Permafrost

Friedrich-Schiller-Universtität Jena
Institut für Geographie
Wintersemester 2004/2005

Vortrag zum Hauptseminar: Arktis, Antarktis

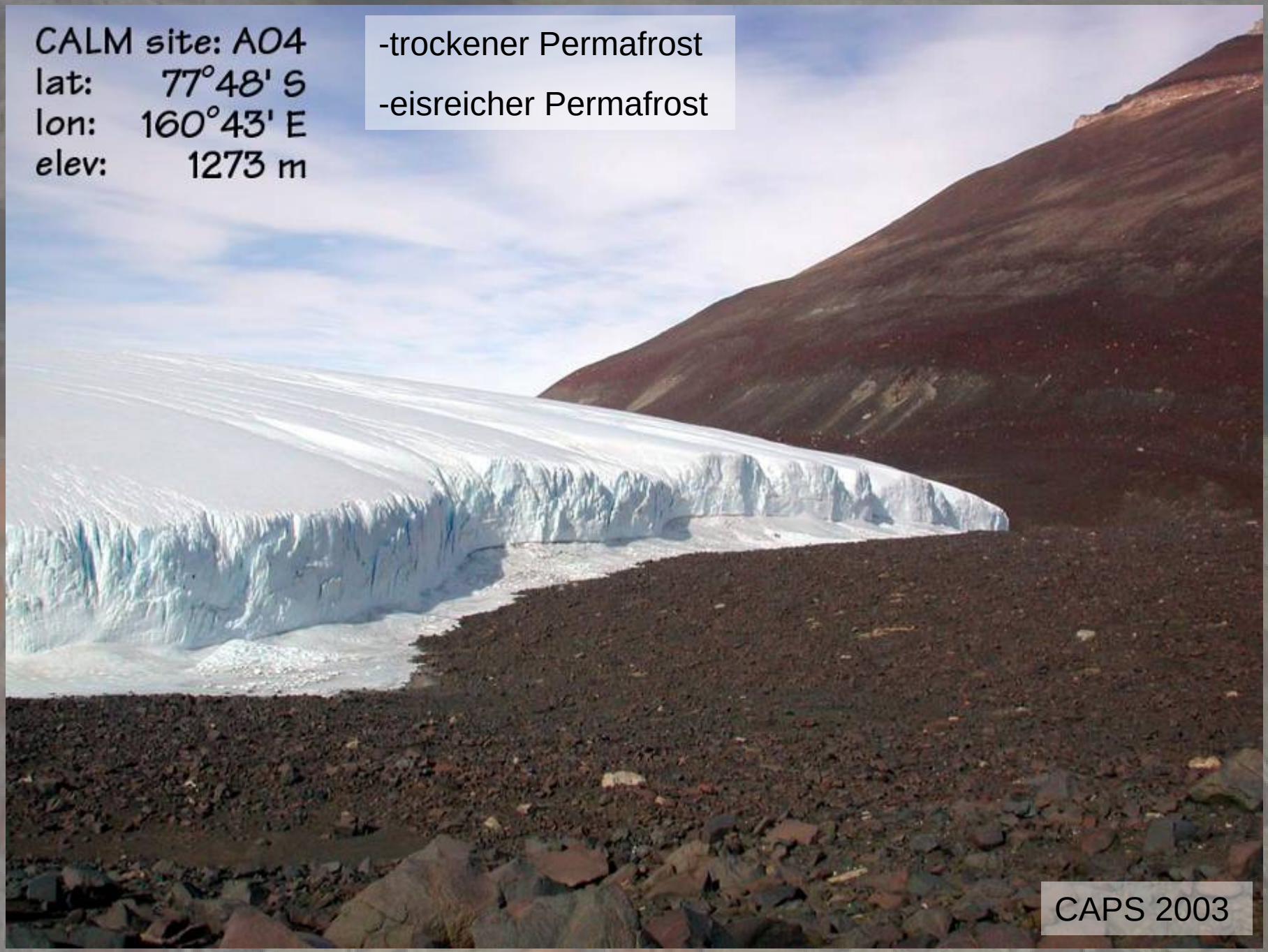
Leitung: PD Dr. M. Gude
Referenten: Annika Künne, Jakob Maercker

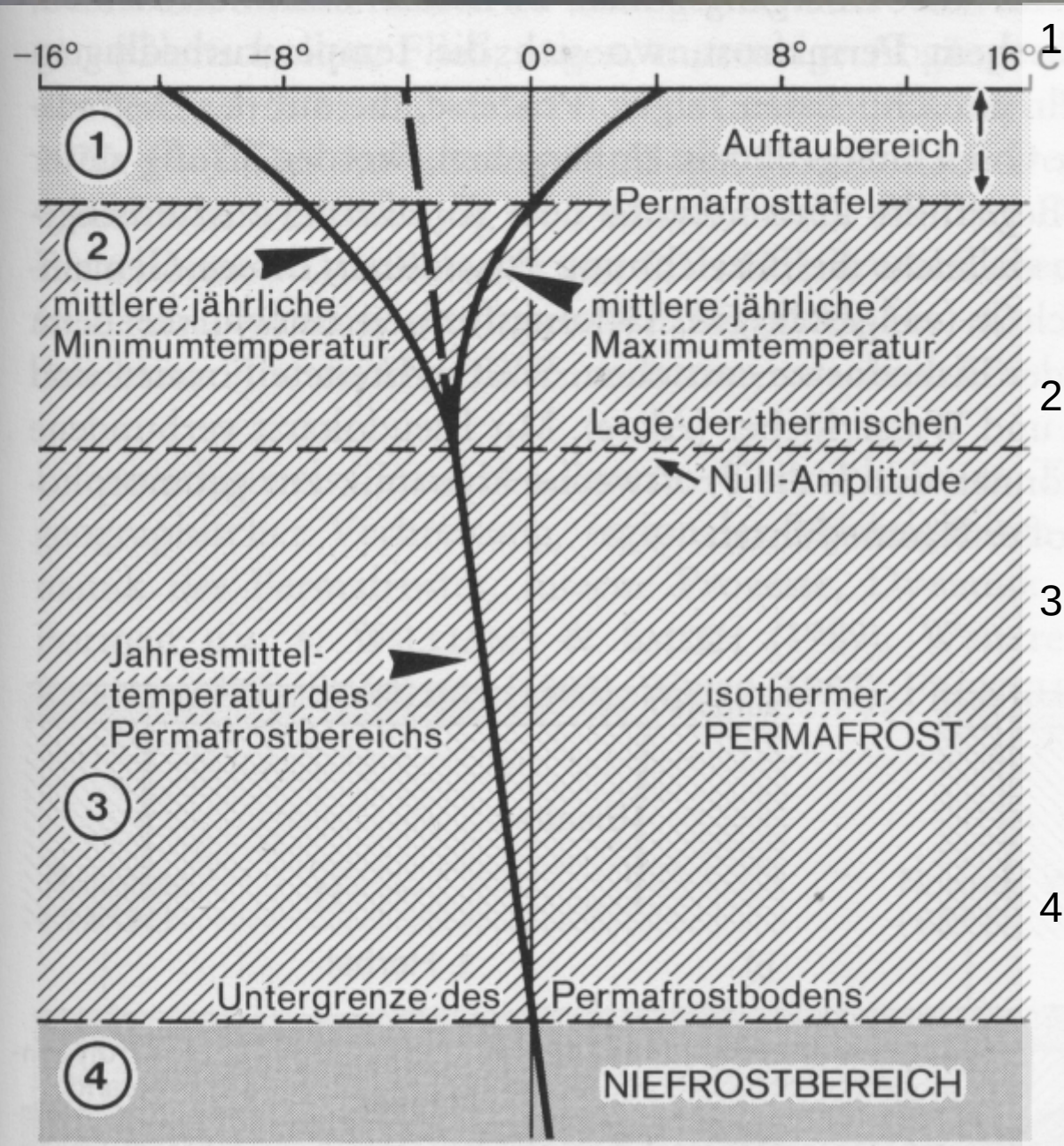
Permafrost

1. Definition Permafrost
2. Aufbau und Verbreitung von Permafrost
3. Anomalie des Wassers
4. Grundeis
5. Active Layer
6. Geomorphologische Prozesse und Oberflächenformen in Permafrostgebieten
7. Geoökologische Bedeutung und Ausblick

1. Definition Permafrost:

„Permafrost bezeichnet Boden, Sediment oder Gestein, welches in unterschiedlicher Mächtigkeit und Tiefe unter der Erdoberfläche mindestens 2 Jahre ununterbrochen Temperaturen unter dem Gefrierpunkt aufweist“ (Lexikon der Geographie 2001).


CALM site: A04
lat: 77°48' S
lon: 160°43' E
elev: 1273 m
-trockener Permafrost
-eisreicher Permafrost
CAPS 2003



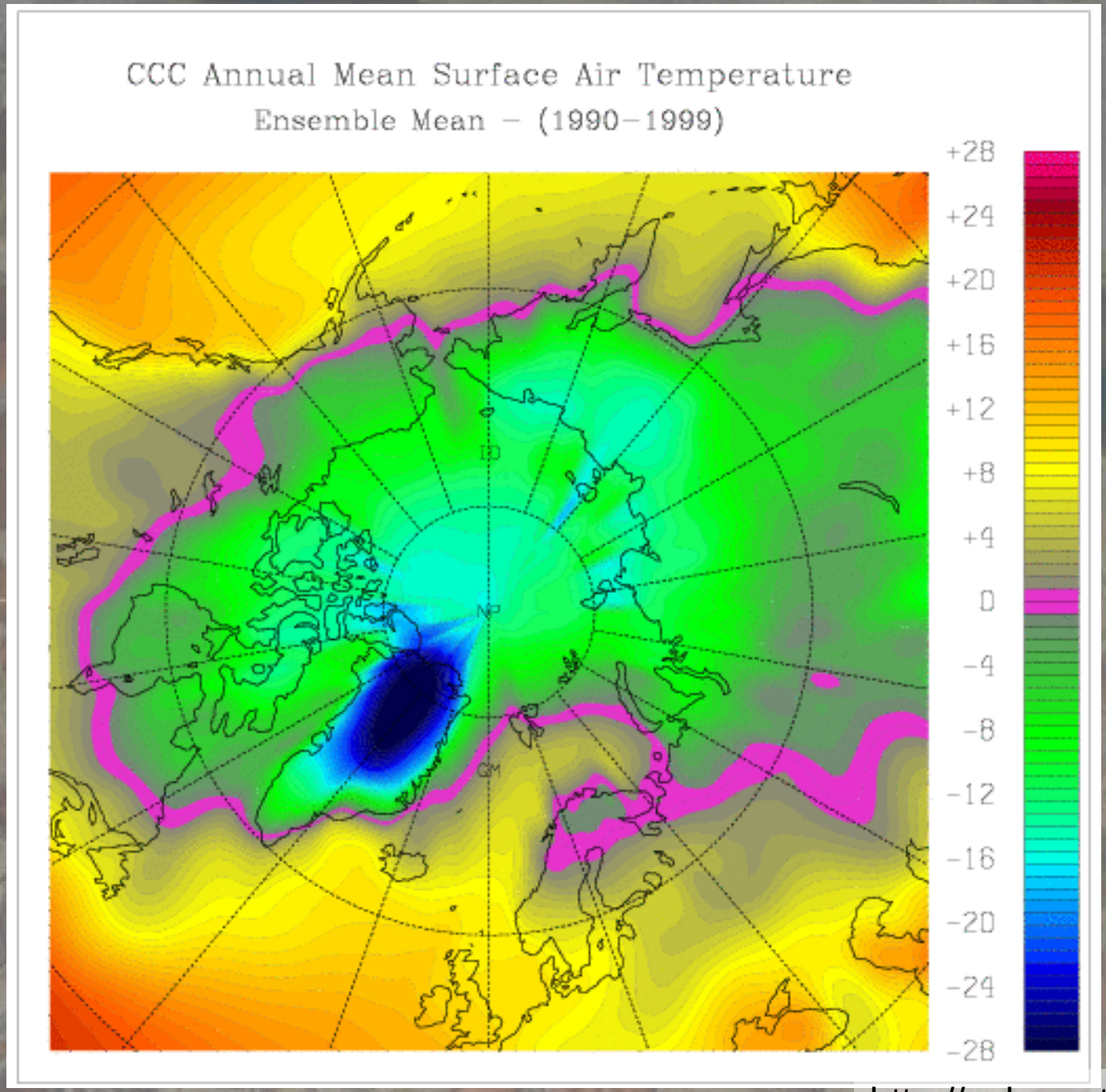
1. Auftauschicht: 20cm-1,8 m; jahreszeitliche Temperaturschwankungen & Bodenfeuchteschwankungen; starke frostdynamische Prozesse.

2. Zone in der Temperatur < 0°C: Fortsetzung der saisonalen Temperaturschwankungen.

3. Zone isothermen Permafrostes: keine von der Oberfläche beeinflussten Temperaturschwankungen mehr.

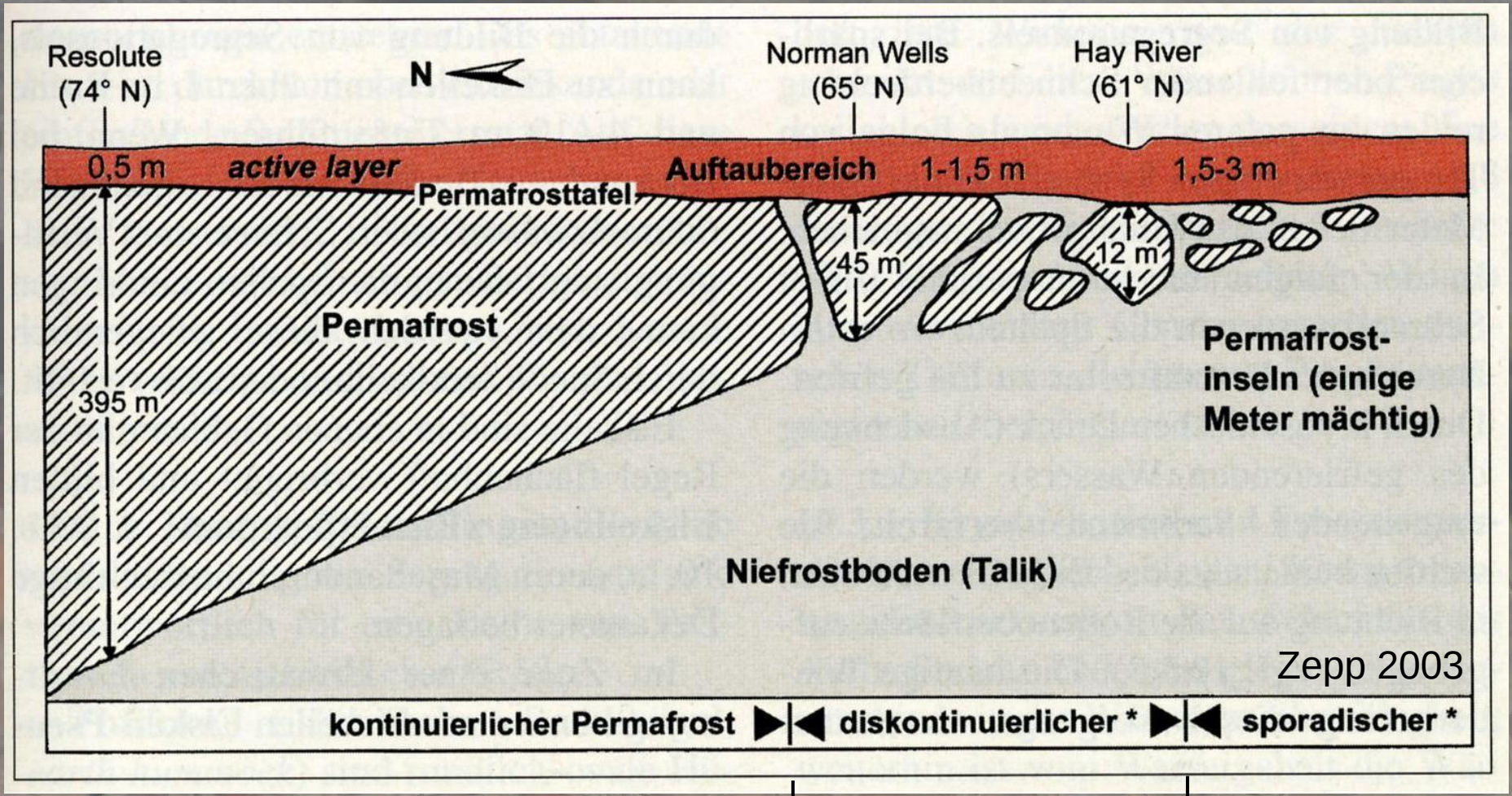
4. Niefrostbereich: Temperatur erreicht und überschreitet 0°C-Grenze; ab hier höchstens noch Permafrostinseln im ungefrorenen Boden

