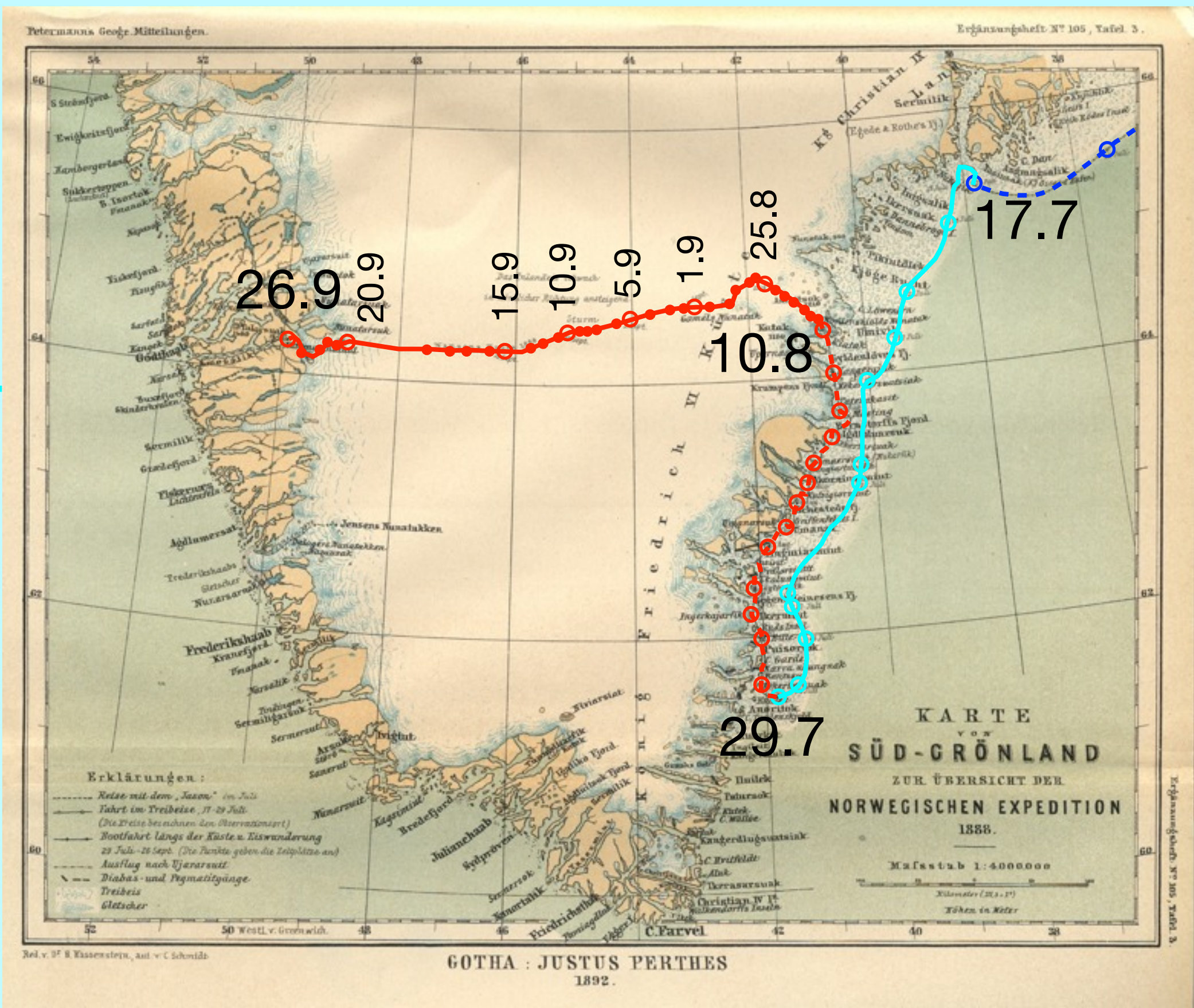
(Die Kreise bezeichnen den Observationsort.)

Bootfahrt längs der Küste u.

Eiswanderung 29.07. - 26.09.

(Die Punkte/Kreise geben die Zeltplätze an.)

Karte aus: Mohn & Nansen: Wiss. Ergebnisse von Dr. F. Nansens Durchquerung von Grönland 1888. Peterm. Geogr. Mitteilungen, Erg.Heft 105, 111 S. (1892)



Die Expeditionsteilnehmer

Dr. Fridtjof Nansen

Otto Sverdrup, Kapitän

Oluf Dietrichson, Premier-Leutnant

Kristian Kristiansen Trana

Ravna, Lappländer

Balto, Lappländer



„Die Theilnehmer an der Grönlandsexpedition.“

Nansen. Ravna. Dietrichson. Balto. Sverdrup. Christiansen.

Auf dem Inlandeis: Aufbruch am Morgen



På inlands-isen: Uppbrott om morgonen.
(Teckning af *A. Bloch*, efter fotografi.)

aus: Nansen, Fridtjof: På skidor genom Grönland. En skildring af Den Norska
Grönlands-Expeditionen 1888-89. Stockholm: Albert Bonniers Förlag, 671 S.
(1890)



Segling på inlandsisen (den 19 september).
(Af A. BLOCH efter ett utkast af författaren.)

Mit Segeln auf dem Inlandeis (19. Sept.)



Öfver en isspricka (den 22 september).
(Af E. Nielsen, delvis efter fotografi.)

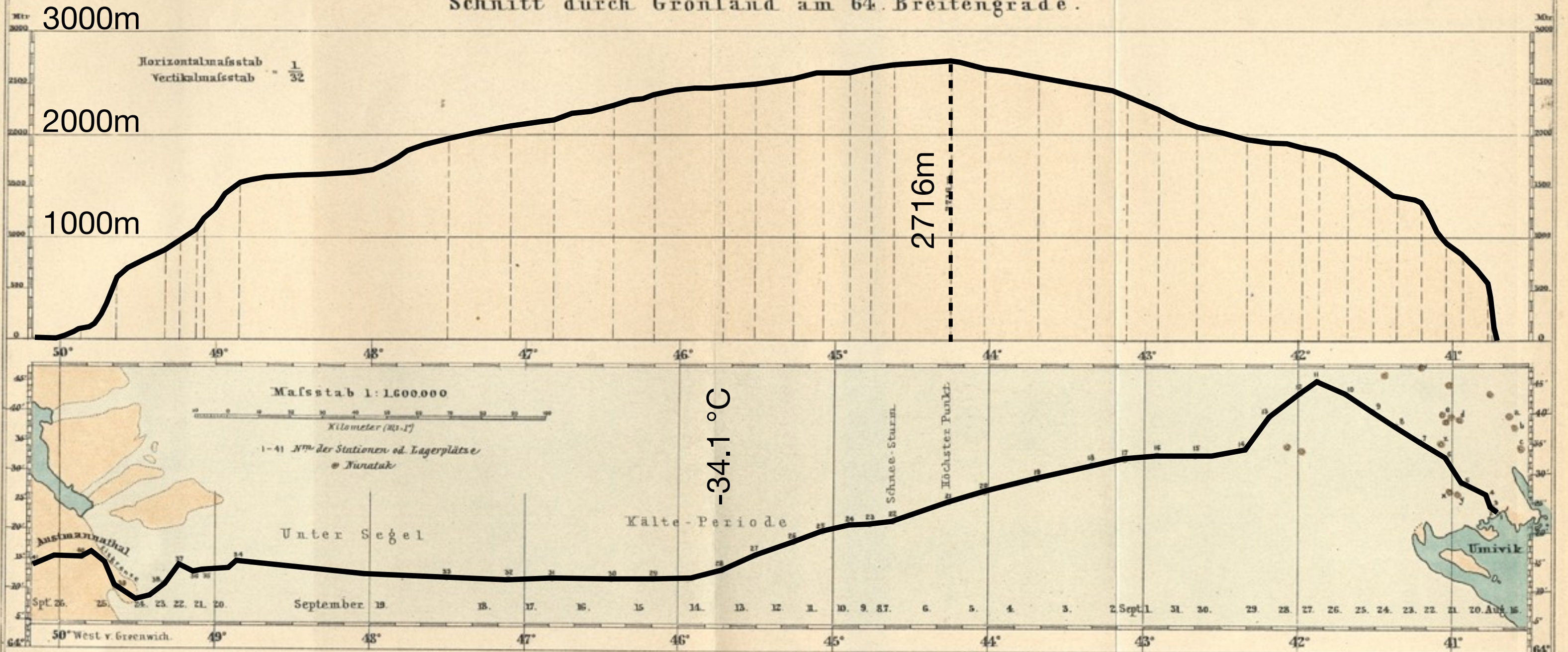
aus: Nansen, Fridtjof: På skidor genom Grönland. En skildring af Den Norska Grönlands-Expeditionen 1888-89. Stockholm: Albert Bonniers Förlag, 671 S. (1890)



Skier von Nansen

Jubiläums-Wanderausstellung „NORD! Fridtjof Nansens Erbe“,
Haus der Nordischen Botschaften, Berlin, 2011 (photo: hans oerter)

Schnitt durch Grönland am 64. Breitengrade.



Dr. Nansens Route durch Grönland.

aus: Mohn, H. und Fridtjof Nansen: Wissenschaftliche Ergebnisse von Dr. F. Nansens Durchquerung von Grönland 1888. Ergänzungsheft No. 105 zu „Petermanns Mitteilungen“. Gotha: Justus Perthes, 111 S. (1892)

Luftproben während Dr. Nansens Expedition

Luftproben, während Dr. Nansens Expedition nach Grönland genommen.

Tag 1888	Zeit Greenw.	Cc Co ₂ auf 1 Liter Luft	Breite N	Länge W	Barom. inkorrigiert	Temp. C.	Wind Richtung magn.	St.	Anmerkungen.
	h. m.		° '	° '	mm	°			
„ 17.	12 50 p.	1) 0,22 2) 0,22	65 20	37 53	770	+ 3,5			
Sept. 9.	1 15 p.	0,31	64 21	44 46	536,5	-19,4	W	1	Auf dem Inlandeise. Höhe über dem Meere 2674 m.
„ 16.	12 30 p.	1) 0,32 2) 0,32	64 12	46 26	558,5	-24	SEzS	1	Auf dem Inlandeise. Meereshöhe 2299 m.
„ 24.	5 45 p.	1) 0,295 2) 0,295	64 8	49 30	692,1	+ 5	SW	1	Auf dem Lande am westl. Rande des Inlandeises. Meereshöhe 770 m.

310 ppm Inlandeis 2674m
 320 ppm Inlandeis 2299m
 320 ppm
 295 ppm westl. Rand 770m
 295 ppm

„ 9.	12 30 a.	1) 0,225 2) 0,215	65 15	29 40	752	+ 5	SSW	1	Am Rande des Treibeises.
„ 9.	2 45 p.	1) 0,38 2) 0,19	65 9	30 18	751,5	+ 3,4	EzS	0-1	Am Rande des Treibeises.
„ 10.	12 30 a.	0,25	65 8	33	751	+ 2,3	NE	1	
„ 10.	1 50 p.	1) 0,28 2) 0,26	65 15	34 30	753,5	+ 0,5	E	1	Am Rande des Treibeises.
„ 11.	4 10 p.	1) 0,215 2) 0,215	65 18	34 10	757	+ 1	NEzE	2	In einem tiefen Busen im Treibeise.
„ 12.	2 50 p.	1) 0,245 2) 0,20	65 20	33 30	759	+ 1,8	ENE	3	
„ 13.	2 10 p.	1) 0,22 2) 0,22	65 30	33	759,5	+ 2,4	ENE	3	
„ 15.	2 20 p.	1) 0,24 2) 0,23	65 20	32 49	746,5	+ 5,5	EzS	2	
Juli 15.	2 25 p.	0,24	65 50	33 20	745,5	+ 2,5	EzN	1	
„ 16.	8 10 p.	1) 0,24 2) 0,235	65 17	36 40	767,5	+ 2,2	NE	1	
„ 17.	12 30 p.	1) 0,22 2) 0,22	65 20	37 53	770	+ 3,5			
Sept. 9.	1 15 p.	0,31	64 21	44 46	536,5	-19,4	W	1	Auf dem Inlandeise. Höhe über dem Meere 2674 m.
„ 16.	12 30 p.	1) 0,32 2) 0,32	64 12	46 26	558,5	-24	SEzS	1	Auf dem Inlandeise. Meereshöhe 2299 m.
„ 24.	5 45 p.	1) 0,295 2) 0,295	64 8	49 30	692,1	+ 5	SW	1	Auf dem Lande am westl. Rande des Inlandeises. Meereshöhe 770 m.

Anno 1912

1906-08

„Die VILLA“, Danmarkshavn, Germania Land

1992



Die „Villa“ am Danmark-Hafen. Nach einer Aufnahme der Danmark-Expedition.

aus: J.P. Koch: Durch die weiße Wüste. Berlin: J. Springer, 247 S. (1919)



photo: hans oerter, 1992

In der „Villa“



photo: Archiv AWI/Arctic Instituttt

1906/08

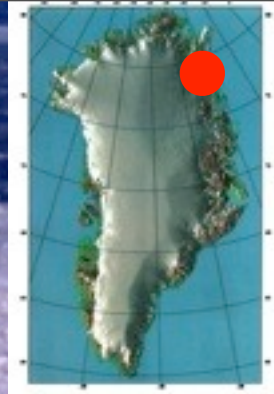


photo:hans oerter, 1992

1992



photo: hans oerter, 1992



Borggletscher

Storstrømmen

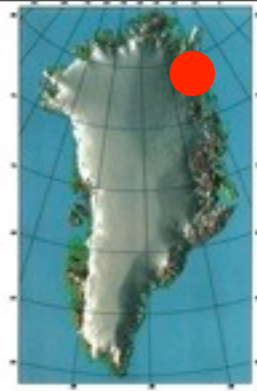


photo: hans oerter, 1993

Bei Station Borg



Die Oberfläche des Storström nahe bei Borg.

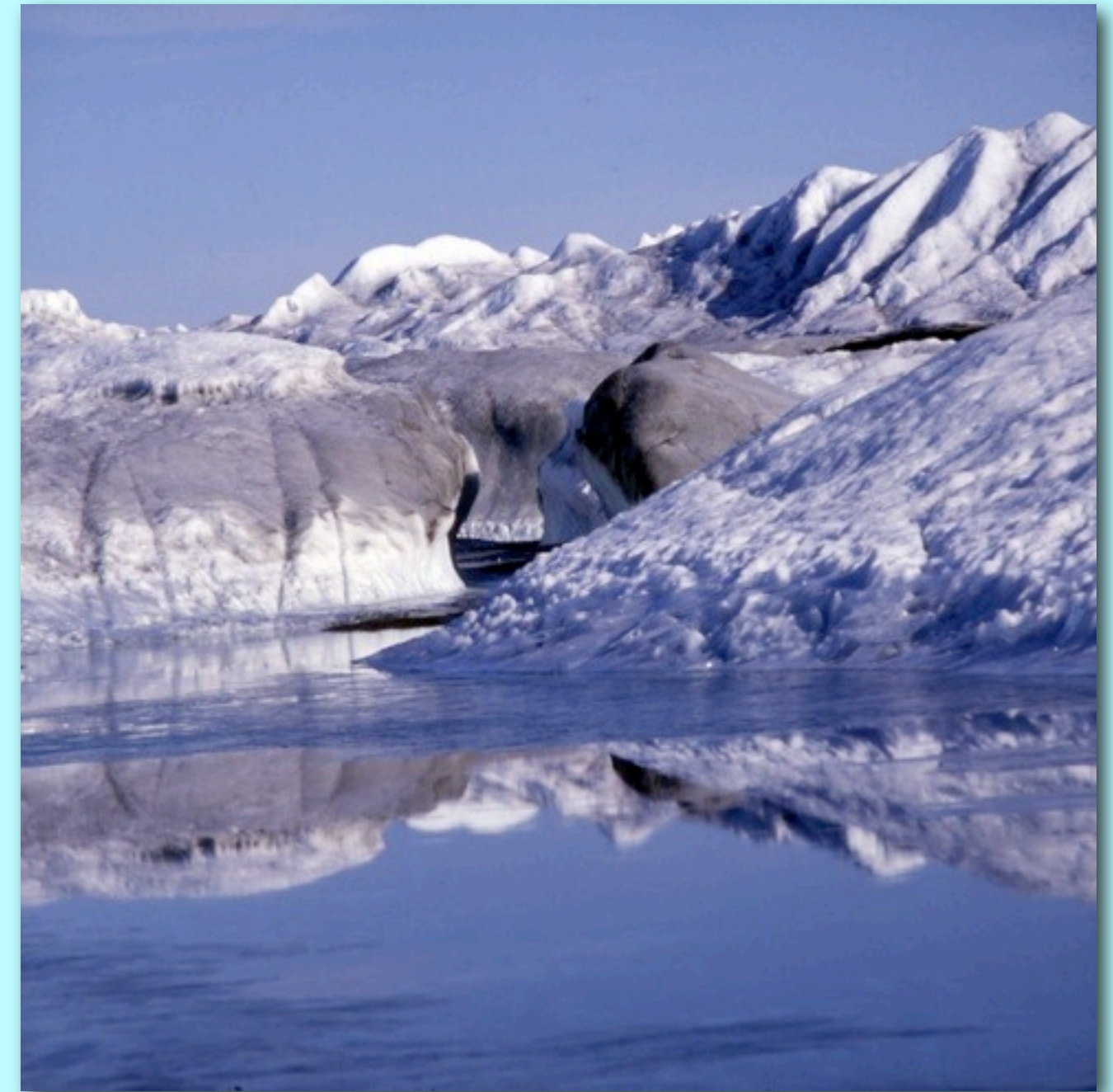


photo: hans oerter, 1993

aus: J.P. Koch: Durch die weiße Wüste. Berlin: J. Springer (1919)

