

Wasser ist allgegenwärtig, und deshalb ist ein Verständnis des anomalen flüssigen Zustands von Wasser entscheidend für so unterschiedliche Gebiete wie Protein Biochemie, Meteorologie oder Astrophysik. Man glaubt, dass der Schlüssel für viele Rätsel der Wissenschaft ein postulierter Phasenübergang erster Ordnung zwischen zwei verschiedenen Einkomponenten-Flüssigkeiten bei tiefen Temperaturen sein könnte: eine "fragile" Flüssigkeit hoher Dichte und eine "starke" Flüssigkeit niedriger Dichte. Bei höheren Temperaturen könnte die Phasengrenzlinie in einem spekulativen zweiten kritischen Punkt enden. Leider war es bis dato nicht möglich, diese Hypothesen mit direkten Messungen zu verifizieren bzw. falsifizieren, weil der relevante Teil des Phasendiagramms experimentell aufgrund von schneller Kristallisation der Flüssigkeit nicht zugänglich ist und daher "Niemandland" genannt wird. Experimente, um die Hypothese experimentell zu testen wurden bis heute daher vorwiegend im nicht-kristallinen, festen Zustand von Wasser ("amorphes Wasser") bei Temperaturen deutlich unterhalb des "Niemandlandes" durchgeführt. Schon vor über 20 Jahren wurden flüssigkeitsartige Eigenschaften von amorphem Wasser bei 1 bar beim Aufheizen über 136 K knapp unter dem Niemandland gemessen, die noch heute kontrovers diskutiert werden. Kürzlich ist es uns gelungen, auch flüssigkeitsartige Eigenschaften von amorphem Wasser bei hohen Drücken bis zu 1 GPa und bei Temperaturen knapp unter dem "Niemandland" zu messen, in dem wir hochdichtes amorphes Eis (HDA) isobar über die Glasübergangstemperatur T_g geheizt haben ohne Kristallisation zu beobachten. Diese Ergebnisse eröffnen nun die Möglichkeit, zwei verschiedene tief unterkühlte Flüssigkeiten von Wasser herzustellen und zu charakterisieren, und insbesondere die Frage zu untersuchen, ob es im Wasser tatsächlich einen Phasenübergang erster Ordnung zwischen zwei unterschiedlichen Flüssigkeiten gibt. Mithilfe unserer volumetrischen Methode können wir weiters untersuchen, ob auch die anderen bekannten amorphen Zustände von Wasser, z.B. sehr hochdichtes amorphes Eis (VHDA), einen Glasübergang zu einer Flüssigkeit zeigen, und hoffentlich das Mysterium um den Glasübergang im Wasser lösen. Weiters werden wir Hochdruck-Kalorimetrie und dielektrische Spektroskopie in diesem Bereich des Phasendiagramms anwenden, um die Flüssigkeiten bzw. die amorphen Zustände und deren Relaxationsverhalten bzw. den Glasübergang auch über andere Methoden zu charakterisieren. Die molekulare Struktur der relaxierten Zustände kann schließlich mithilfe von Isotopen Substitution Neutronenbeugung bestimmt werden und mit den bekannten Strukturen von amorphem Eis verglichen werden. Damit kann die Frage gelöst werden, wie viele Flüssigkeiten es im tief unterkühlten Wasser gibt, und ob das von uns 2001 entdeckte VHDA nur getempertes HDA oder doch die dritte amorphe Phase darstellt.