

GLETSCHER, GLACÉ UND ANDERE GESTEINE



GLETSCHER, GLACÉ UND ANDERE GESTEINE

Renée Heilbronner

Geologisches Institut, Departement Geowissenschaften

- 1 Gletscher
- 2 Glacé
- 3 ... und andere Gesteine

GLETSCHER

MONOPHAS

POLYKRISTALLIN

GLACÉ

POLYPHAS

POLYKRISTALLIN

GESTEIN

MONO-/POLYPHAS

POLYKRISTALLIN

GLETSCHER...



GLETSCHER...



GLETSCHER...



DÜNNSCHLIFF - HERSTELLUNG: SÄGEN



DÜNNSCHLIFF - HERSTELLUNG: „KLEBEN“



DÜNNSCHLIFF - HERSTELLUNG: „SCHLEIFEN“

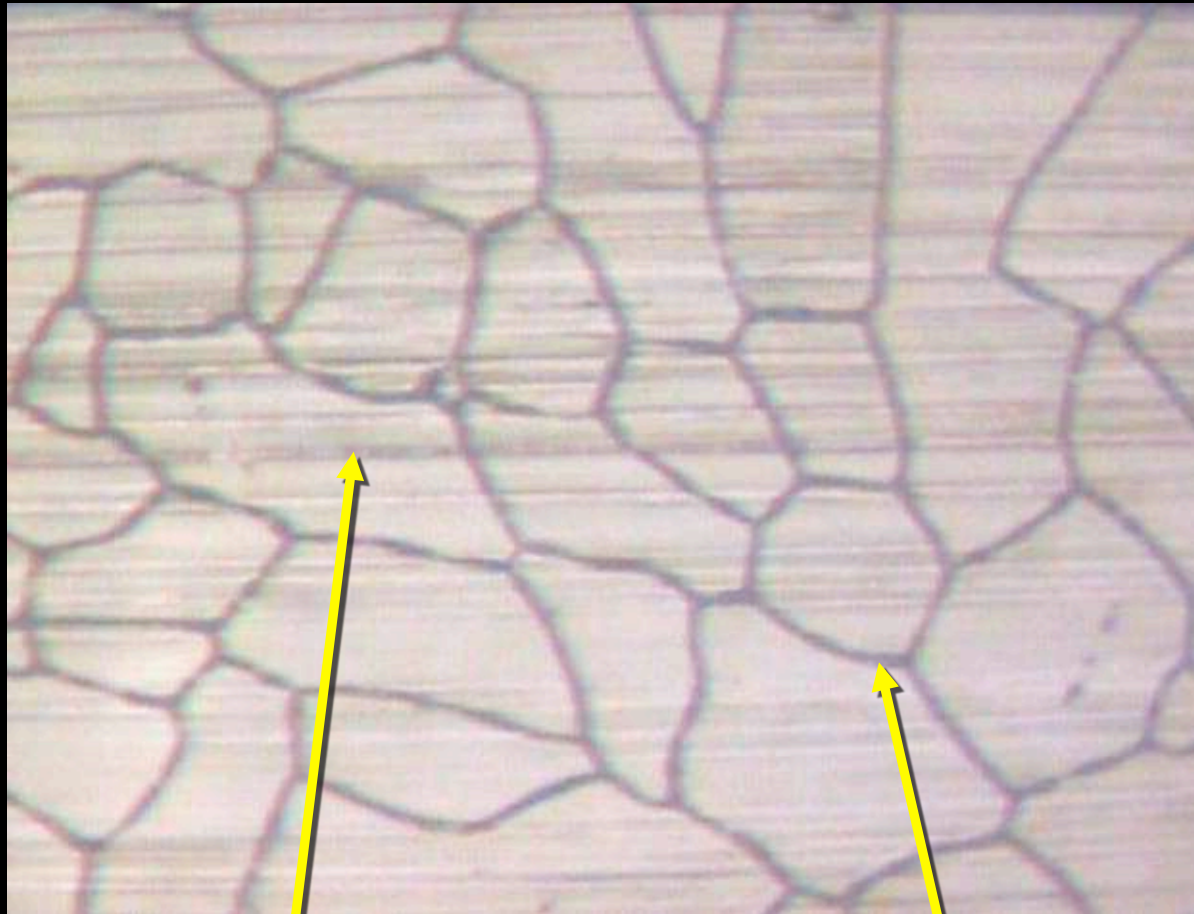


DÜNNSCHLIFF - HERSTELLUNG: SCHLIFF ABNEHMEN



EIS IM DÜNNESCHLIFF

unpolarisiertes Licht

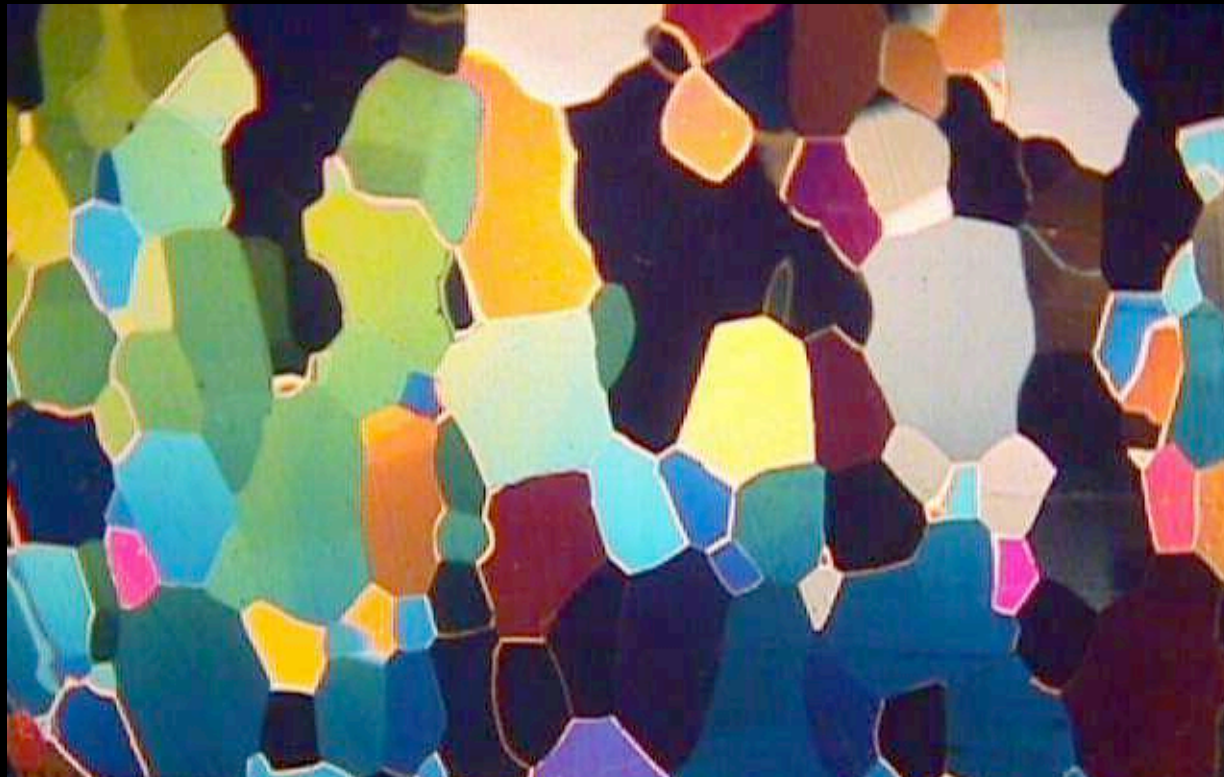


Schleifspuren

Korngrenzen

EIS IM DÜNNSCHLIFF

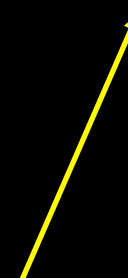
polarisiertes Licht



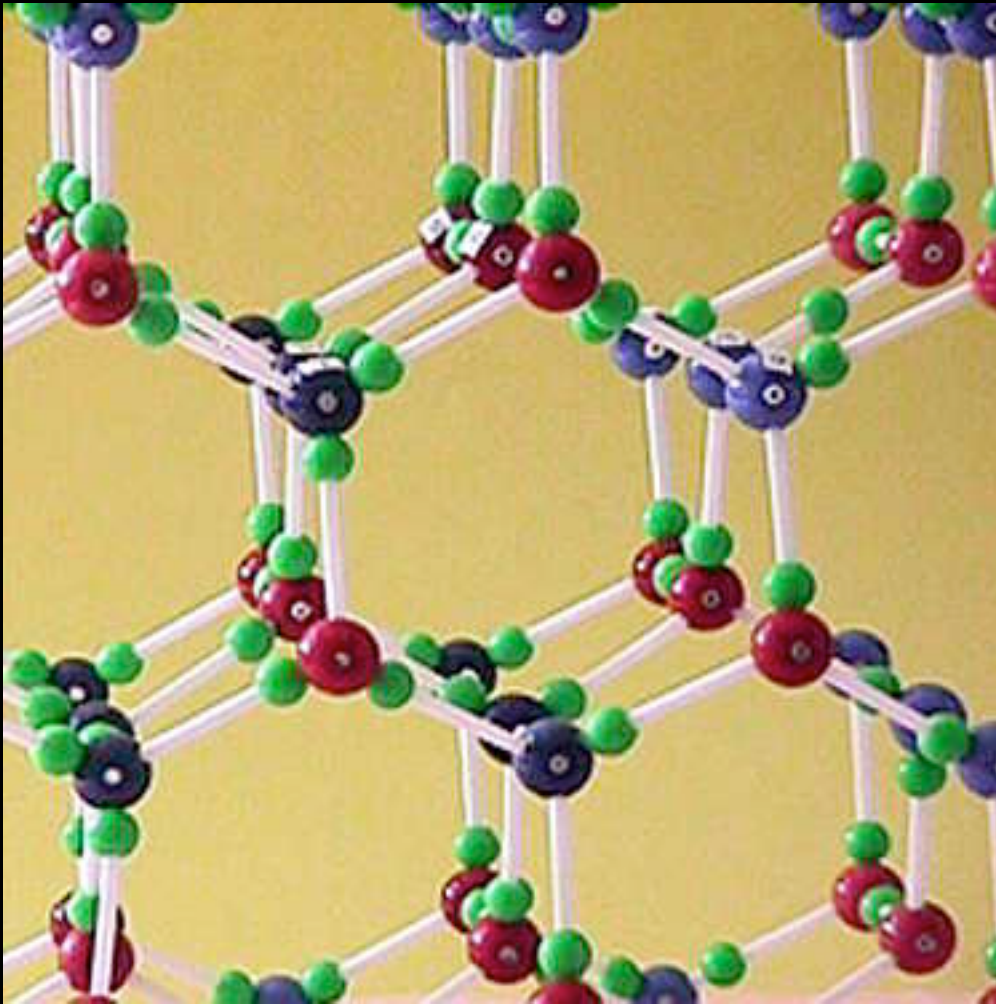
FARBE

Mineral, Zusammensetzung
Schliff-Dicke
kristallographische Orientierung

Eis
250 μm
random



MINERALOGIE



EIS:

H_2O

hexagonal (Eis Ih)

optisch einachsig

$n=1.837$

$(+)\Delta n=0.0014$

Härte = 2.5 (Fingernagel)

Dichte = 0.9167

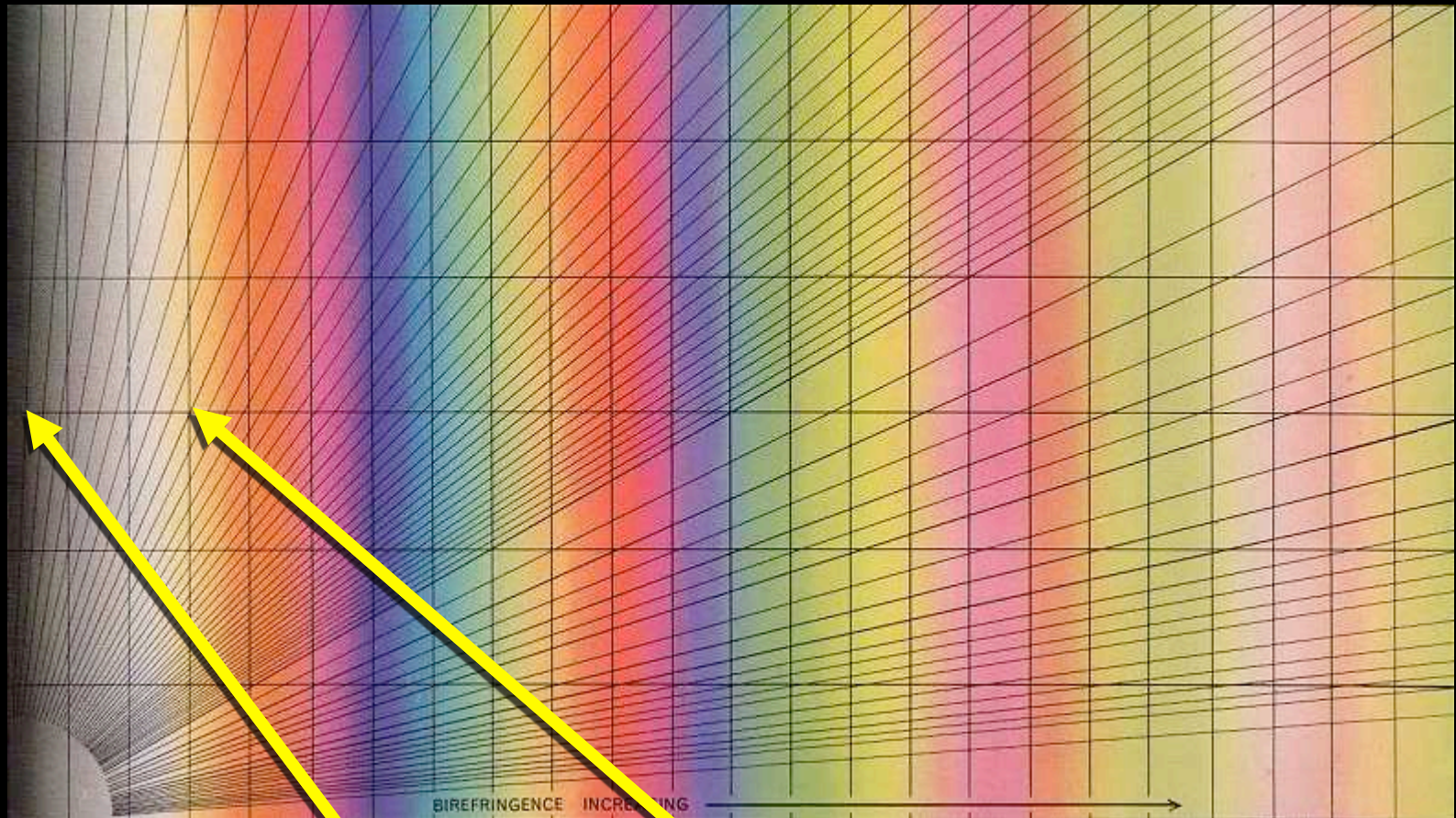
FARBTADEL NACH MICHEL-LÉVY

DICKE
(μm)

