

**Applikation:**

**LASM - Large Area Scan  
Macroscopic**



**Großflächen-Scan-Makroskop mit  
gerichteter Hellfeldbeleuchtung**

Eine innovative Entwicklung für die Glaciologie zur Untersuchung der Mikrostruktur polarer Eisbohrkerne

Das von Schäfter+Kirchhoff entwickelte Großflächen Scan-Makroskop wird vom Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung im Labor und auf Expeditionen bei Temperaturen bis zu -40 °C eingesetzt. Es ermöglicht eine im Vergleich zu bislang üblichen Messverfahren deutlich beschleunigte und qualitativ verbesserte Datenaufnahme.

Eisbohrkernabschnitte werden in hoher Auflösung und mit hoher Geschwindigkeit gescannt. Die bislang übliche Aufnahme von Einzelbildern mit einem Mikroskop und das nachträgliche mosaikartige Zusammenfügen der Bilder auf dem Rechner ist sehr zeitaufwändig, und hat den Nachteil, dass Sublimationsvorgänge die untersuchte Porosität des Eises während der Datenaufnahme bereits verändern.

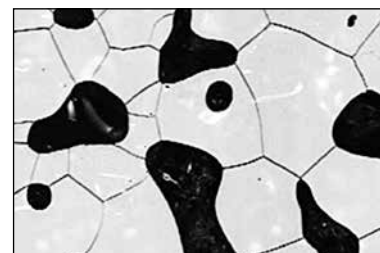


  
 • Specialized scanner for ice core research  
 • Operates down to -30°C  
 • Ultimate version to operate at -60°C  
 Special development for the  
  
 Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung

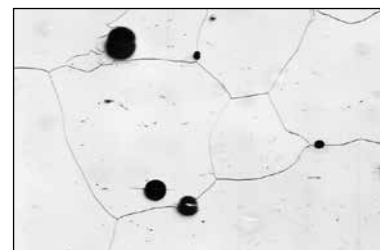
Das Eis polarer Gletscher ist ein Klimagedächtnis der Erde. Gas- und Aerosoleinschlüsse im Gletschereis erhalten über einen Zeitraum von mehreren hunderttausend Jahren detaillierte Information über die zu früheren Zeiten vorherrschenden Umwelt- und Klimabedingungen. Der bislang längste, in der Antarktis gewonnene Eisbohrkern hat eine Länge von 3.260 m und reicht mehr als 700.000 Jahre zurück. Die Eisbohrkerne geben Aufschluss über die großen Klimaveränderungen der Vergangenheit und helfen die gegenwärtige Klimawandlung zu verstehen.

Die Eisbildung an der Gletscheroberfläche ist ein komplexer Vorgang, der von Faktoren wie z.B. der Niederschlagsmenge, der Temperatur, der Windstärke und dem Vorhandensein von Spurenstoffen abhängt. Über Jahre verdichtet der Neuschnee an der Gletscheroberfläche zu noch luftdurchlässigem Firn und schließlich zu Eis. Aufgrund der Luftdurchlässigkeit der oberen Gletscherschichten gibt es eine Zeitverschiebung zwischen eingelagerten Aerosolen und Gaseinschlüssen, die 100 bis 10.000 Jahre betragen kann. Durch die Untersuchung der Mikrostruktur der Eisbohrkerne gewinnen Glaziologen des Alfred-Wegener-Instituts Informationen über die Eisbildung und die Entwicklung der Gaseinschlüsse, mit dem Ziel diese Vorgänge zu erfassen und für die Vergangenheit zu rekonstruieren.

**Kontakt: Dr. Kipfstuhl, Dr. Freitag, Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung, Bremerhaven.**



Scan eines in 60 m Tiefe in der Antarktis gewonnenen Eisbohrkerns. Korngrenzen und Gaseinschlüsse sind deutlich zu erkennen.



Scan eines in 615 m Tiefe gewonnenen Eisbohrkerns. Die Gaseinschlüsse sind kleiner und seltener.



Scan eines in 1.035m Tiefe gewonnenen Eisbohrkerns. Fast alle Gaseinschlüsse sind zu Lufthydraten konvertiert.