Alfred Wegener in dem
Überwinterungshaus
„Borg-Station“,
errichtet am 12. Okt. 1912

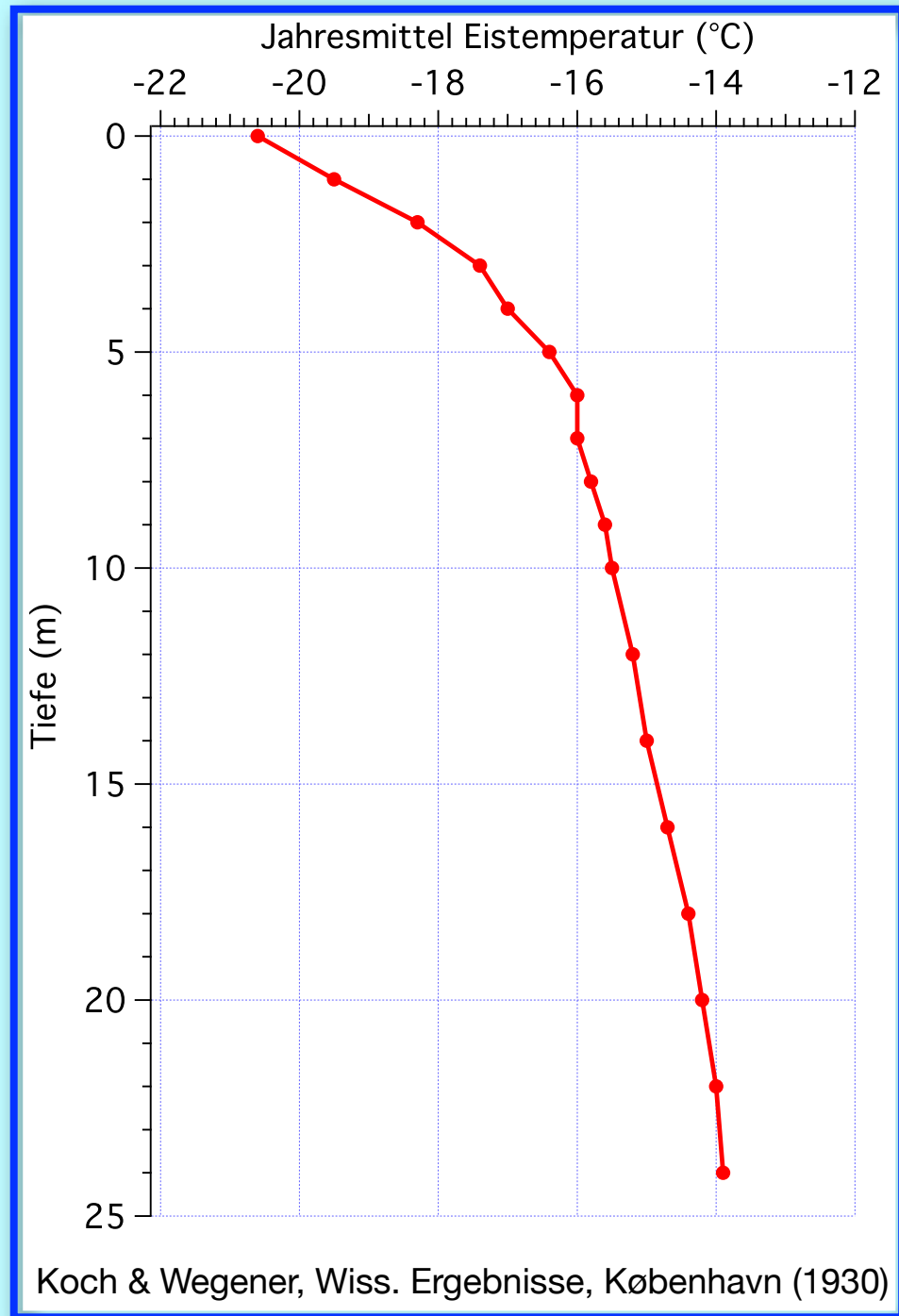
Nach der Überwinterung
begann am 20. April 1913
die Querung des
Inlandeises, die am 13. Juli
1913 an der Westküste
endete.



photo: Archiv AWI

Bohrungen im Eis

Temperaturmessung



Von der Stube auf Borg: Bohrung im Eise.

aus: J.P. Koch : Durch die weiße Wüste. Berlin: J. Springer (1919)

Anreise
von
Island:
6. - 21.
Juli 1912

Anreise nach Danmarkshavn

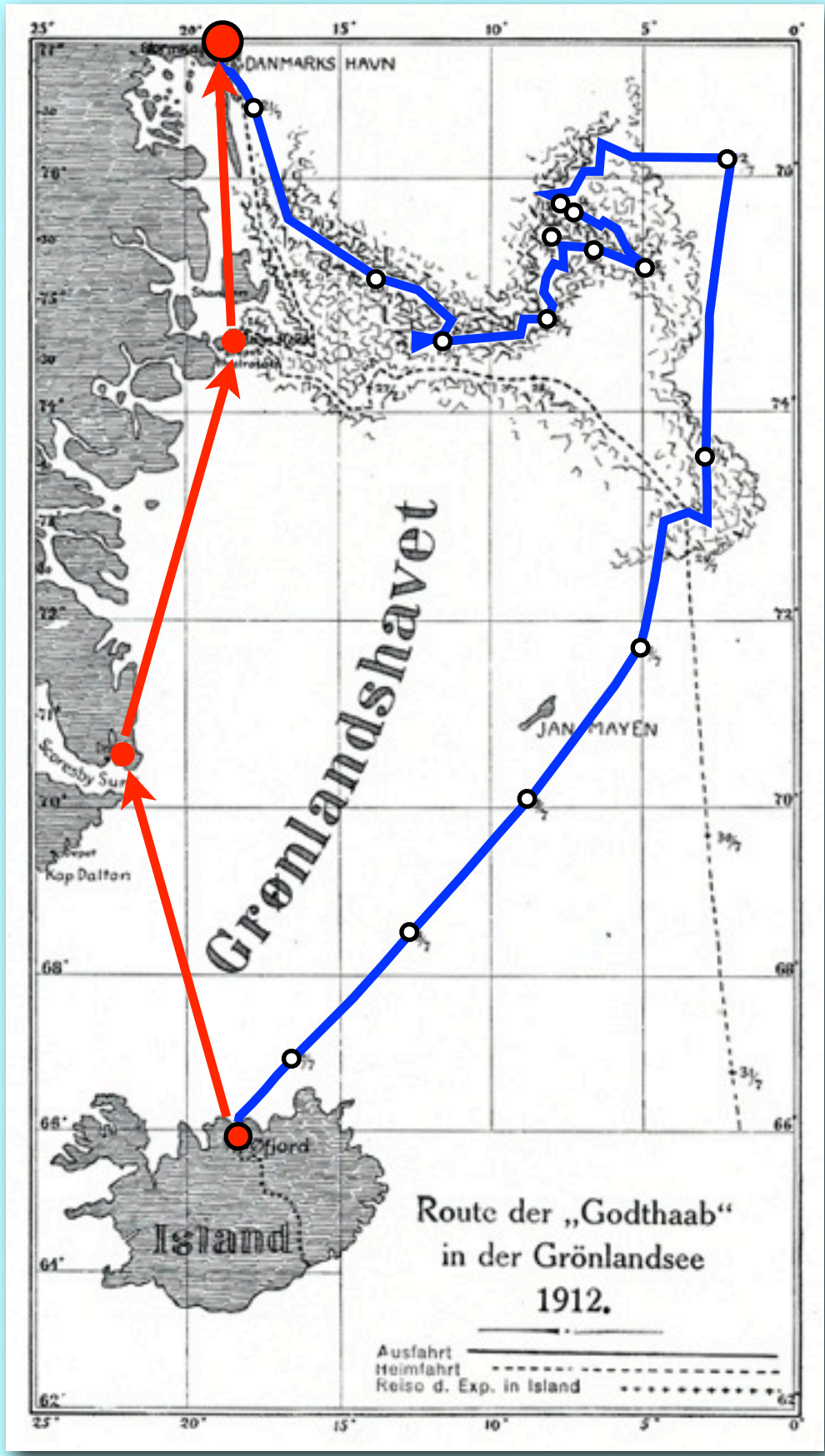


photo: hans oerter

aus: J.P. Koch: Durch
die weiße Wüste.
Berlin: J. Springer
247 S. (1919)

Steinmann versus Blog



photo: hans oerter, 1994

http://neem.nbi.ku.dk/field_diaries_folder/uk_diaries_2010/2010-07-27/



2010-07-27

Bedrock!!!

The official termination of the deep drilling project.

After a few runs with no penetration and totally grinded down cutters we made the decision to terminate the deep ice core drilling. We celebrated this with a glass of champagne in the drill trench and every nation present gave a small speech. Later we all went by skidoo to the shallow drill site 3 km from the NEEM camp to enjoy an afternoon of with scones with whipped cream and strawberry jam. We all dressed for a party and had a wonderful evening with big smiles everywhere. To imagine – it is done!!

No more drilling and logging.

Final logged depth is: 2537.36 m

Processing: 9.90 m (bag 1645-1662), processing depth: 914.10 m

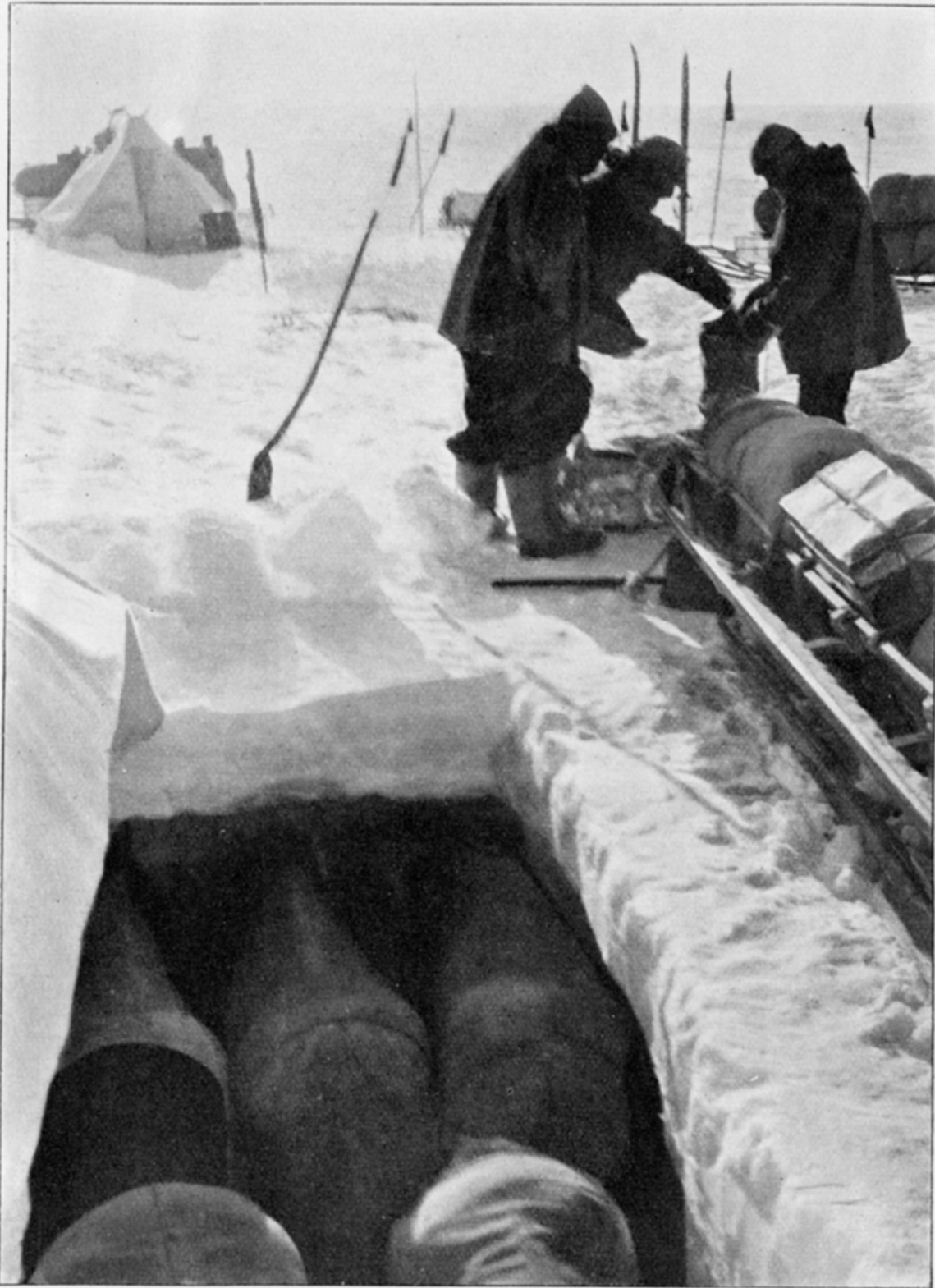


Fig. 10. Pferdestall im Firn.

Vom Pferdeschlitten zum FlexMobil



photo: Sepp Kipfstuhl, AWI

AWI-Nordgrönlandtraverse (NGT) 1993-95

Schneeschart - Schneeproben, Dichte, Schneeezutrag

aus: Koch & Wegener: Meddelelser om Grønland, Bd. LXXV (1930)

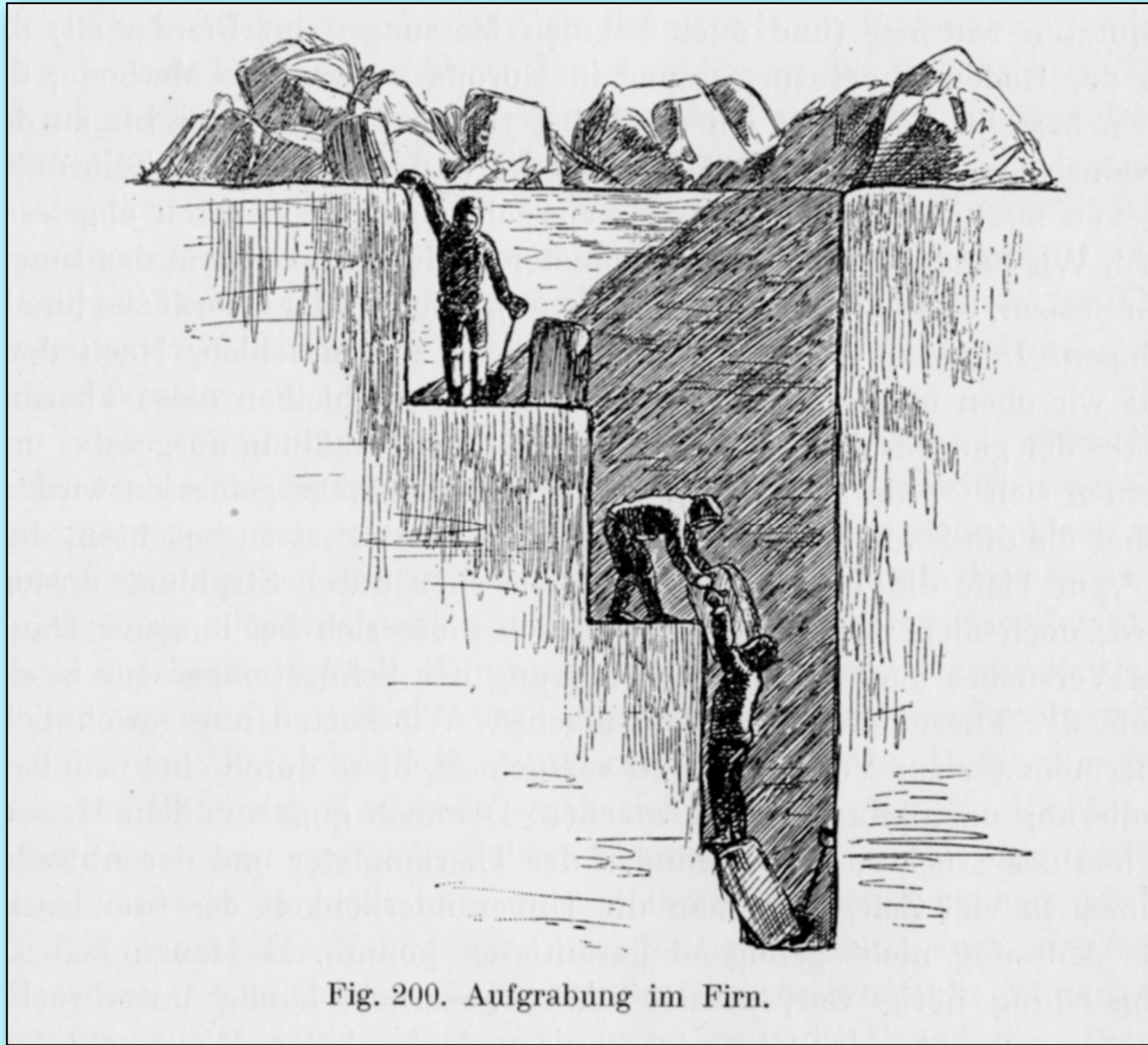


Fig. 200. Aufgrabung im Firn.