Blümel 1999



http://zubov.atmos.uiuc.edu

http://www.unep.org



JMT: mind. -6° bis -8°C

100% Permafrostareal

JMT: -3° bis -4°C

> 50%

Permafrostareal

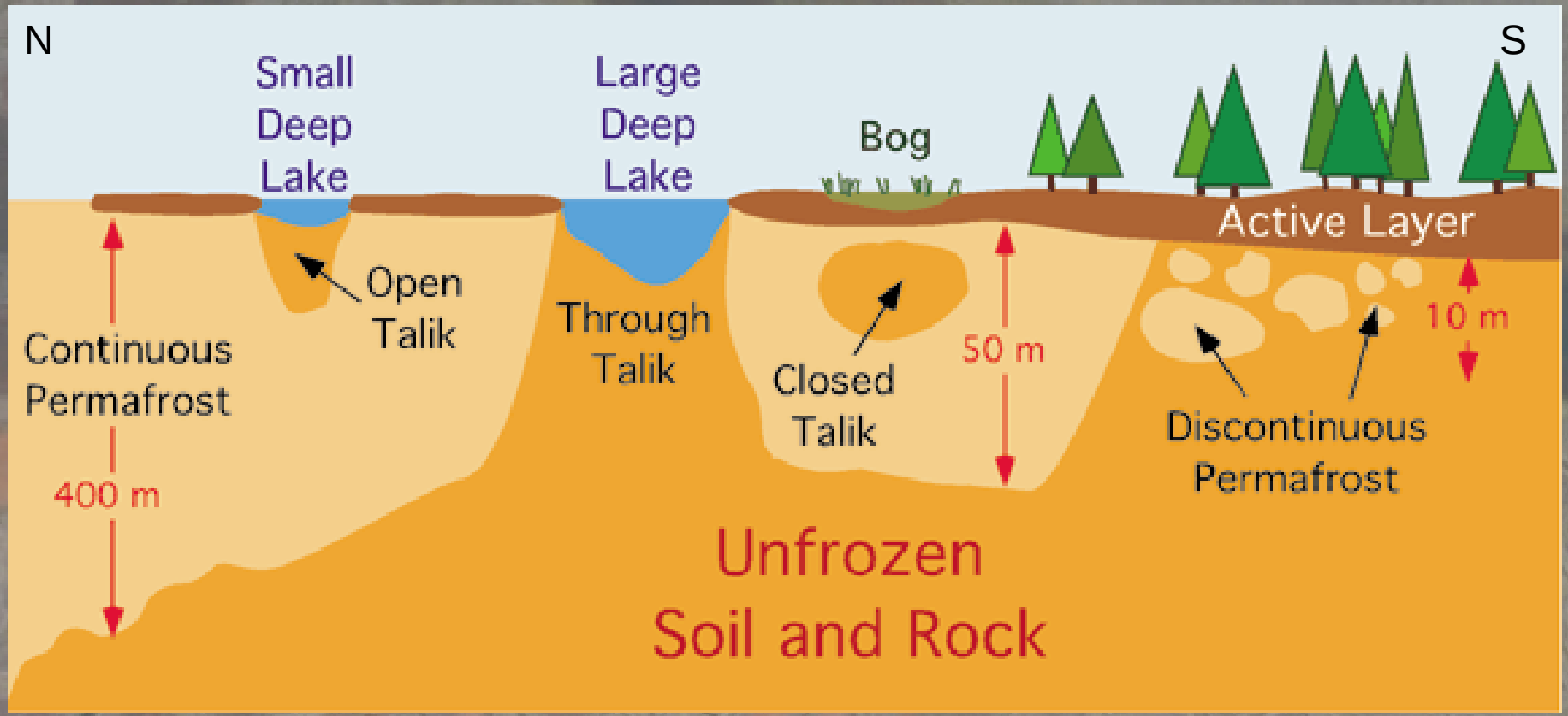
JMT: -1° bis -2°C

< 50%

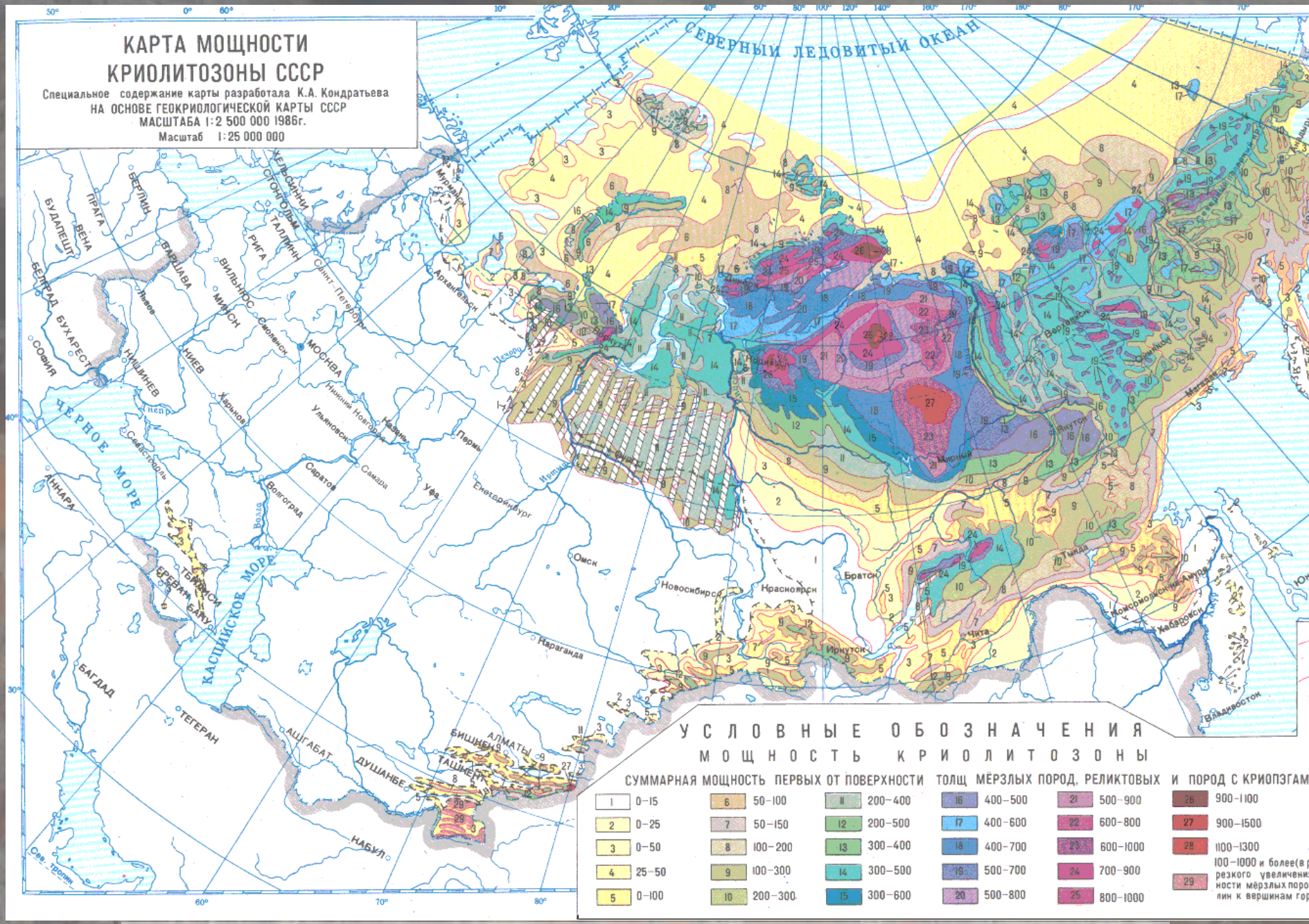
Permafrostareal

Grenzwerte nach Karte 1979

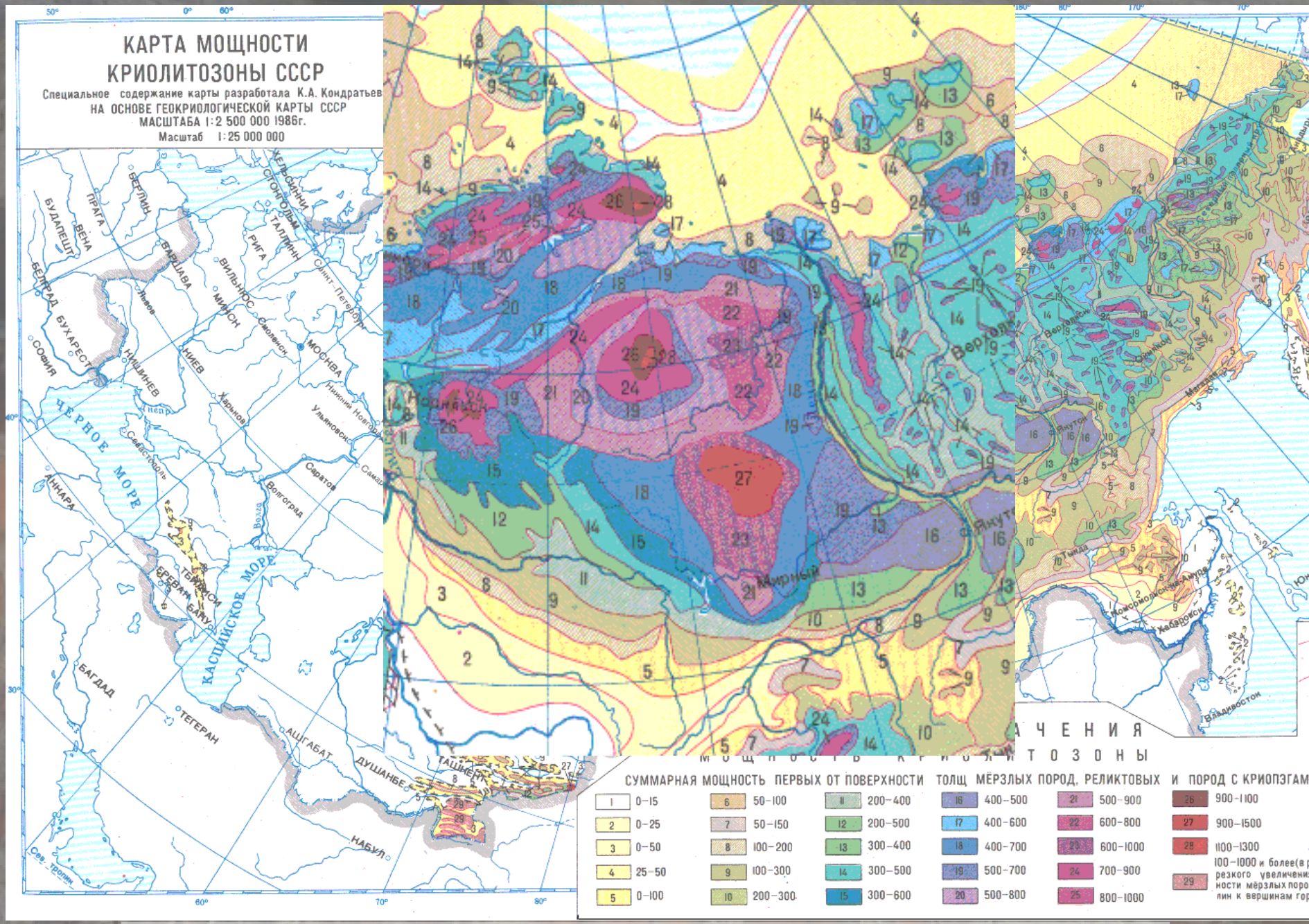
2. Aufbau und Verbreitung von Permafrost



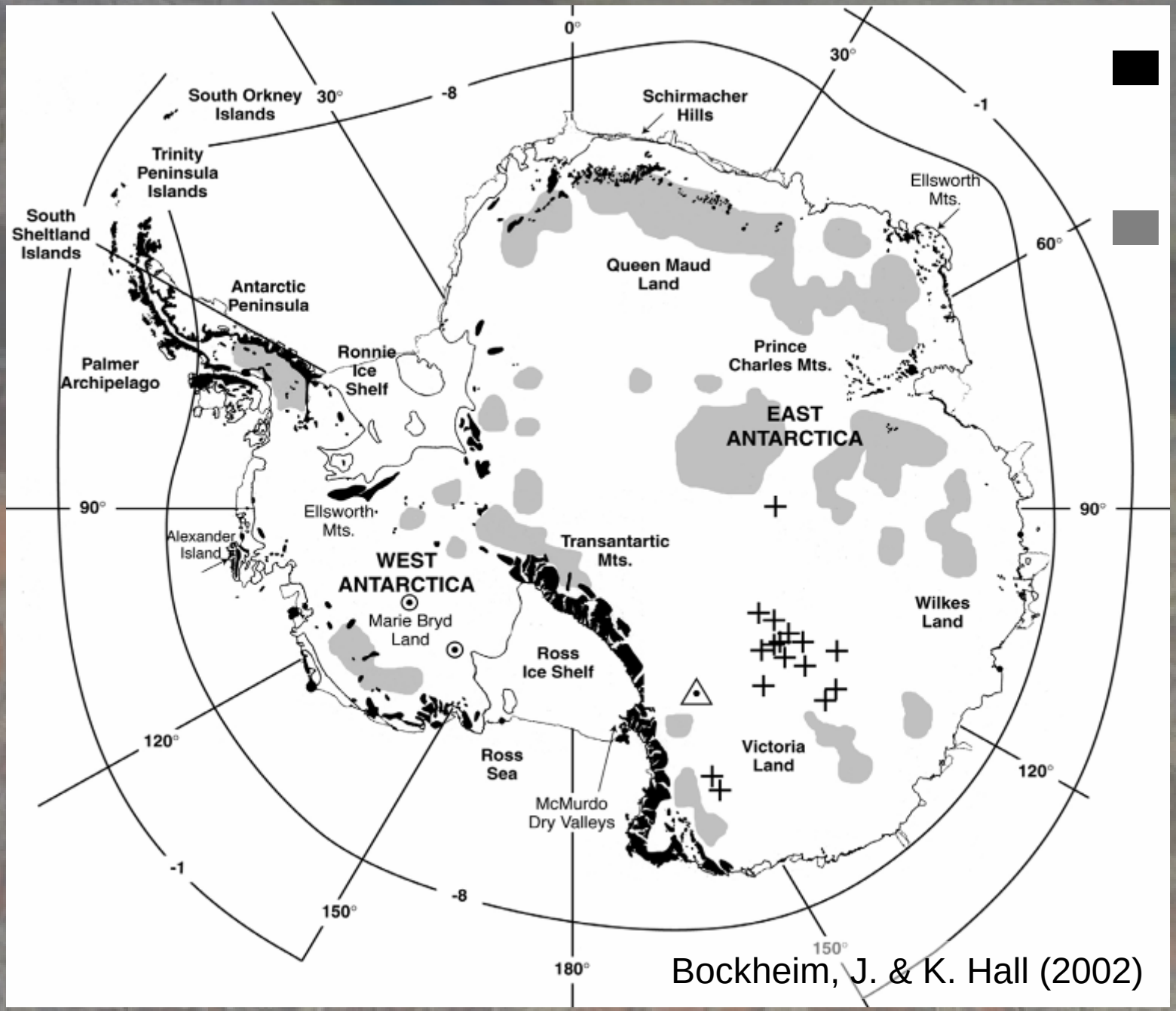
Vertikalschnitt der Übergangszone zwischen kontinuierlichem und diskontinuierlichem Permafrost. Graphik zeigt weiterhin verschiedene Typen von Taliki. (www.physicalgeography.net)