60

30

0

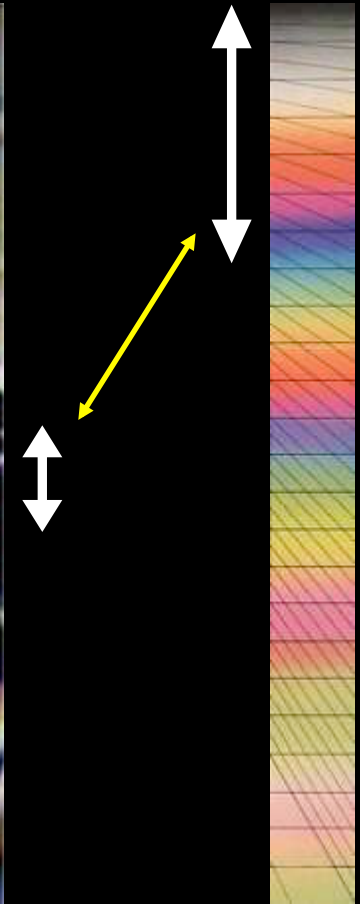
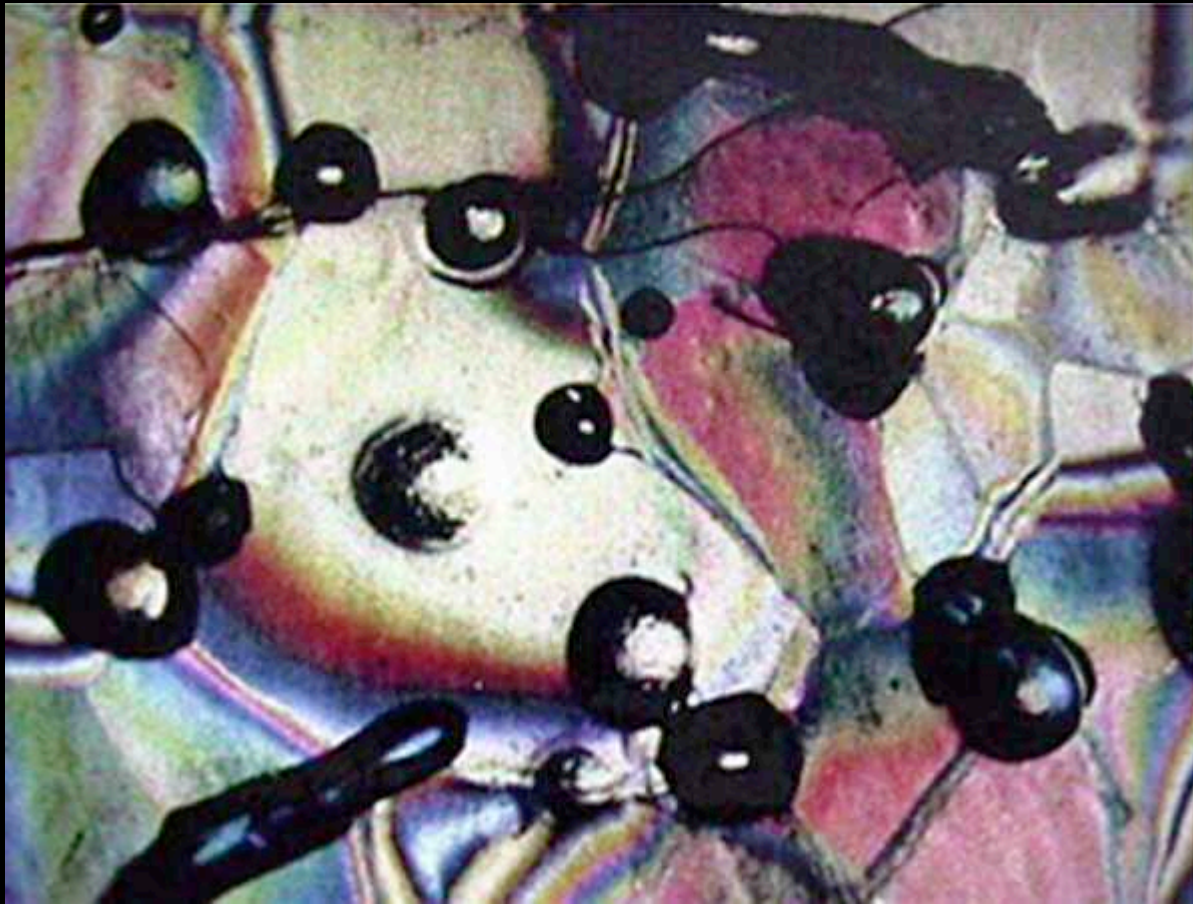


0.0014

0.009

Doppelbrechung
Eis Quarz

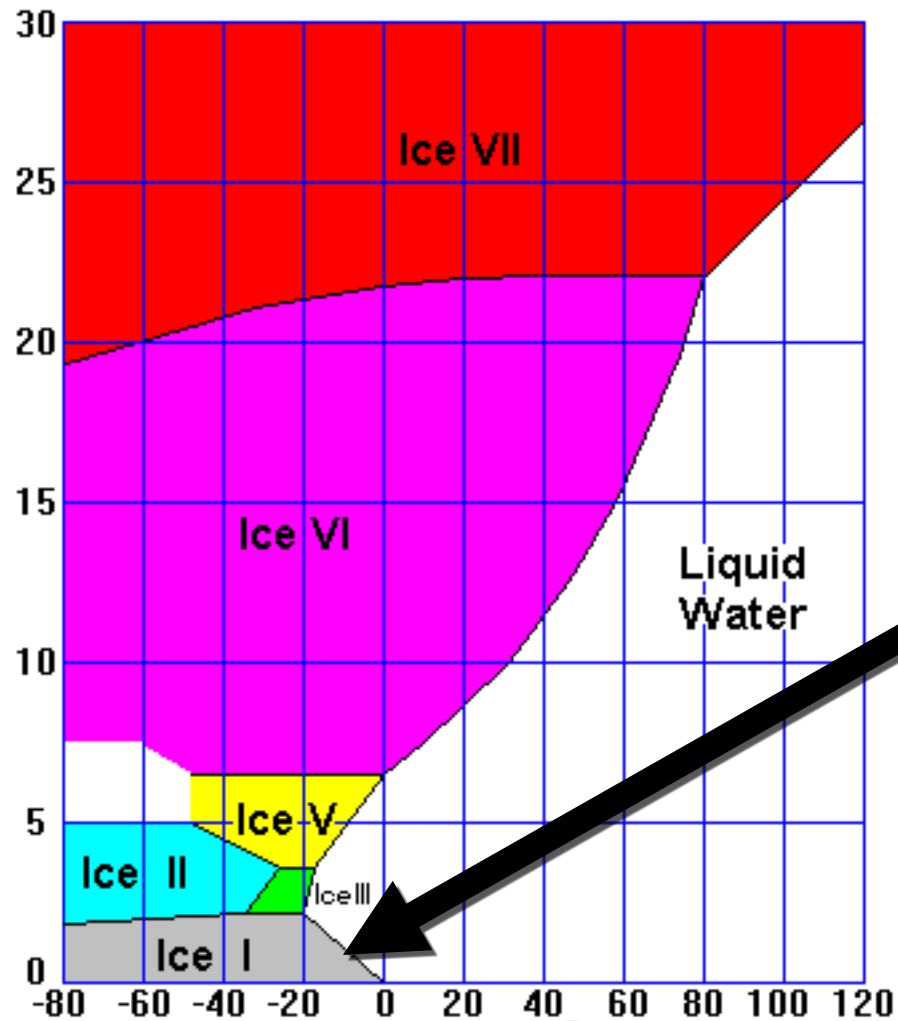
EIS: im Dünnschliff



FARBE = Dicke

TERRESTRISCHES EIS (Eis Ih)

Druck
(kbar)



Bedingungen
an der
Erdoberfläche

Temperatur (°C)

GLETSCHER ... FLIESSEN IN KRISTALLINEM ZUSTAND



FLIESSEN IN KRISTALLINEM ZUSTAND

BEISPIEL: Aletschgletscher

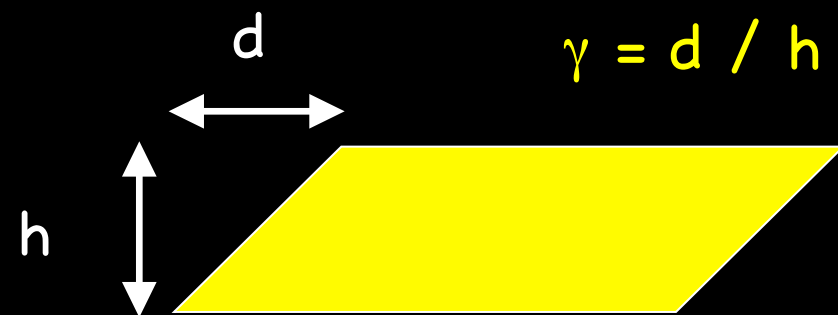
Länge ~ 20 km

Breite ~ 1.5 km

Dicke ~ 900 m bis ~ 150 m

Fließgeschwindigkeit 180 m/Jahr

Scherung:



$$1 \gamma / \text{Jahr} = 3.17 \cdot 10^{-8} \text{ s}^{-1}$$

SURGING GLACIER 1941 Hole-in-the-Wall Glacier, Co., USA



$\sim 100 \text{ } \gamma \text{ / Jahr} \approx 10^{-6} \text{ s}^{-1}$

SURGING GLACIER

1986 Hubbard Glacier, Alaska



$\sim 100 \gamma / \text{Jahr} \approx 10^{-6} \text{ s}^{-1}$

FLIESSEN IN KRISTALLINEM ZUSTAND

Gletscher:

Temperatur -10°C bis 0°C

Polareis:

