



Doctoral Thesis

Thermoanalyse der Erstarrung

Author(s):

Hribovsek, Branko J.

Publication Date:

1977

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000135347> →

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 5923

T H E R M O A N A L Y S E D E R E R S T A R R U N G

A B H A N D L U N G

ZUR ERLANGUNG DES TITELS EINES
DOKTORS DER NATURWISSENSCHAFTEN

DER
EIDGENOESSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZUERICH

VORGELEGT VON

HRIBOVSEK BRANKO J.
DIPL.ING.PHYS. DER UNIVERSITAET ZAGREB
GEBOREN AM 12. MAI 1946
AUS SFR JUGOSLAWIEN

ANGENOMMEN AUF ANTRAG VON

PROF.DR. G. BUSCH, REFERENT
PROF.DR. H. H. GUENTHARD, KORREFERENT

1977

ZUSAMMENFASSUNG

Aufgrund der Anwendung der ergodischen Hypothese bei der Gleichung für die Temperaturleitung wurde eine thermoanalytische Methode ausgearbeitet. Sie ermöglicht, aus dem gemessenen zeitlichen Verlauf der mittleren Temperatur eines beliebigen Systems beliebiger einfacher Geometrie die mittlere relative Geschwindigkeit der Wärmeumwandlungen (Wärmeprozesse) zu bestimmen. Der physikalische Sinn der thermoanalytischen Methode besteht darin, dass der momentane Wärmequellenanteil in der Temperatur des Systems mit der Differenz der ab- oder zugeführten Wärme und der Geschwindigkeit der Temperaturveränderung gegeben ist. Die dadurch erhaltenen Werte gelten als momentane Mittelwerte über das gesamte System.

Die thermoanalytische Methode wurde angewendet für die Untersuchung der Erstarrung einiger Metalle und Legierungen mit dem zeitlichen Verlauf der Temperatur während der Abkühlung (Abkühlungskurve). Die dazu notwendige Versuchsvorrichtung ist sehr einfach und besteht aus einem die Wärme schlecht leitenden Behälter (Tiegel) für die Schmelze und aus einem oder zwei Thermoelementen.

Es wurde festgestellt, dass die Erstarrungsgeschwindigkeit der Metalle und jeder Phase der Legierungen im allgemeinen drei Teile besitzt: das Anfangsmaximum, die Haupterstarrung und das Ende der Erstarrung.

Im allgemeinen ist das Anfangsmaximum bei den Legierungen kleiner (wegen der Diffusion der Legierungselemente) als

bei den Metallen. Die Haupterstarrung einer Phase der Legierungen verläuft mit ständig abnehmender Geschwindigkeit (wegen des Anteils der wegen der Abkühlung freiwerdenden Wärme im gesamten Wärmefluss), im Gegensatz zur Haupterstarrung der Metalle und der Eutektika. Wegen der starken Temperaturgradienten zeigt das Ende der Erstarrung oft scheinbar negative Erstarrungswärmen.

Mit der Integration der Erstarrungsgeschwindigkeit und mit den Erstarrungswärmen können bei den Legierungen die relativen Phasenmengen und aus dem Vergleich mit dem Phasendiagramm die Ungleichgewichte (Mengenüberschuss und Verminderungen, Seigerungen) festgestellt werden. Neben den dafür erwarteten Ursachen hat sich gezeigt, dass auch die relative Steilheit der Liquidus- und Soliduskurven im Phasendiagramm die Phasenmengen im Ungleichgewicht beeinflusst. Erwähnt ist auch der mögliche Einfluss der Temperatur- und Konzentrationsfluktuationen, wie auch der "clusters" auf den Anfang der Erstarrung.

Es wurde ein Ausdruck für die Beschreibung der einfachen Erstarrungsgeschwindigkeit (ähnlich der Quellenlösung der Gleichung für die Temperaturleitung) aufgestellt. Der Vergleich der drei Teile der Erstarrungsgeschwindigkeit mit diesem Ausdruck ermöglicht die Bestimmung der Makrostruktur. Dabei sind der mittlere Abstand der wachsenden Kristallkörner der Flüssig/Festgrenze vom Rande der Schmelze während der Erstarrung und die Grösse des Erstarrungsgebietes an deren Ende für den Verlauf der drei Teile der Erstarrungsgeschwindigkeit massgebend.

Die Mikrostruktur kann nur aus dem Vergleich der Erstarrung innerhalb einer Serie der Schmelzen gleicher Zusammensetzung bestimmt werden.

Damit kann neben der Bestimmung des Erstarrungsverlaufes, der Phasenmenge und der Ungleichgewichte auch ein

"thermischer" Schliff der erstarrten Schmelze für die Beurteilung des Erstarrungsverhaltens benützt werden.

Es wurde gezeigt, dass mit der Abkühlungskurve das Erstarrungsverhalten der Schmelzen rasch beurteilt werden kann und dass die Methode der Analyse mit der Abkühlungskurve alle Anforderungen für die Anwendung in der Praxis erfüllt.