**Eisbohrkern-Untersuchung mit 5 µm Auflösung durch Zeilenkamera Sensorkopf mit gerichteter Hellfeldbeleuchtung**

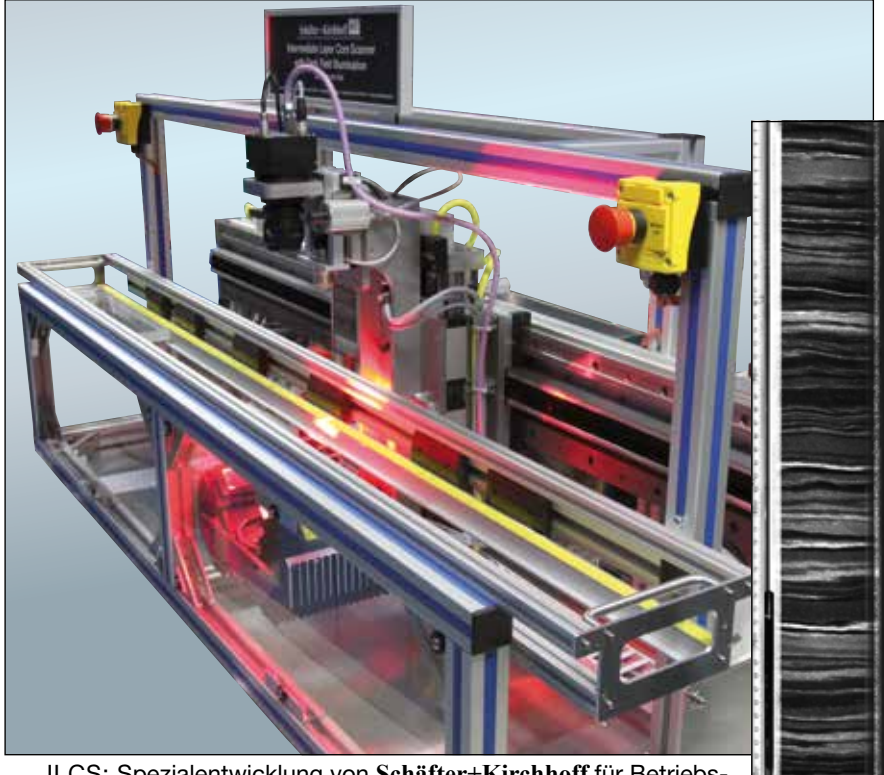
Messfeldbreite:	41 mm (Messfeldlänge unbegrenzt)
Auflösung:	5 µm (horizontal 8192 Pixel)
Zeilenfrequenz:	7.2 kHz
Scangeschwindigkeit:	36 mm/s
Messdauer:	2.8 s (für Messfeld 41mm x 100 mm)
Arbeitsabstand:	50 mm
Umgebungstemperatur:	-40°C (Endversion bis -60°C)

**Applikation:**

**ILCS – Intermediate Layer Core Scanner  
Stratigraphie-Scanner mit Dunkelfeldbeleuchtung**

Eine innovative Entwicklung für die Glaciologie zur Untersuchung der visuellen Schichtstruktur polarer Eisbohrkerne

Der ILCS Scanner wurde von Schäfter+Kirchhoff für den Expeditionseinsatz entwickelt. Alle Komponenten, mechanische, elektronische und optische, sind für Temperaturen bis -40 °C ausgelegt. Mit dem ILCS Scanner wird die Schichtstruktur von bis zu 1.7 m langen Eisbohrkernabschnitten aufgenommen.