Temperatur -50°C bis -10°C

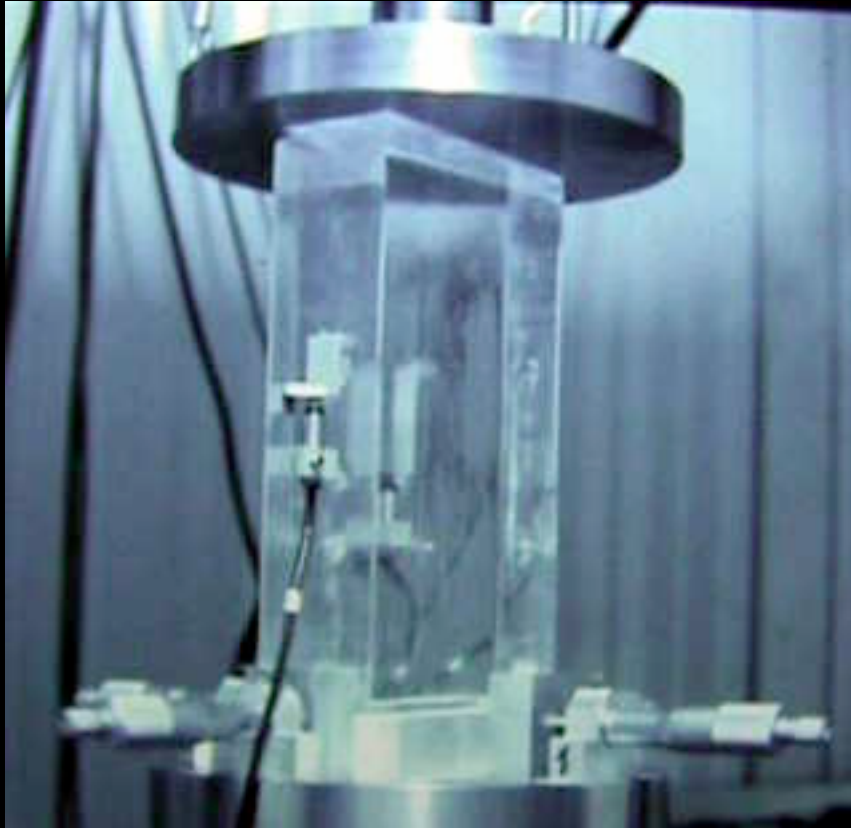
Homologe Temperatur T_h

$$T_h = \frac{\text{Temperatur in Kelvin}}{\text{Schmelztemperatur in Kelvin}}$$

$$-10^\circ\text{C} \Rightarrow 263\text{K}/273\text{K} = 0.96 T_h$$

VERFORMUNGSEXPERIMENT MIT EIS: SCHNELL - KALT

DISLOKATIONSGLEITEN
=> GITTERVERBIEGUNG



$$\gamma = 10^{-4} \text{ s}^{-1} \quad T_h > 0.9$$

VERFORMUNGSEXPERIMENT MIT EIS: LANGSAM - HEISS



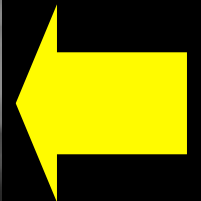
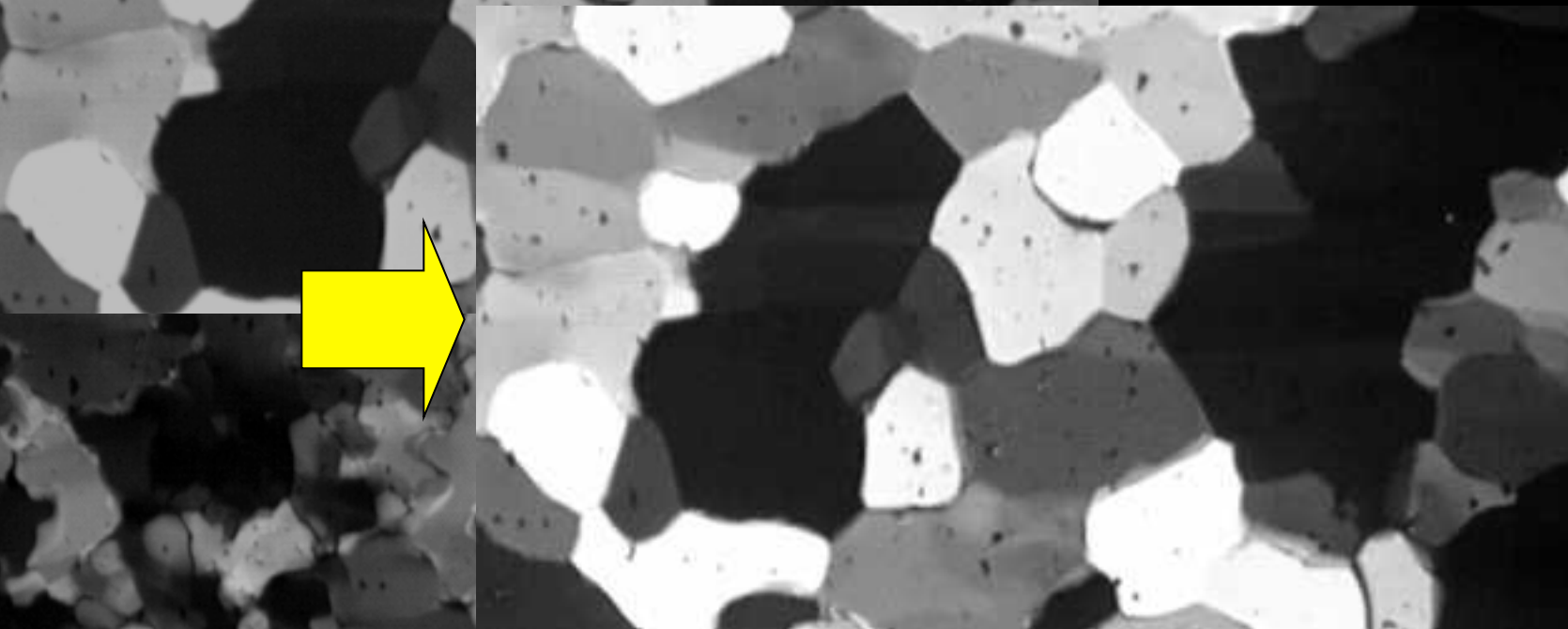
REKRISTALLISATION
=> SCHERZONE

$$\dot{\gamma} = 10^{-6} \text{ s}^{-1} \quad T_h = 0.96$$

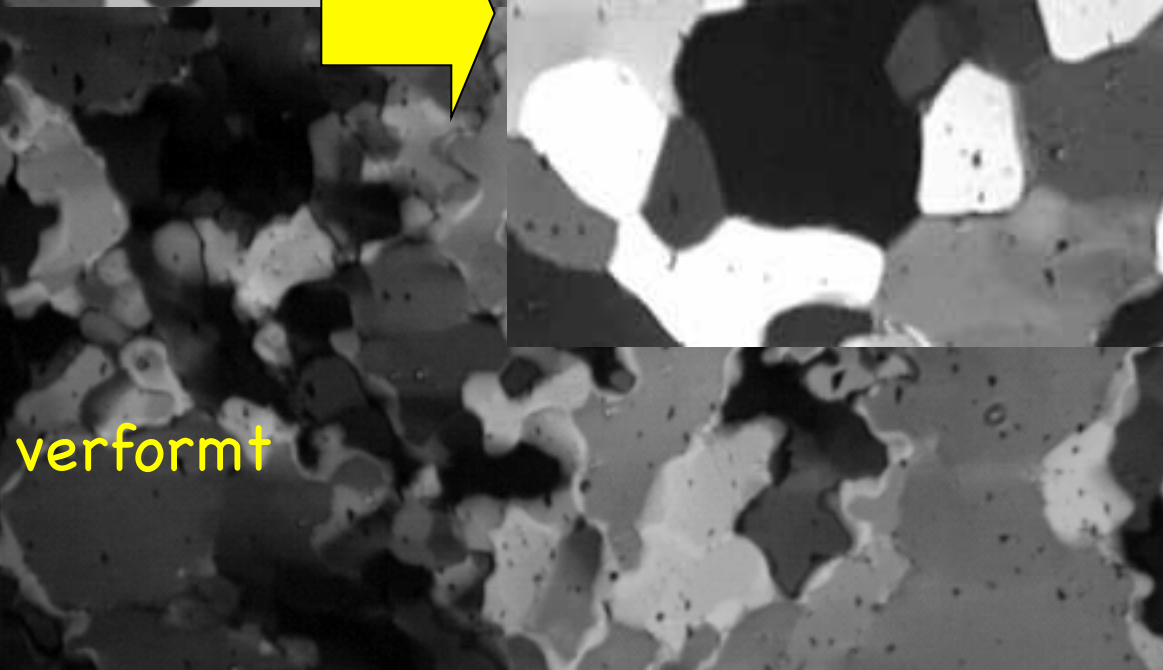
VERFORMUNGSEXPERIMENT:

verschiedene
Verformungsmechanismen
 $= f(T, P, \dot{\gamma})$

unverformt



verformt



... GLACÉ ...



GLACÉ = POLYPHASES KRISTALLINES AGGREGAT



?!

NICHT MONOPHAS !

PROF. H. DOUGLAS GOFF, UNIVERSITY OF GUELPH, CANADA
<http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/icecream.html>

Regular Vanilla Ice Cream

2 l Milch
350 ml Milchpulver
450 ml Zucker
7 g Gelatine
1 Ei
10 ml Vanille

230 Kalorien / 100 g



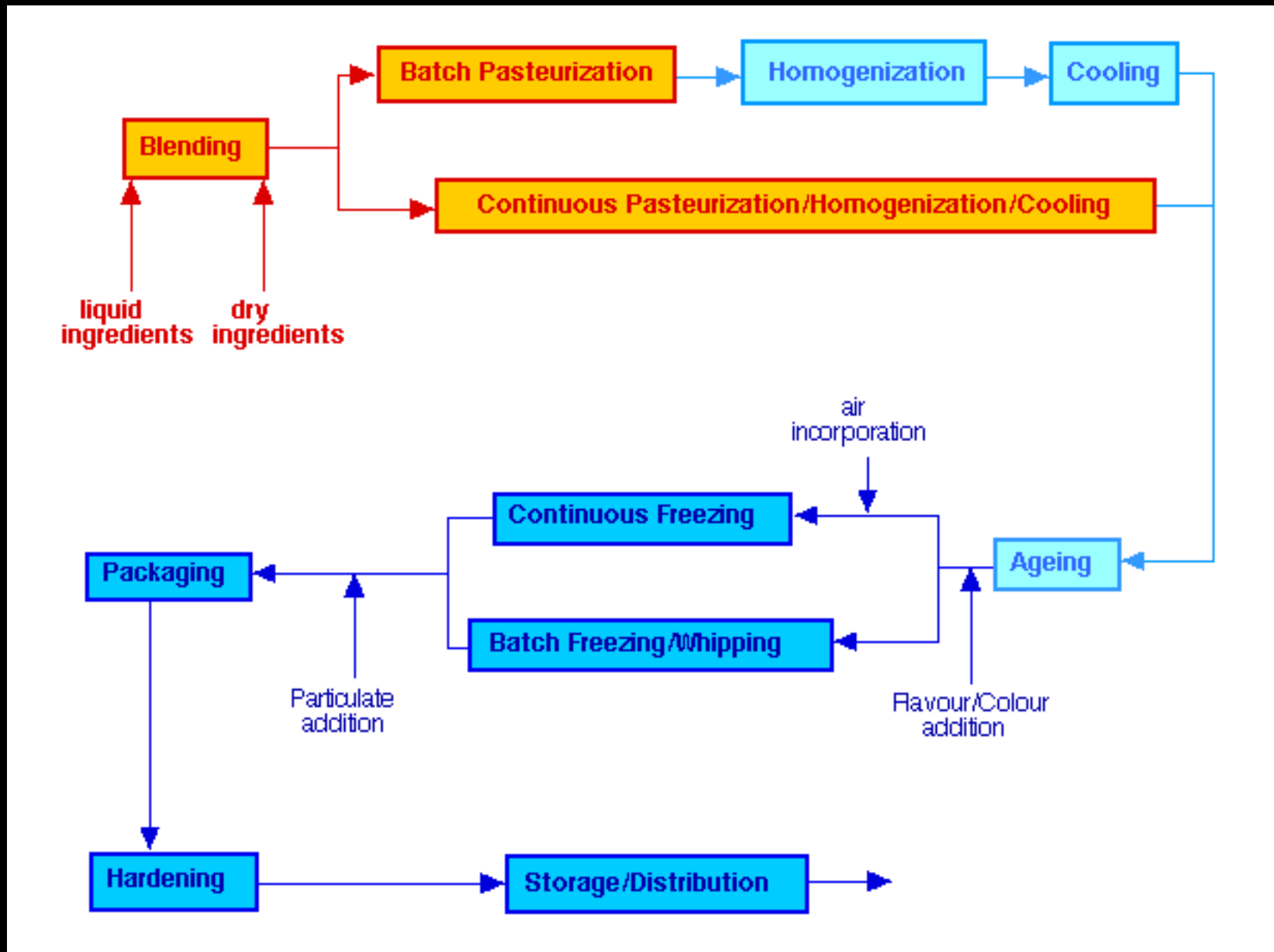
KRYO-SEM VON GEFRORENEM GLACÉ



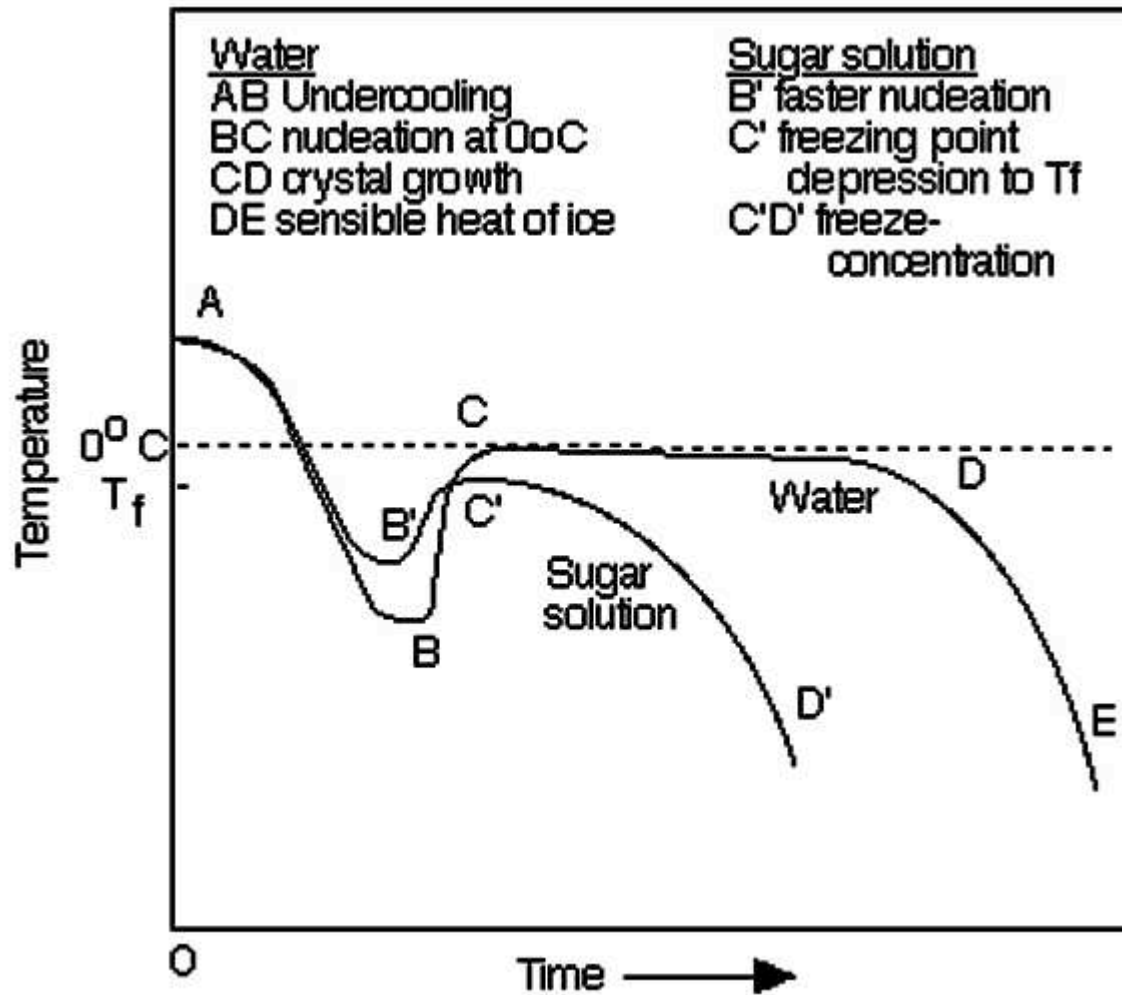
C- ice crystals (blue)
F- fat droplets

A- air bubbles
S- unfrozen phase (yellow)