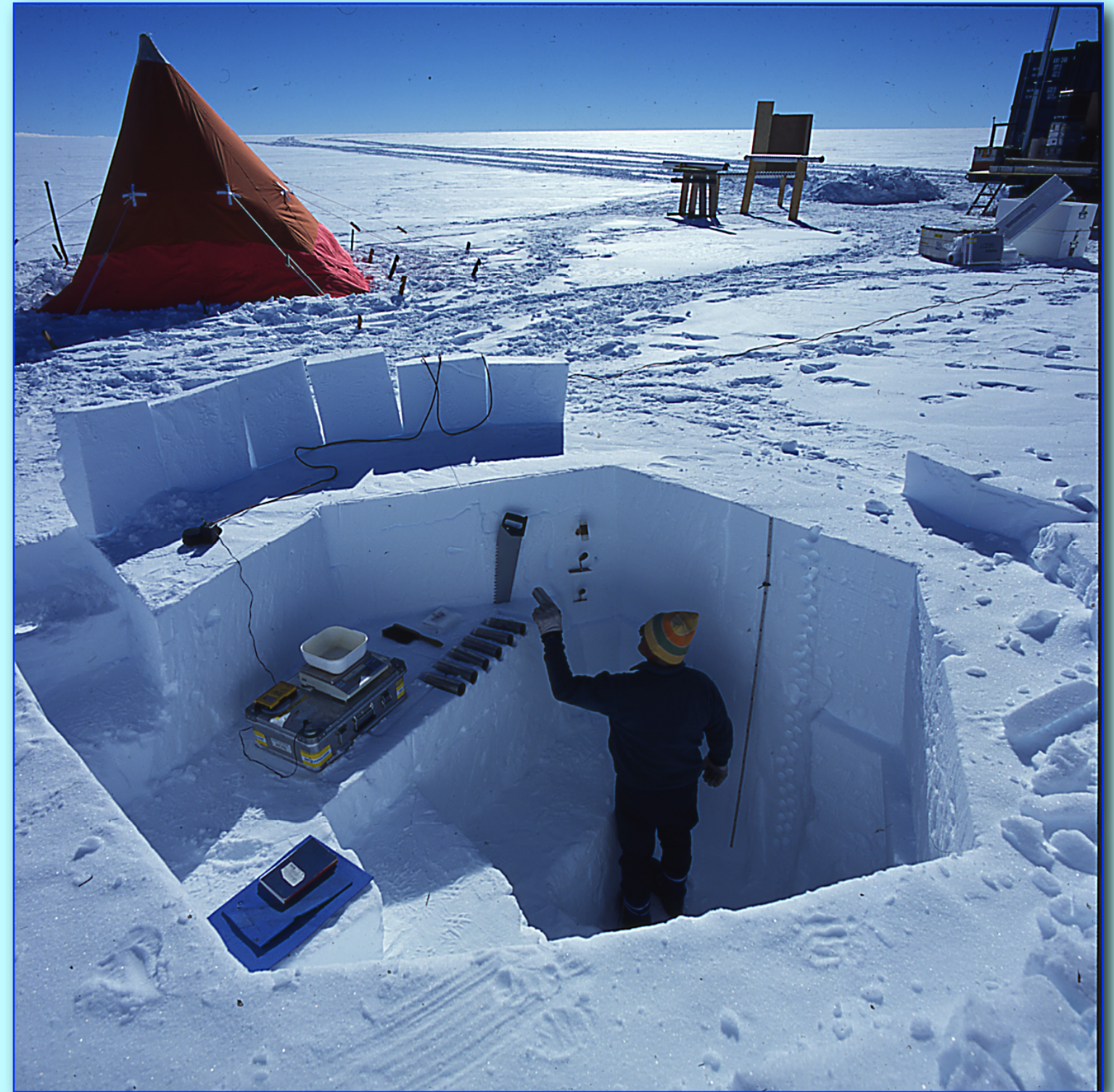


photo: hans oerter, 1998

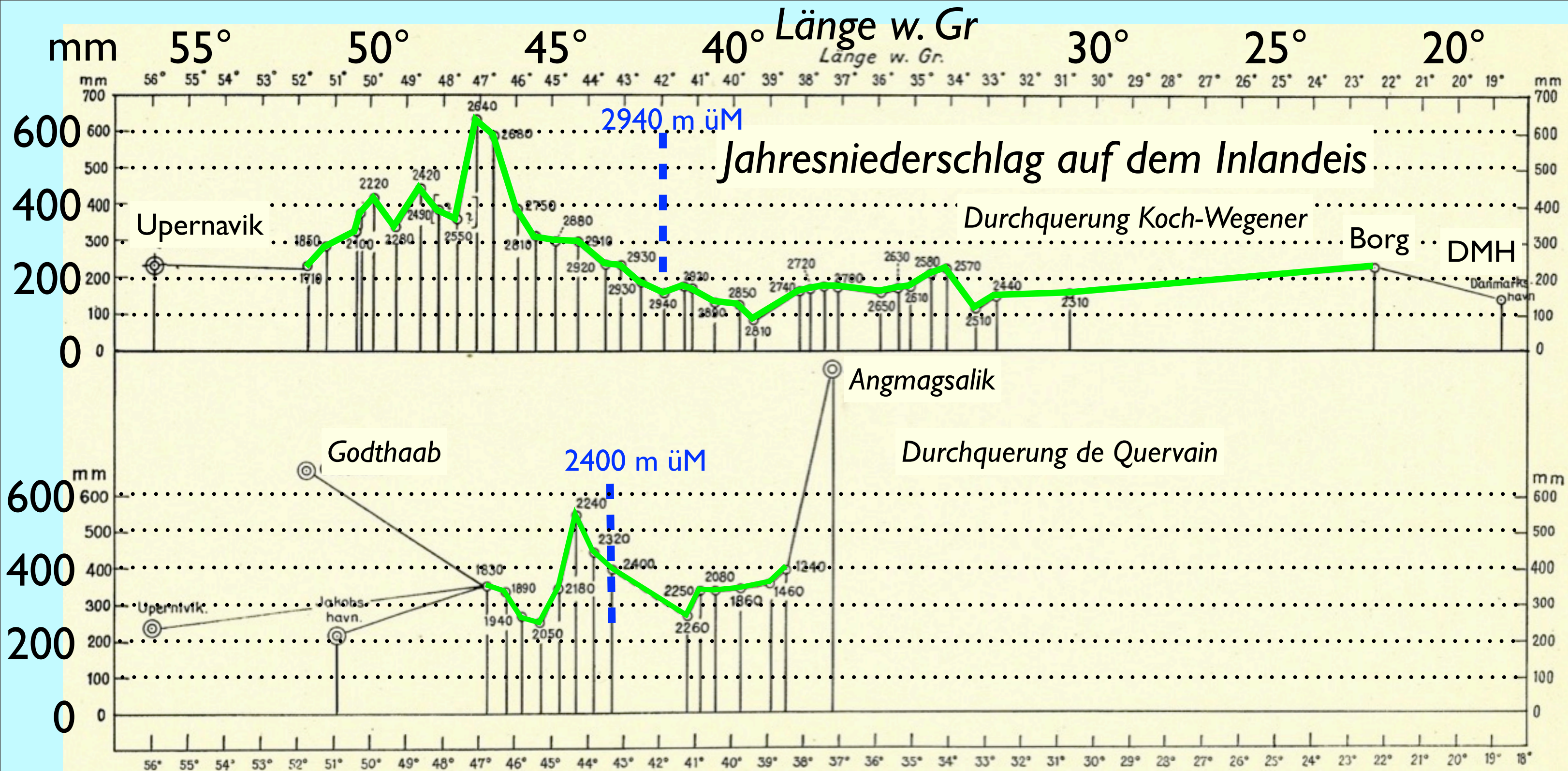


Fig. 211. Jahresniederschlag auf der Durchquerungsrouten. Unten: Derselbe auf de Quervains Durchquerung.

Jahresniederschlag auf der Durchquerungsrouten

Zeitsprung:

1930/31



aus: J. Georgi (1933)

Der Expeditionsleiter Prof. Dr. A. Wegener 1880-1930

1929
Vorexpedition

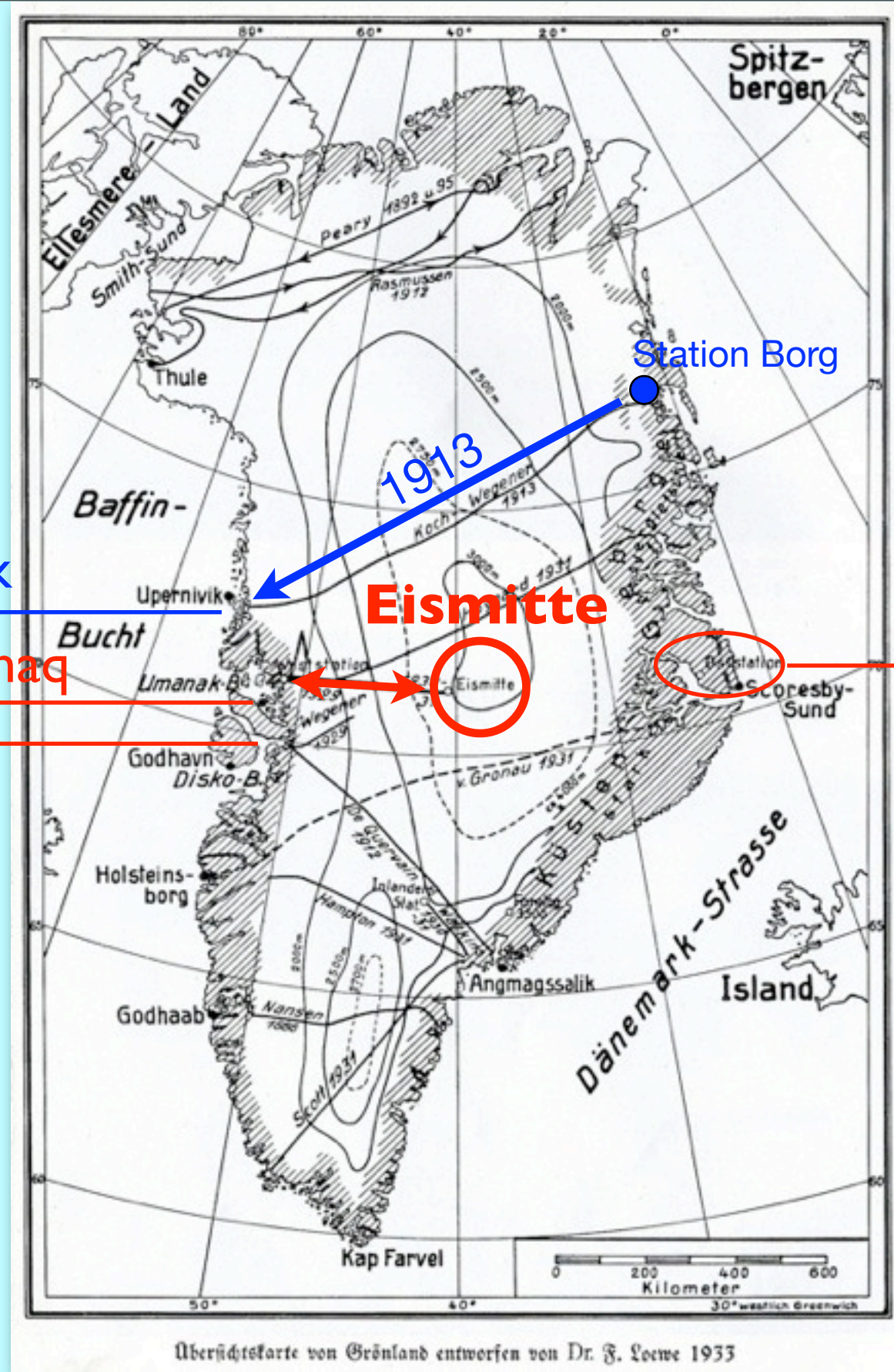
Upernavik

Uummannaq

1929

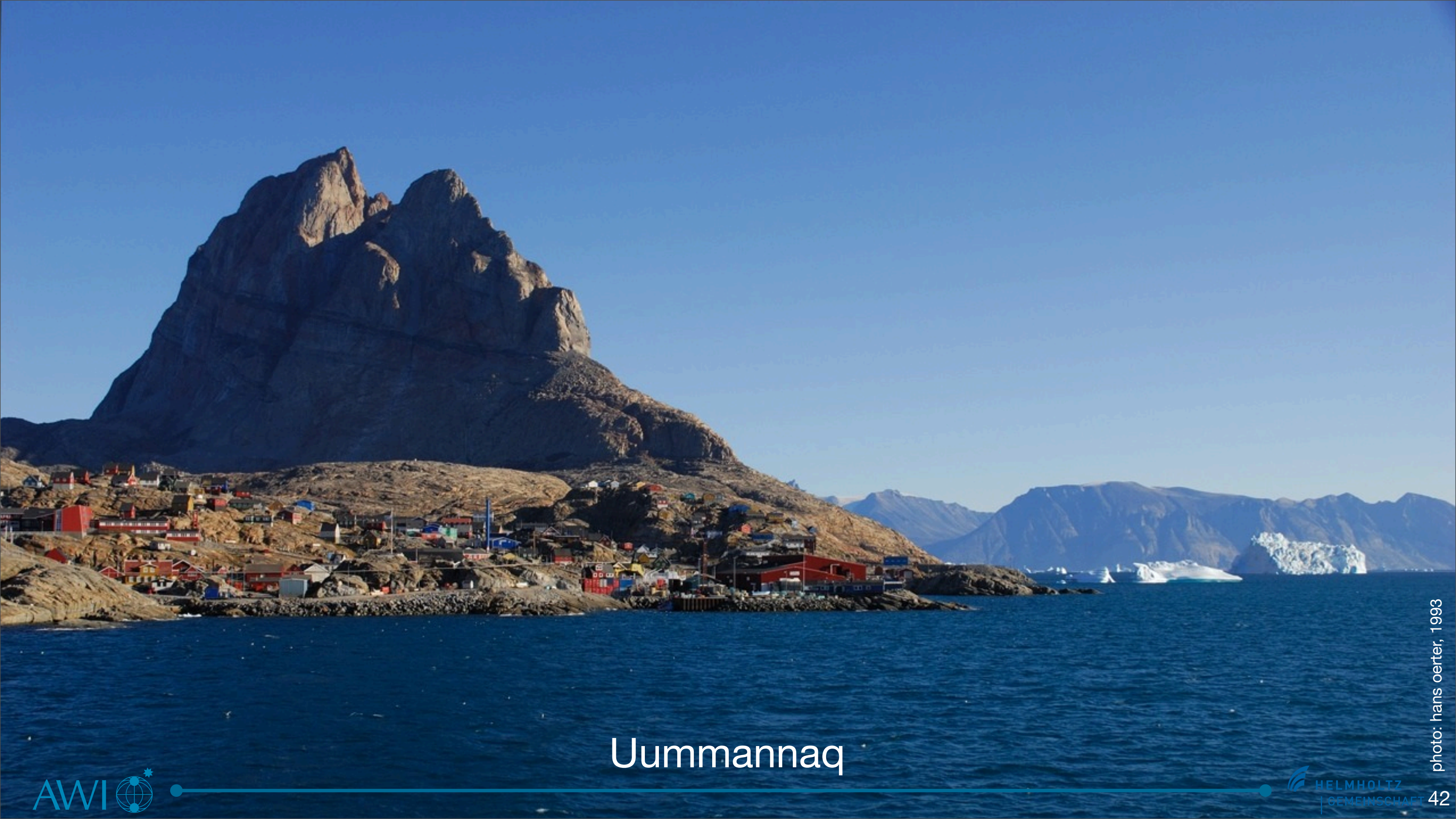
1930/31

Deutsche Grönland-Expedition Alfred Wegener



Übersichtskarte von Grönland entworfen von Dr. F. Loewe 1933

aus: J. Georgi (1933)



