

Dieses Projekt ist ein ehrgeiziges Programm zur Untersuchung von stabilen und metastabilen Phasen von wässrigen Lösungen gewöhnlicher Salze wie LiCl, NaCl oder KCl unter bis dato unerreichten extremen Bedingungen. Die Erkenntnisse des Projektes werden eine Bedeutung in vielen Wissenschaftsgebieten von der Kryobiologie bis zur Astrophysik haben.

Im speziellen schlagen wir vor die polyamorphen Phasen des Wasser (Kohl, Loerting et al., Nature 2005) in verdünnten Lösungen bei moderatem Druck (kbar) und kürzlich entdeckte kristalline Phasen konzentrierter Lösungen unter Hochdruck (>10 kbar) zu charakterisieren. Die Entwicklung von einzigartigen und komplementären Methoden zur Charakterisierung der Thermodynamik, der mikroskopischen Struktur, der Protonendiffusion, der Leitfähigkeit sowie der dielektrischen Eigenschaften stellt einen wichtigen innovativen Teil des Projekts dar.

Das Projekt besteht aus zwei Hauptzielen:

- 1) Die Thermodynamik und die Struktur von verdünnten Lösungen sowie deren Relaxationszeiten in Abhängigkeit der Verdünnung UND des Druckes zu bestimmen, insbesondere um einen Zugang zum Glasübergang und dem unterkühlten Zustand zu erlangen. Wir werden diesen unzugänglichen Bereich des Phasendiagrammes ("No man's land") mit einzigartigen Methoden erschließen, die von unserem Team entwickelt worden sind, insbesondere Hyperquenchen (um Eisnukleation zu verhindern) und Druckamorphisierung. Dies wird uns ermöglichen, eine fundamentale Frage zur Physik der kondensierten Materie zu beleuchten: den Zusammenhang zwischen der Polyamorphie und dem flüssig-flüssig Übergang im Wasser (Giovambattista, Loerting et al., Nature Scientific Reports 2012).
- 2) Der Suche nach der Existenz von kristallinen Eisformen astrophysikalischer Relevanz, die Fremdionen im Gitter eingebaut haben und die Charakterisierung der neuen, exotischen Eigenschaften solcher Phasen. Dies beinhaltet die Superionizität, einen spektakulären Zustand der Materie, der für Wasser unter extremen Bedingungen vorhergesagt ist (Cavazzoni et al., Science 1999). Dieser Zustand zeichnet sich durch delokalisierte H-Atome und ein flüssigkeitsartiges Verhalten des Kristalls in Bezug auf Protonendiffusion aus, wodurch dieser Zustand der Materie als "Protonensupraleiter" bezeichnet wird. Die Herausforderung, die notwendigen extremen Druck- und Temperaturbedingungen zu erreichen, wird durch die im Projekt vorgeschlagenen methodischen und experimentellen Entwicklungen bewältigbar. Verschiedene Studien weisen auf Hochdruck-Polymorphe von Eis im Inneren der Monde Ganymed, Europa, Kallisto und Titan hin. Zusätzlich gibt es starke Hinweise auf unterirdische Salz/Eis-Krusten in einigen Monden. Die Charakterisierung von salzbeladenen Eispolymorphen unter Hochdruckbedingungen ist von höchster Relevanz für das Verständnis solcher Eismassen im Universum, da diese vermutlich eben diese exotischen Eigenschaften wie Superionizität zeigen könnten.