GLACÉ - HERSTELLUNG



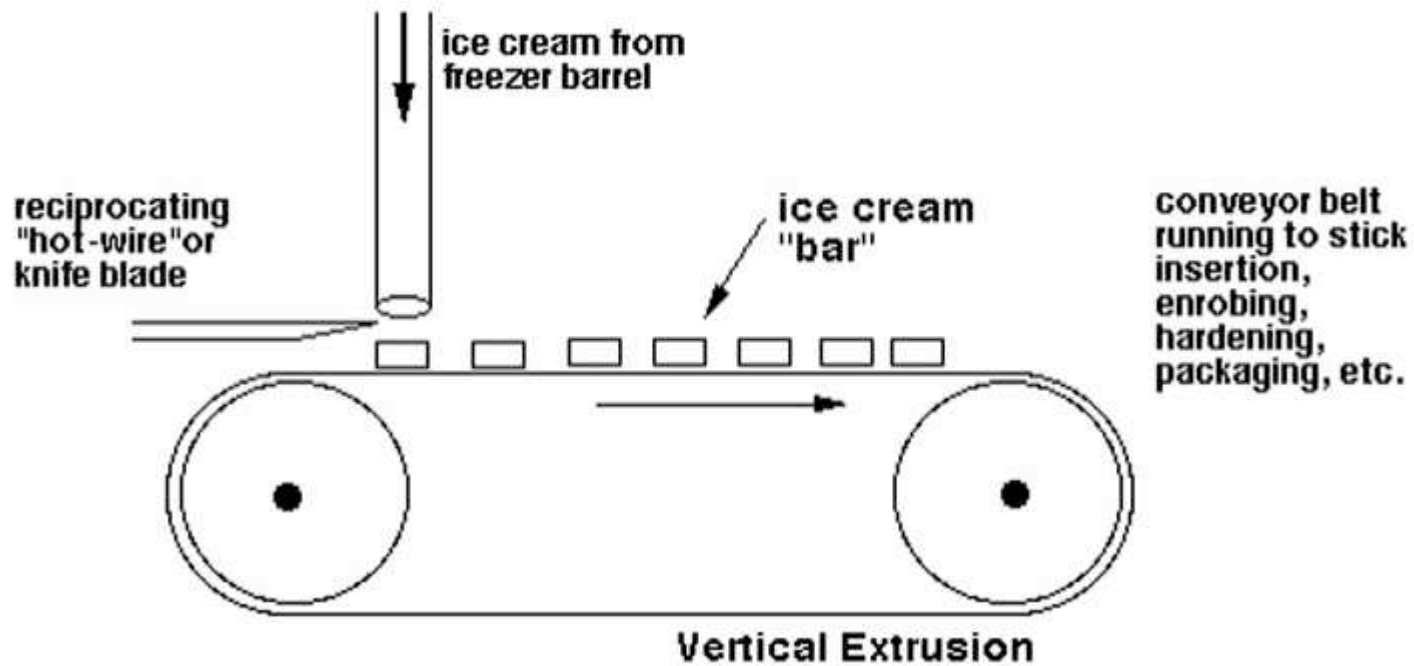
LANGSAME ABKÜHLUNG



ETHZ LABORATORY OF FOOD PROCESS ENGINEERING
<http://www.ilw.agrl.ethz.ch/vt/research/projects/me/index>

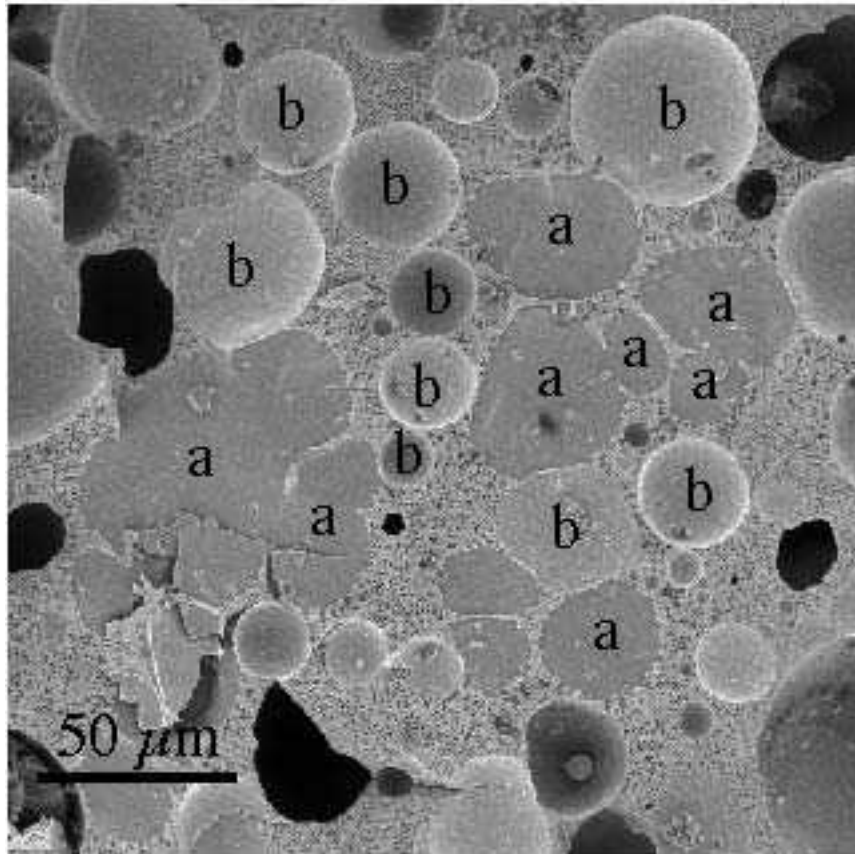


Ultra Low Temperature Ice Cream Extrusion (ULTICE)

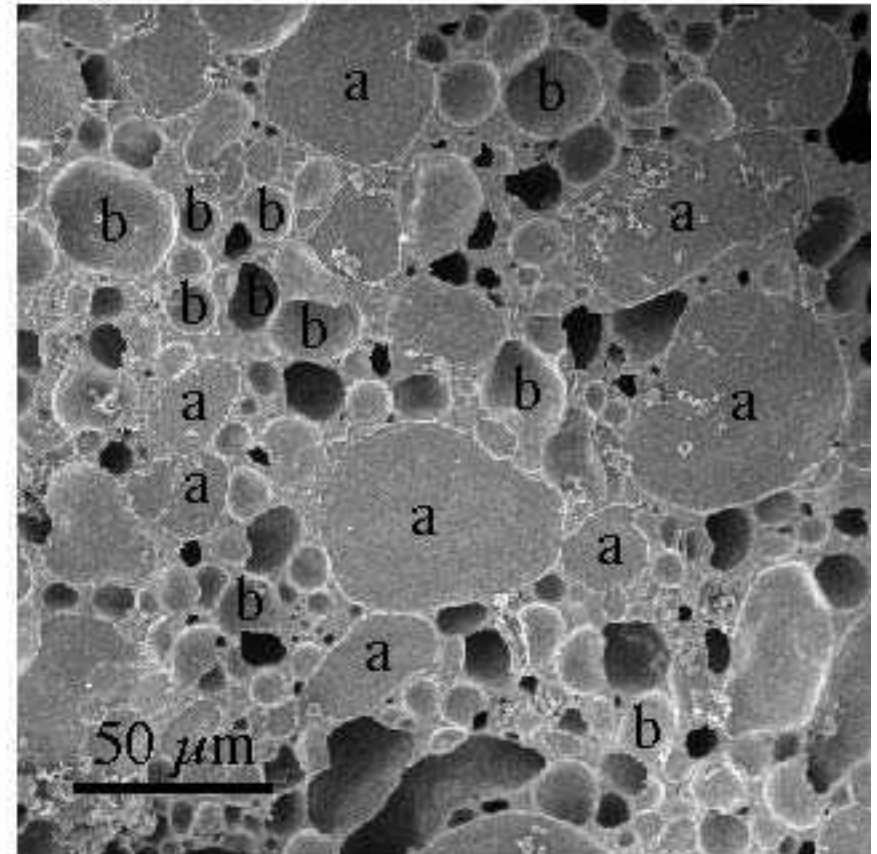


KORN-VERKLEINERUNG

Freezer, -4.7°C

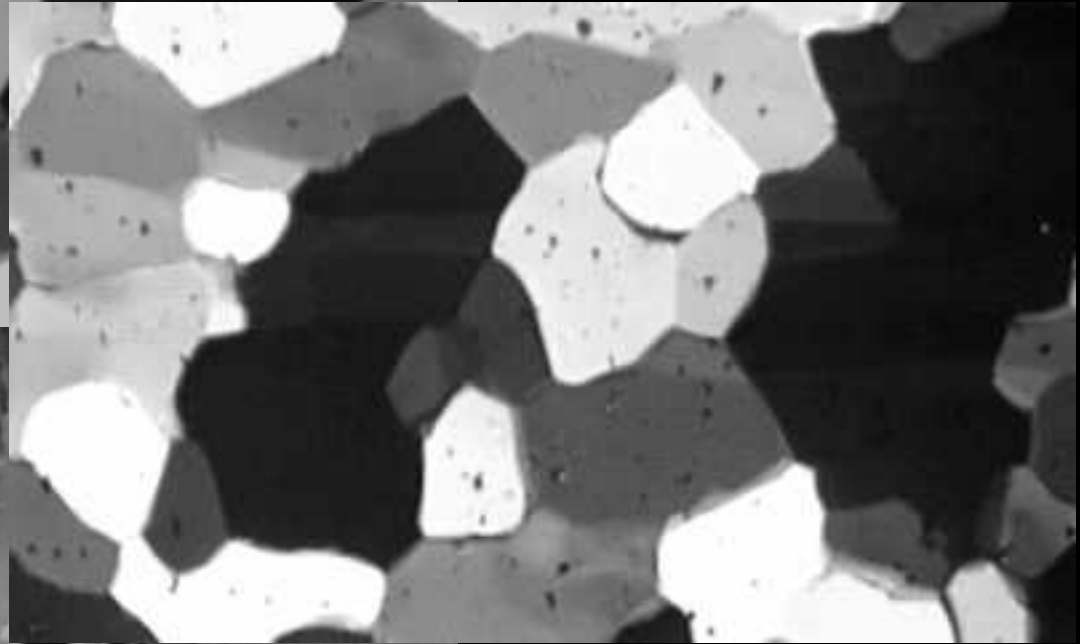
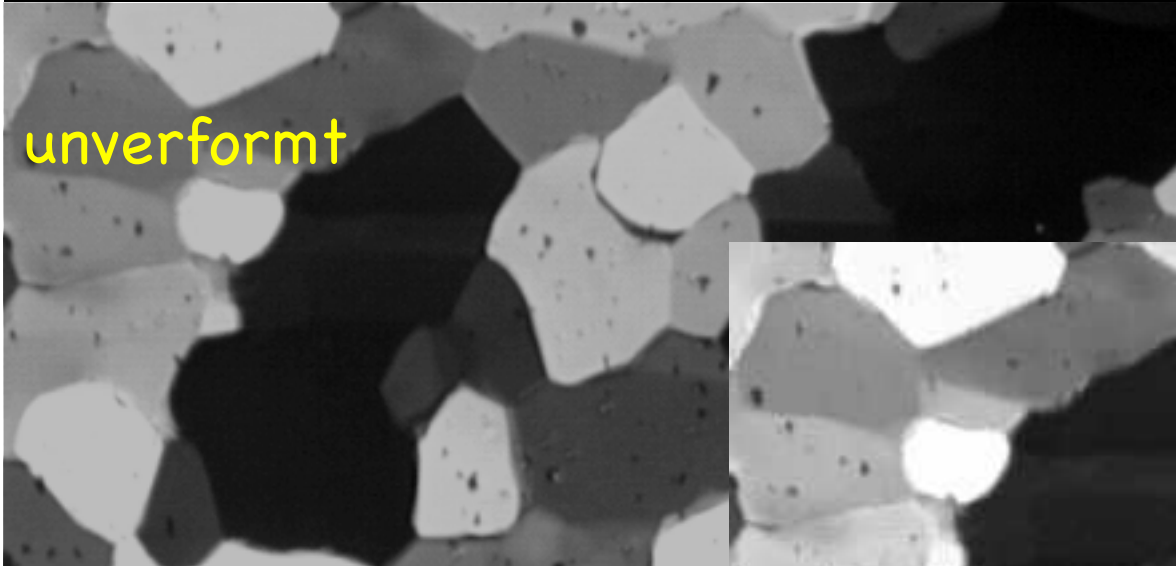