Uummannaq

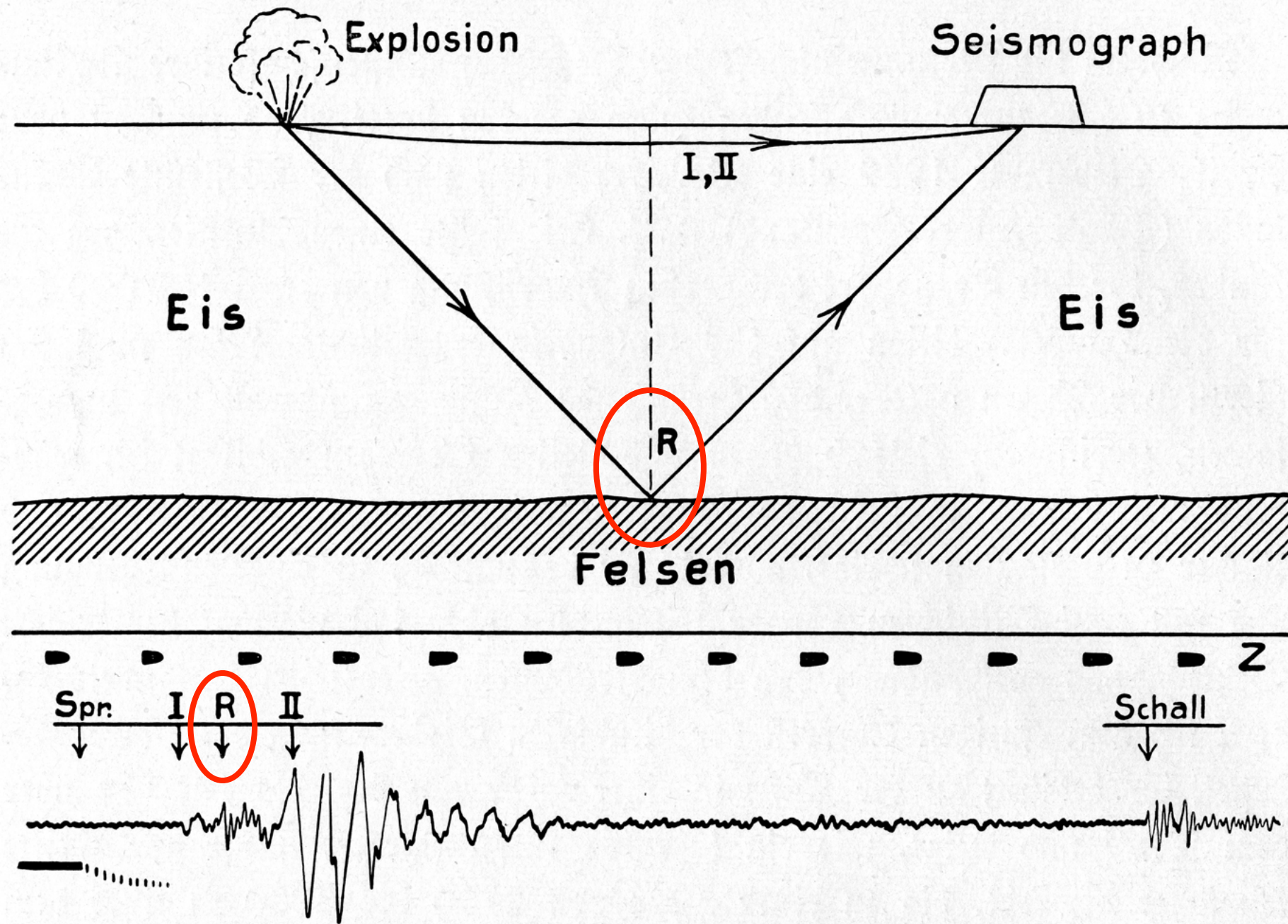


photo: Rudolf Holzapfel 1930(?)/Archiv AWI

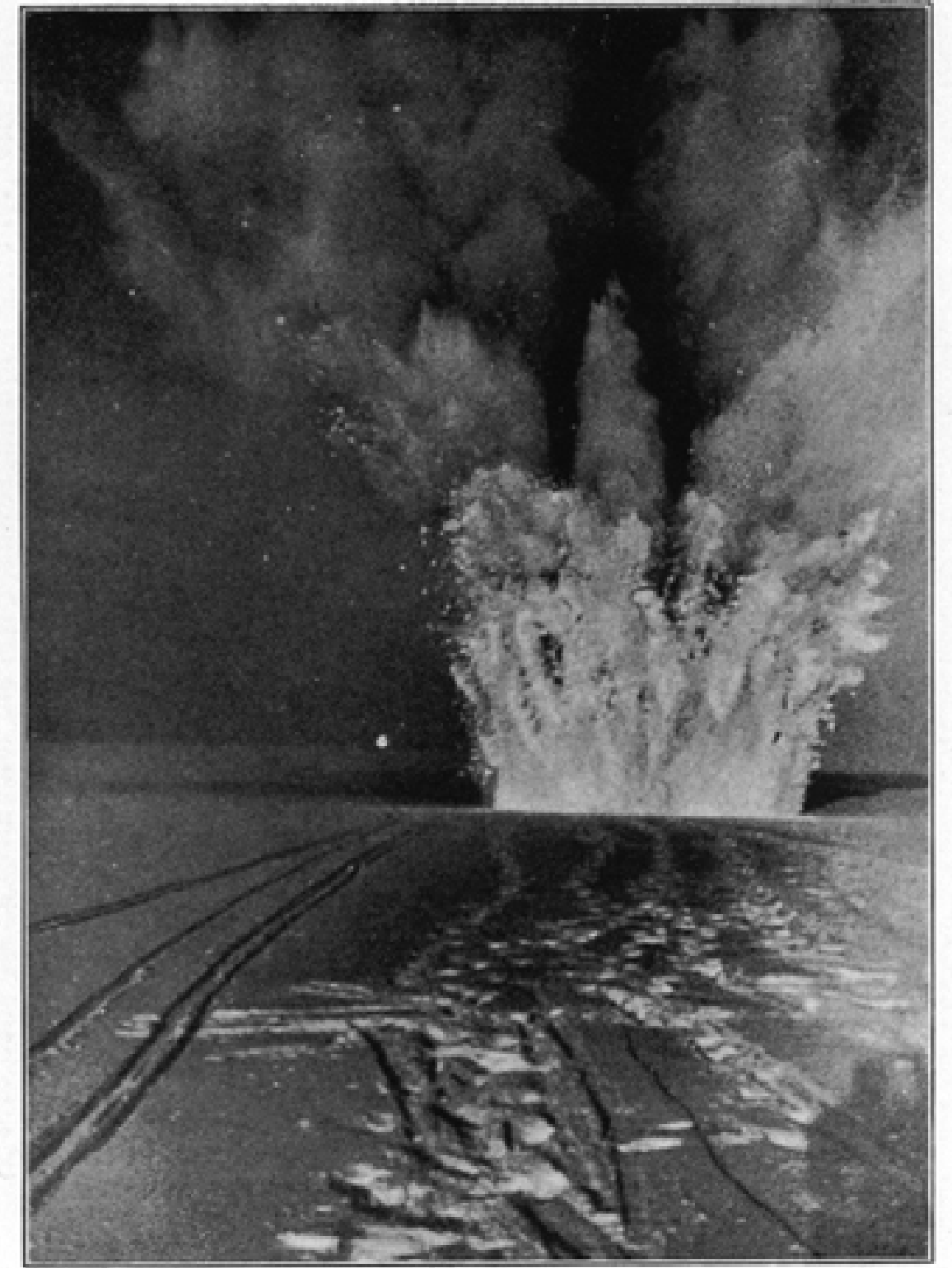
Kamajurukgletscher 1930

Seismische Eisdickenmessungen

Prinzip der seismischen Eisdickenmessung (oben) und Nachbildung eines Registrierstreifens (unten)



from: J. Georgi (1933)

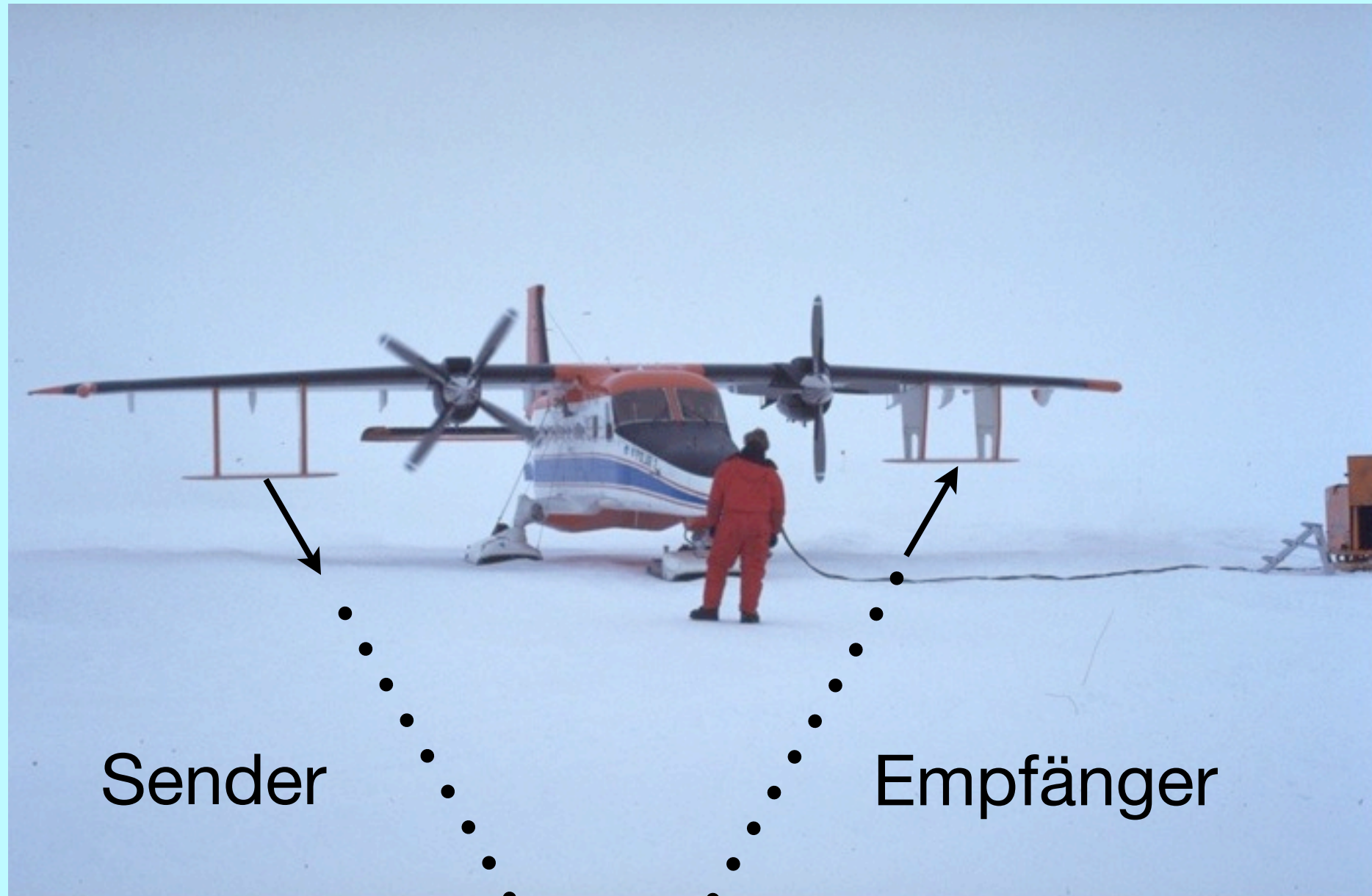


Sprengung mit 73 kg Trinitrotoluol.
Seite 213.

Aufnahme Ethel

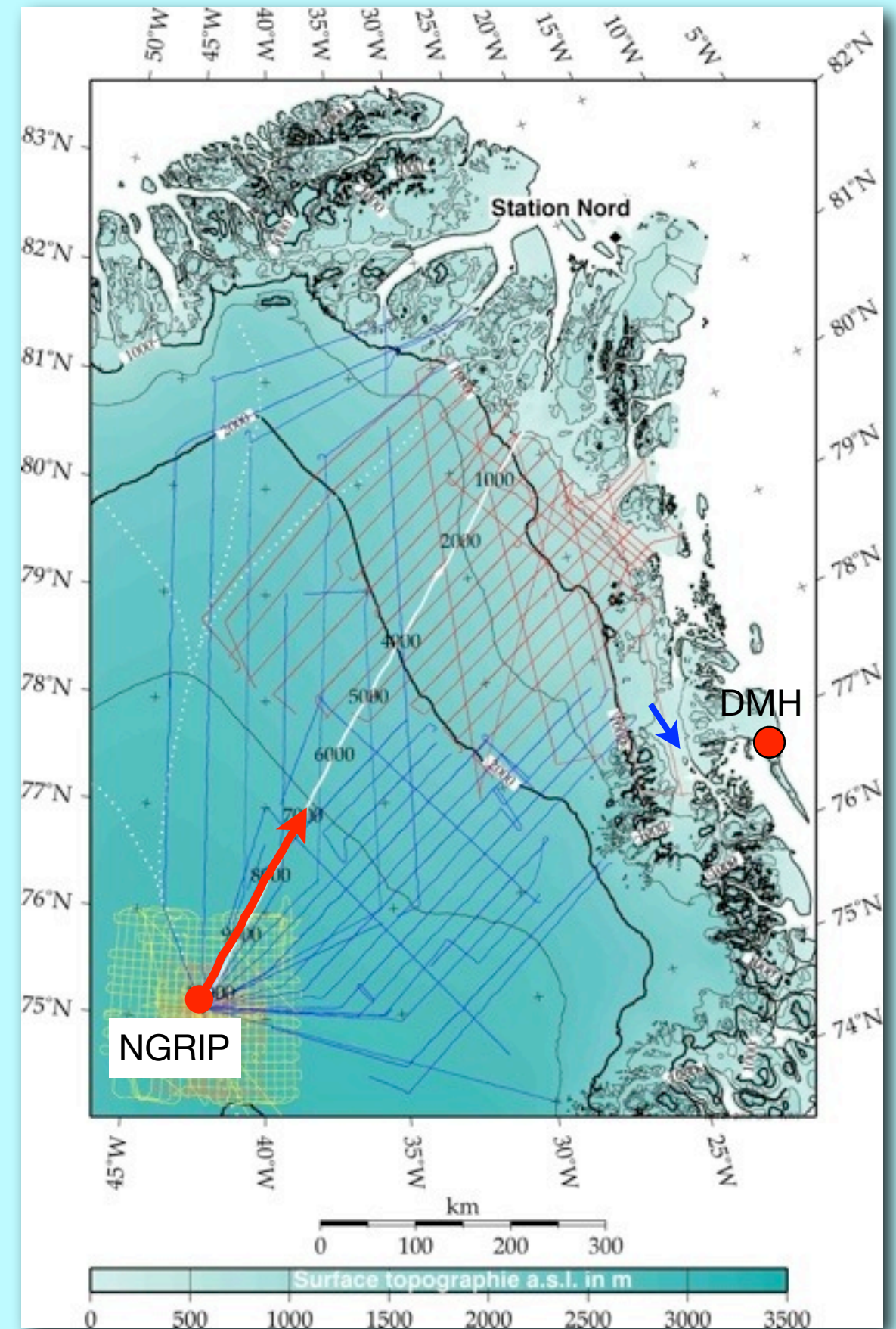
aus: E. Wegener (Hrsgb.) (1933/1940)

