

Titel des Projekts: Konstruktion eines Perfusionsbioreaktors für Kryo-Hirnbanken

Projektleitung: Dr. med. Alexander German (Molekulare Neurologie, Universitätsklinikum Erlangen)

Förderung: Gemeinschaft deutscher Kryobanken (GDK e.V.)

Abschlussbericht

Das von der Gemeinschaft deutscher Kryobanken (GDK e.V.) geförderte Forschungsprojekt hatte zum Ziel, Kryokonservierungsprozesse für Hirngewebe zu verbessern. Vitales humanes Hirngewebe ist von großem Interesse für die Biomedizin; Kryo-Hirnbanken könnten beispielsweise die klinische Versorgung bei neurologischen Erkrankungen verbessern. In diesem Kontext wurde am Universitätsklinikum Erlangen ein Hirnarchiv eingerichtet (www.uker.de/mn-hirnarchiv).

Der Fokus des von der GDK geförderten Projekts lag in der Etablierung von Perfusionstechnologien, der Optimierung von Zusammensetzung und Konzentration von Gefrierschutzmitteln, sowie von Temperatur und Druck, um Hirngewebe optimal zu stabilisieren.

Im Rahmen einer medizintechnischen Masterarbeit wurde ein modularer Bioreaktor konstruiert. Dieses System erlaubt die Überwachung des Gefäßwiderstands und die Steuerung von Peristaltikpumpen. Parallel dazu wurden grundlagenwissenschaftliche Experimente durchgeführt. Dabei war ein zentraler Durchbruch der Nachweis, dass neuronale Netzwerke im adulten Maus-Hippocampus nach Vitrifikation und anschließender Wiedererwärmung ihre funktionelle Integrität zurückerlangen können [1-3]. In unseren Studien zeigten wir eine nahezu physiologische Erholung der neuronalen Erregbarkeit sowie der synaptischen Übertragung. Dies stellt einen signifikanten Fortschritt dar, da belegt werden konnte, dass komplexe elektrophysiologische Eigenschaften wie die Langzeitpotenzierung (LTP), ein zelluläres Korrelat für Gedächtnisprozesse, nach einem vollständigen Stopp der molekularen Mobilität erhalten bleiben können.

Begleitend zu diesen physiologischen Untersuchungen explorierten wir neue methodische Ansätze. Dazu zählt das „Perfusion Quenching“, ein Verfahren zur schnellen und gleichförmigen Abkühlung von Organen [4], sowie die Entwicklung von CRYO-CEST [5]. Letzteres ist ein nicht-invasives MRT-Verfahren, das es ermöglicht, die Konzentration von Gefrierschutzmitteln im Gewebe räumlich aufgelöst zu messen und somit die Qualität der Perfusion sicherzustellen. Ergänzt wurde die naturwissenschaftliche Forschung durch eine moralpsychologische Analyse, welche die öffentliche Akzeptanz der Hirnkonservierung beleuchtet [6].

Die Relevanz der Ergebnisse spiegelt sich in einer internationalen Medienresonanz wider. *New Scientist*, *Popular Mechanics* und *Medscape* berichteten über die funktionelle Wiederherstellung von Hirngewebe. Diese Aufmerksamkeit unterstreicht, dass die Förderung durch die GDK Impulse für relevante Innovation gesetzt hat. Ich danke der GDK für die Förderung dieses Projekts und die damit verbundene Unterstützung der kryobiologischen Forschung.

Zugehörige Publikationen und Medienberichte

Wissenschaftliche Veröffentlichungen:

1. German, A., et al., *Functional recovery of the adult murine hippocampus after cryopreservation by vitrification*. bioRxiv, 2025: p. 2025.01.22.634384.
2. German, A. and E.Y. Akdaş, *Excitability and synaptic transmission after vitrification of mouse corticohippocampal slices*. bioRxiv, 2024: p. 2024.06.03.597218.
3. German, A., et al., *Functional recovery of mouse brain slices after vitrification and rewarming*. Cryobiology, 2025. **121**: p. 105400.
4. German, A., *Perfusion quenching*. Cryobiology, 2024. **117**: p. 105097.
5. Schüre, J.-R., et al., *CRYO-CEST: Non-invasive imaging of cryoprotectants using chemical exchange saturation transfer*. bioRxiv, 2025: p. 2025.07.05.663058.
6. German, A. and M. Tretter, *Brain Preservation and Cryonics Through the Lens of Moral Psychology*. Neuroethics, 2025. **18**(1): p. 12.

Masterarbeit:

Pejković, Nikola (2025) *Entwicklung eines modularen Bioreaktors zur automatisierten Durchführung zerebraler Kryokonservierungen*. Masterarbeit, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), Lehrstuhl für Medizinische Biotechnologie.

Medienberichte:

- **New Scientist:** [Mouse brain slices brought back to life after being frozen for a week](#)
- **Popular Mechanics:** [Brain Tissue Suspended Animation](#)
- **Medscape:** [Medical Antifreeze: How to Freeze and Thaw Brain Tissue](#)