ULTICE, -13.0°C

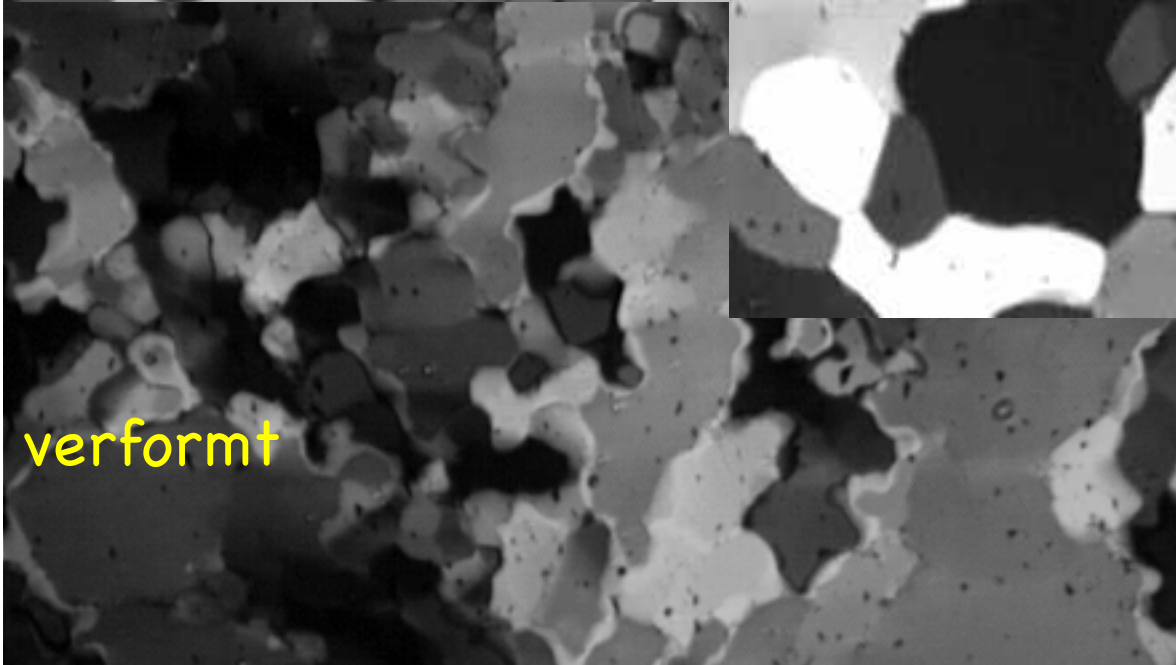


"ANNEALING" = TEMPERUNG = KORNWACHSTUM

unverformt



verformt



... UND ANDERE GESTEINE



DENT DE MORCLES

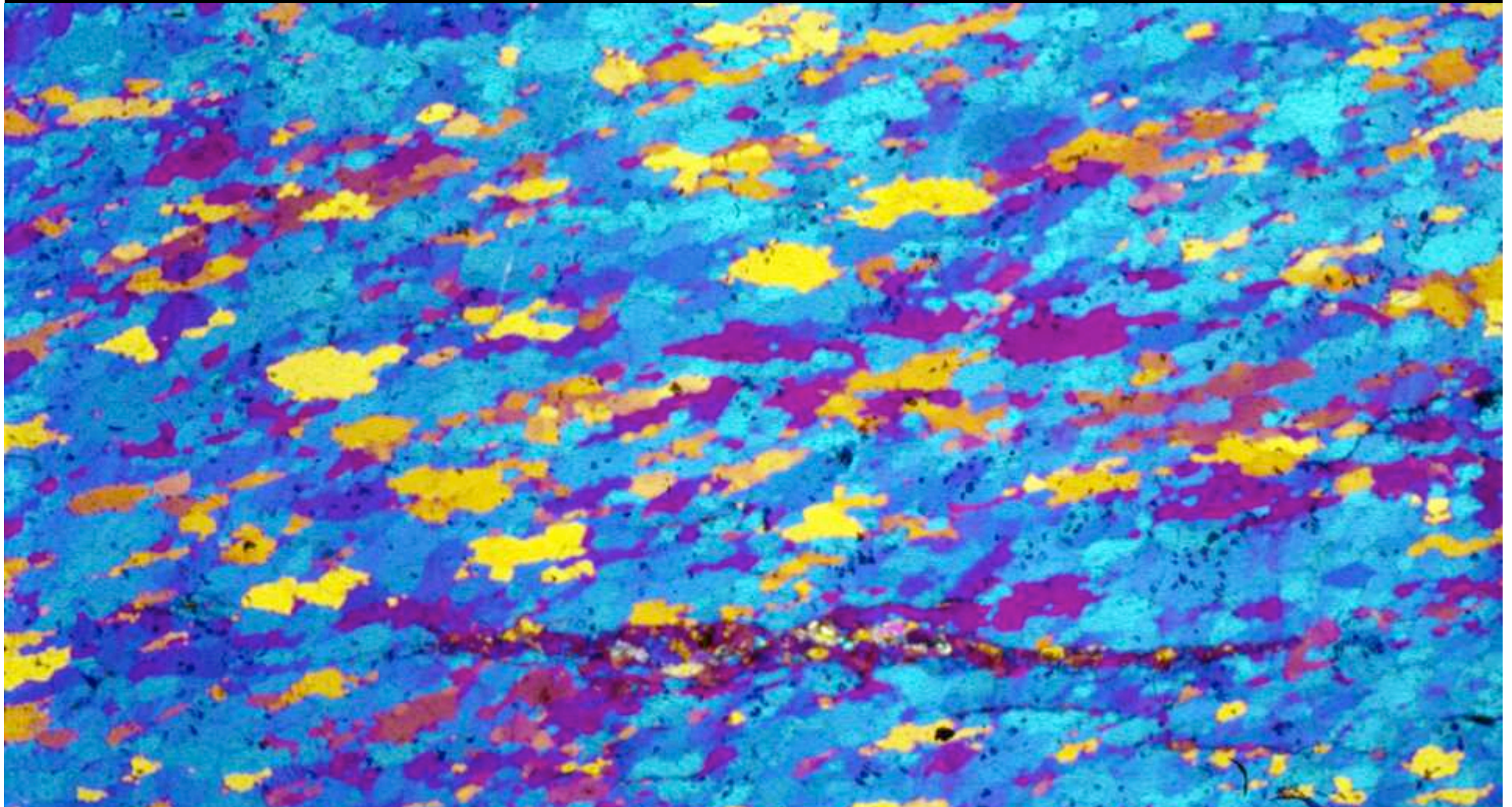
DÜNNNSCHLIFF Quarzit Val Loana

unpolarisiertes Licht



DÜNNNSCHLIFF Quarzit Val Loana

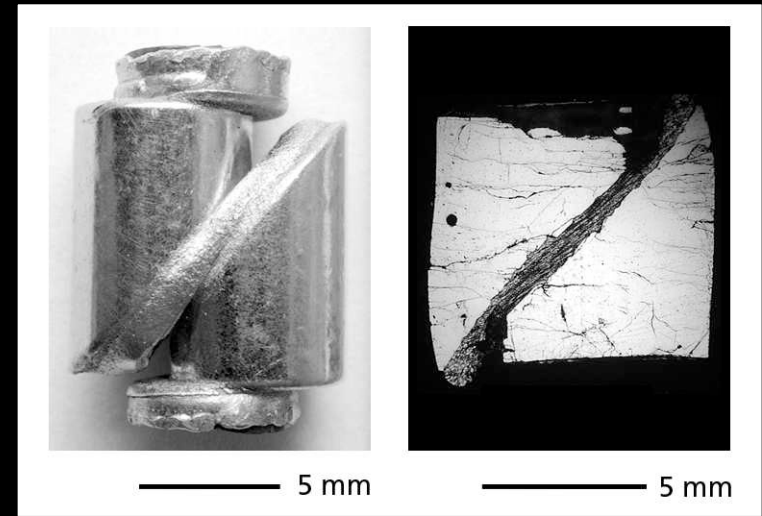
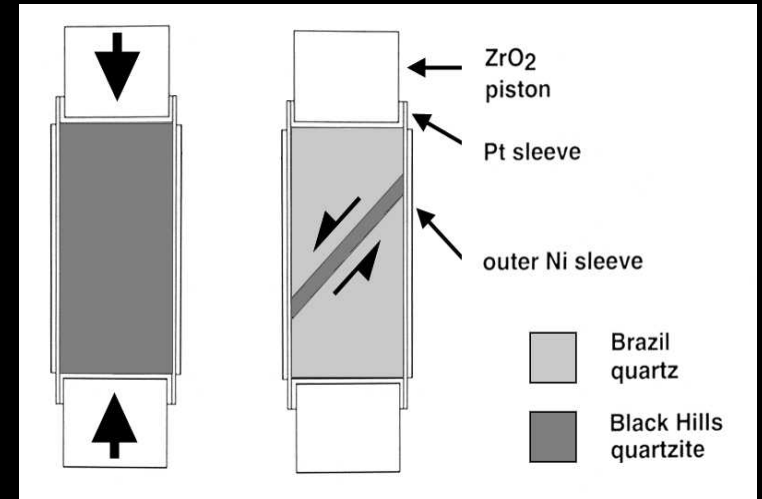
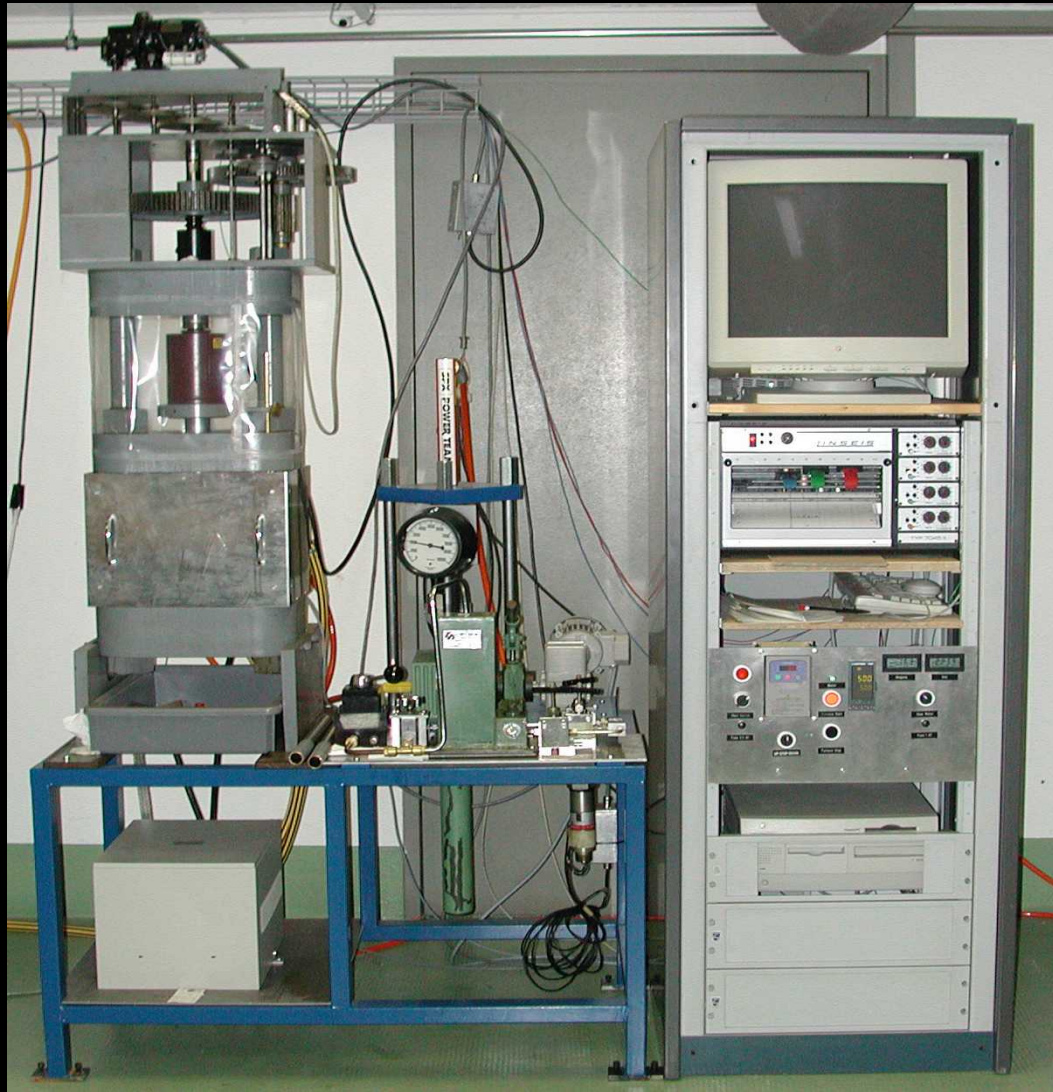
polarisiertes Licht
 λ - Platte