Eisdickenmessung mit (Eis-)Radar



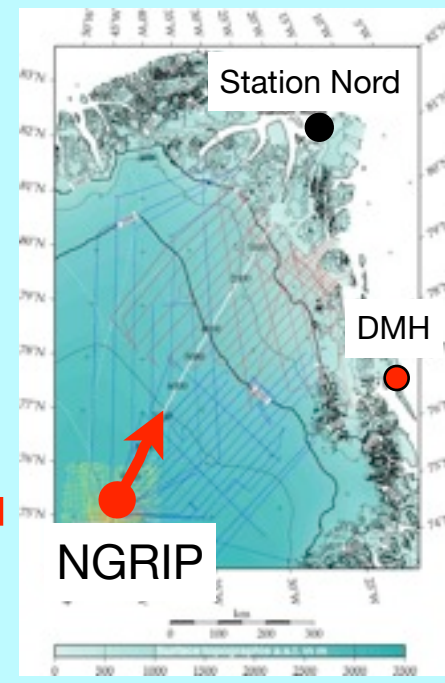
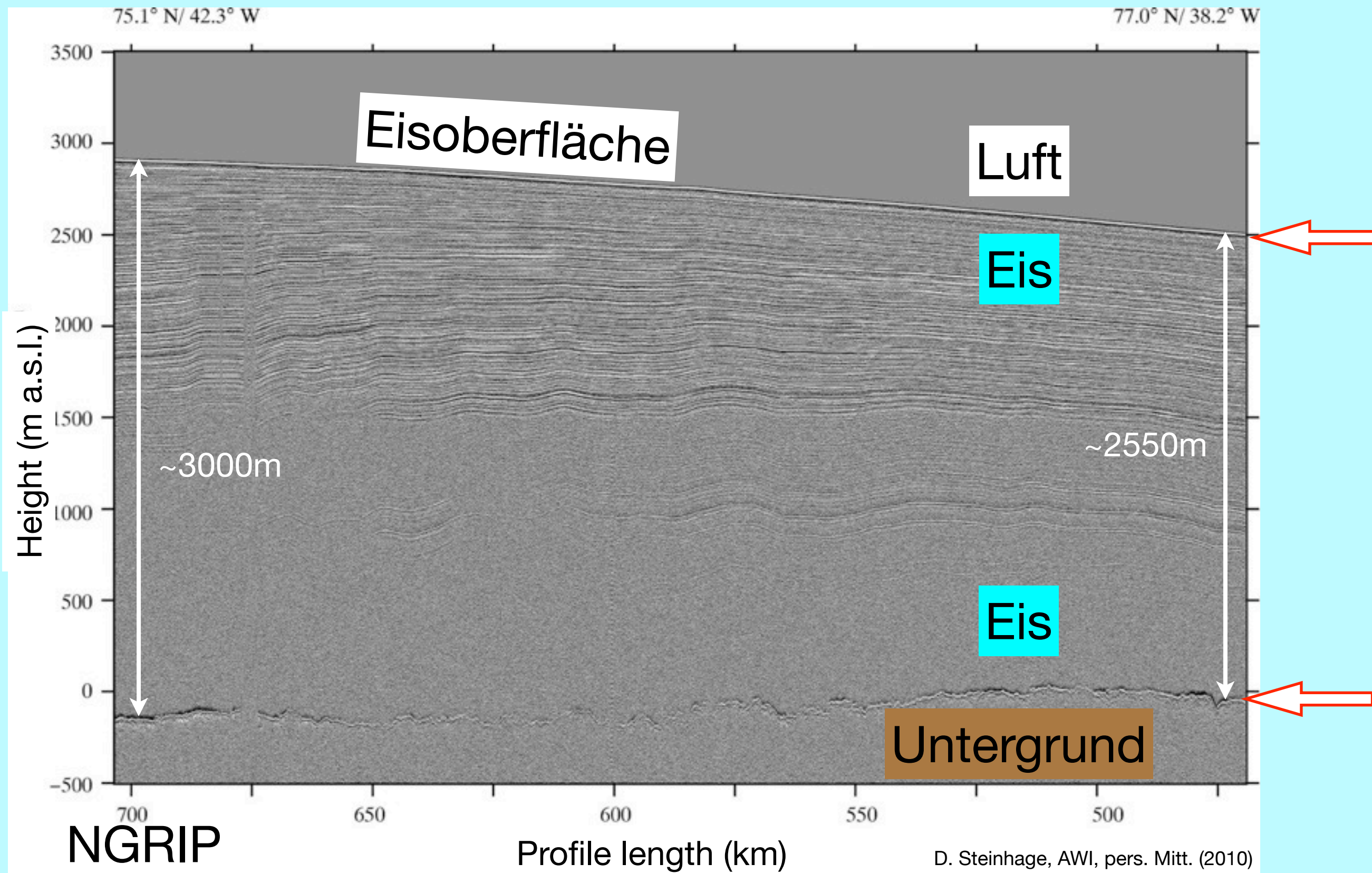
Sendefrequenz
150 MHz

Reflexion
Eisuntergrund/interne Horizonte



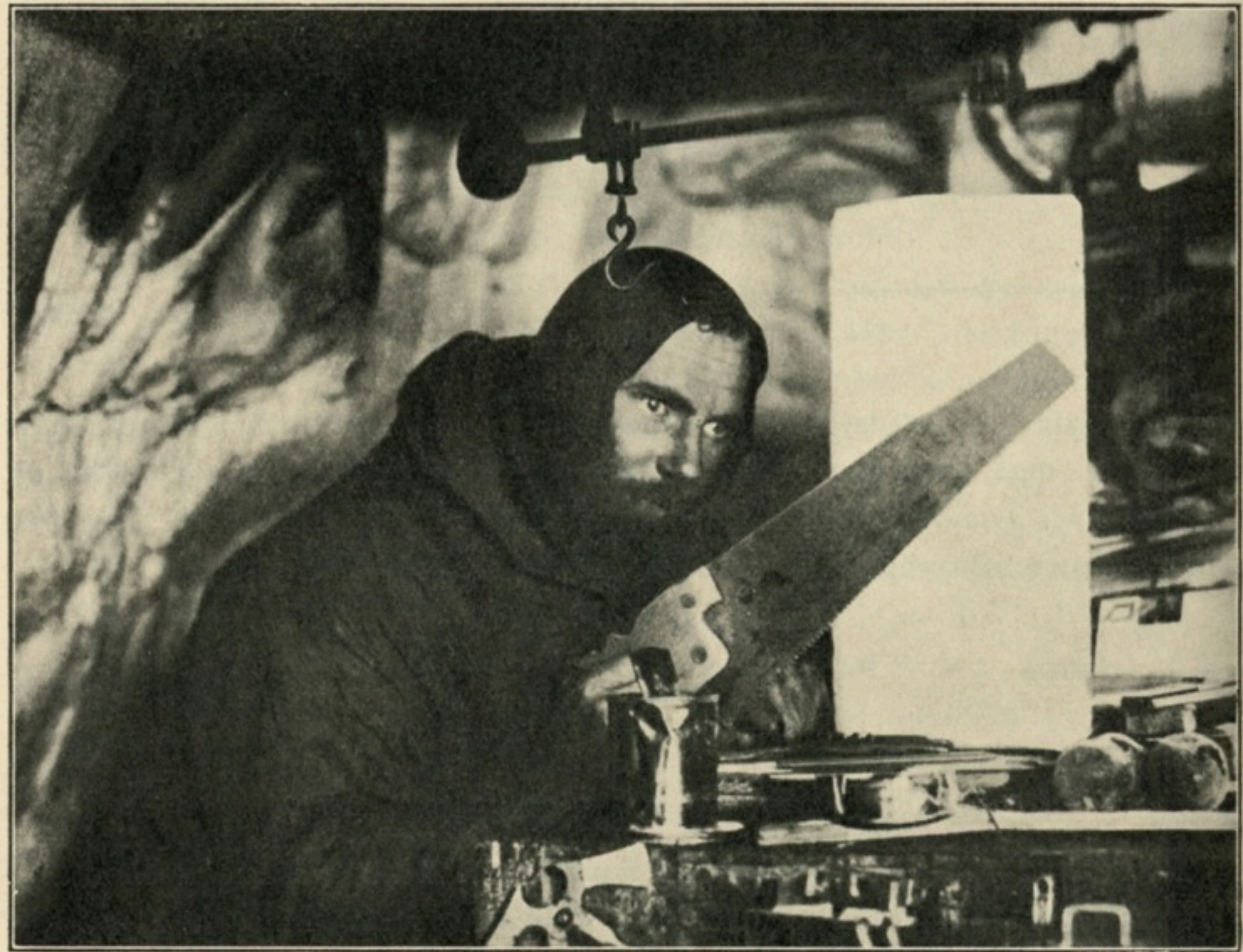
D. Steinhage, AWI, pers. comm.

Eisdickenmessung mit (Eis-)Radar



Glaziologische Arbeiten bei Eismitte von E. Sorge & J. Georgi

Firndichte Struktur von Schnee & Firn



phot. Joh. Georgi.

Abb. 13. Schneiden der Firnblöcke mit der Fuchsschwanzsäge. Oben die Laufwaage zum Wiegen der Firnblöcke.

Wegener, Kurt (Hrsg.), **Bernhard Brockamp, Hugo Jülg, Fritz Lowe, Ernst Sorge**: Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Grönland-Expedition Alfred Wegener 1929 und 1930/1931. Band III Glaziologie. Leipzig: F. A. Brockhaus, 270 S. (1935)

AWI NordGrönland Traverse 1993-1995

mit internationaler Beteiligung

Leitung Sepp Kipfstuhl, AWI

ca. 1600 km Traversenroute; Arbeitspunkte
alle 50 km mit Schneeschacht (2 m),
Firnkern (10-15 m) oder Eiskern (70-175 m)

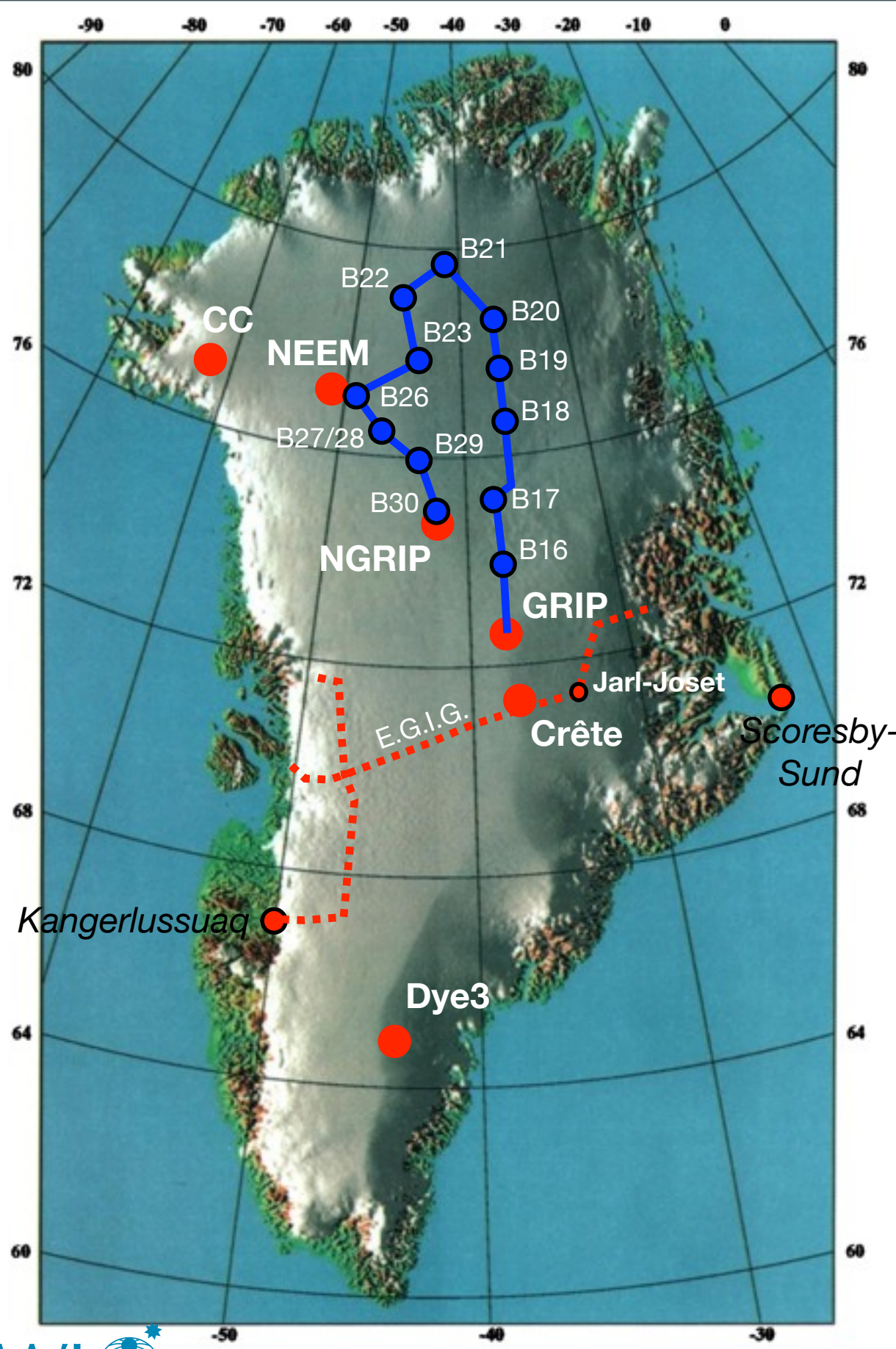
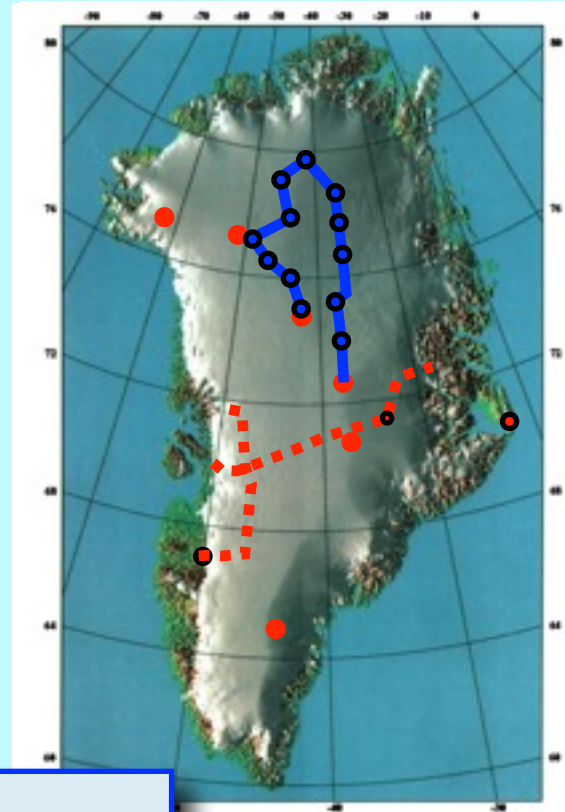


photo: Sepp Kipfstuhl, 1993/95

nach: S. Ekholm, J. Geophys. Res. 101, B10 (1996)



Die Eisernte:
13 Eiskerne (70-175 m)
33 Firnkerne (10-15 m)

