Prozesse an Flüssigkeitsoberflächen. Wirkungen oberflächenaktiver Substanzen im Tropfbild und in den Alveolen der Lunge

Gero Leneweit, Reinhard Koehler, Andreas Wilkens und Michael Jacobi

Herrn Prof. Dr. rer. nat. Dr.-Ing. h.c. Ernst-August Müller
in Dankbarkeit zu seinem 75. Geburtstag gewidmet.

Summary

Fluid surfaces are areas where fascinating interactions between the effects of certain substances and fluid motions develop. For the understanding of such processes some phenomena of surface activity are demonstrated and described in physical terms.

Due to its high sensitivity to surface active agents, the drop picture method is a suitable means to detect even trace amounts of these substances. This is shown by a study of adsorption of aqueous extracts from mistletoe (*Viscum album L.*) on glass surfaces.

The relevance of surface activity for physiological processes is demonstrated at the alveoli of the lung. It can be seen how the properties of the air/water interface are changed by the influence of surface active agents in the lung to serve life-preserving processes in humans and animals.

I. Die Erscheinung der Oberflächenaktivität

Das Phänomen der Oberflächenaktivität

Zur Veranschaulichung der Wirkung so genannter oberflächenaktiver Substanzen[1] wird zunächst der in Abb. 1 dargestellte Versuchsaufbau betrachtet. Auf die freie

1 In der Verallgemeinerung wird von «Grenzflächenaktivität» anstelle von «Oberflächenaktivität» gesprochen, da dieses Phänomen nicht nur an Wasseroberflächen (Wasser/Luft-Grenzflächen), sondern an allen Phasengrenzen (flüssig/flüssig, flüssig/gasig, fest/flüssig und fest/gasig) auftreten kann. Da im Folgenden jedoch nur die freie Wasseroberfläche zur Luft betrachtet wird, wird hier vereinfachend der Ausdruck «Oberflächenaktivität» gebraucht. Verwandte Phänomene ließen sich auch für alle anderen Phasengrenzen zeigen.

Oberfläche einer mit reinem Wasser gefüllten flachen Schale werden Bärlappsporen zur Sichtbarmachung von Oberflächenbewegungen gleichmäßig verteilt. Nun wird mit einer Pipette ein Tropfen oberflächenaktiver Substanz in wässriger Lösung im Zentrum der Schale auf die Flüssigkeitsoberfläche platziert (Abb. 1 a). Im Augenblick des Kontakts des Tropfens mit dem Wasser in der Schale werden die Bärlappsporen schlagartig an den äußeren Rand der Schale verdrängt, und im Zentrum erscheint neugebildete Oberfläche ohne Bärlappsporen (Abb. 1 b).

Durch zwei einfache Variationen des Versuchs lässt sich der Vorgang zunächst phänomenologisch beleuchten: Dazu wird das Wasser, in dem die oberflächenaktive Substanz des Tropfens gelöst war, angefärbt. Die Anfärbung macht sichtbar, dass die Tropfenflüssigkeit einen Wirbelring im Flüssigkeitsvolumen der Schale bildet, die Tropfenflüssigkeit folgt also der ausbreitenden Bewegung in die Oberfläche nicht (oder nur zu einem geringen Anteil).

Als zweite Variation des Ausgangsversuchs wird reines Wasser ohne oberflächenaktive Substanz in die Schale eingetropft, wobei sich zeigt, dass nun die großflächige Verdrängung der Bärlappsporen unterbleibt und nur eine tropfengroße Zone ohne Bärlappsporen entsteht.

Auf Grund dieser drei Versuche muss angenommen werden, dass eine Trennung stattfindet zwischen der oberflächenaktiven Substanz, die sich in die Oberfläche begibt, und dem Wasser der Tropfenlösung, das sich im Flüssigkeitsvolumen der Scha-

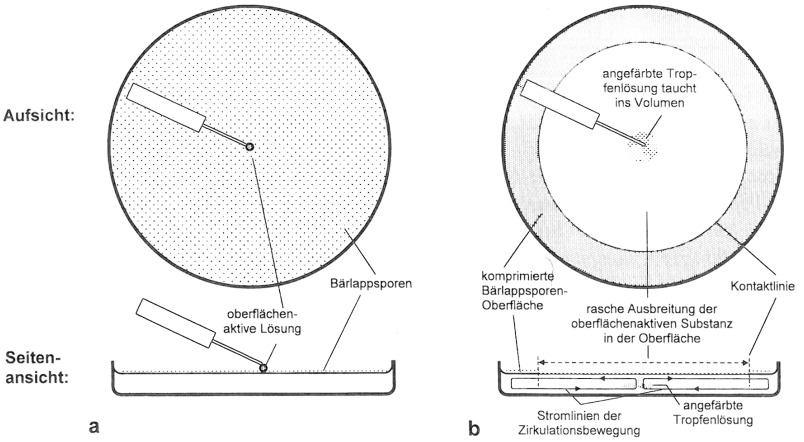

Abb. 1: a) Ein Tropfen, in dem eine oberflächenaktive Substanz gelöst ist, wird auf eine mit Bärlappsporen markierte Flüssigkeitsoberfläche platziert, oben in der Aufsicht, unten im Querschnitt dargestellt. *b)* Die sich an der Oberfläche ausbreitende oberflächenaktive Substanz verschiebt die Kontaktlinie Tropfenflüssigkeit/Trogflüssigkeit, erzeugt damit frische Oberfläche und ruft eine Strömung im Flüssigkeitsvolumen hervor. Das Wasser der Tropfenlösung folgt der Ausbreitung in die Oberfläche nicht, es bildet einen Ringwirbel im Schalenvolumen.