

Teil 1: Grundlagen und einfache Flüssigkeiten

1. Einführung

1.1 Der Flüssigkeits-Begriff

§1. Es gibt keine einheitliche Definition einer Flüssigkeit.

Daher muss immer angegeben werden in welchem Sinne ein System als Flüssigkeit zu verstehen ist.

§2. Zwei gängige Flüssigkeits-Begriffe:

a) Rheologische Definition: Eine Flüssigkeit ist ein System kondensierter Materie mit großem Kompressionsmodul und kleinem Schermodul.

D.h. eine rheologische Flüssigkeit ist inkompressibel und verformbar (\leadsto fließen).

b) Strukturelle Definition: Eine Flüssigkeit ist ein System kondensierter Materie mit kurzreichweitiger aber ohne langreichweitige Positionssordnung.

§3. Rheologisch ist ein Gas definiert durch einen kleinen Kompressionsmodul (\leadsto komprimierbar) und einen kleinen Schermodul (\leadsto verformbar, fließen); strukturell ist ein Gas durch die Abwesenheit von kurz- oder langreichweitiger Positionssordnung gekennzeichnet.

§4. Flüssigkeiten und Gase fasst man unter dem Begriff "Fluide" zusammen.

1.2 Beispiele

§1. Eine Flüssigkeit heißt einfach wenn die konstituierenden Teilchen (Atome, Moleküle, Kolloide, ...) außer Position und Impuls keine weiteren (angeregte) Freiheitsgrade besitzen.
z. B. flüssiges Argon nahe des Tripelpunkts (die inneren elektronischen Freiheitsgrade sind hier nicht angeregt)

§2. Eine Flüssigkeit heißt komplex wenn sie nicht einfach ist, d. h. zusätzliche innere Freiheitsgrade besitzt,

- z. B. :
- Flüssigkeitsmischungen (Kap. 8) und ionische Fluide (Kap. 9) mit Teilchensorte als zusätzlichem innerem Freiheitsgrad
 - Flüssigkristalle (Kap. 10) und nicht-sphärische Kolloide (Kap. 11) mit Orientierungsfreiheitsgrad
 - Polymere (Kap. 12) mit Konformationsfreiheitsgraden

§3. Die rheologische Definition einer Flüssigkeit wird in der Flüssigkeitsdynamik verwendet und ihr liegt stets eine Zeitskala zu Grunde.
z. B. beim langsamen Hineingleiten ist Wasser flüssig (nicht verformbar) während es beim schnellen Aufschlagen auf die Oberfläche wie ein Festkörper reagiert.

Im Einzelfall ist es praktisch schwierig zu entscheiden, ob eine rheologische Flüssigkeit oder ein Festkörper vorliegt; vgl. z. B. das „pitch-drop experiment“ an der University of Queensland (<http://smp.uq.edu.au/content/pitch-drop-experiment>).

§4. Die strukturelle Definition einer Flüssigkeit bezieht sich auf das thermodynamische Gleichgewicht. Daher stimmen die Begriffe der rheologischen und der strukturellen Flüssigkeit nur für Zeitskalen größer als die Relaxationszeit überein.

Im Fall eines Glases (unendlich lange Relaxationszeit) liegt rheologisch ein Festkörper aber strukturell eine Flüssigkeit vor.

1.3 Fragestellungen der Flüssigkeitsphysik

○ §1. Experimentelle Charakterisierung des Phasenverhaltens (Kap. 5) und der Struktur (Kap. 6 und 7) reiner Flüssigkeiten

○ §2. Untersuchung theoretischer Modelle der Teilchen-Teilchen-Wechselwirkung mit Hilfe von Computersimulationen (nicht in dieser Vorlesung) und analytischen Näherungsmethoden (Kap. 3 und 4) hinsichtlich des Phasenverhaltens (Kap. 5) und der Struktur (Kap. 6 und 7)

○ §3. Ziel: Verständnis des Zusammenhangs zwischen Teilchen-Teilchen-Wechselwirkung und den Eigenschaften (v.a. komplexer) Flüssigkeiten (Kap. 8-12)