

- 1 Wärmetauscher mit eingesetzter Drossel, auf der Bodenplatte der Beobachtungskammer
- 2 Schema der Anordnung
- 3 Die Kammer mit der peripheren Druck- und Regeltechnik

Fraunhofer-Institut für Biomedizinische Technik IBMT

Prof. Dr. Heiko Zimmermann
Prof. Dr. Günter Fuhr
Joseph-von-Fraunhofer-Weg 1
66280 Sulzbach

Ansprechpartner:

Biomedizinische Optik
Dr. Frank Stracke
Telefon +49 (0) 6894 980-166
frank.stracke@ibmt.fraunhofer.de

www.ibmt.fraunhofer.de

HOCHGESCHWINDIGKEITS- TEMPERIERUNG FÜR DIE MIKROSKOPIE

Aufgabenstellung

Moderne mikroskopische Methoden erlauben die Untersuchung einer Probe weit über die Morphologie hinaus. Vielfältige Informationen über die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften lassen sich orts aufgelöst gewinnen und bildgebend darstellen. Insbesondere in der Biologie ist dies zum Verständnis komplexer Systeme unverzichtbar. Jedoch werden funktionelle Mikroskopiertechniken zunehmend auch in den Materialwissenschaften gefordert.

Häufig sind nicht statische sondern veränderliche Systeme im Zentrum des Interesses. Geeignete Untersuchungsmethoden müssen dann eine im Vergleich zum beobachteten Prozess deutlich höhere Aufnahmegeschwindigkeit aufweisen. Die Verfahren der funktionellen Mikroskopie sind jedoch zumeist recht langsam.

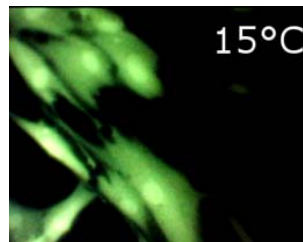
Um dynamische Systeme nun für die Methoden der funktionellen Bildgebung zugänglich zu machen, wurde eine Probenkammer entwickelt, die unter Beobachtung

beliebigen zu Zeitpunkten ein Standbild der Probe zur detaillierten Untersuchung erzeugt. Erreicht wird dies durch ultraschnelle thermische Arretierung der Probe unterhalb des Glaspunktes des Wassers ($T \approx -140^\circ\text{C}$). Die Abkühlgeschwindigkeit muss dabei so hoch sein, dass kein Wachstum von Eiskristallen auftritt.

Lösungsweg

Um die Wärme aus der Probe möglichst effizient abzuführen und darüber hinaus die Ausbildung einer isolierenden Dampfschicht („Leidenfrost-Phänomen“) zu verhindern, wird mit überkritischem Stickstoff als Kühlmittel gearbeitet. Das unter Druck stehende Kühlmittel wird auf Knopfdruck über eine direkt unter dem Wärmetauscher positionierte Drossel expandiert. Um die auftretenden mechanischen Belastungen aufzufangen und dabei eine hohe Wärme-

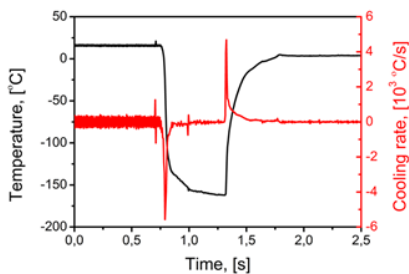
leitfähigkeit zu bieten, wurde industrieller Diamant als Material für den Wärmetauscher gewählt. Der Ultraschnellen Abkühlung auf $T \approx -140^\circ\text{C}$ folgt eine beliebig lange Thermostatisierung bei dieser Temperatur, die für detaillierte Untersuchungen des Standbildes genutzt werden kann. Die Ausführung des Kühlers ist frei von beweglichen und elektrischen Teilen und kann somit prinzipiell auch zur ultraschnellen Erwärmung der Probe nach der Untersuchung mit überkritischen Heizmedien genutzt werden. Der gestoppte Prozess läuft dann unbeeinflusst weiter.



Oben: Mit Vitalfarbstoffen markierte L929-Zellen in gewöhnlichem DMEM-Kulturmedium vor und nach der ultraschnellen thermischen Arretierung. Die Form und das Volumen und alle erkennbaren Strukturen werden störungsfrei konserviert.

Leistungsmerkmale

- Temperaturänderungen bis 6000 K/s
- Thermostatisierung bei $T < -140^\circ\text{C}$
- Kompatibel mit kommerziellen Mikroskopen.



Oben: Temperaturverlauf und Kühl-/Heizraten einer wässrigen Probe erreicht durch sukzessive Expansion von Stickstoff unter 100bar bei -140°C und $+120^\circ\text{C}$. durch den Joule-Thomson-Effekt kühlt der Stickstoff an der Drossel weiter ab und führt zu einer minimaltemperatur unter -150°C .

Anwendungen

Die neuartige Technologie zur ultraschnellen thermischen Arretierung dynamischer Zustände kann überall dort eingesetzt werden, wo veränderliche Proben sich der Untersuchung mit modernen, informationsreichen Mikroskopieverfahren entziehen. Wo bisher ein Kompromiss zwischen zeitlicher Auflösung des untersuchten Prozesses und Informationsgehalt der Messung erforderlich war, lassen sich nun definierte Zustände auswählen, thermisch stoppen und beliebig lange vermessen. Neben den Anwendungsbereichen in der Zellbiologie sind hier insbesondere materialwissenschaftliche Fragestellungen im Fokus.