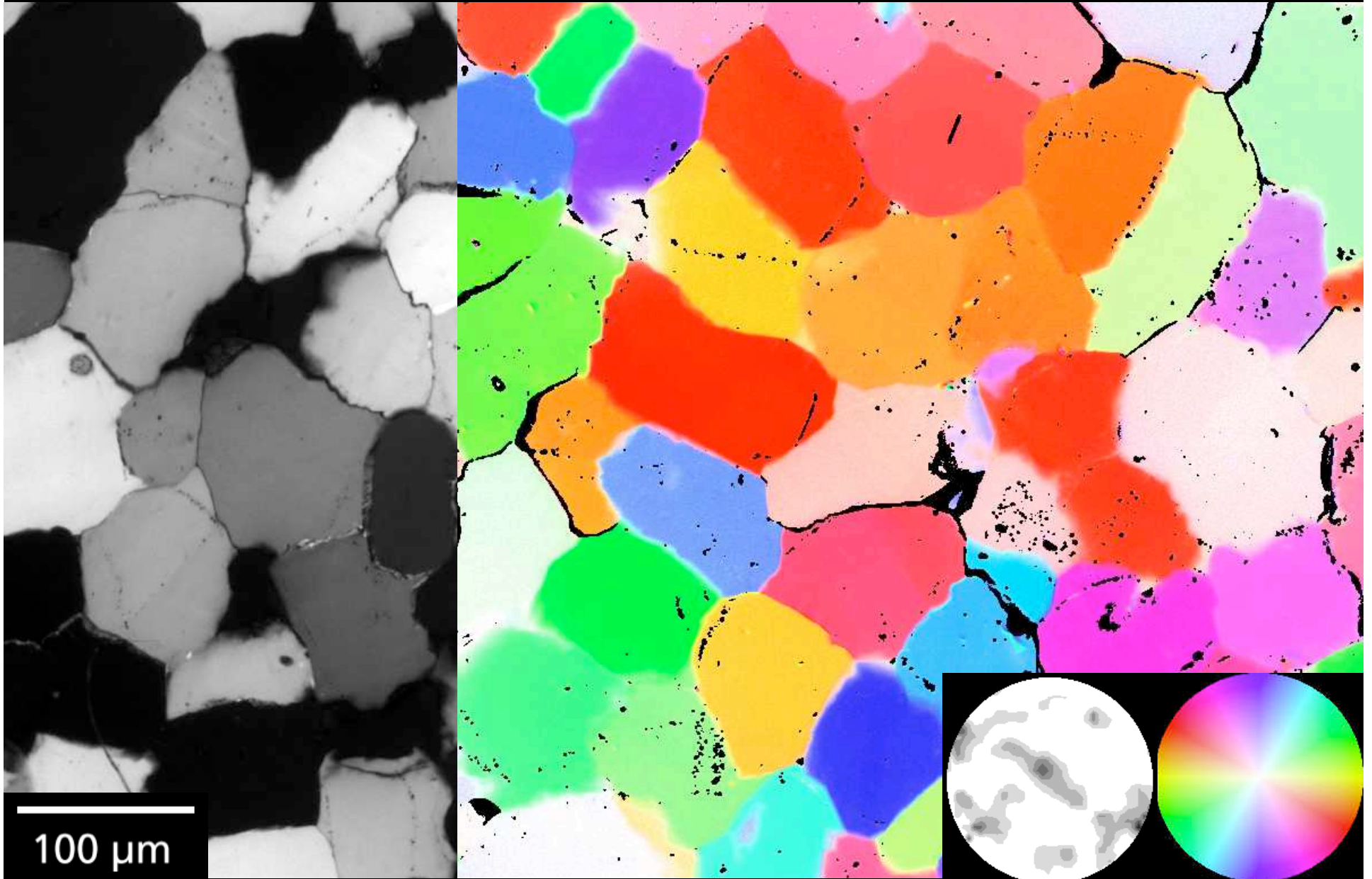
FARBE Mineral, Zusammensetzung
Schliff-Dicke
kristallographische Orientierung