Fossiler Permafrost bis zu 1500m mächtig (www.freezingground.org)



Fossiler Permafrost bis zu 1500m mächtig (www.freezingground.org)

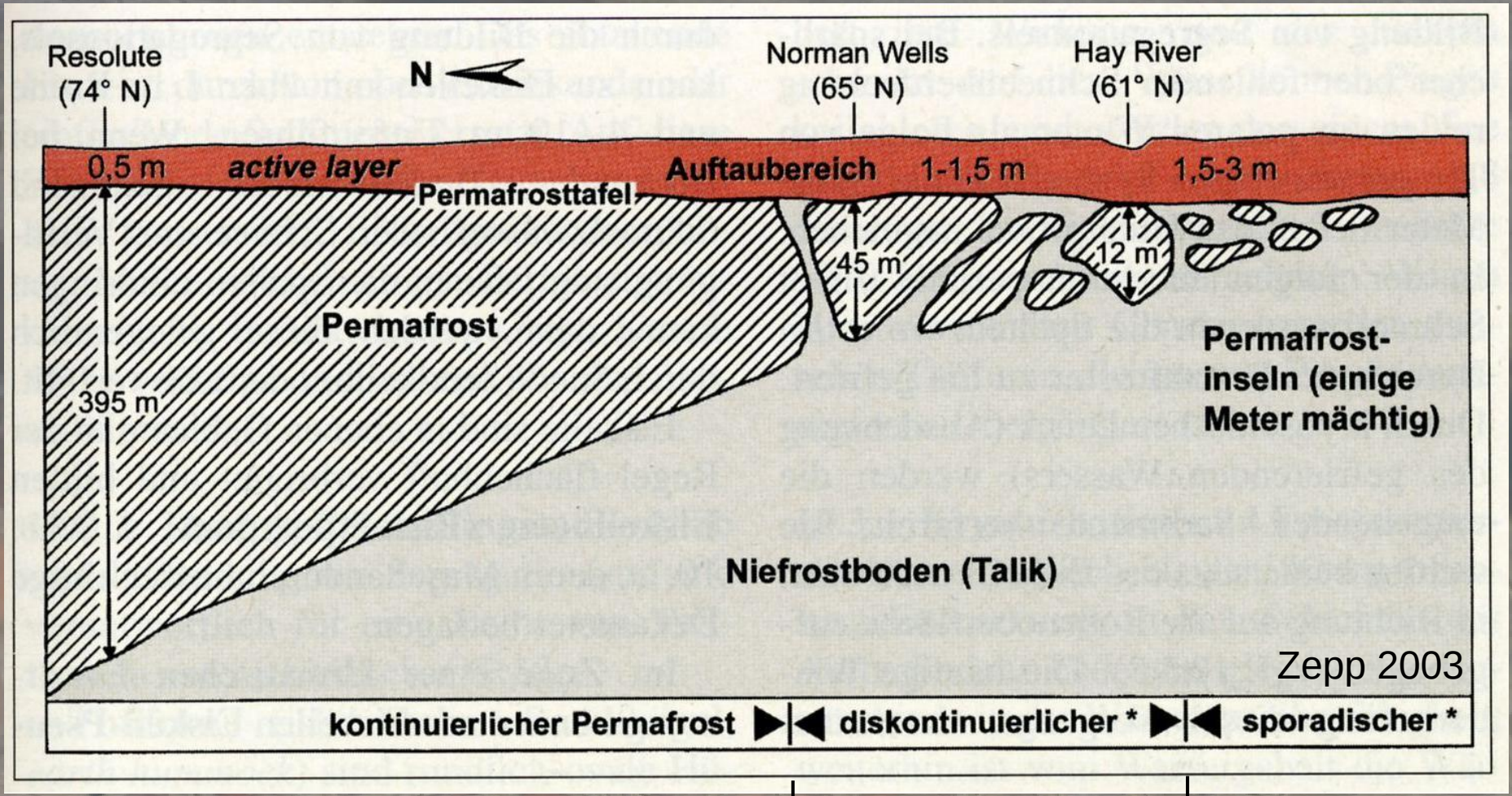


Bockheim, J. & K. Hall (2002)

