

Dissertation No 5598

THE APPROACH OF TWO-DIMENSIONAL DROPS
TO SOLID OR FLUID-LIQUID INTERFACES

A Dissertation submitted
to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
ZURICH

for the degree of
Doctor of Technical Sciences

Presented by

MARCO LEIDI

Dipl. Ing. Chem. ETH Zurich

born on the 4 april 1946

from Lugano

Accepted on the recommendation of
Prof. Dr. S. Hartland, Referent
Prof. Dr. W. Richarz, Co-Referent

1975

7. Zusammenfassung

Es wurden analytische Gleichungen für die Beschreibung der Gestalt zweidimensionaler Tropfen, aus Bilanzen über die hydrostatischen und kapillaren Kräfte, in der Form elliptischer Integrale erhalten. Diese Gleichungen wurden verwendet, um folgende Kombinationen von zweidimensionalen Tropfen zu ermitteln:

- sitzende und hängende Tropfen
- Tropfen die sich einer starren oder verformbaren Grenzfläche nähern
- eine horizontale Reihe von Tropfen, die sich einer verformbaren Grenzfläche nähert
- die angewandte Kraft an einem Tropfen, der sich einer starren oder verformbaren Grenzfläche nähert
- zwei Tropfen übereinander, die sich einer starren oder verformbaren Grenzfläche nähern.

Die für die Tropfen charakteristischen Dimensionen wurden bestimmt indem man elliptische Integrale numerisch berechnete.

Durch Verwendung von nicht-mischbaren Flüssigkeiten wurden Tropfen in schmalen Zellen verschiedener Dicke erzeugt, und deren Gestalt photographisch festgestellt. Die Resultate, die man daraus bekam, wurden mit den theoretischen Werten verglichen. Für Zellendicken von 2 und 3 mm ergaben die Messungen gute Uebereinstimmung mit dem zweidimensionalen Modell. Da ein zweidimensionaler Tropfen mit einem Zylinder idealisiert werden darf, wurden die Tropfen in einer kubischen Zelle durch Zylinder ersetzt und ähnlicherweise das Annähern an eine verformbare Grenzfläche verfolgt.

Wenn sich ein Tropfen einer starren oder verformbaren Grenzfläche nähert, wird ein Flüssigkeitsfilm zwischen Tropfen und Grenzfläche eingeschlossen. Die Kenntnis der Gestalt des

Tropfens erlaubt unter anderem, die Länge des Flüssigkeitsfilms zu bestimmen. Das Wegfliessen eines Films und die entsprechende Annäherung eines zweidimensionalen Tropfens an eine starre Fläche wurde mit Hilfe der zwischen den flüssigen Phasen auftretenden hydrodynamischen Wechselwirkungen studiert. Mit Anwendung der Laplace Transformationen konnten Gleichungen für die ort- und zeitabhängige Geschwindigkeit im Film und im Tropfen erhalten werden. Daraus wurde eine Differentialgleichung abgeleitet, die zur Berechnung der Filmabnahme verwendet wurde, indem man sie numerisch integrierte. Die sequenziellen Effekte der Anfangs- Strömung und Zirkulation im Tropfen wurden diskutiert. Durch Einsetzen einer nach Innen gerichteten Zirkulation im Tropfen konnten die experimentellen Messungen der Filmabnahme erfolgreich simuliert werden.

Für zylindrische Filme, die im Falle der Annäherung eines Tropfen an seine Homophase auftreten, wurde ein einfacheres stetiges Modell verwendet. Eine Gleichung für die Filmabnahme konnten dann analytisch erhalten werden. Diese ermöglichte Vergleiche zwischen der Koaleszenzzeit eines freien Tropfens und derjenigen verschiedener Tropfenkombinationen.

Es wurde gefunden, dass ein Tropfen schneller koalesziert, wenn er sich in einer horizontalen Reihe befindet, da sein abfliessender Film kleiner wird. Wenn aber eine, durch andere Tropfen oder künstlich erzeugte senkrechte Kraft auf einem Tropfen angewendet wird, koalesziert dieser Tropfen langsamer, weil der abfliessende Film durch Tropfenumformung grösser geworden ist.

Diese Resultate können zum Verständnis der Koaleszenz- und Phasentrennungs-Phänomene in einer dichtgepackten Dispersion von Tropfen beitragen.