EXPERIMENTELLE GESTEINSVERFORMUNG

<http://www.unibas.ch/earth/micro/>



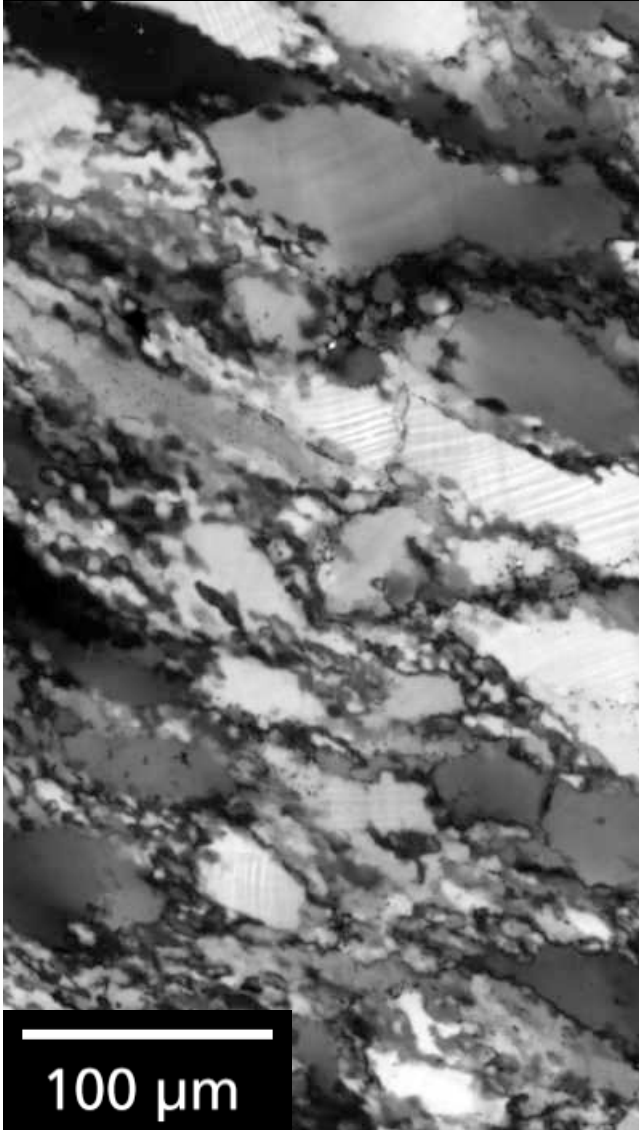
EXPERIMENTELLE VERFORMUNG VON QUARZ



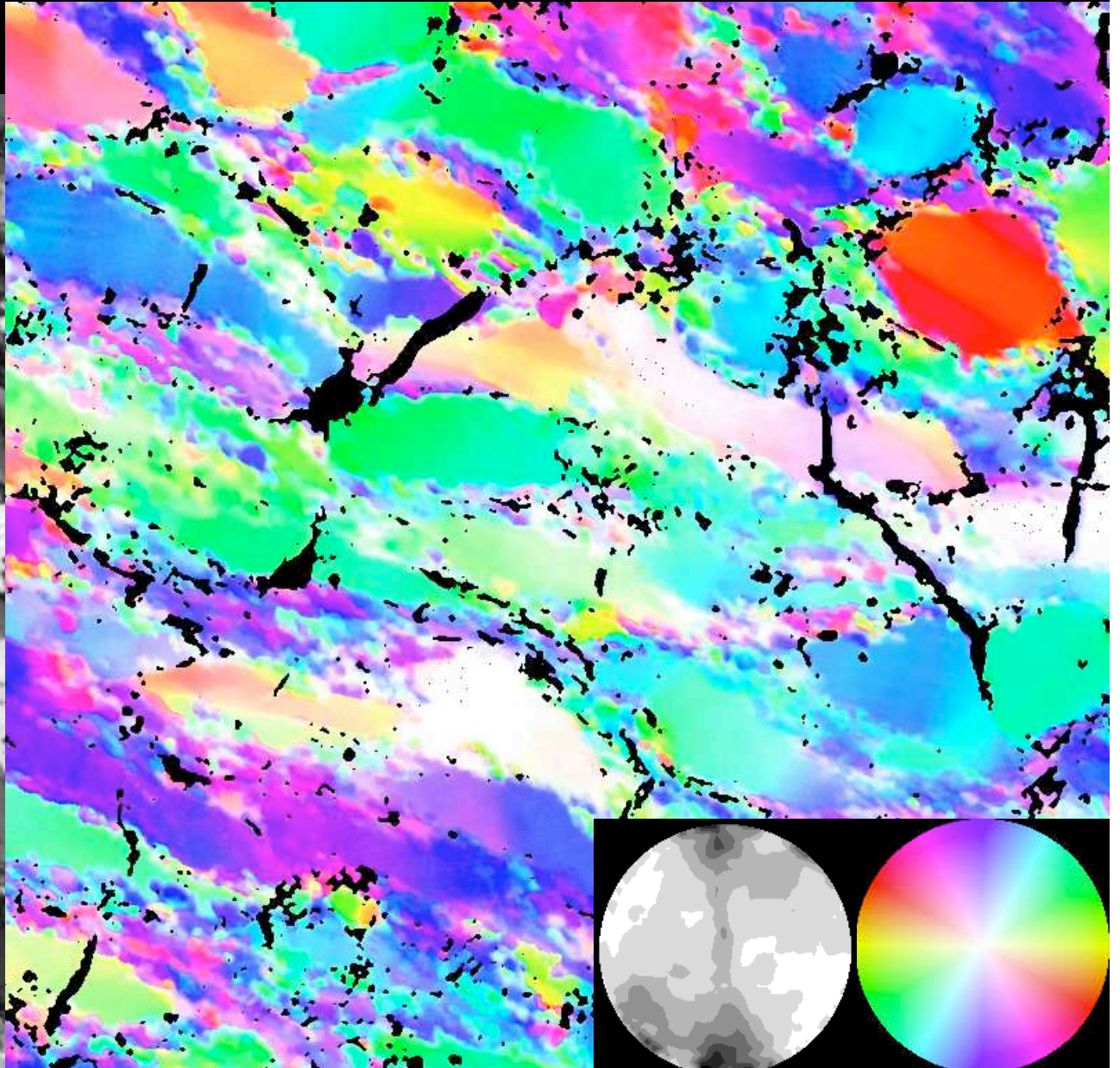
EXPERIMENTELLE VERFORMUNG VON QUARZ



shear plane



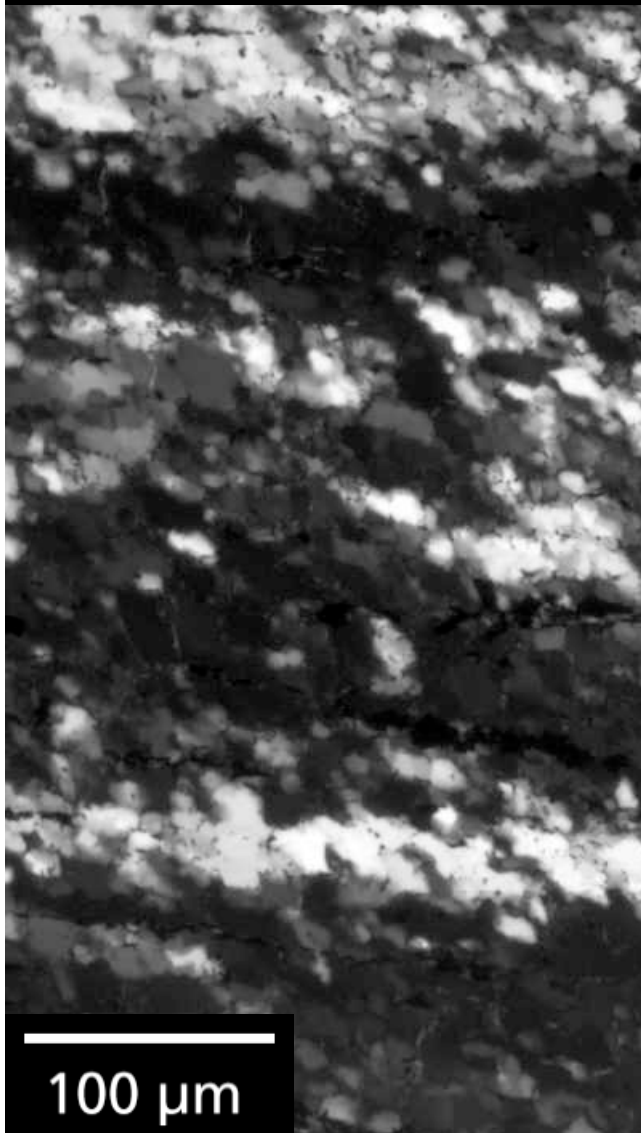
100 μm



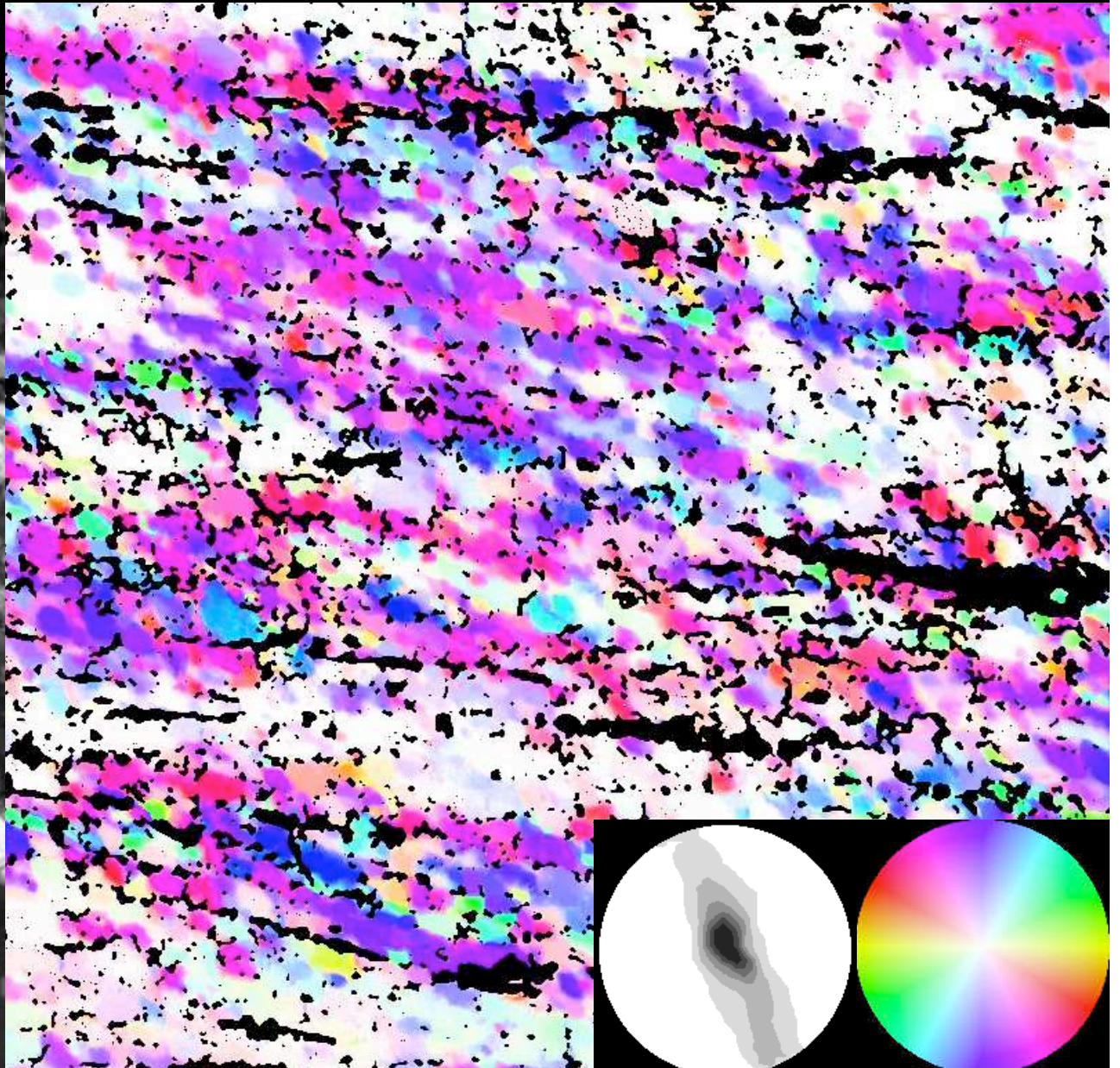
EXPERIMENTELLE VERFORMUNG VON QUARZ



shear plane

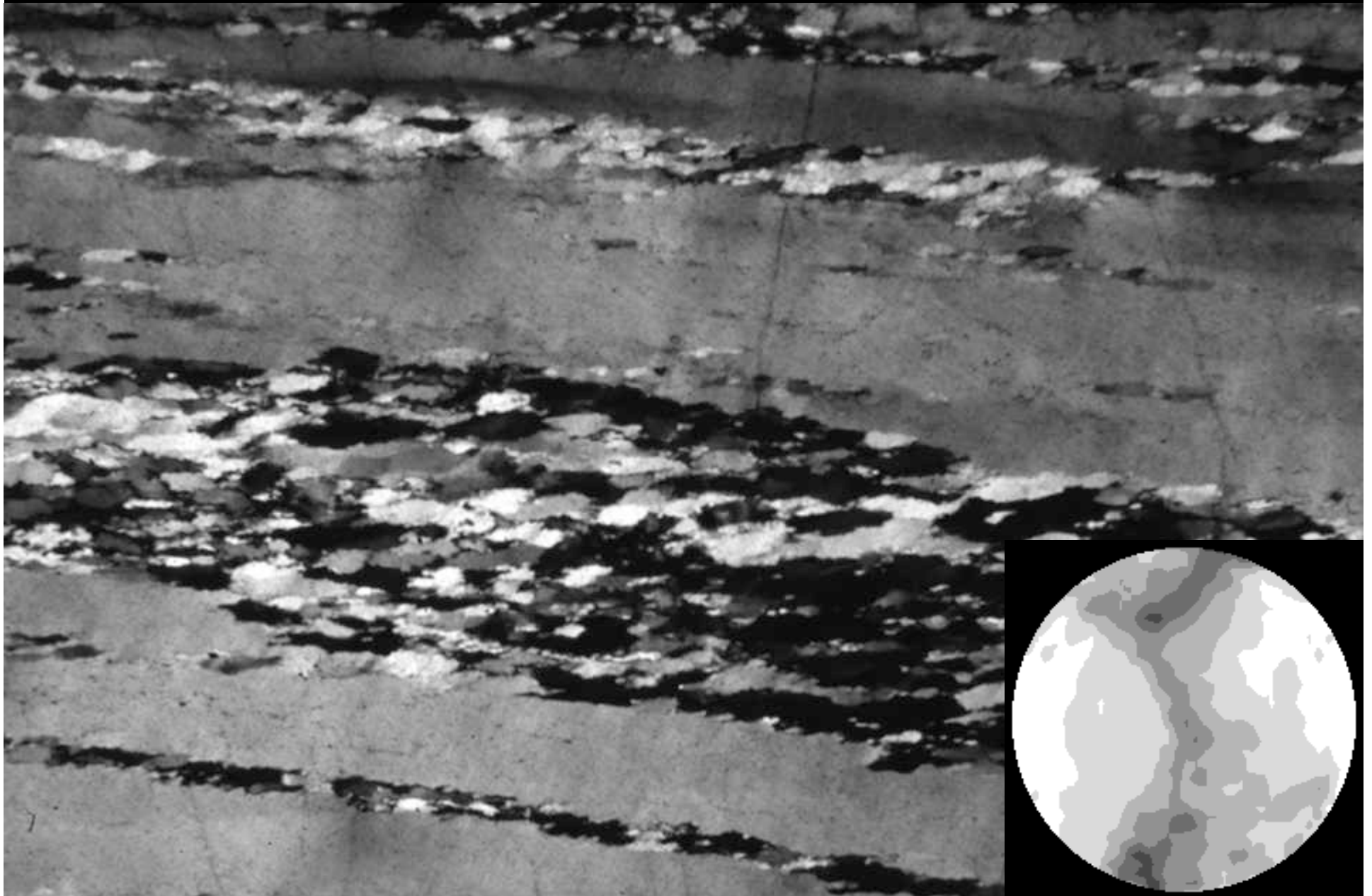


100 μm



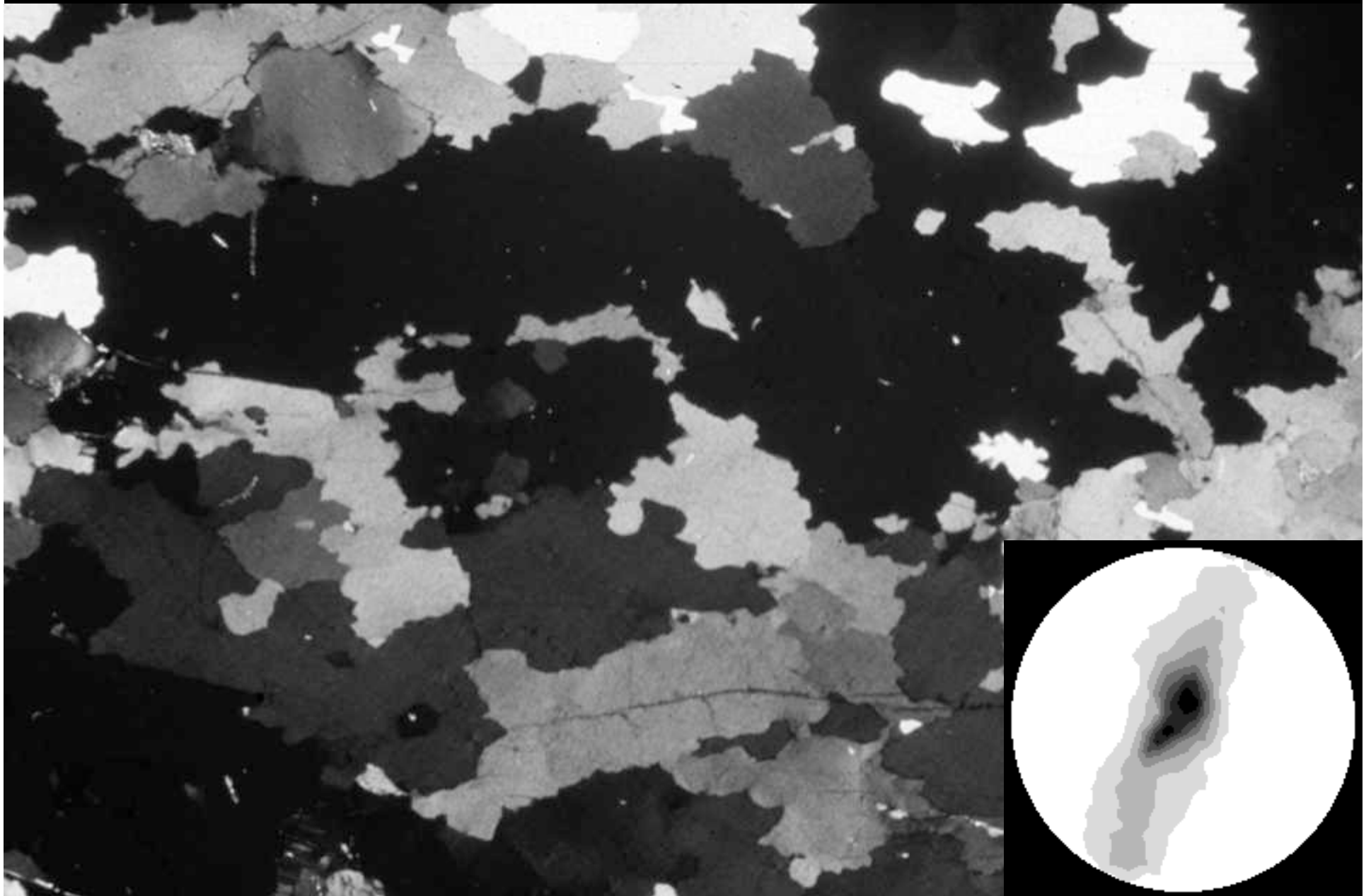
DÜNNSCHLIFF Quarz-Ader Tonale, 400°C

polarisiertes Licht



DÜNNSCHLIFF Quarz-Ader Tonale, 600°C

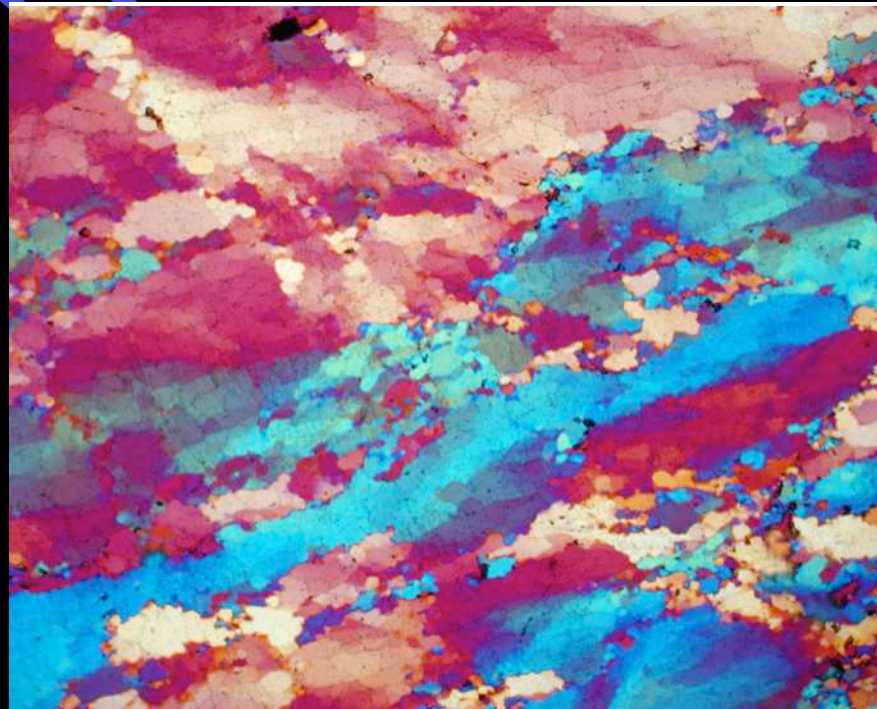
polarisiertes Licht



DEFORMATION

"microstructures are the link between nature and experiment"