Permafrost in eisfreien Gebieten

subglazialer Permafrost

37% der weltweiten Permafrost-vorkommen



JMT: mind. -6° bis -8°C

100% Permafrostareal

JMT: -3° bis -4°C

> 50%

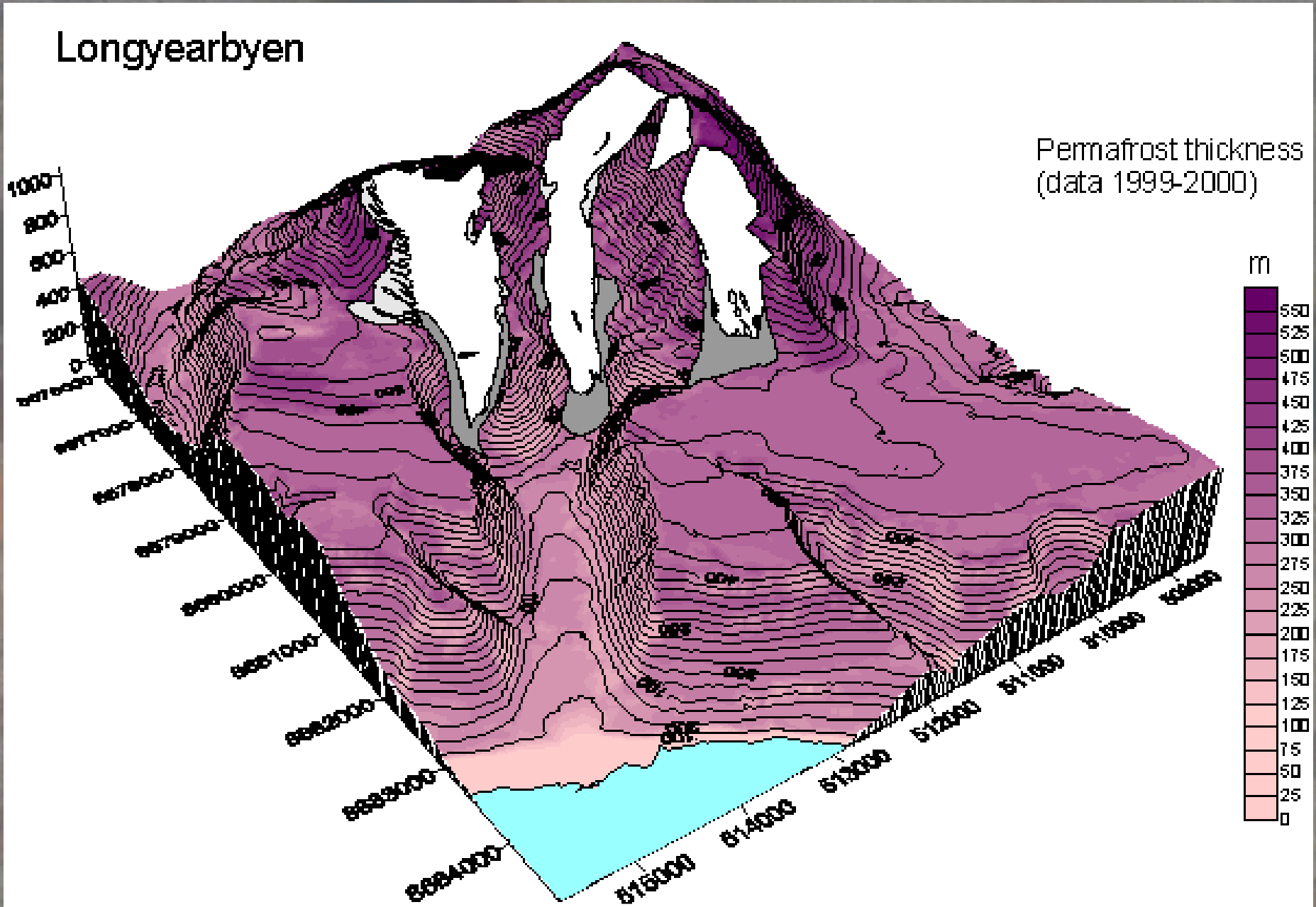
Permafrostareal

JMT: -1° bis -2°C

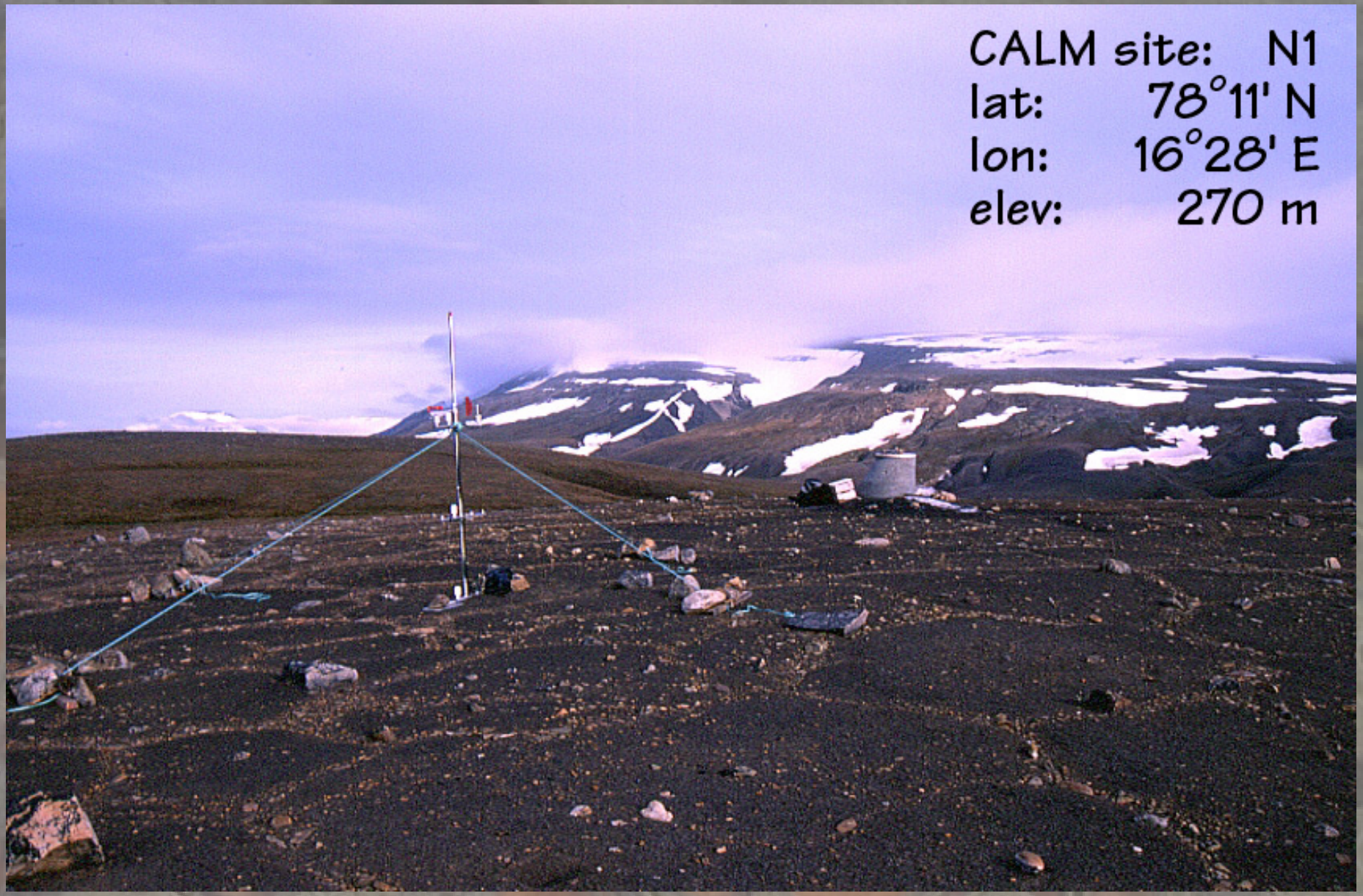
< 50%

Permafrostareal

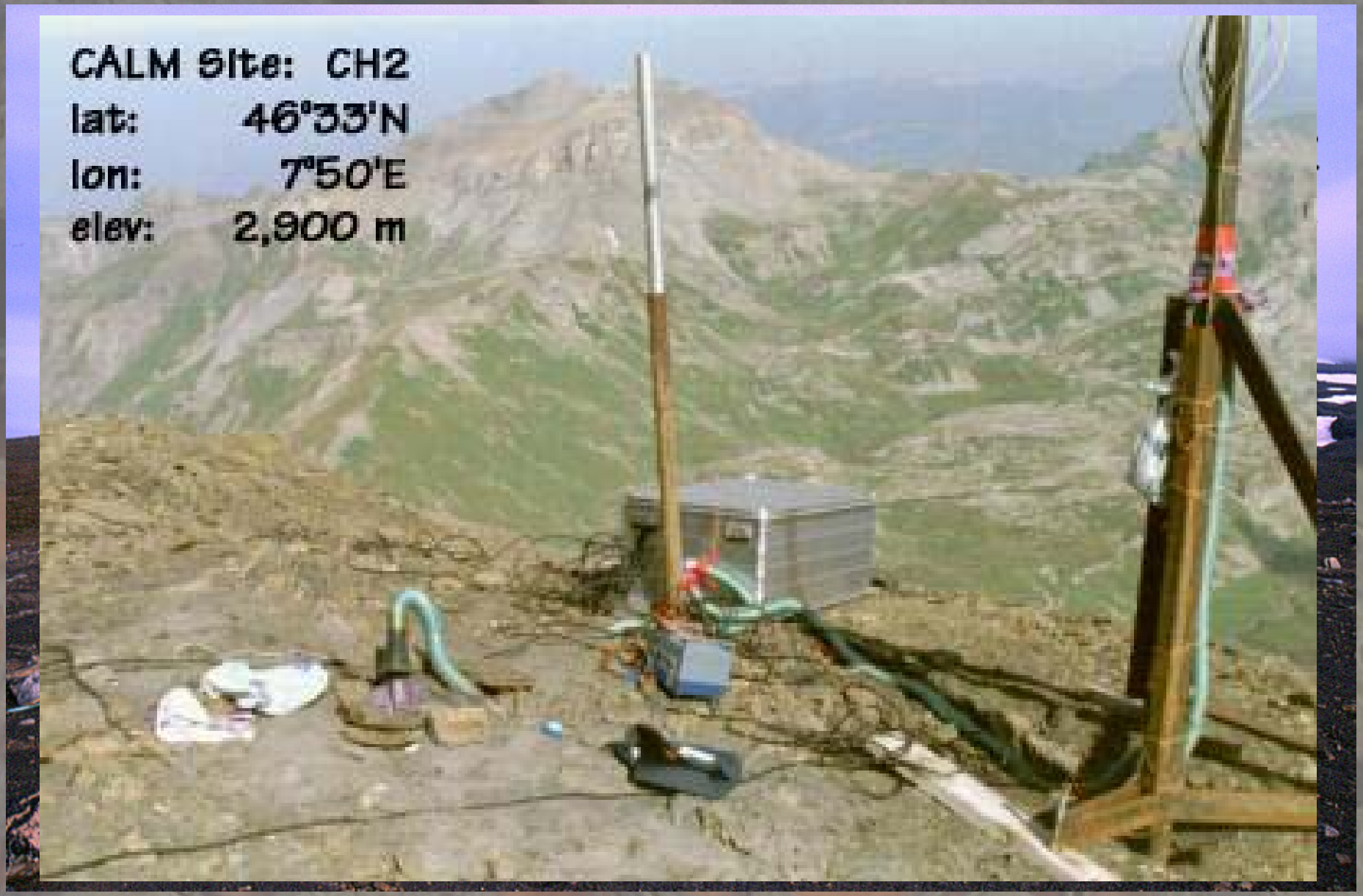
Grenzwerte nach Karte 1979



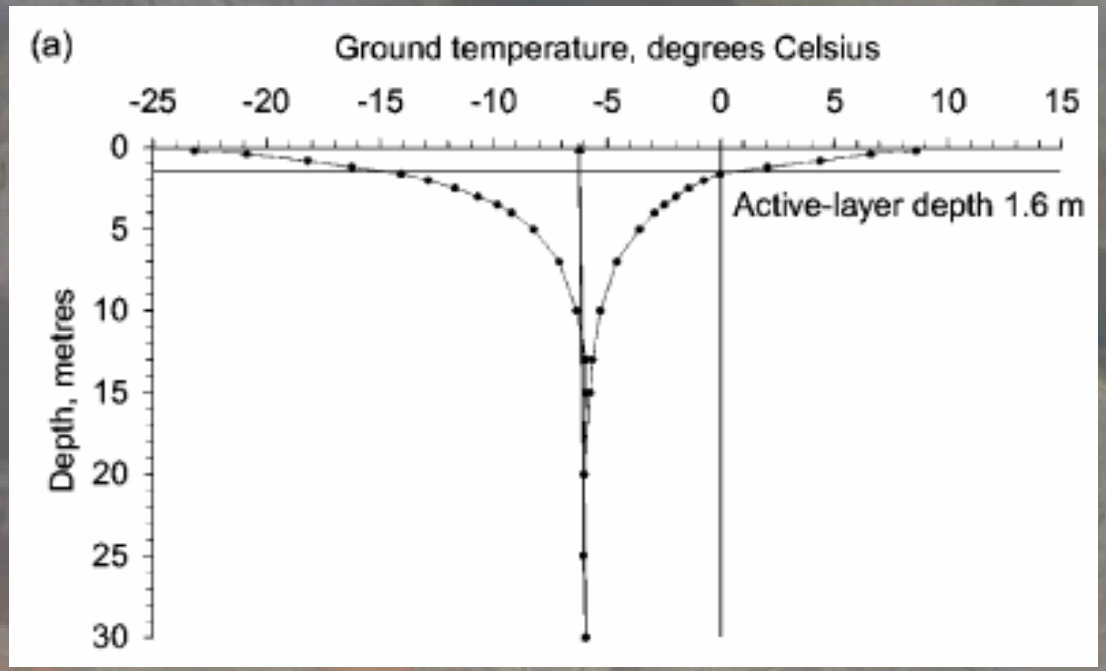
Kleinräumige Variabilität der Permafrostmächtigkeit (www.unis.no)



CAPS 2003



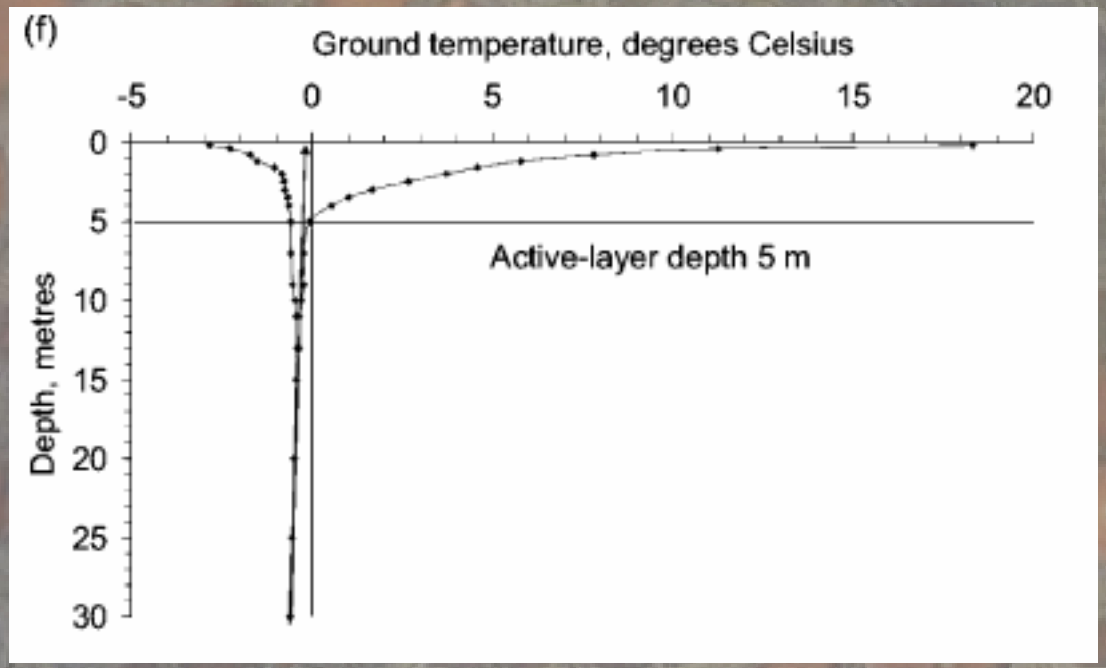
CAPS 2003



Janssonhaugen, Svalbard

78 deg. 11 min. N

16 deg. 28 min. E

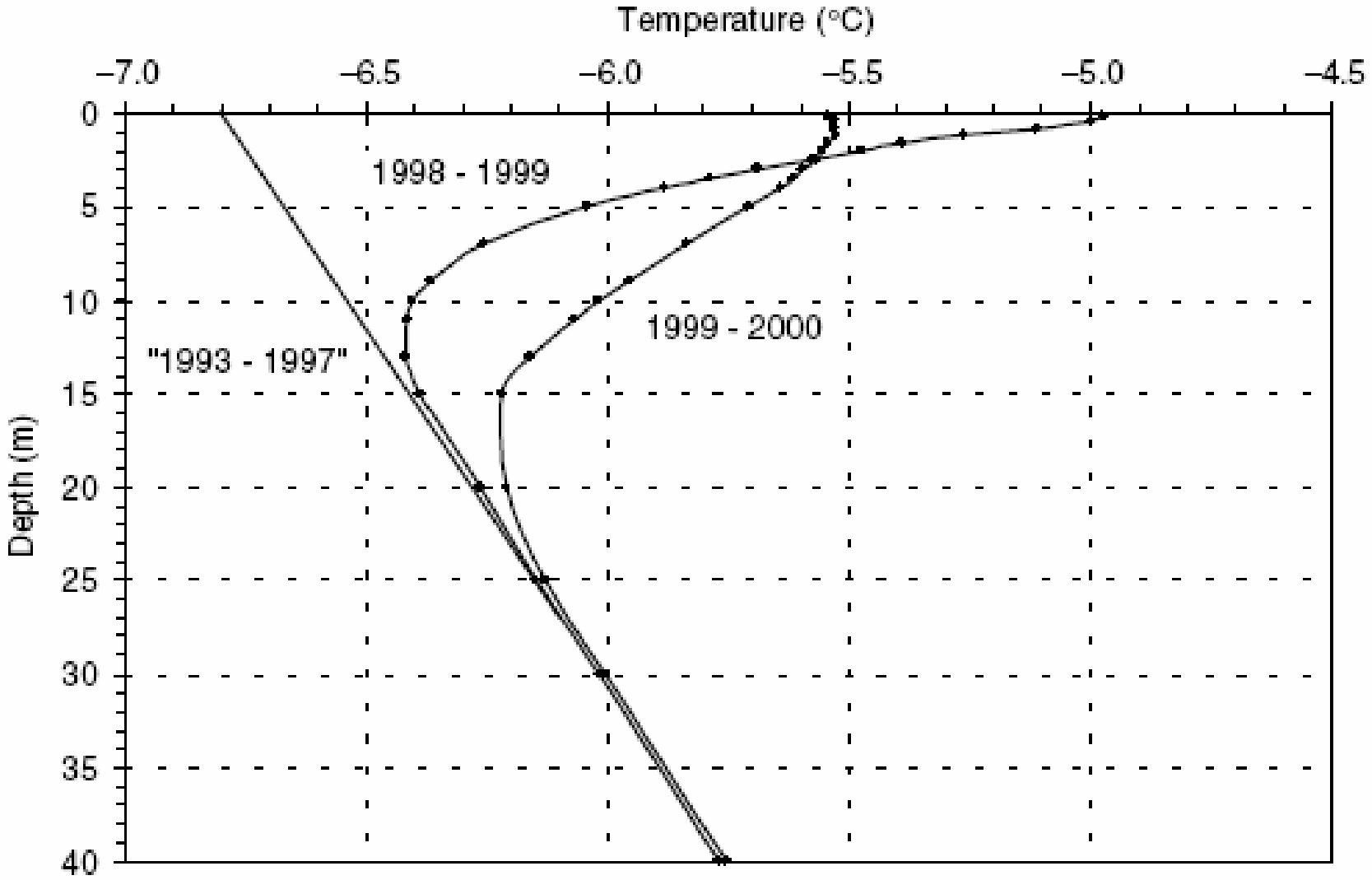


Schilthorn, Switzerland

46 deg. 33 min. N

7 deg. 50 min. E

Quelle: Harris et al. 2003 (PACE)



Mean annual ground temperature profiles from Janssonhaugen (15 July to 14 July, 1998 to 2000).

Jährliche Schwankungen der Temperatur im Oberflächenahen Permafrost

Isaksen et al. (2001)

3 Anomalie des Wassers

>*Volumenausdehnung des Wassers beim Gefrieren:*
beim Gefrieren von Wasser kommt es zur Dichteabnahme (um ca. 0,08g/cm³) und zur Volumenzunahme (um ca. 10 %)

>*Thermische Kontraktion des Eises:*
bei starker Temperaturabnahme kommt es wiederum zur Verdichtung des Eises und Volumenabnahme →Tieffrostkontraktion

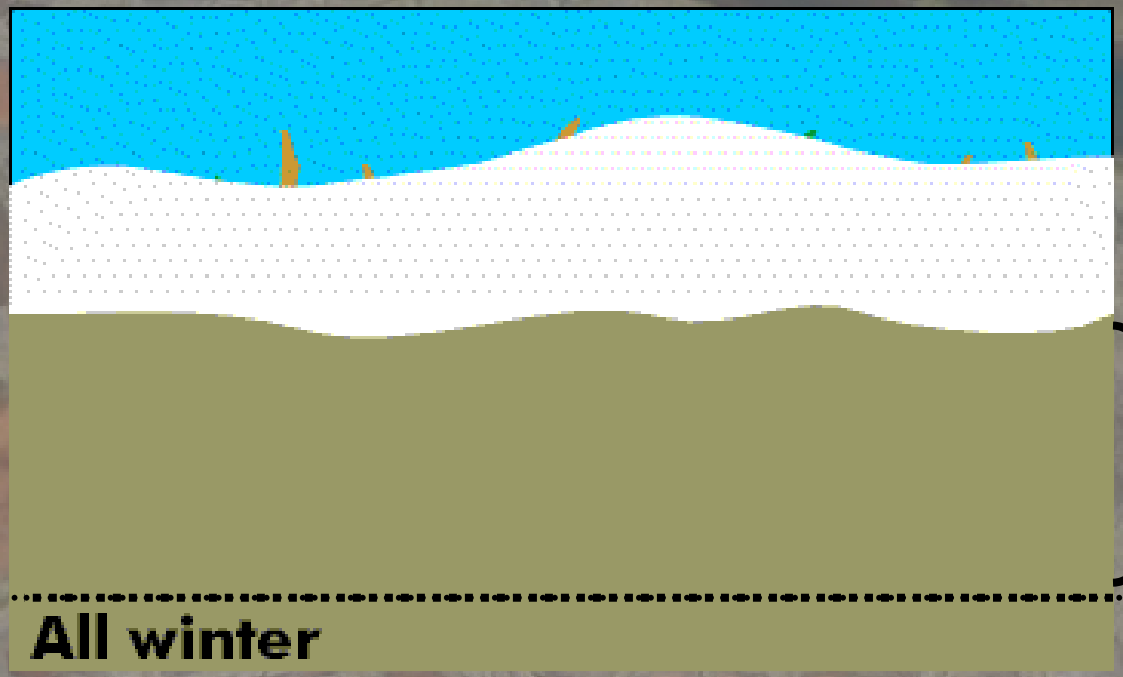
>Eiswachstum:
durch Sublimation werden die weniger gebundenen Moleküle des Wasserdampfes stark vom Eis angezogen- Anwachsen von Grundeis.

>*Aufnahme und Freisetzen von Energie (latente Wärme):*
um die Wasserstoffbrückenbindungen zu lösen, bedarf es eines hohen Energieaufwandes- bei einzelnen Phasenübergängen wird entweder Energie gebraucht (Verdunstung, Schmelzen, Sublimation) oder Energie freigesetzt (Kondensation, Gefrieren, Sublimation).

