



Doctoral Thesis

## **Bestimmung der Diffusion und Löslichkeit von Gasen in einigen Metallegierungen**

**Author(s):**

Sigrist, Paul

**Publication Date:**

1980

**Permanent Link:**

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000211407> →

**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](#).

Nr. : 6555

BESTIMMUNG DER DIFFUSION UND LÖSLICHKEIT  
VON GASEN IN EINIGEN METALLEGIERUNGEN

ABHANDLUNG  
zur Erlangung

des Titels eines Doktors der Technischen Wissenschaften  
der

EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN  
HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von

PAUL SIGRIST

dipl. Physiker ETHZ

geboren am 23. Januar 1943  
von Rafz

Angenommen auf Antrag von

Prof. Dr. B. Marinček, Referent

Prof. Dr. N. Ibl, Korreferent

## Zusammenfassung

Es wird eine neue Methode zur Bestimmung der Gaslöslichkeit (Wasserstoff und Stickstoff) und des Gasdiffusionskoeffizienten in flüssigen Metallen und deren Legierungen (Kupfer, Eisen, Nickel und Kobalt, sowie Eisen-Nickel und Eisen-Kobalt) beschrieben.

Der erste Teil der Arbeit erörtert die in der Literatur bekannten Verfahren zur Bestimmung der Gaslöslichkeit in flüssigen Metallen (der obigen Metalle und Legierungen), sowie deren Messergebnisse, die mit Hilfe der temperaturabhängigen spezifischen Dichten der Metalle in schmelzvolumenbezogene Gasgehalte, wie sie für Diffusionsmessungen erforderlich sind, umgerechnet wurden.

Der zweite Teil beschreibt die Methoden zur Bestimmung des Gasdiffusionskoeffizienten, sowie die Messergebnisse, die sich auf obige Metalle und Legierungen beziehen.

Der dritte Teil befasst sich mit der neuen Messmethode (Flüssigmembran-Frittenmethode): Die flüssige Metallsäule (Diffusionsstrecke) ist in einem Keramikrohr oberhalb einer Fritte angeordnet, wobei die Porosität der Fritte so gewählt ist, dass das flüssige Metall unter den Messbedingungen nicht in die Fritte eindringen kann und dass das Gas nach unten aus der Metallsäule austreten kann.

Der vierte Teil zeigt, dass für die untersuchten Metalle dieser Arbeit die Fick'schen Gesetze verwendet werden können.

Der fünfte Teil geht auf einige Details der experimenteller Anordnung und die eigenen Messungen ein. Die Messungen zeigen, dass sich die untersuchten Metalle bezüglich der Wasserstoffdiffusion kaum unterscheiden, denn der Diffusionskoeffizient liegt für alle in der Größenordnung von  $10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ . Die Stickstoffdiffusions-

messungen wurden im eisenreichen Teil des Systems Eisen-Nickel durchgeführt (die Diffusionskoeffizienten liegen etwa bei  $10^{-4}$  cm<sup>2</sup>s<sup>-1</sup>).

Im Rahmen der Messgenauigkeit unterscheiden sich die untersuchten Metalle bezüglich der Gasdiffusion kaum, so dass keine Folgerungen auf deren möglicherweise verschiedenen Schmelzenaufbau gezogen werden dürfen.

S u m m a r y

A new method for the determination of the solubility and the diffusion of gases (hydrogen and nitrogen) in liquid metals and their alloys (copper, iron, nickel, cobalt, iron-nickel and iron-cobalt) is presented.

A first part of the paper deals with the state of the art regarding procedures for the determination of gas solubility in liquid metals (mainly of the above-mentioned metals and alloys), as well as data from these measurements which are transformed in melt volume dependent gas contents, using the knowledge of the temperature dependent densities of the melt as the volume dependent gas content is necessary for the purpose of diffusion measurements.

A second part of the paper describes methods for the determination of gas diffusion coefficients as well as data which were obtained by these methods regarding the above-mentioned metals and alloys.

The third part deals with the new measurement technique ("Liquid membrane diaphragm method"): The liquid metal column (diffusion path) is situated on top of a ceramic diaphragm inside a ceramic tube, the porosity of the diaphragm being selected in such a way that the liquid metal may not enter the diaphragm under the conditions of the measurement but the gases being free to leave the melt at the interface towards the diaphragm.

A fourth part of the paper proves that Fick's laws may be applied to this problem.

The fifth part gives some details as to the experimental set-up and the data obtained. The measurements show that the metals studied in this paper have only slight differences regarding hydrogen diffusion as the diffusion coefficient for all of them is in the range of  $10^{-3} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ . The nitrogen measurements were carried out in the iron-rich part of the system iron-nickel (the diffusion coefficients are in the order of  $10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1}$ ).

As the metals studied in this paper show only slight differences regarding gas diffusion in the context of the precision which is obtainable with such measurements, no clues as to a different structure of these melts may be taken from them.