

Energetische Effekte einer Granulat-Mischung aus Aluminium und Manganerz

Dorothea Stobitzer und Senol Gezgin

Einleitung

Das aus Aluminium-Manganerz hergestellte Granulat wird hauptsächlich in der metallurgischen Industrie eingesetzt. Es dient als Rohstoff für die Herstellung von Aluminium-Manganlegierungen. Diese Legierungen werden für verschiedene Anwendungen in den Bereichen Automobilbau, Luft- und Raumfahrt, Bauwesen und Elektronik eingesetzt. In einigen Fällen wird Aluminium-Manganerz-Granulat auch in der Stahlindustrie als Legierungszusatz für bestimmte Stahlsorten verwendet, um deren Eigenschaften zu verbessern, wie z.B. Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit.

Messbedingungen

Die energetischen Effekte wurden mit einem dynamischen Hochtemperatur-Differenzkalorimeter Typ NETZSCH DSC 404 **F1 Pegasus**® gemessen. Mit dem oberhalb angeordneten System sind Messungen zwischen Raumtemperatur und 1650 °C möglich. Je nach Applikation können verschiedene, leicht vom Bediener austauschbare DSC- oder DTA-Sensoren eingesetzt werden. Für die jeweiligen Sensoren stehen zusätzlich auch verschiedene Thermoelementtypen (E, K, S, B) zur Verfügung, deren Auswahl vom Temperaturbereich und der benötigten Empfindlichkeit bestimmt wird. Das Gerät ist vakuumdicht und erlaubt somit Messungen unter reinem Inertgas oder oxidierender Atmosphäre. Es sind Heizraten bis zu 50 K/min möglich. Die Software ermöglicht Berechnungen u.a. von Onset- und Peaktemperaturen, Wendepunkten, Peakflächenintegration etc. Die Messparameter sind in Tabelle 1 zu finden.

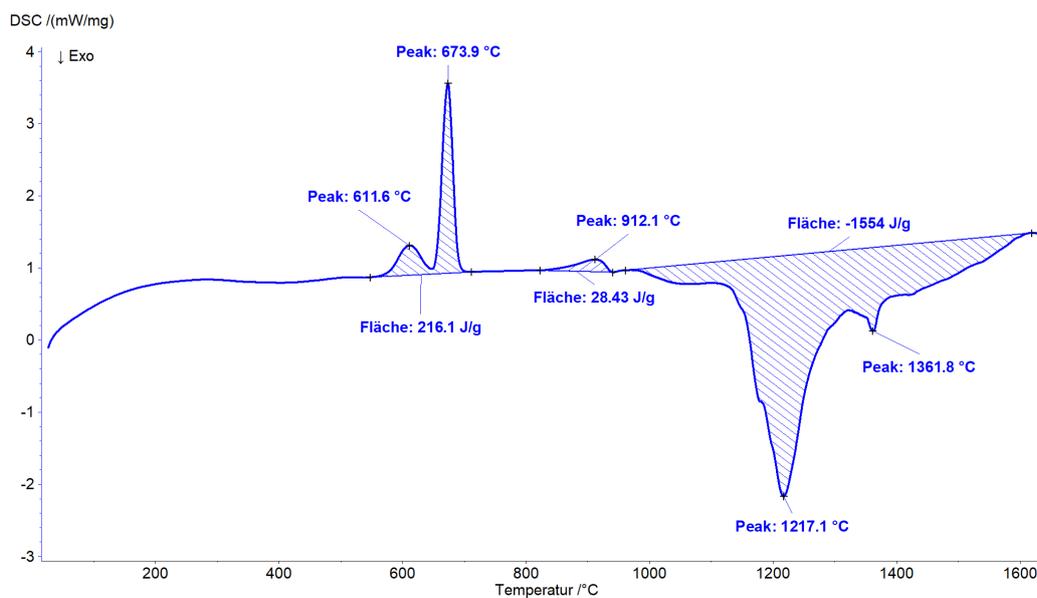
Tabelle 1 Messparameter

Gerät	DSC 404 F1 Pegasus ®
Sensor/Sensortyp	DSC c_p , Typ S
Ofen	Rhodium
Tiegel	Bornitrid (BN) mit gelochtem Deckel und Al_2O_3 -Scheiben zwischen äußerem Tiegelboden und Sensorfläche
Temperaturprogramm	RT bis 1650 °C
Heizrate	20 K/min
Probengewicht	30.748 mg
Kalibrierstandard	Saphir