4 Grundeis

Freigelegtes Intrusiveis eines Pingos (http://sts.gsc.nrcan.gc.ca)

5. Active layer (Auftauschicht)

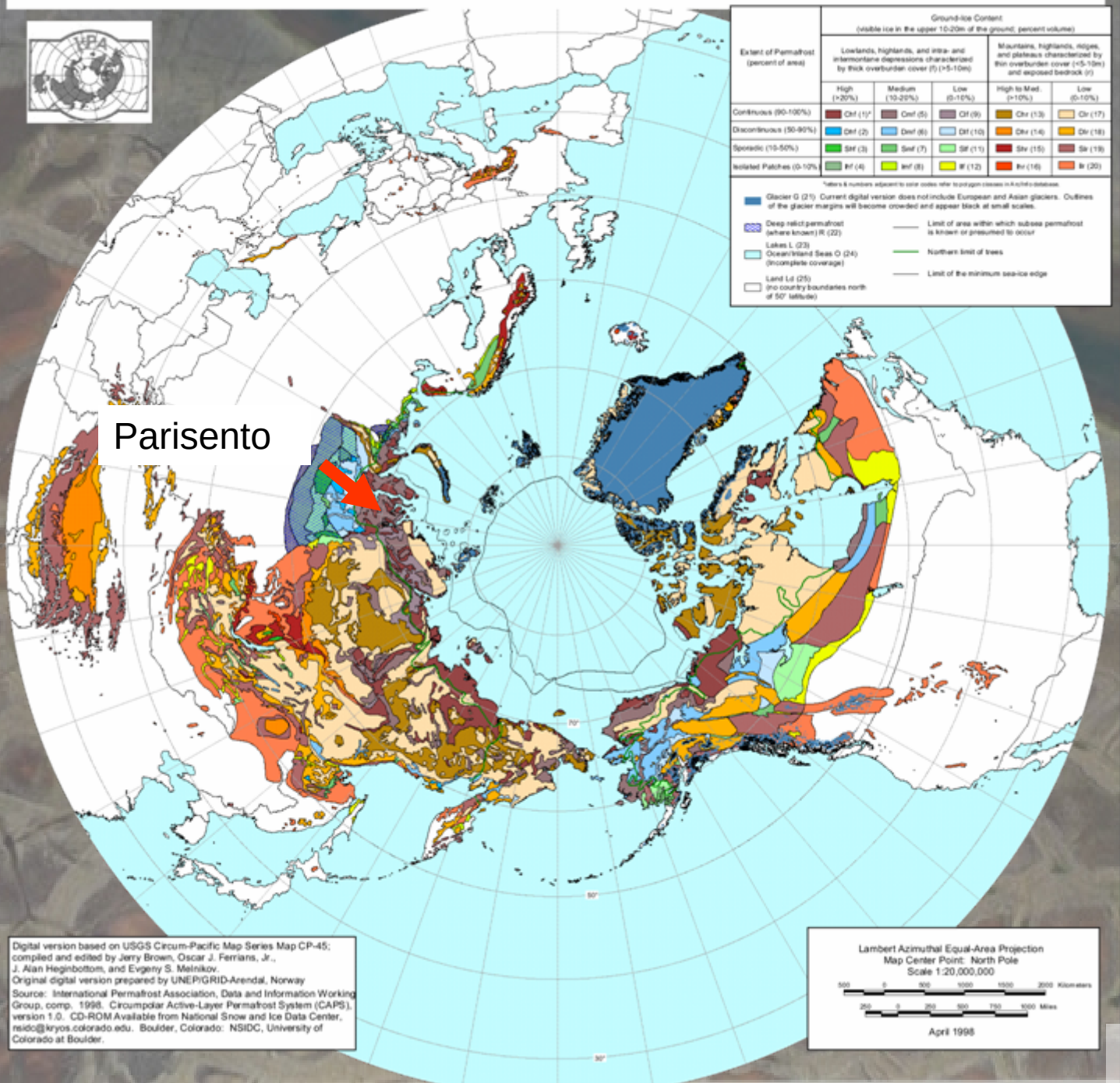


Active layer

Permafrosttafel

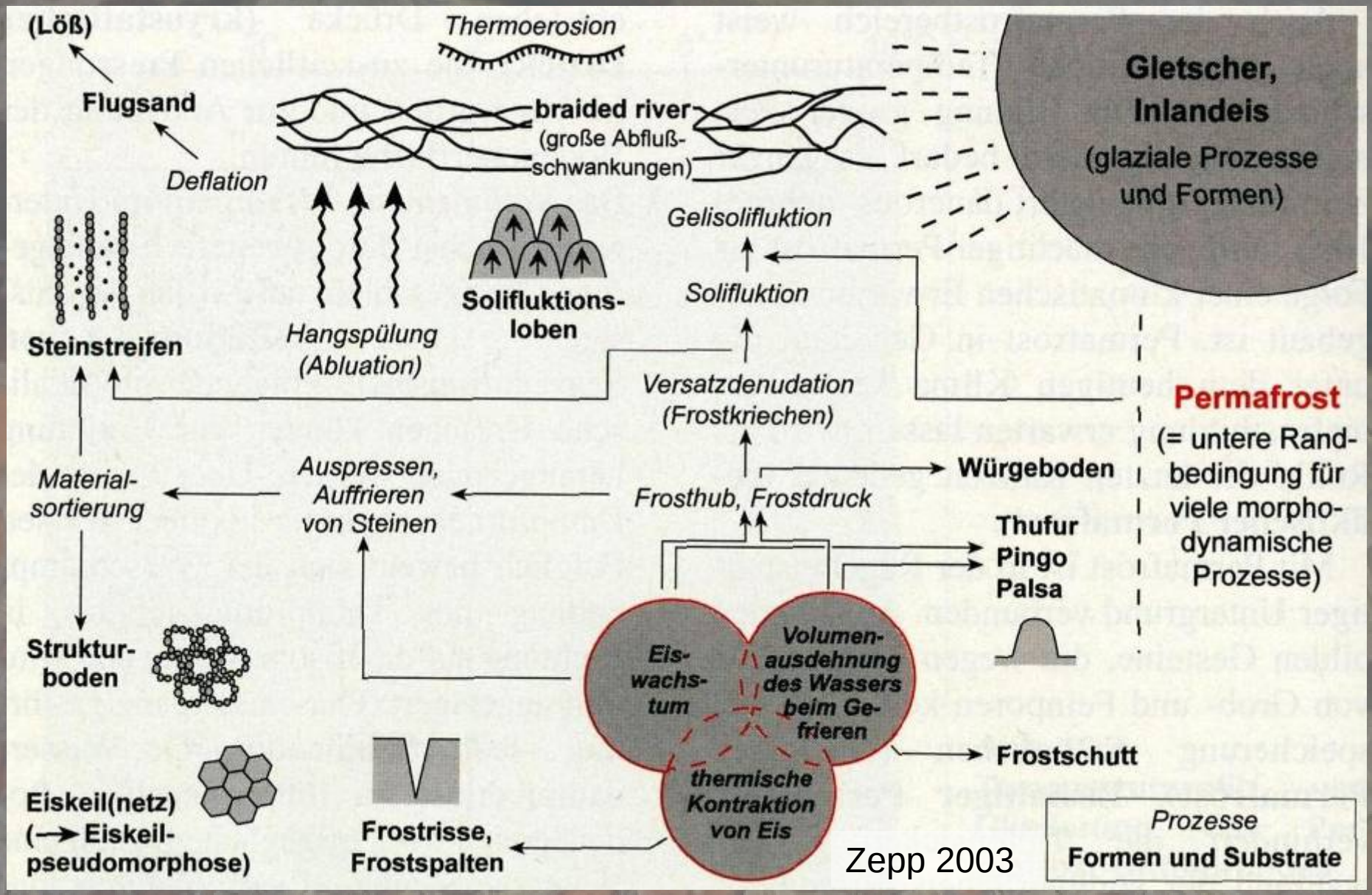
http://arctic.fws.gov

CIRCUM-ARCTIC MAP OF PERMAFROST AND GROUND-ICE CONDITIONS

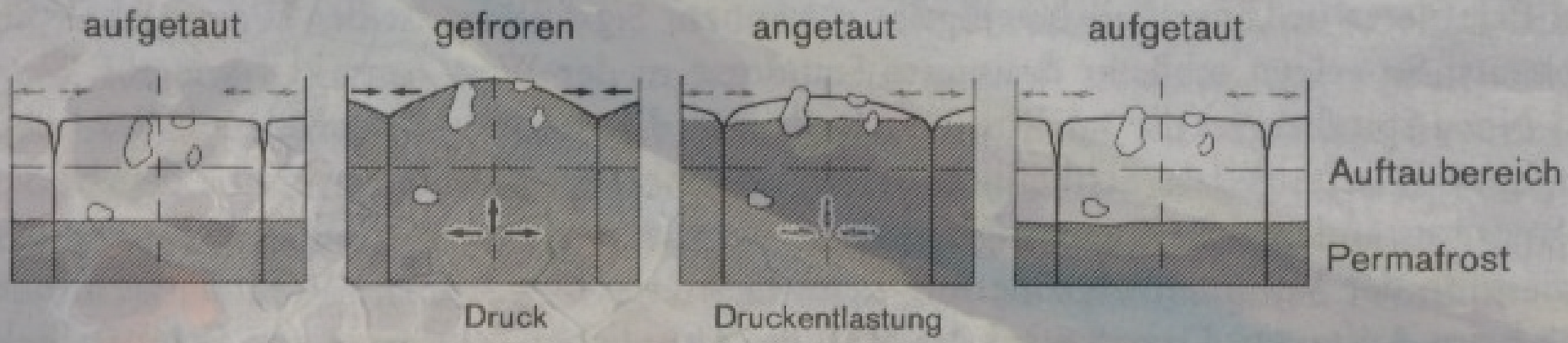


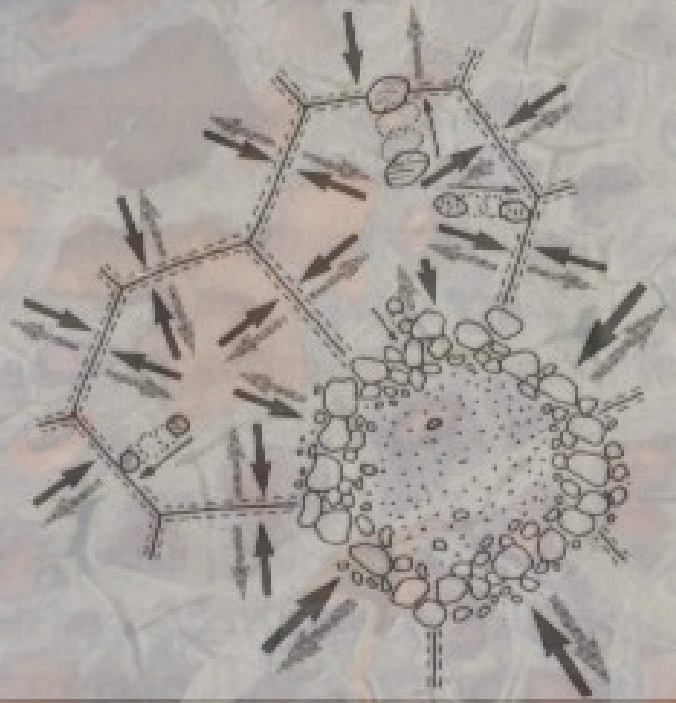
CAPS 2003

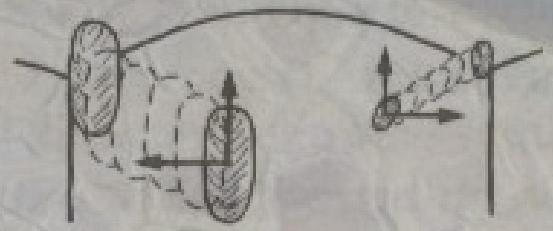
6. Geomorphologische Prozeße und Oberflächenformen in Permafrostgebieten



Zepp 2003





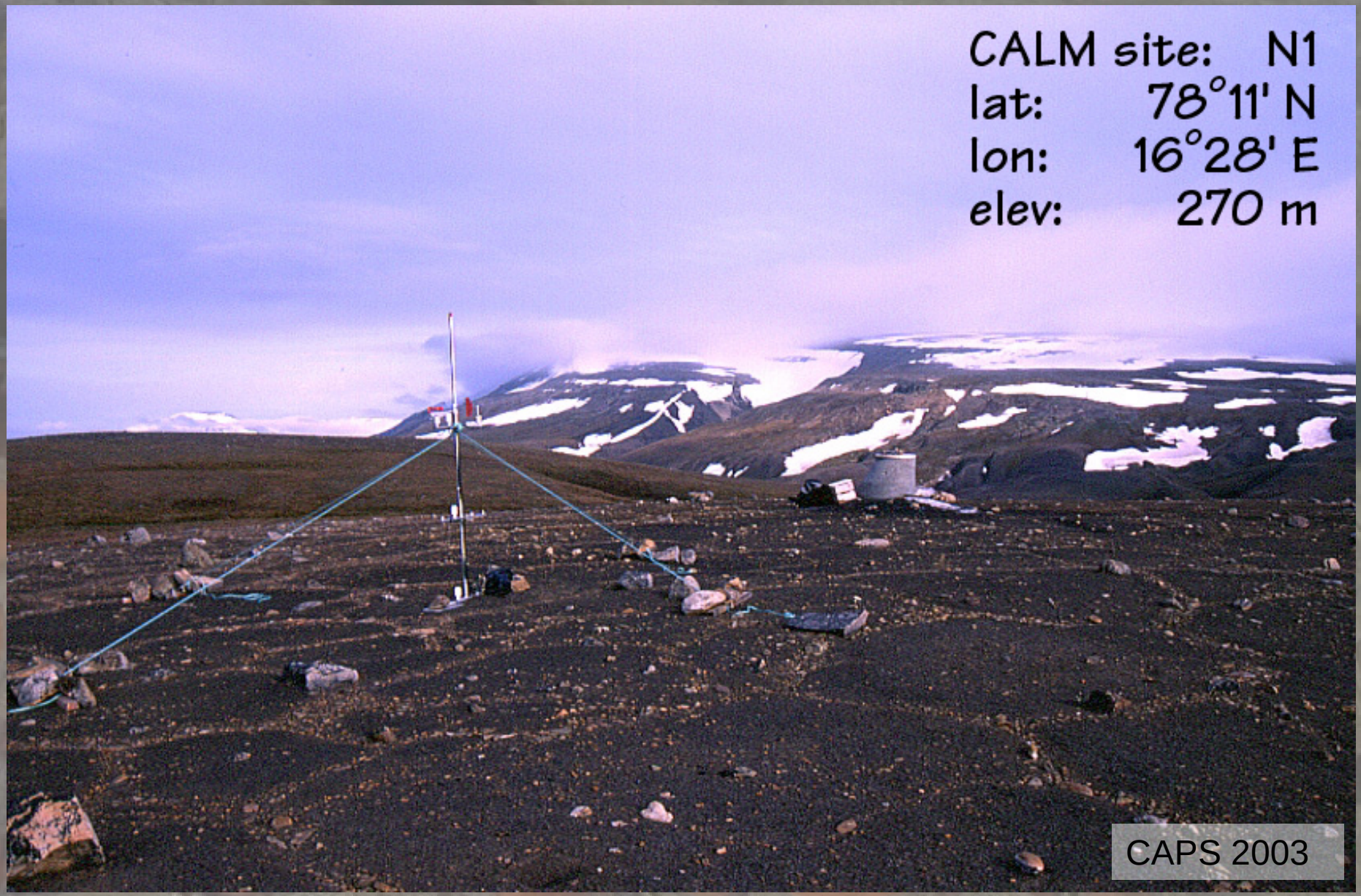


Druck (Volumenerweiterung)
bei Gefrornis

Druckentlastung (Kontraktion)
bei Auftau

Blümel 1999

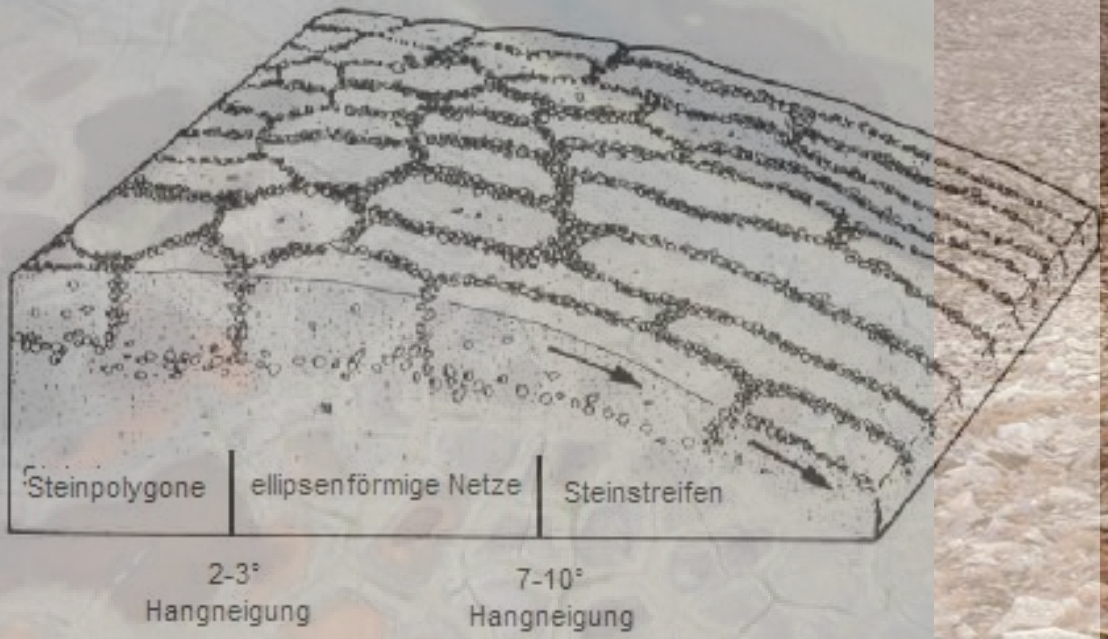
Auffrieren grobkörniger Komponeneten



Steinpolygone- hoher Schluffanteil (Janssonhaugen, Spitzbergen)

