



## Doctoral Thesis

# **Kraftmessmethode zur Bestimmung der Oberflächenspannung mittels Kegel, Kugel und Hohlzylinder unter Berücksichtigung des Wandeffektes**

**Author(s):**

Ugarcic, Zanjeta

**Publication Date:**

1983

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000309147> →

**Rights / License:**

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH Nr. 7238

KRAFTMESSMETHODE ZUR BESTIMMUNG DER OBERFLÄCHENSPIANNUNG  
MITTELS KEGEL, KUGEL UND HOHLZYLINDER UNTER BERUECKSICHTIGUNG  
DES WANDEFFEKTES

A B H A N D L U N G

zur Erlangung des Titels eines

DOKTORS DER TECHNISCHEN WISSENSCHAFTEN

der

EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

vorgelegt von

ZANJETA UGARCIC

Dipl.Ing.

geboren am 31. Oktober, 1946

in Jugoslawien

Angenommen auf Auftrag von :

Prof. Dr. S. Hartland, Referent

Prof. Dr. W. Richarz, Korreferent

1983

## 7. ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde die Kraftmessungsmethode zur Bestimmung von Ober- bzw. Grenzflächenspannungen beschrieben, die darauf beruht, einen achsensymmetrischen festen Körper von der Ober- bzw. Grenzfläche loszureissen. Die dazu benötigte Maximalkraft wurde mit einer Präzisionswaage genau gemessen.

Als Messkörper dienten Kegeln, Kugel und hohle Zylinder. Es wurden die Kräftebilanzen aufgestellt, die auf der einen Seite die Messwerte, auf der anderen Seite die dimensionslosen Grössen aufweisen. Durch ein mathematisches Modell ist der Zusammenhang zwischen der gemessenen Kraft, der gemessenen Dichte und der zu bestimmenden Ober- bzw. Grenzflächenspannung unter Berücksichtigung des Kontaktwinkels gegeben worden. Auf Grund dieses theoretischen Modells wurden mit dem Computer die Tabellen aufgestellt, welche es gestatten, aus der gemessenen Kraft und bekannter Dichte die Ober- bzw. Grenzflächenspannung zu ermitteln. Nach dieser Theorie konnten die Oberflächenspannungen ohne Anwendung von Korrekturfaktoren oder empirischen Konstanten berechnet werden.

Als Kontaktwinkelwert wurde  $0^\circ$  angenommen.

Es wurden zwei Formen von Flüssigkeitsmenisken beschrieben und zwar :

- unendlicher Meniskus, welcher sich unendlich in der horizontalen Richtung ausdehnen kann und
- endlicher, durch Gefässwände begrenzter Meniskus.

Für beide Formen wurden die theoretischen Lösungen gegeben und auch eine ganze Reihe von Experimenten durchgeführt.

Besonders sorgfältig wurde der Wandeffect auf die Messung der Oberflächenspannung überprüft. Es wurde eine Möglichkeit untersucht, welche eine einfache und zuverlässige Messung erlaubt, wenn nur relativ wenig Flüssigkeit zur Verfügung steht. Dies gestattet die Messung mit kleinen Gefässen. Wie klein die Gefässe gewählt werden dürfen, damit eine korrekte Messung noch durchgeführt werden kann, ist von der Flüssigkeit und den Messkörper abhängig. Bei zu kleinen Gefässen wurden die Körper beim Herausziehen dezentriert und die Messungen dadurch verunmöglicht.

Nach der Theorie sollte die gemessene Kraft mit zunehmendem Verhältnis Gefässradius/Messkörperradius kleiner werden, was auch durch experimentelle Messungen bestätigt wurde.

Die dargestellten Resultate zeigen, dass es nach den hier theoretisch errechneten Tabellen und mit der verwendeten Apparatur möglich wurde, die Oberflächenspannung verschiedener Flüssigkeiten in guter Uebereinstimmung mit den Literaturwerten zu bestimmen.

## 7. SUMMARY

A method is described which allows surface and interfacial tensions to be determined by measuring the force required to pull an axisymmetric solid body from a liquid interface, the maximum force being accurately measured on a precision balance. Cones, spheres and hollow cylinders were used as the solid bodies; dimensionless parameters involving the measured values were obtained from force balances.

A mathematical model which allows for the contact angle gives the relationship between the measured force and interfacial tension in terms of the density difference between the two phases. Computer tables based on this theoretical model thus enable interfacial tensions to be obtained from the measured maximum force and density difference. Assuming the contact angle to be zero, surface tensions can be calculated theoretically without the use of correction factors or empirical constants.

Two shapes of liquid menisci are considered :

- infinite meniscus (with horizontal infinity)
- finite meniscus (limited by the vessel walls)

for which theoretical solutions are given.

Numerous experiments have been carried out, particular care being given to checking the effect of the vessel wall, as measurements using small vessels enable the interfacial tension to be obtained with relatively small amounts of liquid. The choice of vessel size to ensure correct measurement depends on the liquid and shape of bodies employed. Pulling solid bodies from vessels which were too small caused them to move toward the wall, hence invalidating the measurement.

Theoretically, the measured force should increase as the ratio of vessel to body radius decreases, which was experimentally confirmed. Results show that it is in fact possible to accurately determine the surface tension of liquids using the tabulated theoretical values with the apparatus described; these values are in good agreement with those given in the literature.