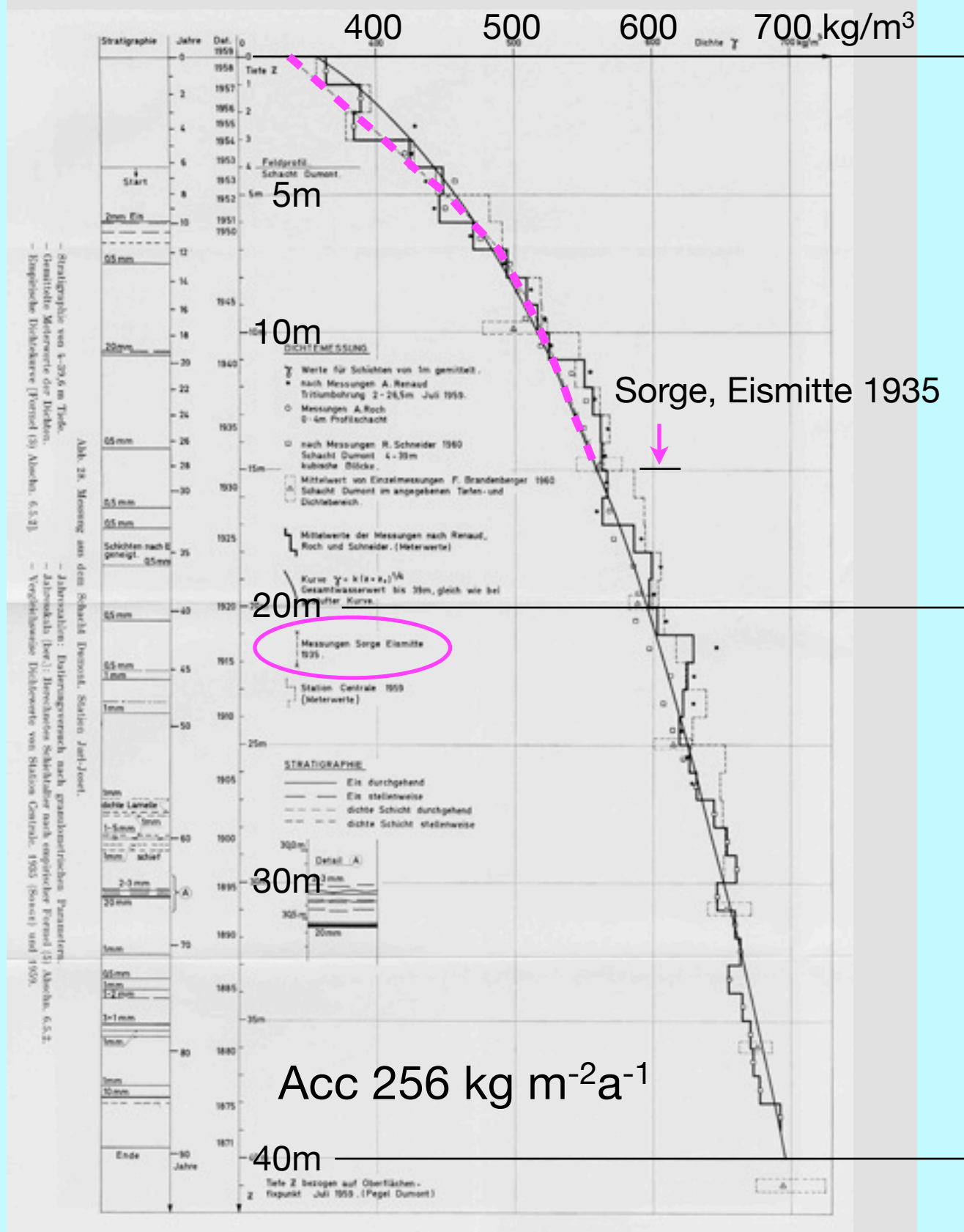


photos: Sepp Kipfstuhl, 1993/95

Dichteprofil Schacht Dumont 1957-1960

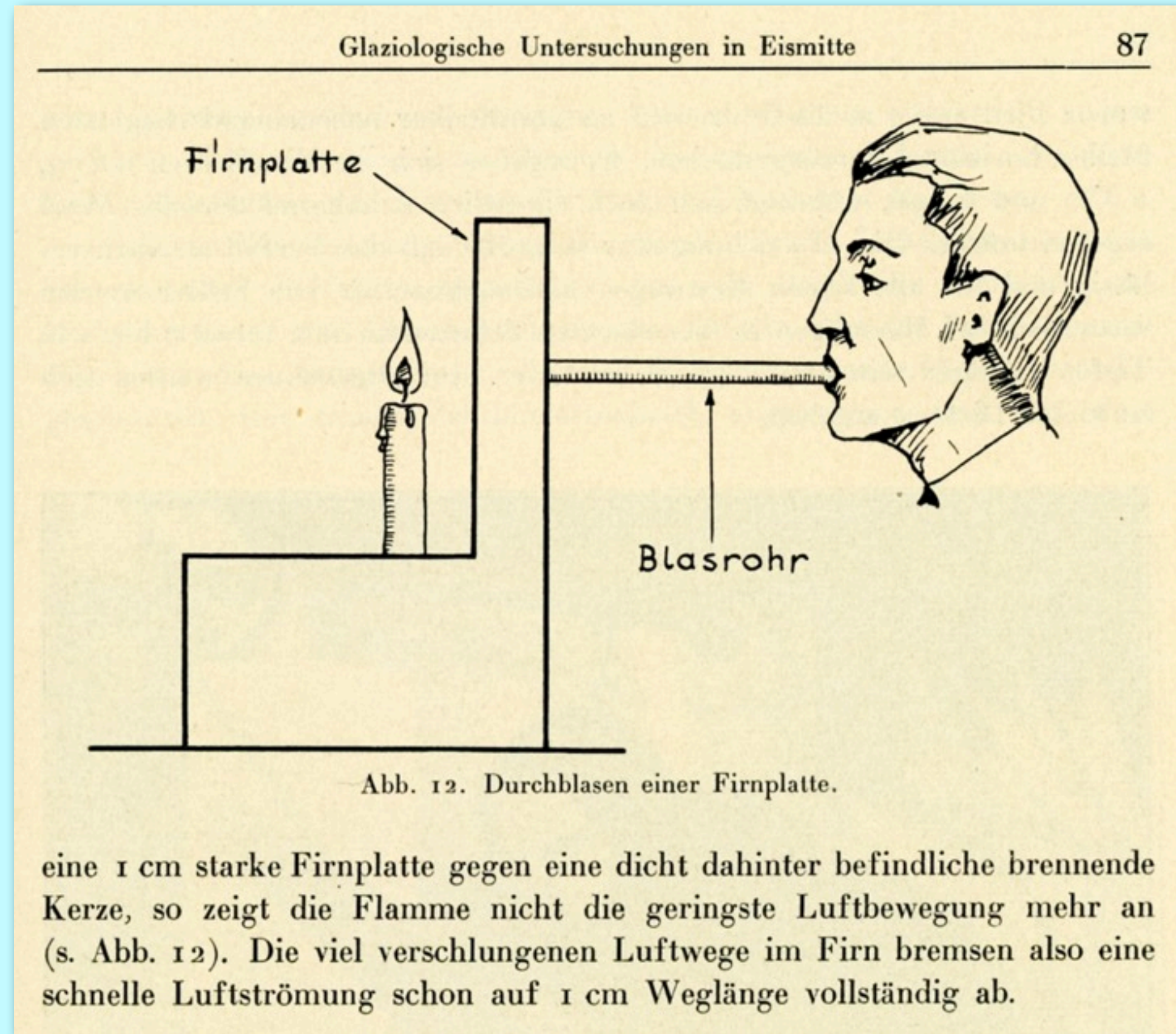
Untersuchungen zur Verdichtung des Firns

de Quervain, Med. Grøn. (1969)



Durchlässigkeit/ Porenraum im Firn

1930/31 Versuche
mit Blasrohr



Wegener, Kurt (Hrsg.), Bernhard Brockamp, Hugo Jülg, Fritz Lowe, Ernst Sorge: Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Grönland-Expedition Alfred Wegener 1929 und 1930/1931. Band III Glaziologie. Leipzig: F. A. Brockhaus, 270 S. (1935)

Eiskern-ComputerTomograph seit Dez. 2010

Specifications:

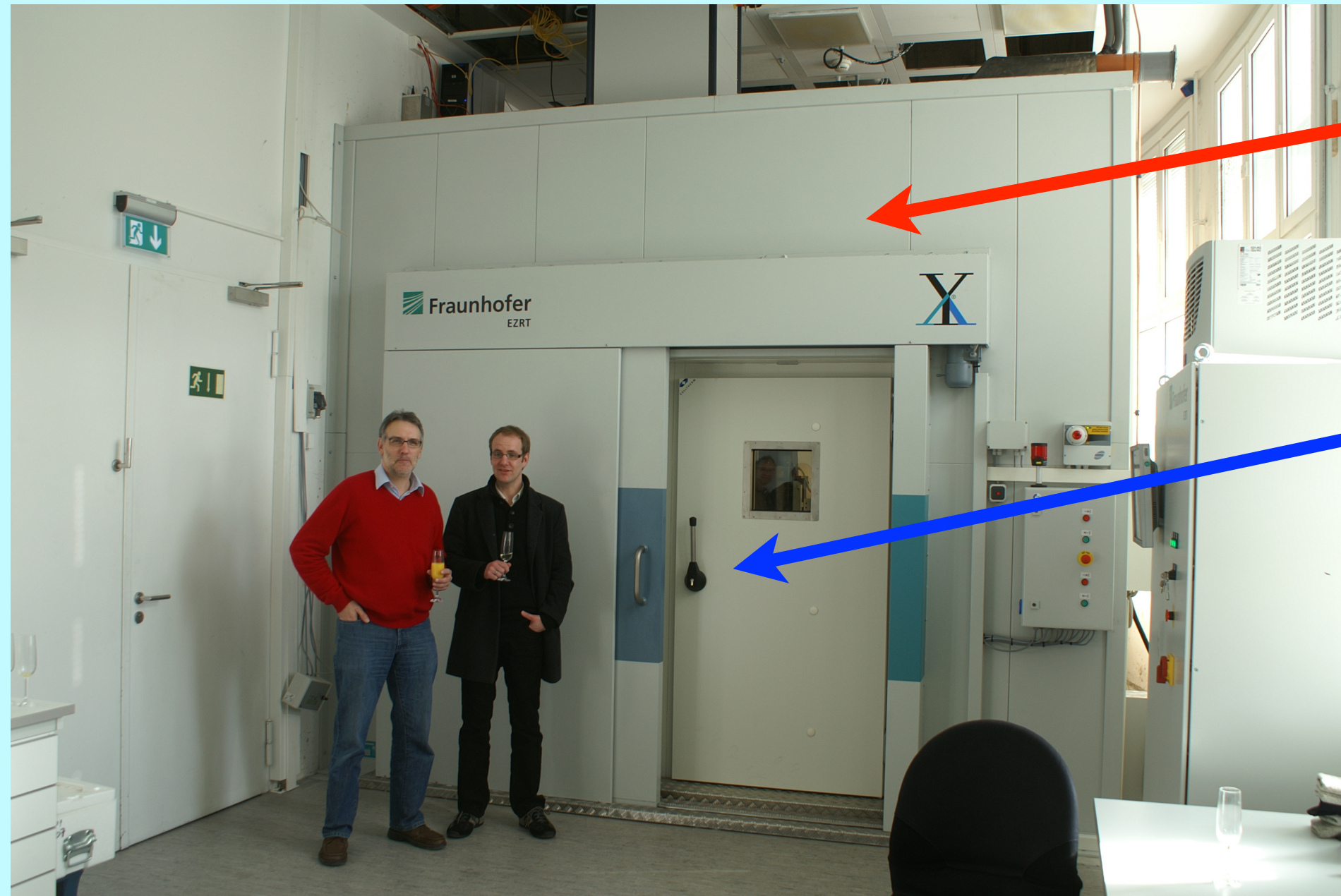
X-ray source (min. focal spot: 1-2 μm) (instead of 40 μm)

Detector: 8000 x 4000 pixel (instead of 736 x 512)

Min. Resolution: 2 μm (instead of 40 μm)

Max. Sample size: 10 cm diameter (13mm)

Signal-to-noise ratio = 10-50 (instead of 3-5)