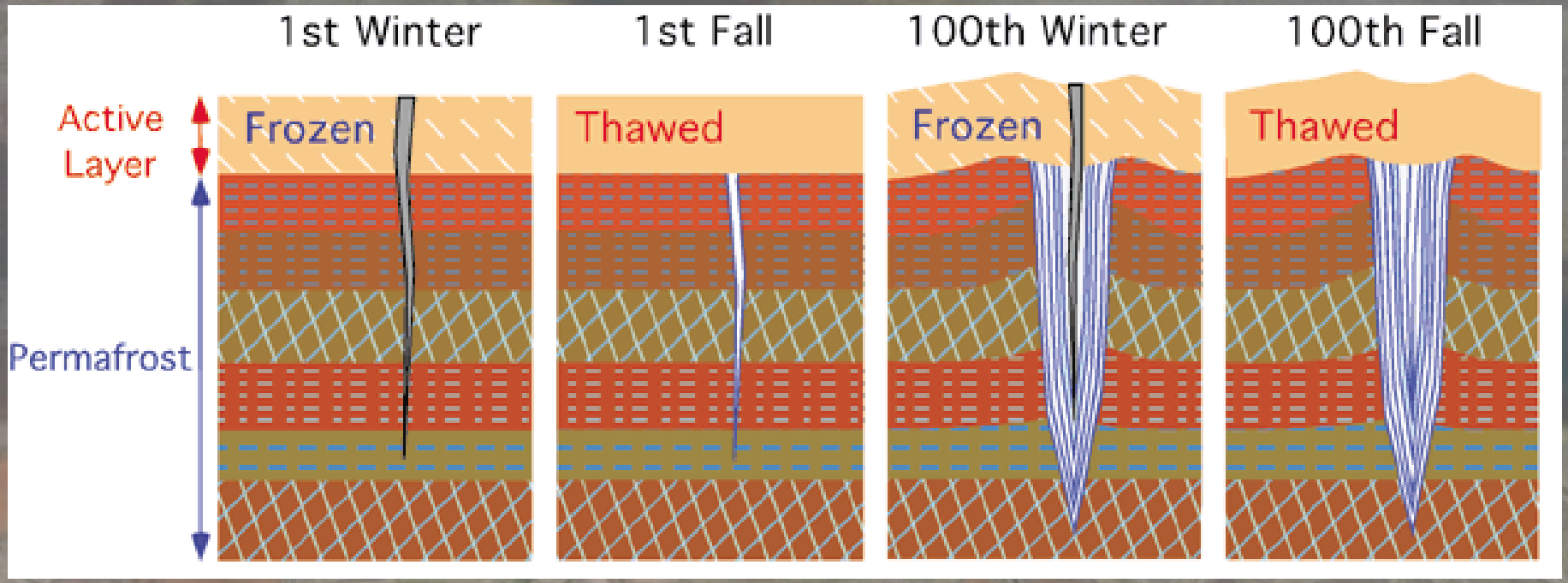
Steinring -hoher Sand und Skelettanteil (Platåberget, Spitzbergen)

Steinringe (Platåberget, Spitzbergen)



verändert nach Sharpe (1938)

Platåberget, Spitzbergen



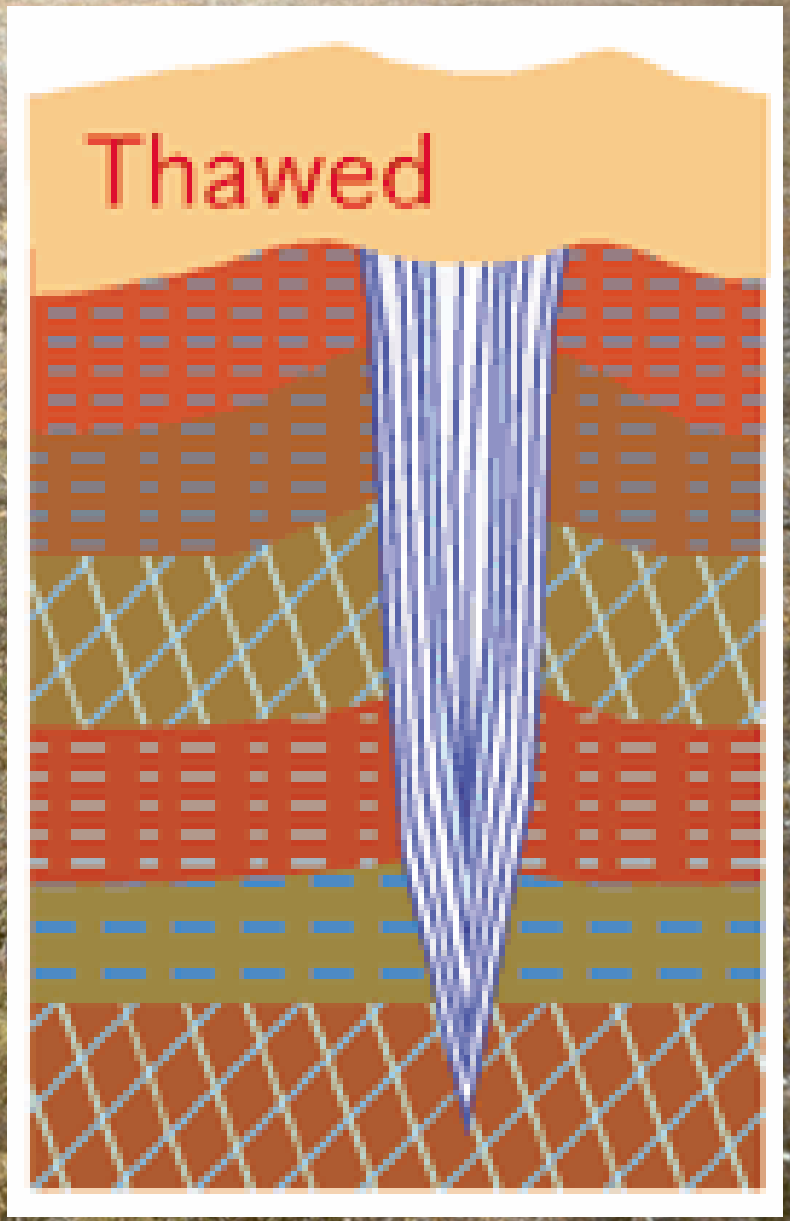
Entstehung und Wachstum von Eiskeilen (www.PhysicalGeography.net)

Trockenrisse (Adventdalen, Spitzbergen)

Eiskeilnetze (Adventdalen, Spitzbergen)

Vertiefung über Eiskeil (Adventdalen, Spitzbergen)

Vertiefung über Eiskeil (Adventdalen, Spitzbergen)

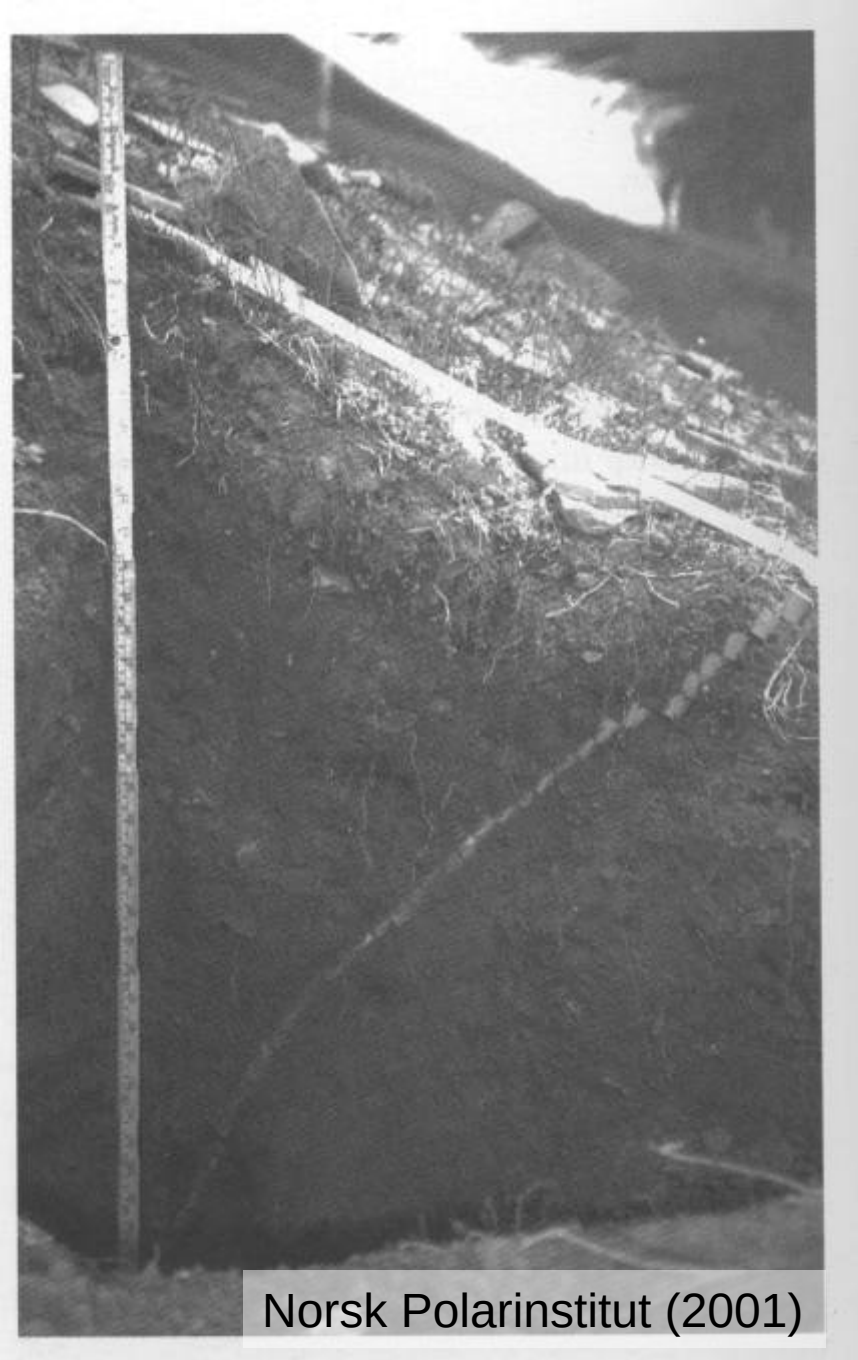


Vertiefung über Eiskeil (Adventdalen, Spitzbergen)

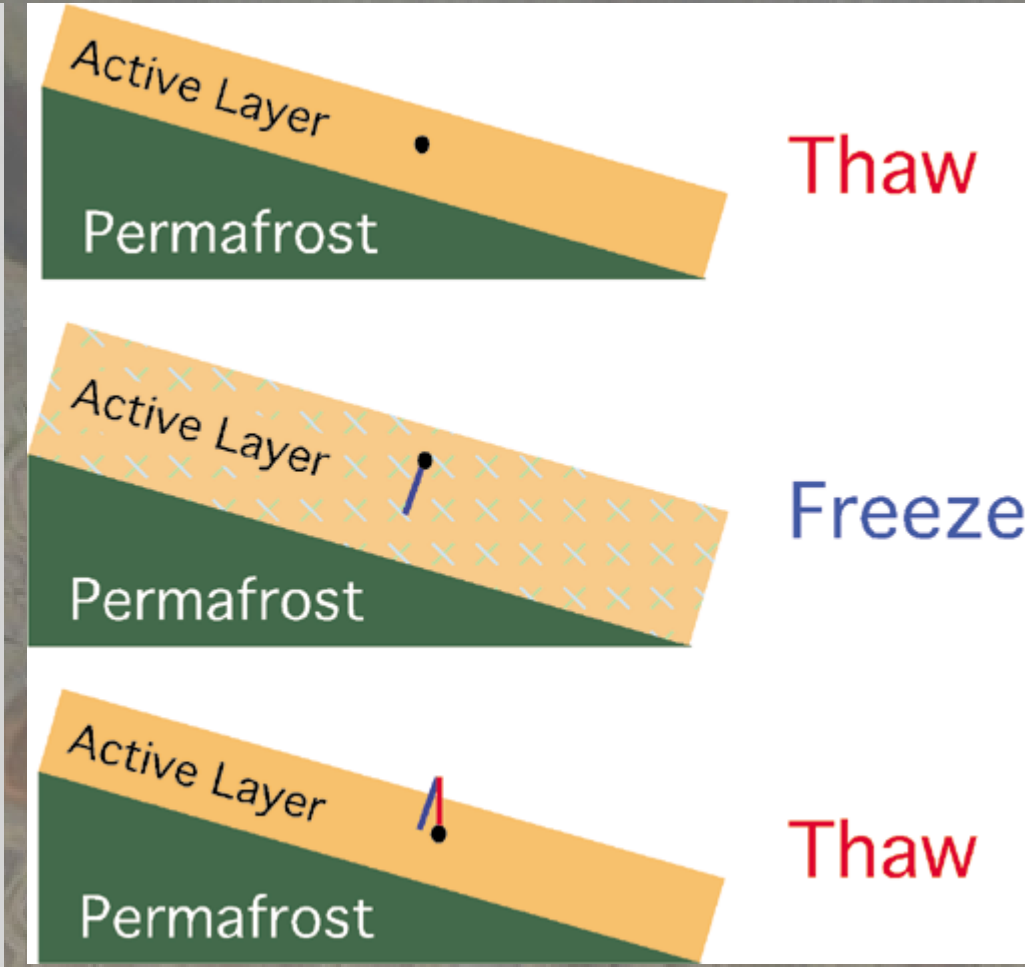
gebundene Solifluktion (Adventdalen, Spitzbergen)

gebundene Solifluktion (Adventdalen, Spitzbergen)

gebundene Solifluktion (Adventdalen, Spitzbergen)