EXPERIMENT

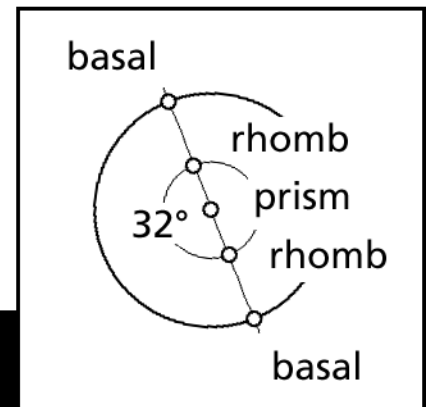
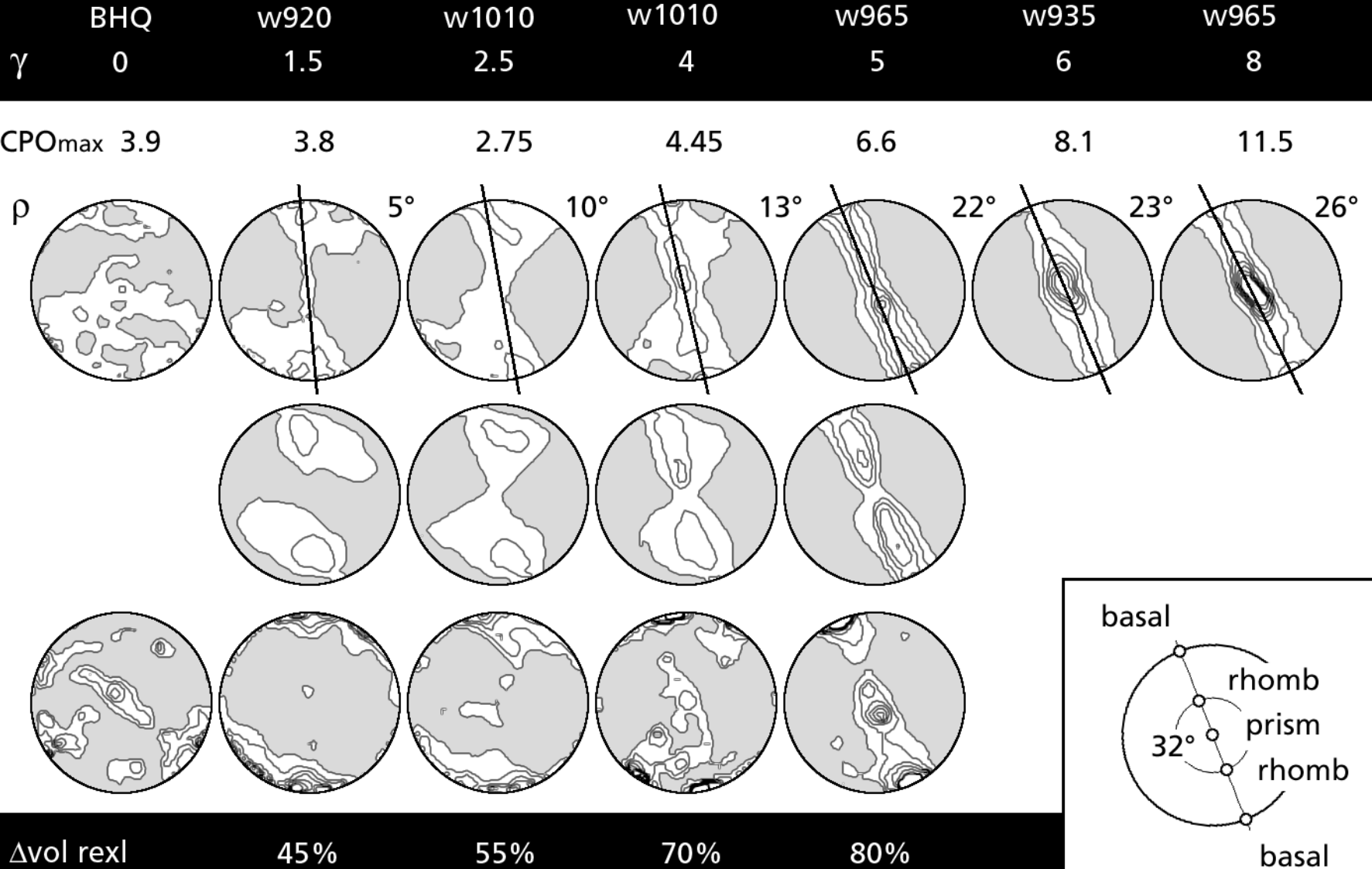


NATURE

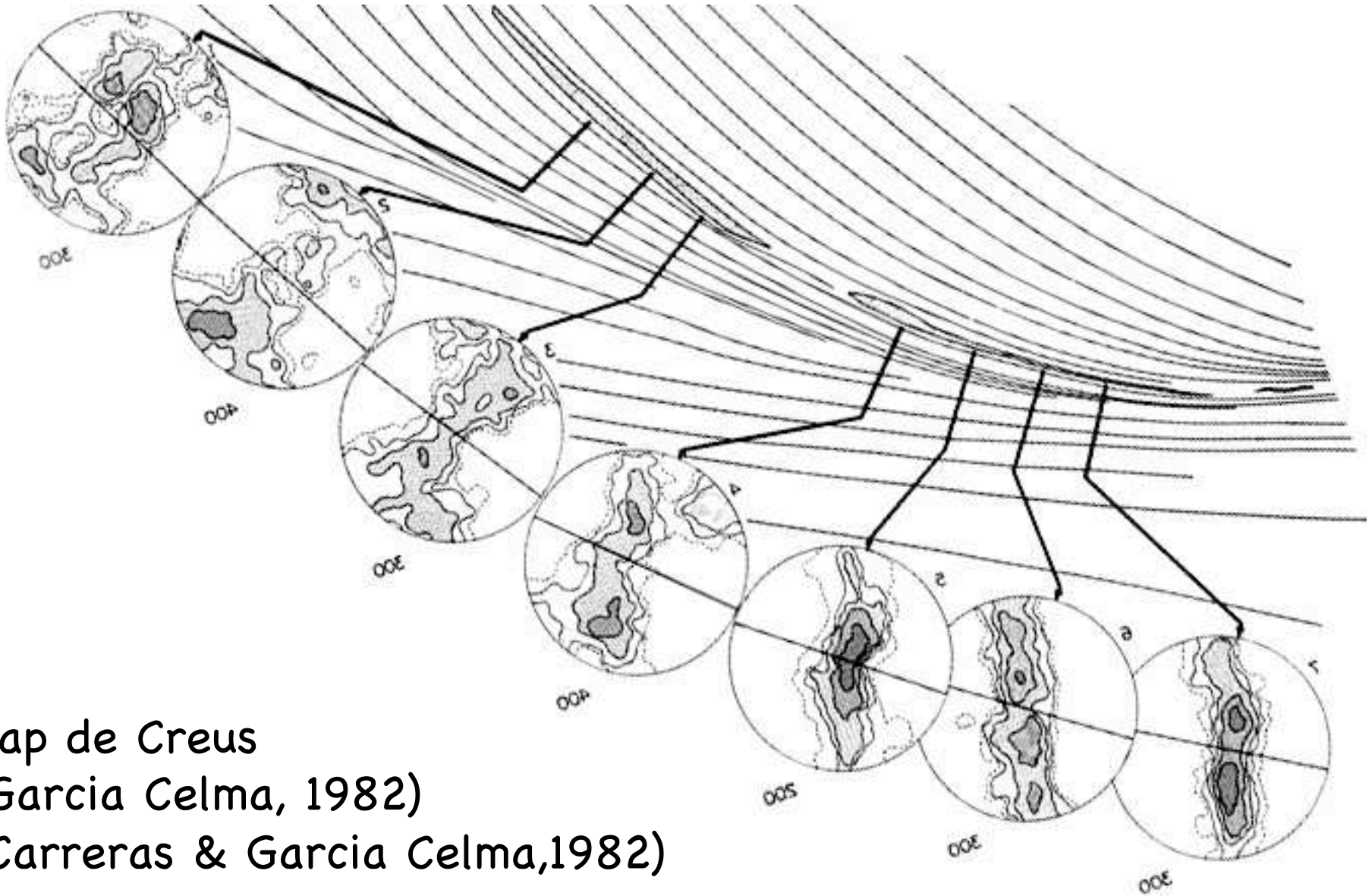
EXPERIMENTELLE VERFORMUNG VON QUARZ



shear plane

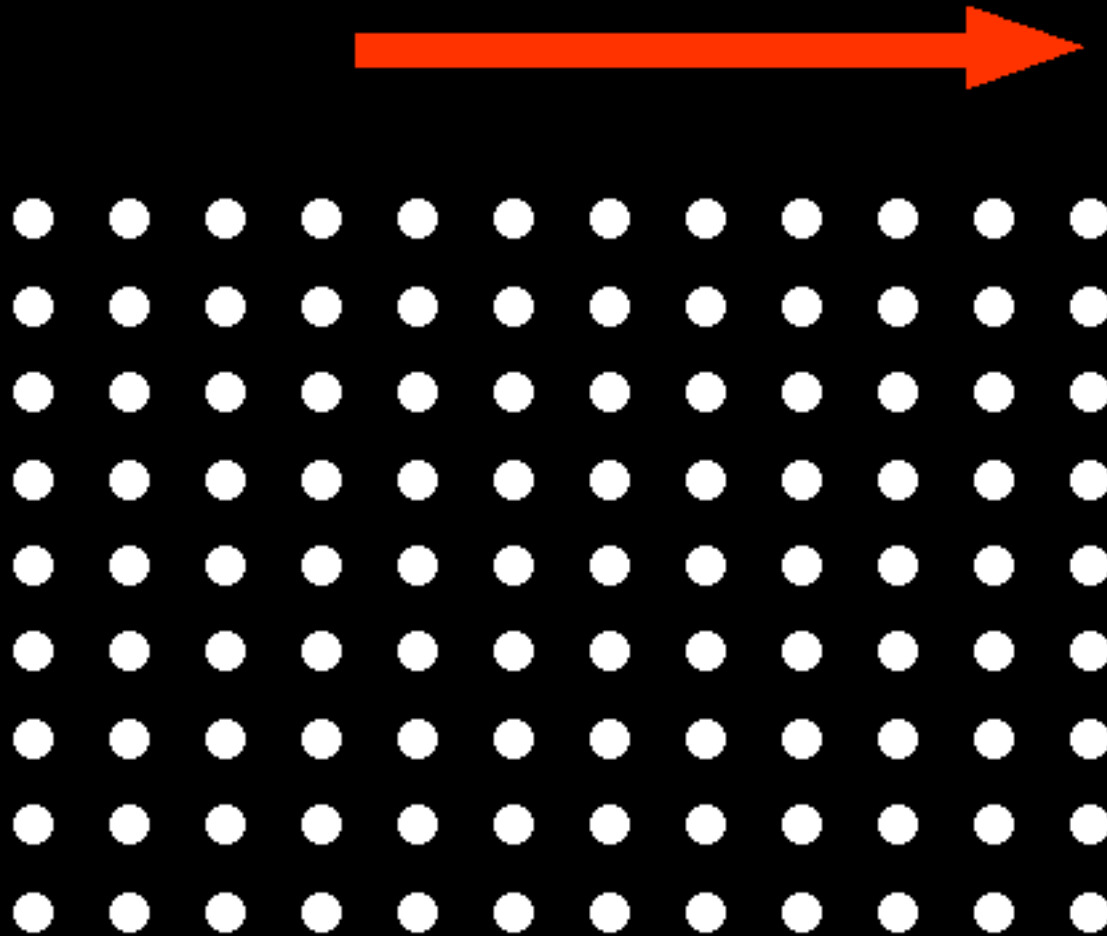


NATÜRLICHE VERFORMUNG VON QUARZ



Cap de Creus
(Garcia Celma, 1982)
(Carreras & Garcia Celma, 1982)

STUFEN-DISLOKATION



ERDBEBEN-PROJEKT



earth quake project

http://pages.unibas.ch/earth/micro/projects/earthquake/project.html

RockWare Hotel Krafft...el - Schweiz Baraban URZ Basel - Hot Links tel.search.ch The-Eggs AI-GEOSTATS

top erdbeben - projekt erdbeben - maschine erdbeben natur / experiment zwischen erdbeben ?

das Erdbeben Projekt



links: Basler Erdbeben 1356 rechts: Erdbeben von Kobe (Japan) 1995

In diesem Projekt untersuchen und beschreiben wir das Verhalten von Gesteinen im Uebergangsbereich vom (reibungskontrolliertem) Zerburchen zu (viskosem) Fliesen. Dazu studieren wir "Erdbeben-Gestein" aus verschiedenen Regionen

- frische "Erdbeben-Gesteine" aus der Bohrung der Kobe Erdbebenzone,
- fossile "Erdbeben-Gesteine" aus dem Schwarzwald, sowie aus den schweizerischen, italienischen und franzosischen Alpen

Die Mikrostrukturen dieser Gesteine werden beschrieben und die Korngrössenverteilung und die Kornformen bestimmt.

Um die Prozessen, die sich im Gestein während und nach dem Zerburchen abspielen, besser verstehen zu können, werden im Gesteinsverformungslabor Versuche durchgeführt, d.h. Prozesse, die sich im Erdinnern abspielen, werden simuliert. So kann der Einfluss von einzelnen Parameter (z.B. Druck, Temperatur, Verformungsgeschwindigkeit oder Flüssigkeitseinfluss) besser studiert werden. Unter dem Mikroskop werden auch die Strukturen in den experimentell verformten Proben angeschaut.

Display a menu

ERDBEBEN-PROJEKT


earth quake project

http://pages.unibas.ch/earth/micro/projects/earthquake/erdbeben.htr - Google


RockWare Hotel Krafft...el - Schweiz Baraban URZ Basel - Hot Links tel.search.ch The-Eggs AI-GEOSTATS

top erdbeben - projekt erdbeben - maschine erdbeben natur / experiment zwischen erdbeben ?


Erdbeben in Natur und Experiment




Das Bild zeigt die Folgen des Erdbebens in Kobe in 1995 (Stärke auf Richterskala: 7.2). Erdbeben dieser Magnitude oder noch stärker kommen weltweit mehrmals pro Jahr vor. In der Schweiz finden die meisten Erdbeben im Alpenraum und am südlichen Rheingraben statt.



Im Hochdruck Gerät können die Gesteinsproben unter hohem Druck (bis 25 kilobar) und Temperatur (bis 1200 Grad Celsius) verformt werden. Mit solchen Versuchen werden natürliche Prozesse im Erdinnern simuliert.



Unmittelbar nach dem Erdbeben in Kobe hat der japanische geologische Dienst eine Bohrung ausgeführt. Auf 625m Tiefe ist durch das aktive Teil eines Erdbebens gebohrt worden. Das durch das Erdbeben zerbrochenes Gestein sieht schwarz aus.



Als Schutz gegen die Korrosion durch das Salz wird die Probe in einer Gold-hülle verpackt. Die oben gezeigte Probe ist das Resultat eines Verformungsexperiments. Sie ist diagonal zerbrochen und vertikal versetzt.

Display a menu

GLETSCHER



monophas

polykristallin

kristallines Fliesen

Hoch-T-Verformung

Rekristallisation

(dynamisch)

$t \approx \text{Jahrzehnte}$

$\dot{\gamma} \approx 10^{-8} \text{ s}^{-1}$

GLACÉ



polyphas

polykristallin

Kornwachstum

Alterung

Rekristallisation

(statisch)

$t_d \approx \text{Monate}$

GESTEIN



mono/polyphas

polykristallin

Verformung

Metamorphose

Rekristallisation

(statisch/dynamisch)

$t \approx \text{Jahrmillionen}$

$\dot{\gamma} \approx 10^{-12} - 10^{-14} \text{ s}^{-1}$