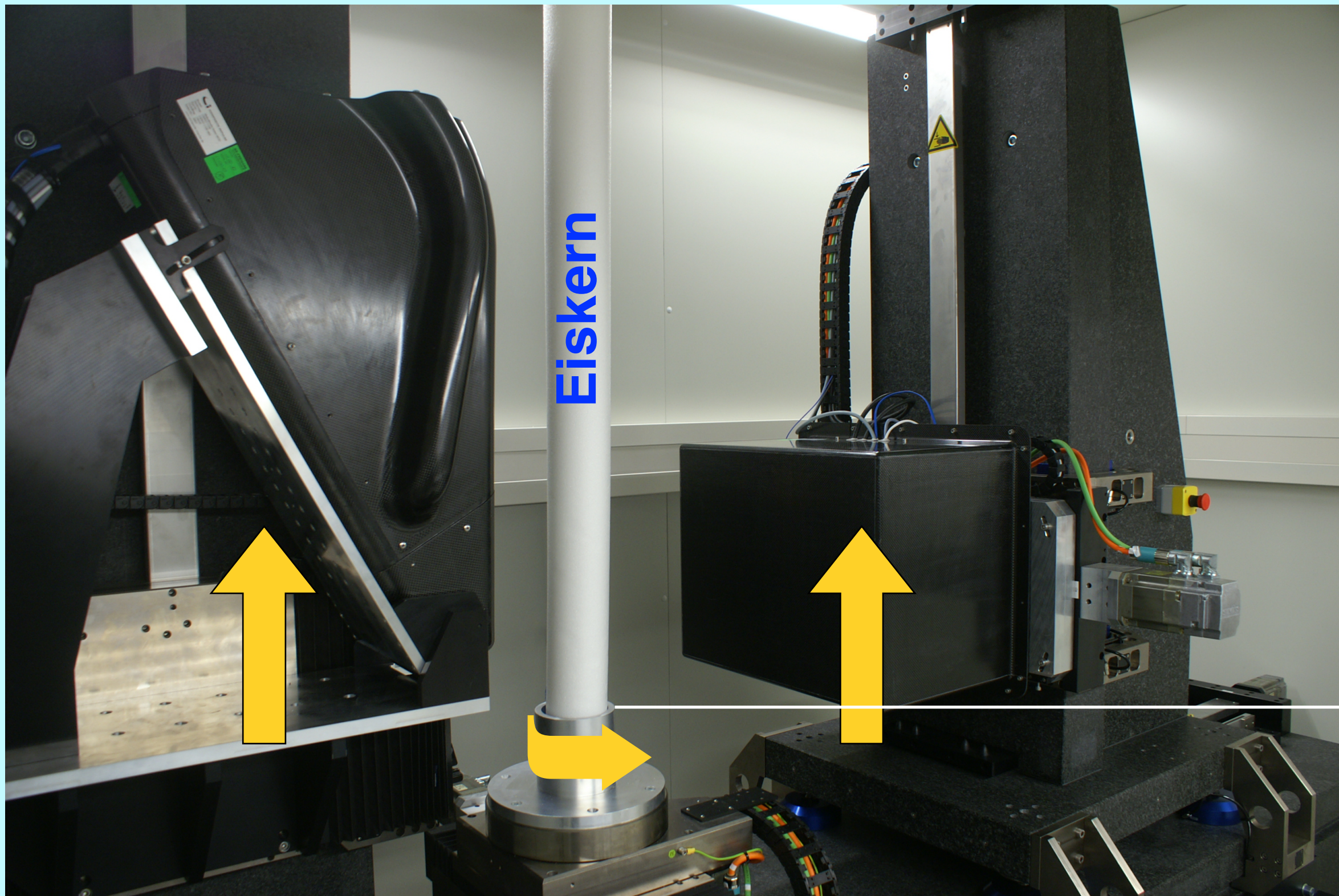


Strahlungsschutz
4x4x3 m³

Kühlzelle
-15°C

zerstörungsfreie Messung von ganzen
Eiskernsegmenten

Eiskern-ComputerTomograph

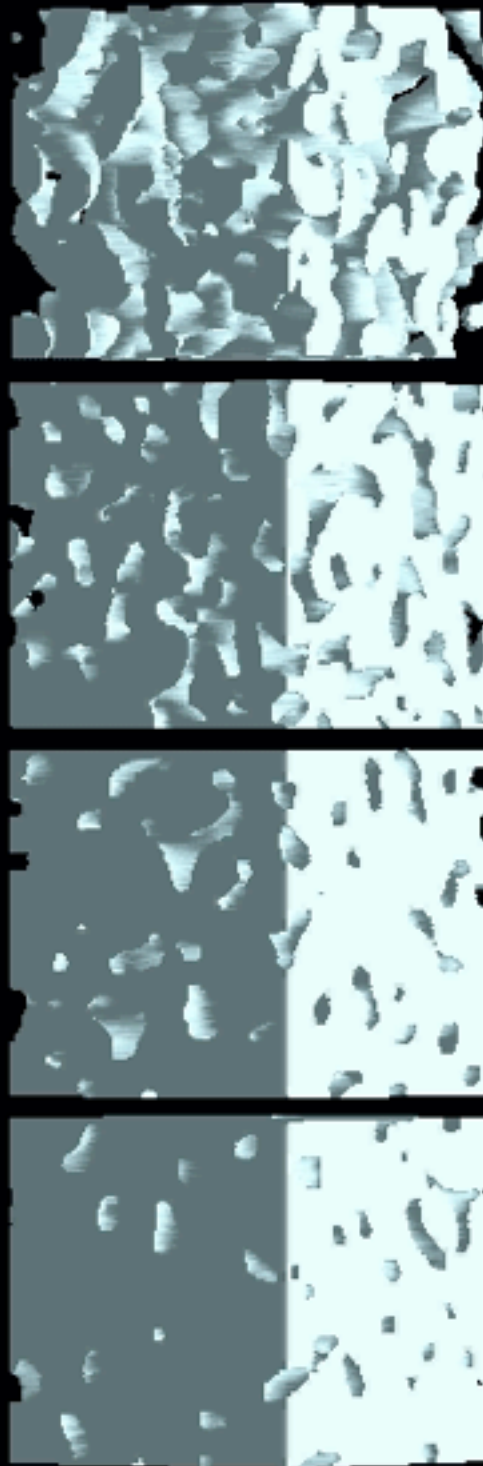


Röntgen-Quelle

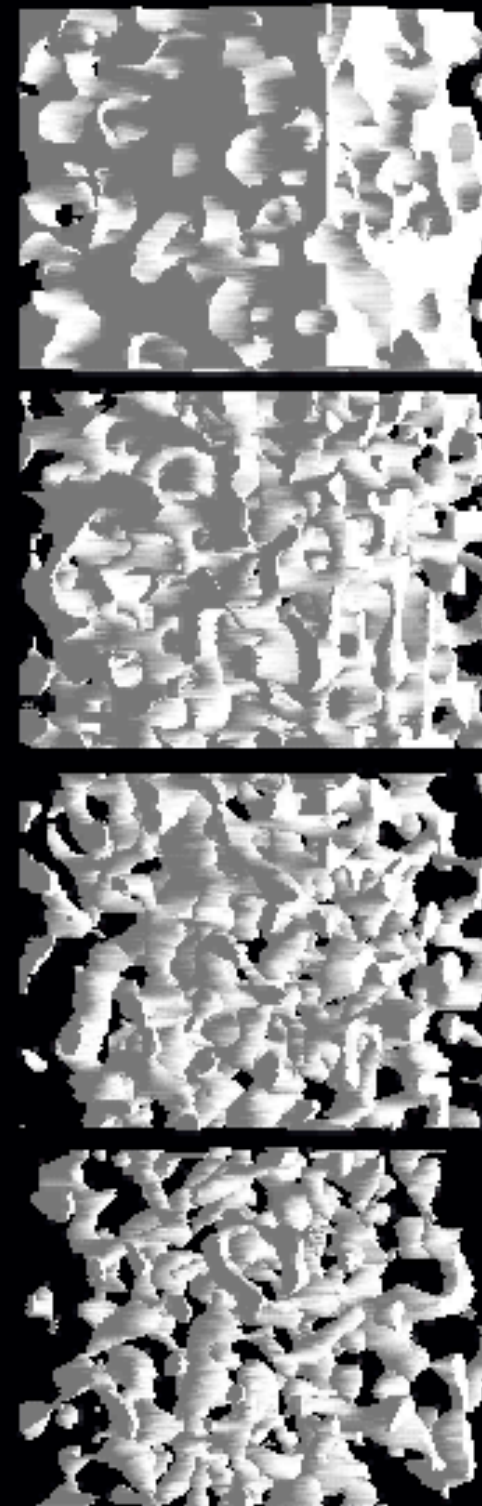
Detektor

photo: Johannes Freitag, AWI

zunehmende Eisdichte
↓



Eismatrix



Porenraum

Firnkubus ca 1 cm³

photos: Johannes Freitag, AWI

Willi Dansgaard (1922-2011)



Fig. 7.5 *I served as a coolie and a packing master*

Hans Oeschger (1927-1998)



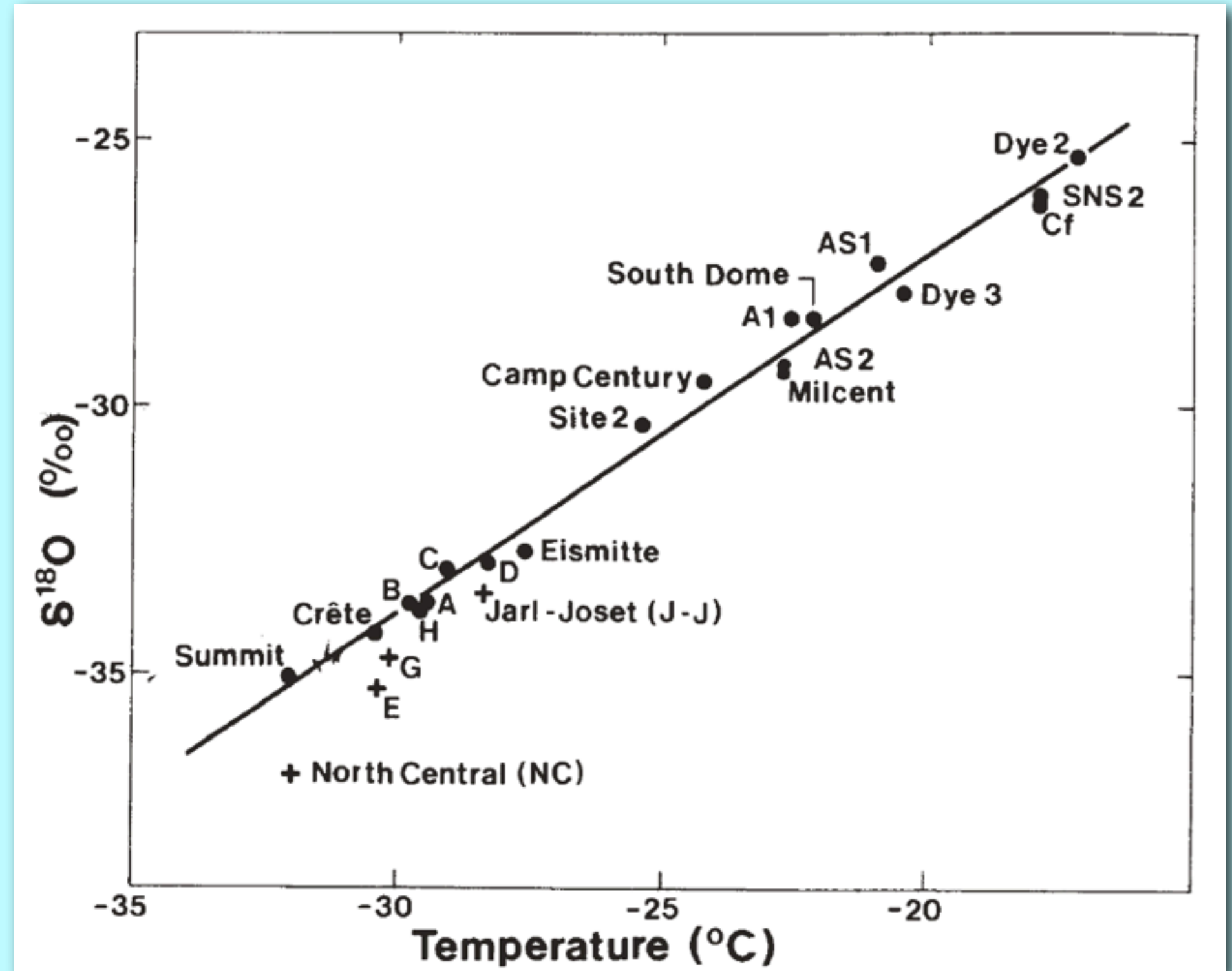
Fig. 7.6 *We were called The Three Musketeers. Chester Langway between Hans Oeschger and myself. Chet told a story well, here on how he let himself be lowered into the 80 m deep shaft to the water reservoir at Camp Century. The telephone connection to the crew at surface had broken down, and when he approached the water surface they misunderstood his shout for stopping – or did they?*

© Niels Bohr Institute, Copenhagen, 2005

aus: Willi Dansgaard: Frozen Annals - Greenland Ice Sheet Research, Copenhagen (2005)

Das Isotopenthermometer

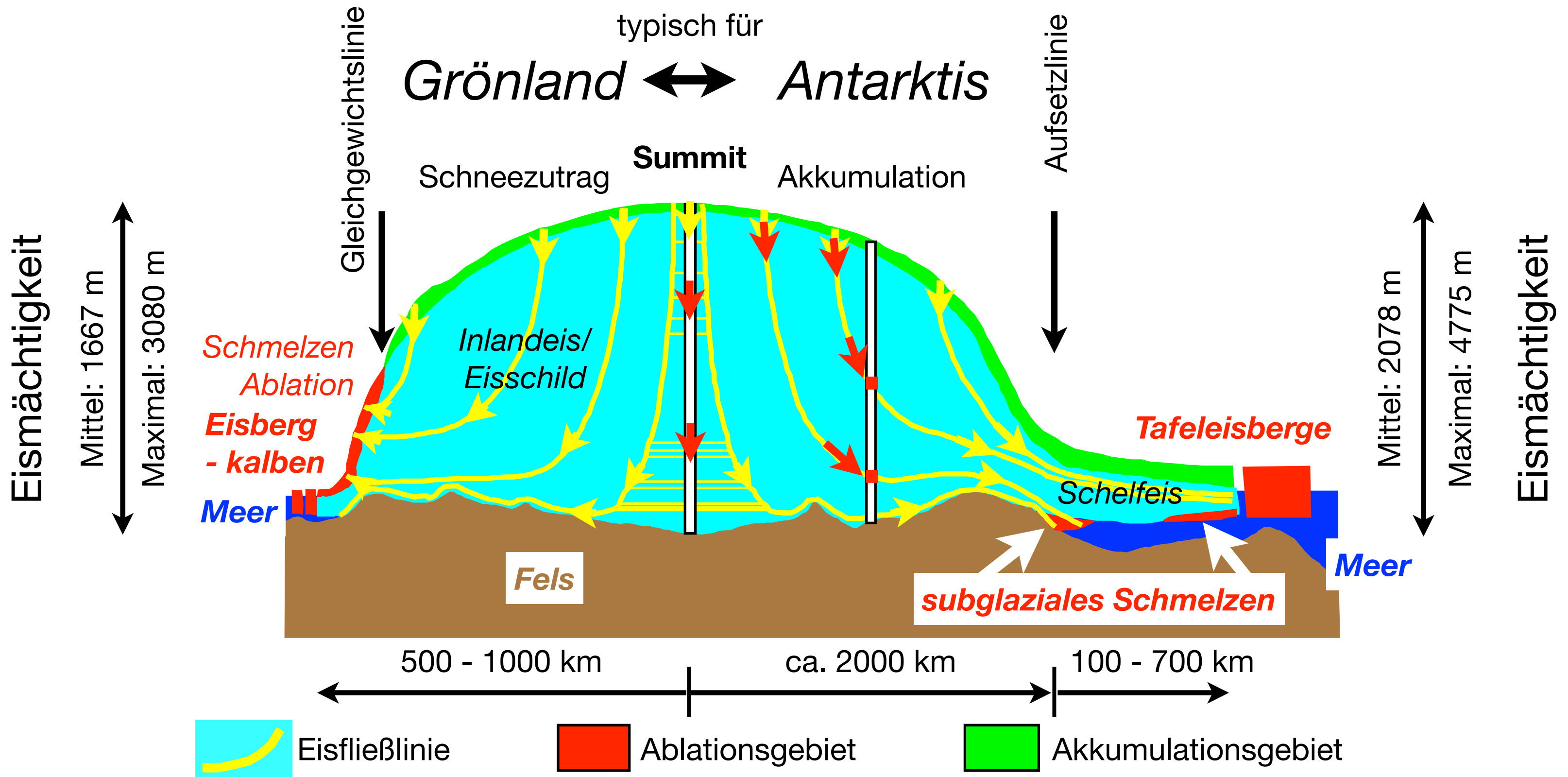
Mittlerer jährlicher δ -Wert von Schnee aufgetragen gegen die Temperatur an E.G.I.G.- und anderen Stationen, die später beprobt wurden.



© Niels Bohr Institute, Copenhagen, 2005

aus: Willi Dansgaard: Frozen Annals - Greenland Ice Sheet Research, Copenhagen (2005)