Norsk Polarinstitut (2001)



Frostkriechen (www.PhysicalGeography.net)

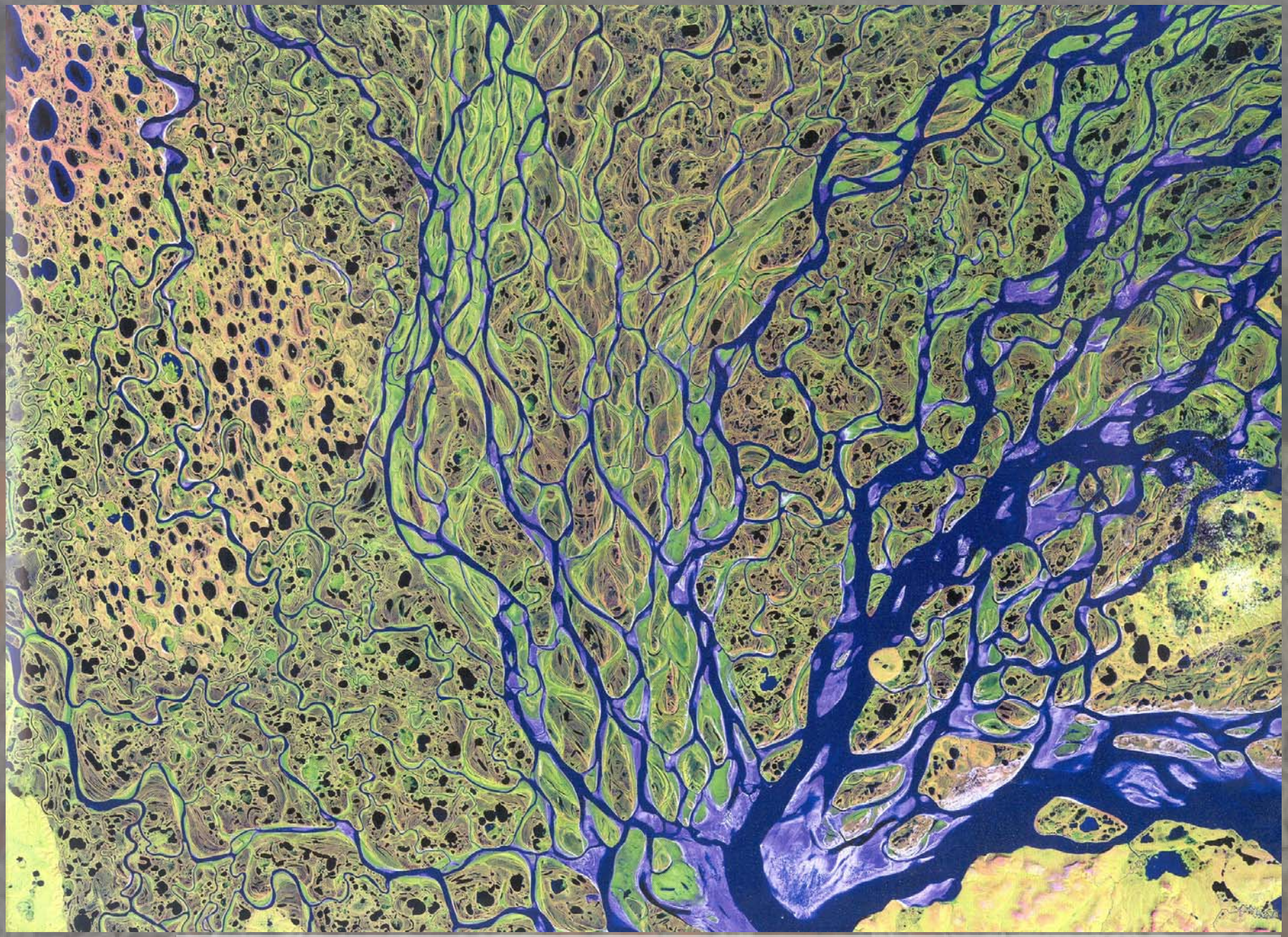
Bewegung in einer Solifluktionslobe :

4 cm/a über 14 jahre= 56cm

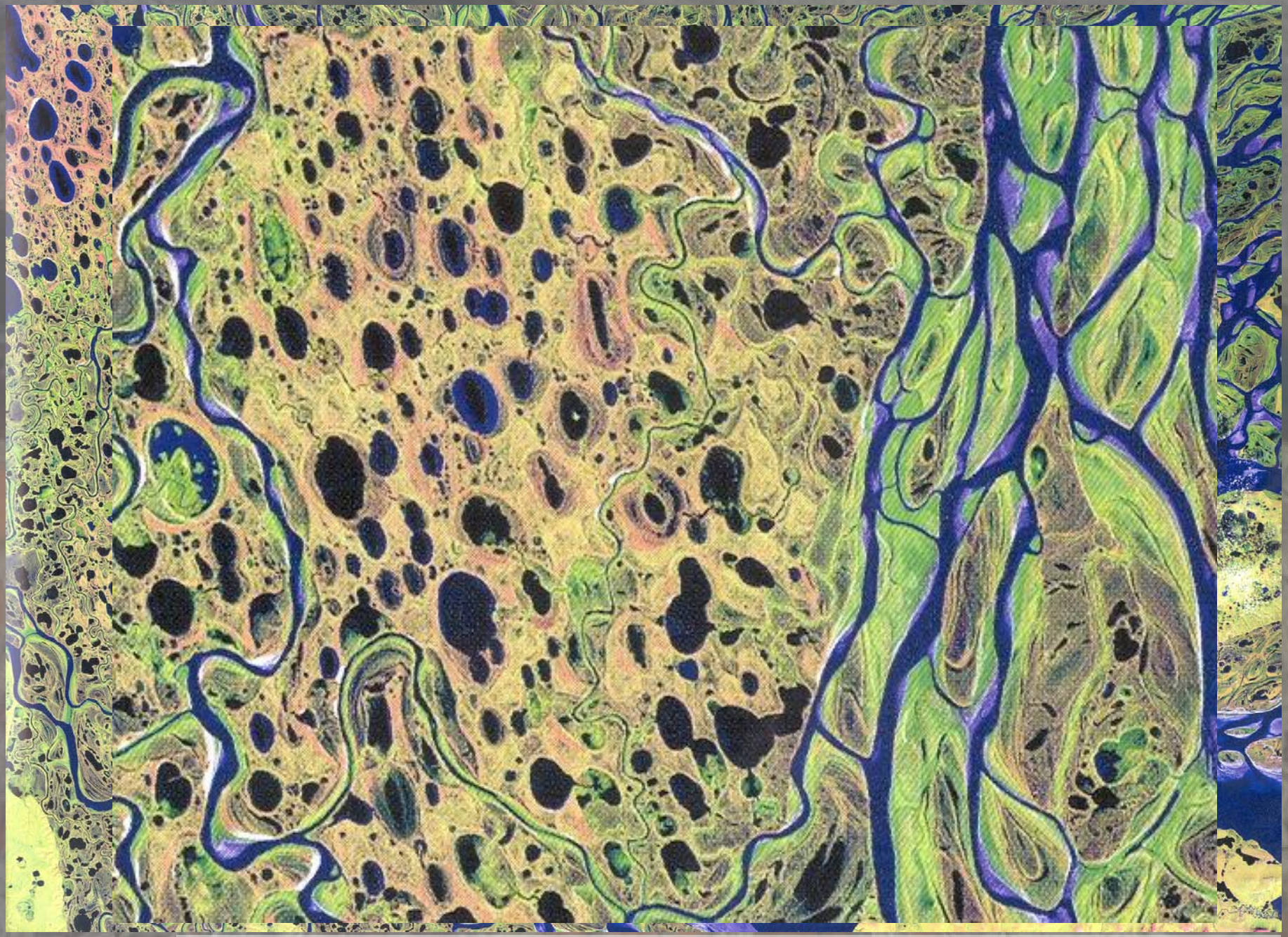
Blockgletscher (Indikator von Permafrost) in den Selwyn Mountains, Canada
(CAPS 2003)

Pingo (http://sts.gsc.nrcan.gc.ca)

Massiver Eiskörper eines Pingos (http://sts.gsc.nrcan.gc.ca)



Alasen- Windorientierte Seen im Lena Delta (Fliegende Kamera 2003)



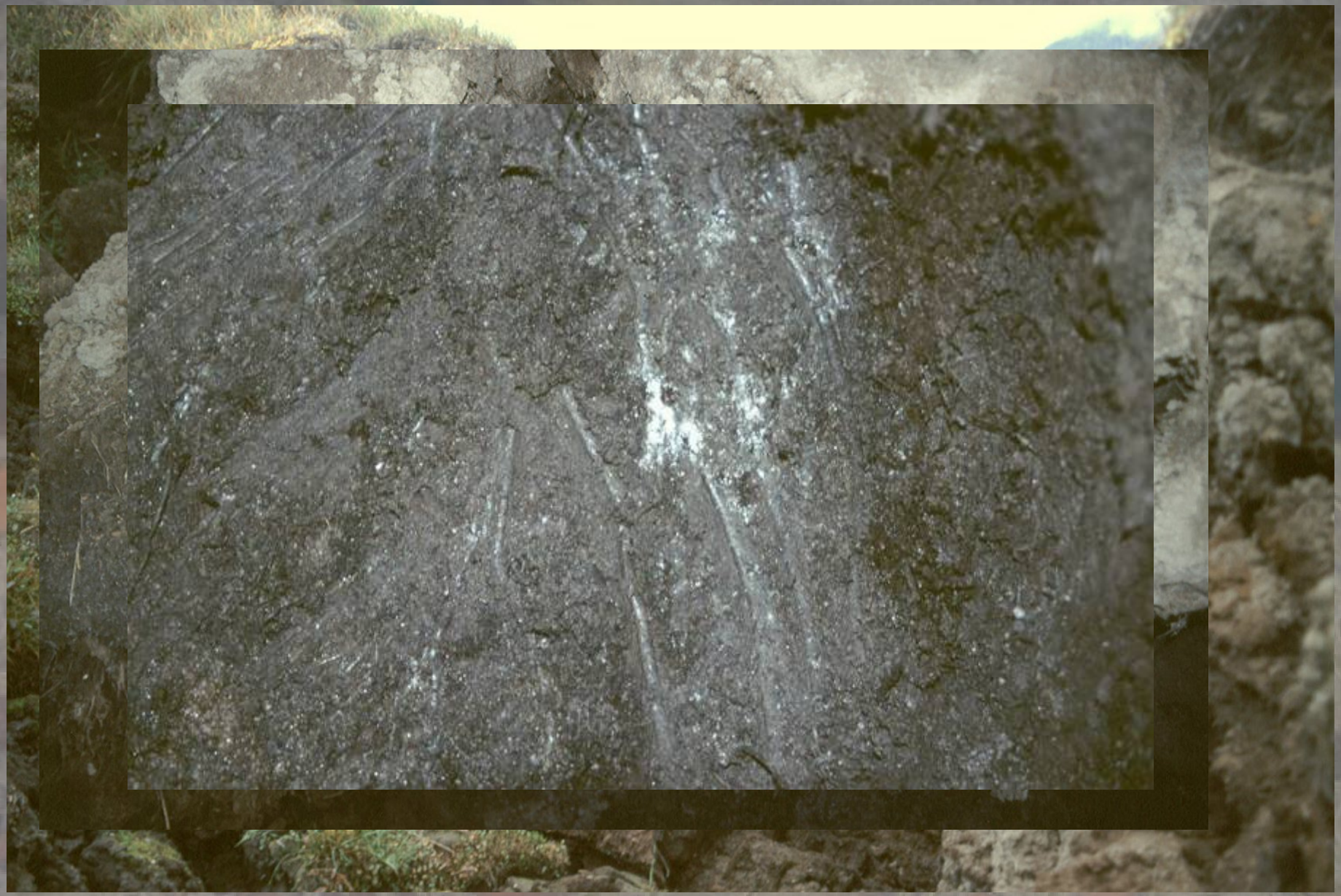
Alasen- Windorientierte Seen im Lena Delta (Fliegende Kamera 2003)

Landslide- Thermoerosion (http://sts.gsc.nrcan.gc.ca)

Thermoerosion- intensive Zersetzung des freigelegten Torfs
(Adventdalen, Spitzbergen)

Thermoerosion (Adventdalen, Spitzbergen)

Thermoerosion (Adventdalen, Spitzbergen)



Thermoerosion (Adventdalen, Spitzbergen)

verbrannte Tundra- fehlende Isolierung für Permafrost-> Zunahme der Auftautiefe
(Sondre Stromfjord, Westgrönland)

7. Geoökologische Bedeutung und Ausblick

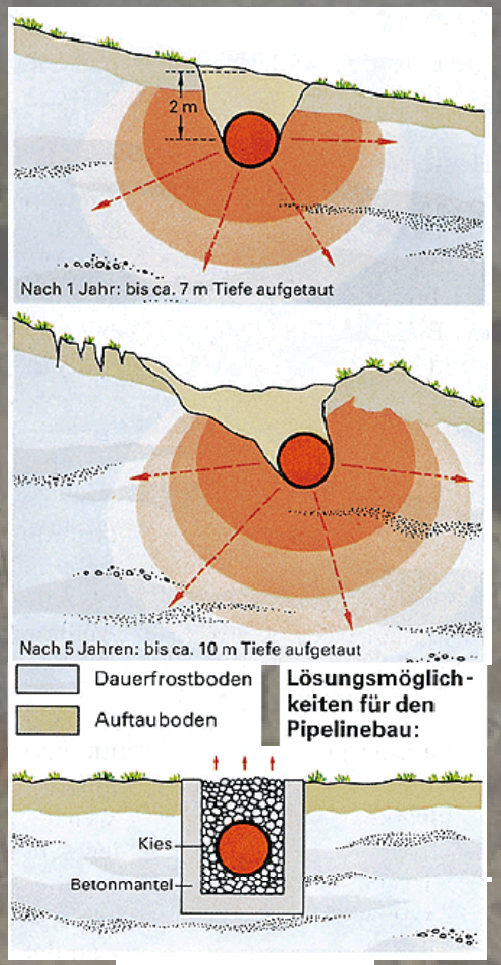
an Permafrost angepasste Bauweise (Longyearbyen, Spitzbergen)

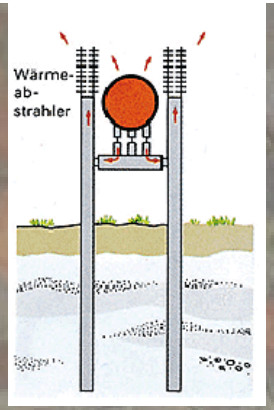
7. Geoökologische Bedeutung und Ausblick

an Permafros

www.netpilot.ca

zbergen)