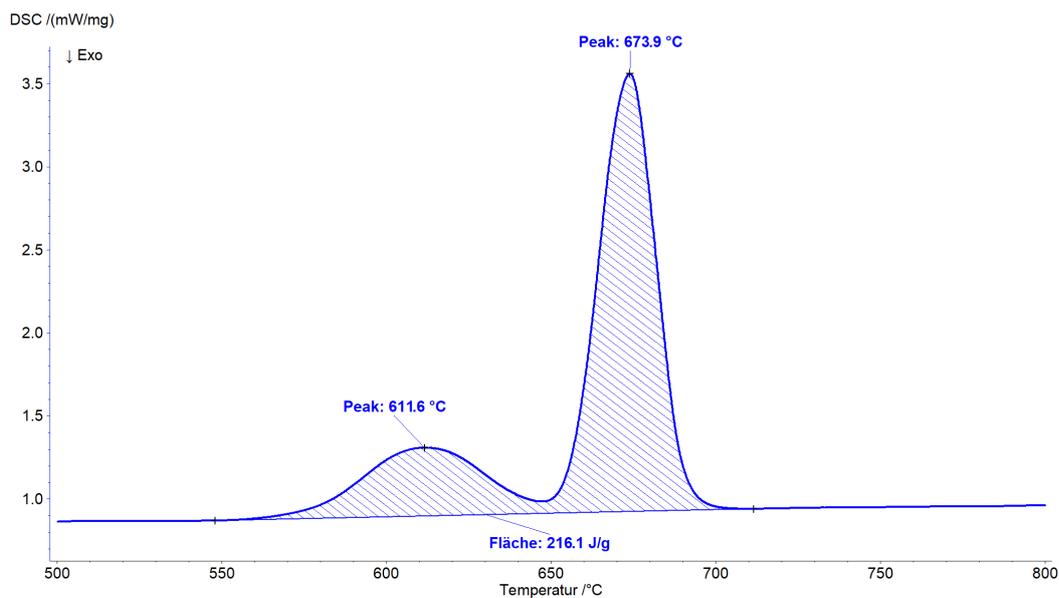
Messergebnisse und Diskussion

Für die Messung wurden Aluminium und Manganerz (gemahlen) in einem Verhältnis von 1:1 bis 1650 °C mit einer Heizrate von 20 K/min unter Argonatmosphäre in einem BN-Tiegel mit gelochtem Deckel aufgeheizt. Abbildung 1 stellt das DSC-Signal mit deutlich erkennbaren energetischen Effekten mit zunehmender Temperatur dar.

Bei den Peaktemperaturen von 612 °C und 674 °C werden zwei sich leicht überlappende endotherme Effekte beobachtet (siehe Ausschnitt in Abbildung 2). Die Gesamtenthalpie dieser endothermen Effekte beträgt 216 J/g. Dieser Gesamteffekt ist vermutlich auf das Schmelzen des Aluminium-Granulats bzw. Anteils zurückzuführen. Ein weiterer endothermer Effekt wird bei einer Peaktemperatur von 912 °C detektiert.

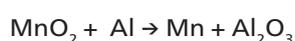


1 DSC-Kurve der Probenmischung aus Manganerz und Aluminium Granulat (im Verhältnis 1:1) mit einer Heizrate von 20 K/min.



2 Ausschnitt aus der DSC-Kurve im Temperaturbereich von 500 °C bis 800 °C.

Oberhalb 1000 °C zeigt sich bei den Peaktemperaturen von 1217 °C und 1362 °C ein großer überlagerter exothermer Effekt mit einer Gesamtenthalpie von -1554 J/g. Die Überlagerungen, als Schultern erkennbar, sind sehr wahrscheinlich auf eine Reaktion innerhalb des Proben gemisches zurückzuführen. Hier geschieht eine thermitähnliche Reaktion [1]. Manganerz reagiert mit dem geschmolzenen Aluminium bei höheren Temperaturen, indem es reduziert wird. Dies bedeutet, dass das Mangan mit dem Aluminium reagiert, wobei Sauerstoff entfernt wird, um metallisches Mangan zu bilden. Die Reaktion erfolgt gemäß der thermodynamischen Reaktivität zwischen den Elementen.



Die spezifischen Reaktionsbedingungen hängen von der genauen Zusammensetzung des Manganerzes und der Temperatur ab.

Dieser exotherme Effekt mit einer Enthalpie von -1554 J/g erstreckt sich über einen weiten Temperaturbereich von über 500 °C. Am Ende der Messung wird die Probe nachgewogen. Hierbei kann ein Masseverlust von ~ 5 % festgestellt werden.

Zusammenfassung

Mit der Möglichkeit, thermoanalytische Untersuchungen bei hohen Temperaturen durchführen zu können, lässt die DSC 404 **F1 Pegasus**® Analysen an Materialien unter extremen thermischen Bedingungen zu. Weiterhin ist das Abbilden und Charakterisieren von großen Reaktionsenthalpien, wie in dem oben gezeigten Beispiel, mit dieser robusten, jedoch auch sehr empfindlichen Apparatur möglich.

Energetische Effekte und Zustandsänderungen können präzise gemessen und analysiert werden, was Forschern wertvolle Erkenntnisse über das thermische Verhalten und die Stabilität der verschiedensten Materialien in einem weiten Temperaturfeld liefert.

Dieses Gerät wird häufig in Bereichen wie Material- und Geowissenschaften, Metall/Stahl- und Keramikindustrie usw. eingesetzt, in denen das Verständnis und die Kenntnis der thermischen sowie thermophysikalischen Eigenschaften von Materialien für die Produktentwicklung, die Prozessoptimierung und die Qualitätskontrolle entscheidend sind.

Literatur

[1] Artur Kudyba, Shahid Akhtar, Inge Johansen and Jafar Safarian: Aluminothermic Reduction of Manganese Oxide from Selected MnO-Containing Slags (Materials 2021, 14, 356. <https://doi.org/10.3390/ma14020356>)