Schematischer Querschnitt durch einen Eisschild



grafik: h. oerter, 2009

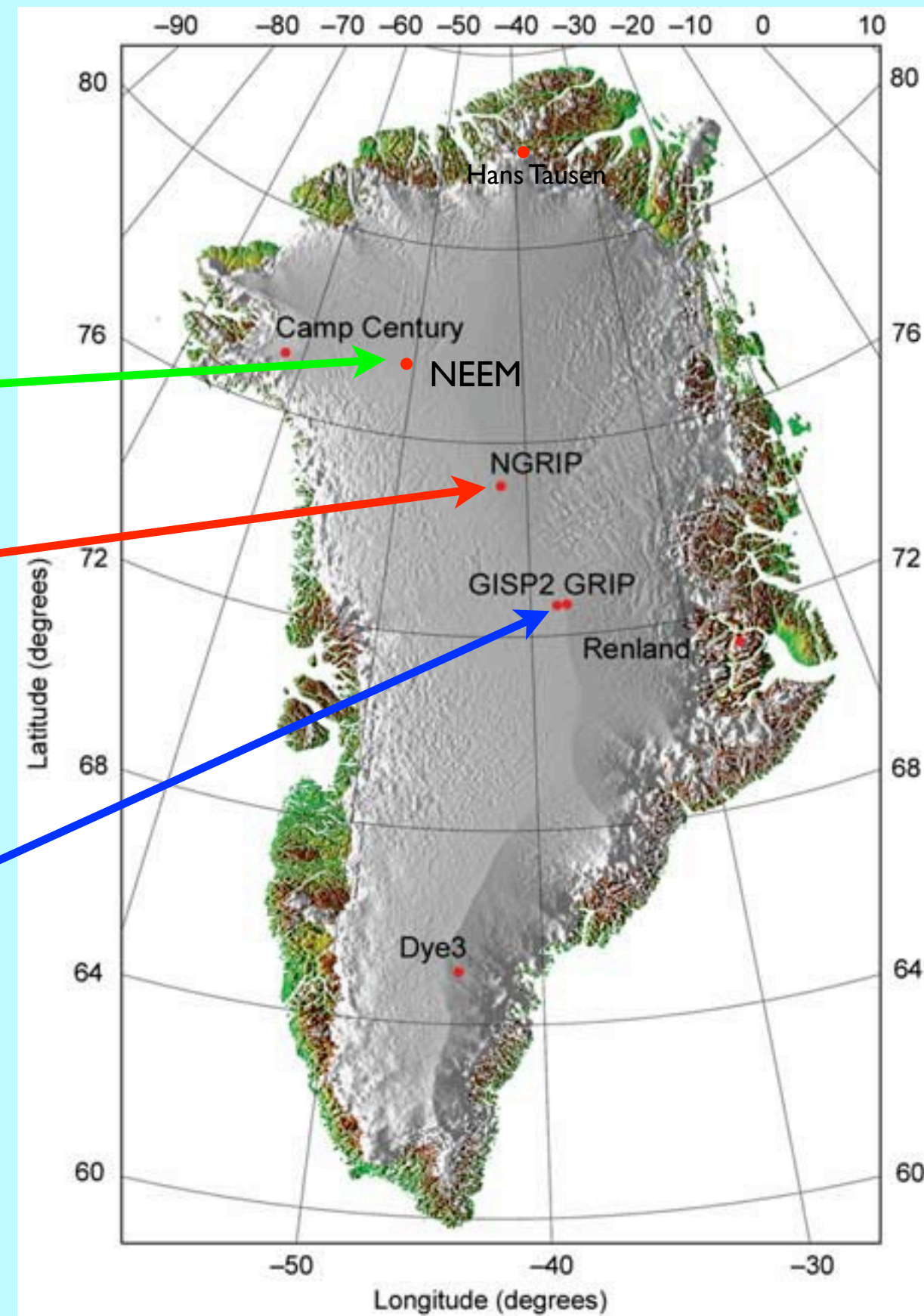
Eiskernbohrungen in Grönland

NEEM: 2007-2010
2537 m, >108 ka

NorthGRIP: 1996-2003
3090 m, 123 ka

GRIP: 1990-1992
3029 m, >105 ka

GISP 2: 1989-1993
3053 m, >105 ka



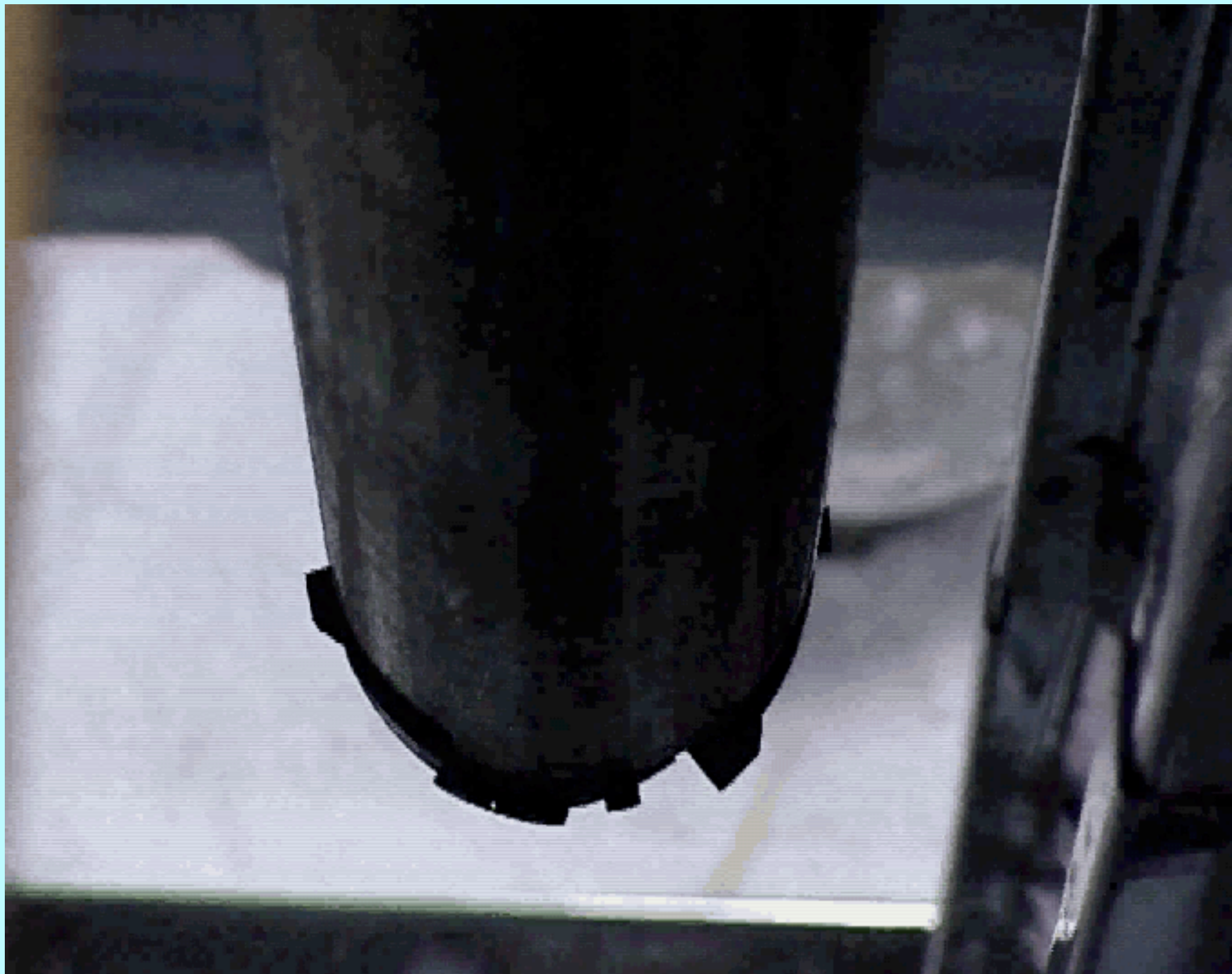
verändert nach: S. Ekholm, Journal Geophys. Res. 101, B10 (1996)



Bohrcamp NordGRIP 1996-2003

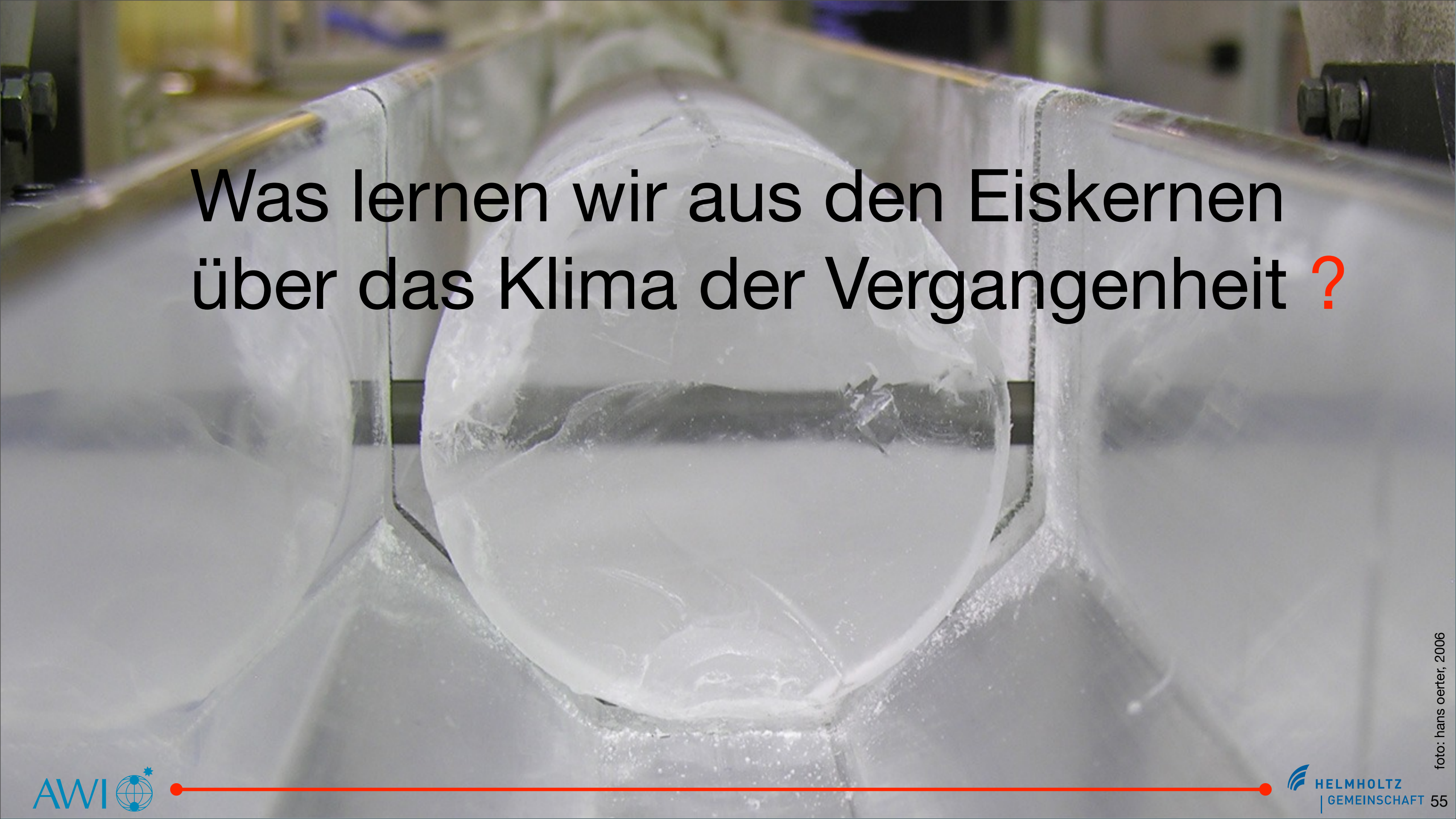


photo: Sepp Kipfstuhl, 2000



Archiv AWI/Kipfstuhl

Bohren eines Eiskerns



Was lernen wir aus den Eiskernen
über das Klima der Vergangenheit ?

GRIP Bohrkern (1990-92)

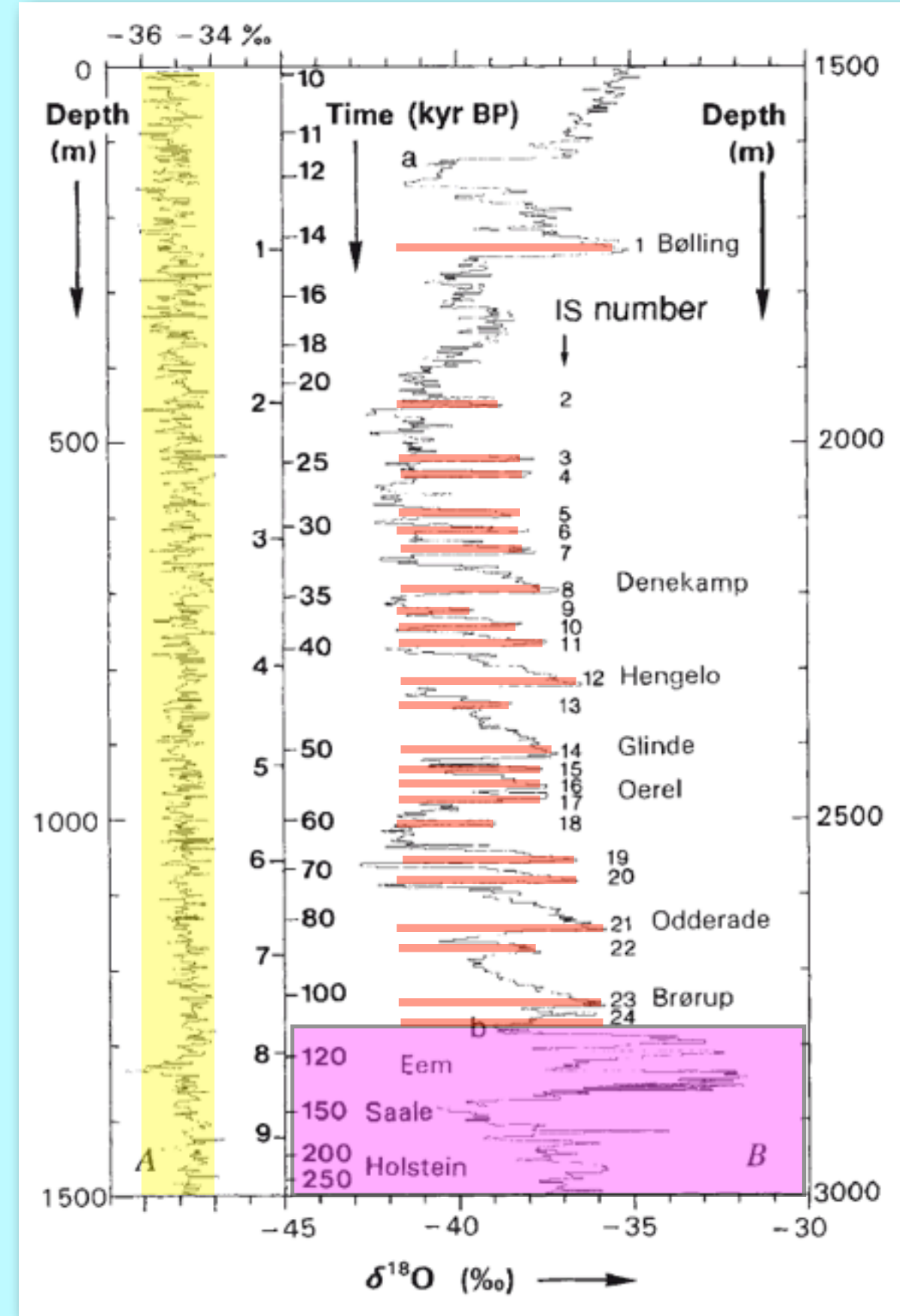
Evidence for general instability of past climate from a 250-kyr ice-core record

W. Dansgaard*, S. J. Johnsen* †, H. B. Clausen*, D. Dahl-Jensen* N. S. Gundestrup*, C. U. Hammer*, C. S. Hvidberg*, J. P. Steffensen*, A. E. Sveinbjörnsdottir †, J. Jouzel ‡ & G. Bond §

NATURE · VOL 364 · 15 JULY 1993

Stabiles Klima während Holzän

Interstadiale 1-24:
Dansgaard-Oeschger Events

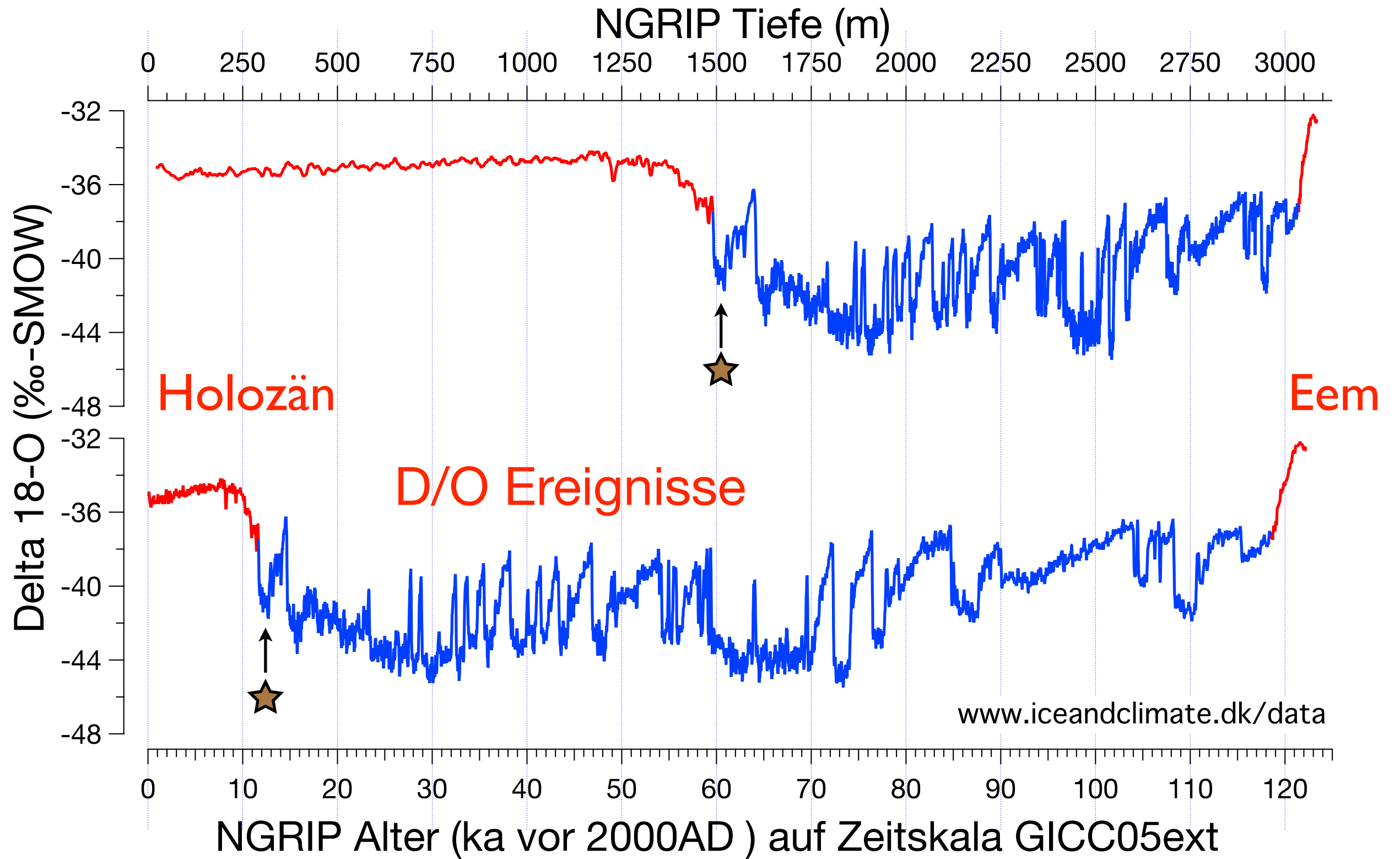


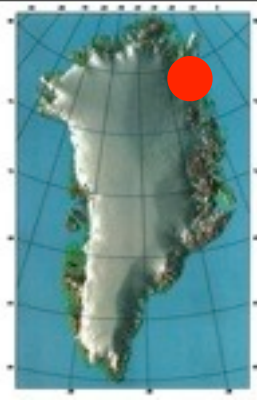
NordGRIP

rot =
Interglazial
(Warmzeit)

blau =
Glazial
(Eiszeit)

★
Jüngere Dryas





← Jüngere Dryas
Holozän (seit 11,7 ka BP)

Letztes Glazial (Eiszeit)

foto: hans oerter, 1993