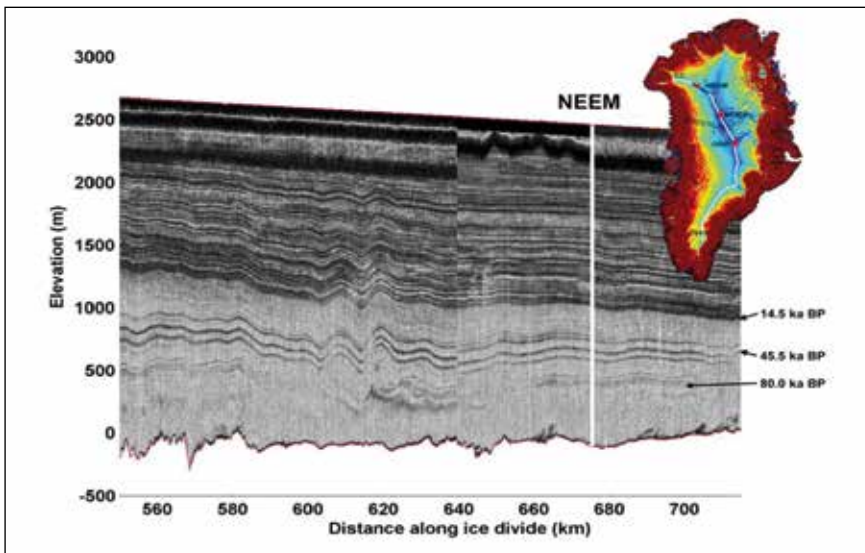


ILCS: Spezialentwicklung von Schäfter+Kirchhoff für Betriebstemperaturen bis -40°C. Rechts: Ausschnitt (ca. 40 cm) eines Scans.

Die jahreszeitliche Variation des Niederschlags und des auf der Oberfläche abgelagerten Staubes führt zu einer schichtförmigen Struktur des Gletschereises. Diese wird, neben anderen Merkmalen, zur Datierung der im Eis enthaltenen Festkörper- und Gaseinschlüsse herangezogen.

Darüber hinaus sind im Eis die zum Teil globalen Auswirkungen starker Vulkanausbrüche als breite Regionen starker Ascheeinlagerung zu erkennen. Dies bildet einen Marker um verschiedene Eisbohrungen miteinander zu korrelieren und gegebenenfalls, wenn z.B. geologische Daten über den Ausbruchzeitpunkt vorliegen, absolut zu datieren.

Zur visuellen Stratigraphie, der optischen Aufnahme der Schichtstruktur, und zur Dokumentation der Bohrung wird der gesamte i. Allg. mehrere Kilometer lange Bohrkern stückweise abgescant. Hierfür wird ein Abschnitt des zylindrischen Bohrkerns herausgesägt (siehe z.B. Schnittplan des NEEM-Projekts unten, Abschnitt B-D), und nach Glättung der Oberfläche abgescant. Die Dunkelfeldbeleuchtung des Scanners läßt eingelagerte Festkörper und Gasblasen hell hervortreten. Klare Eisregionen erscheinen dunkel.



**NEEM – The North Greenland Eemian Ice Drilling Project**

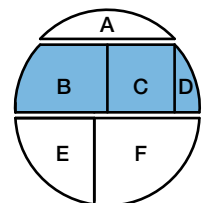
Im Juli 2010 wurde die im Rahmen des NEEM-Projektes (North Greenland Eemian Ice Drilling Project) durchgeführte Eiskernbohrung auf dem grönländischen Inlandeis erfolgreich beendet, als der Bohrer nach etwa drei Jahren in 2,5 km Tiefe auf felsigen Untergrund stieß.

Gewonnen wurde ein Klimaarchiv das über mehr als 120.000 Jahre bis in die Eem-Warmzeit zurückreicht.

Das Klima der Eem-Warmzeit ist mit einer 3 bis 5 °C höheren mittleren Temperatur und einem etwa 5 m höheren Meeresspiegel vergleichbar mit möglichen zukünftigen Klimazuständen. Sowohl das Großflächen-Scan-Makroskop (S. 48), als auch der Stratigraphie-Scanner von Schäfter+Kirchhoff kamen vor Ort zum Einsatz.

**Schnittplan des Eiskerns im NEEM-Projekt:**

- A: Mikrostrukturuntersuchungen (u.a.)
- B-D: visuelle Stratigraphie (u.a.)
- E: Gasuntersuchungen
- F: Archiv



**ILCS – Intermediate Layer Core Scanner**

Erfassung der visuellen Stratigraphie polarer Eisbohrkerne durch einen Zeilenkamera-Sensor mit Dunkelfeldbeleuchtung

- Betriebstemperatur: -40°C
- Auflösung: 0.05 mm
- Messfeldbreite: 105 mm
- Messfeldlänge: 1250 mm single pass, 1700 mm double pass
- Scangeschwindigkeit: bis 22.7 mm/s
- Scandauer: min. 48.5 s bei Eiskernlänge 1100 mm
- Beleuchtung: 2 x LED Linienbeleuchtung (Dunkelfeld)

Appl. Eis\_ZK.indd • Page 53