Airport Longyearbyen, Spitzbergen

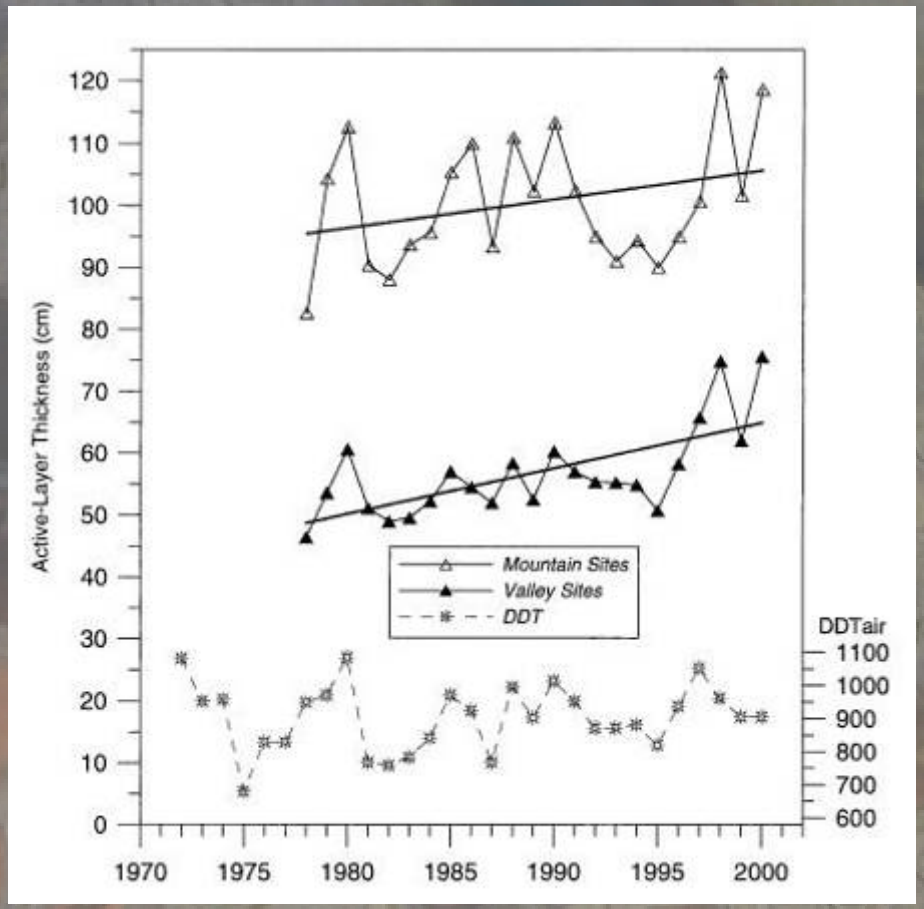
www.klett-verlag.de

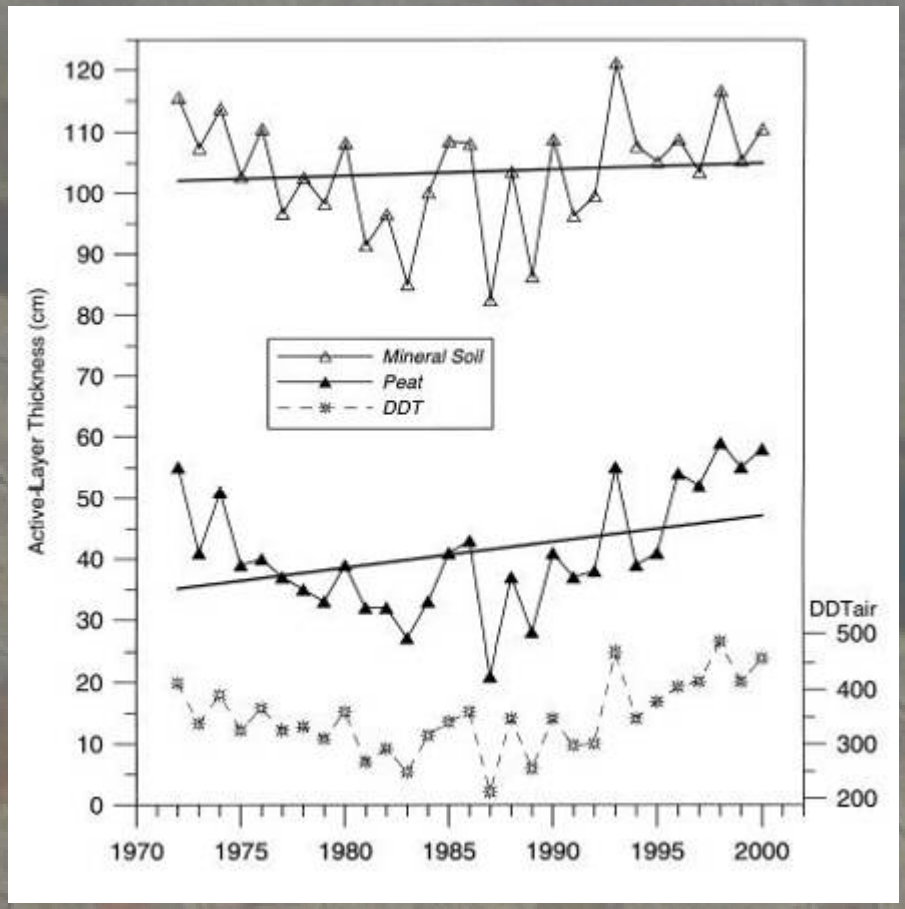
Fahrspuren im Adventdalen, Spitzbergen

Leichen werden durch Frosthub an die Oberfläche befördert
(Longyearbyen, Spitzbergen)

Staunässe durch Permafrost

Kohlenstoff-Senke: ca. 25 % des gesamten terrestrischen Kohlenstoffs sind in Permafrostgebieten (Torf, Rohhumus) akkumuliert. (Pingu, Westgrönland)



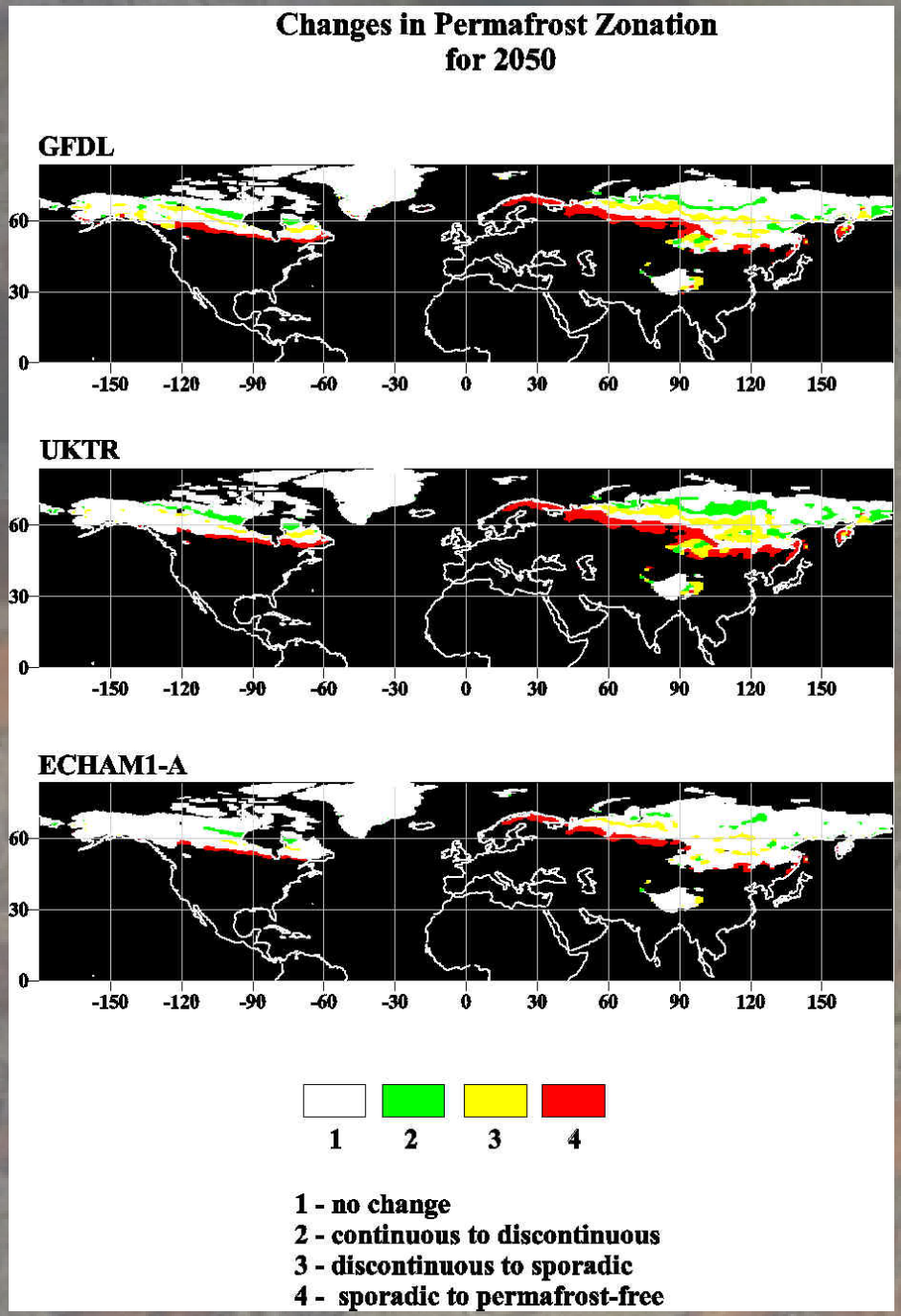


Abisko (Schweden)

Kap Linne (Spitzbergen)

Peat = Torf

Kontinuierliche Zunahme der Auftautiefe, Quelle: CALM 2000

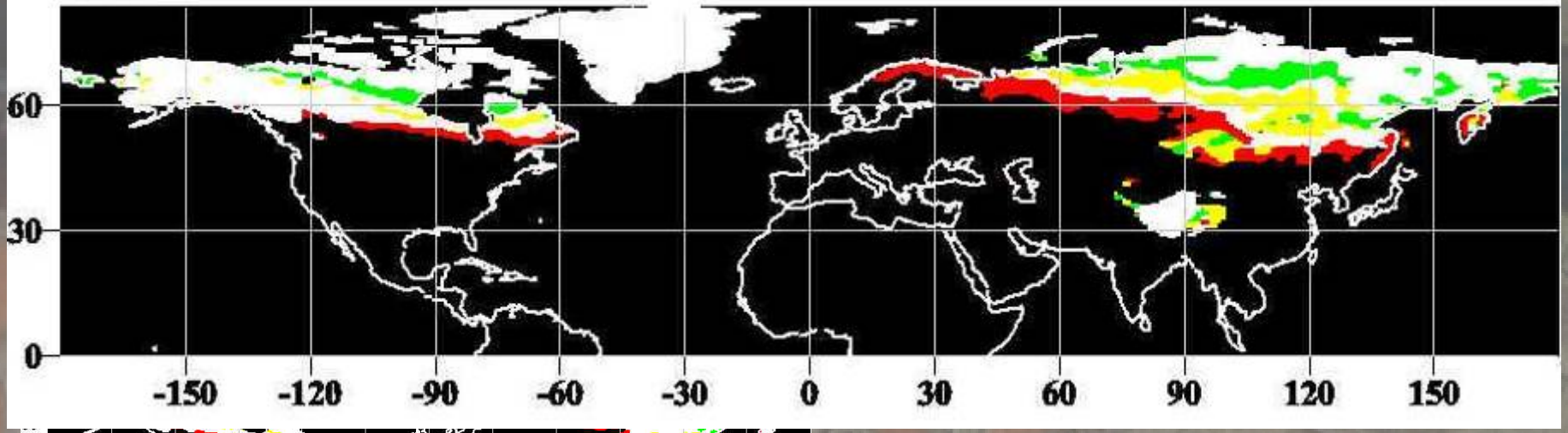

Changes in Permafrost Zonation
for 2050
GFDL
UKTR
ECHAM1-A
60
30
0
-150
-120
-90
-60
-30
0
30
60
90
120
150
1
2
3
4
1 - no change
2 - continuous to discontinuous
3 - discontinuous to sporadic
4 - sporadic to permafrost-free

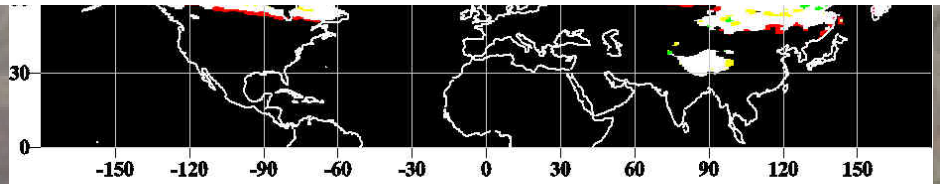
CAPS 2003

Changes in Permafrost Zonation for 2050

GFDL

UKTR





1 2 3 4

1 - no change
2 - continuous to discontinuous
3 - discontinuous to sporadic
4 - sporadic to permafrost-free

CAPS 2003

Literatur:

Blümel, W. D. (1999): Physische Geographie der Polargebiete. Stuttgart, Leipzig.

Bockheim, J. & K. Hall (2002): Permafrost, active-layer dynamics and periglacial environments of continental Antarctica. In: South African Journal of Science N. 98.

Brown et al. (2000): The Circumpolar Active Layer Monitoring (CALM) Program: Research Designs and Initial Results. In: Polar Geography 24, No. 3, pp. 165-258.

CAPS (2003): International Permafrost Association Standing Committee on Data Information and Communication (comp.).Circumpolar Active-Layer Permafrost System, Version 2.0. Edited by M. Parsons and T. Zhang. Boulder, CO: National Snow and Ice Data Center/World Data Center for Glaciology. CD-ROM.

Fliegende Kamera (2003): Geographie im Luft- und Satellitenbild. Offenbach.

Harris et al. (2003): Warming permafrost in European mountains (PACE).
In: Global and Planetary Change, 39 (2003), 215–225.

Isaksen et al. (2001): Three Deep Alpine-Permafrost Boreholes in Svalbard and Scandinavia. In: Permafrost and Periglacial Processes 12: 13–25.

Karte, J. (1979): Räumliche Abgrenzung und regionale Differenzierung des Periglaziärs. Paderbon.

Meusburger et al. (Hrsg.) (2001f.): Lexikon der Geographie. Heidelberg.

Norsk Polarinstitut (Hrsg.) (2001): Geomorphological an Quaternary geological map of Svalbard 1:100,000. Sheet C9G Adventdalen. Tromsø.

Sharpe, C. (1938): Landslides and related phenomena. New York.

Zepp, H. (2003): Geomorphologie. Paderborn.

Internet:

http://www.unis.no/research/geology/Geo_research/Ole/Modelling.htm
http://www.unep.org/GC/GC21/permafrost_map.jpg
http://arctic.fws.gov/activel.htm
http://www.klett-verlag.de/klett-perthes/sixcms/klett-perthes/terra-extra/sixcms/detail.php?id=14708
http://sts.gsc.nrcan.gc.ca
http://www.netpilot.ca/geocryology/photo6.html
www.physicalgeography.net/ fundamentals/10ag.html
http://zubov.atmos.uiuc.edu/ACIA/IMAGES/ccc.permafrost.1990-1999.gif
http://www.freezingground.org/map/samples.htm

(Alle Zugriff im Nov./Dez. 2004)

Photos ohne Quellenangabe von Jakob Maercker