

Die Diskrete Elemente Methode in der Hochgradienten- Magnetseparation

Johannes Lindner, Prof. Dr.-Ing. Hermann Nirschl

Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik,

Karlsruher Institut für Technologie

Die Hochgradientenmagnetseparation dient der selektiven Abtrennung magnetischer Partikel aus Fluiden. Dabei wird gewöhnlich Draht in einer Zelle durch ein externes Magnetfeld magnetisiert. Dieser Filter wird von einer Suspension durchströmt, magnetische Partikel agglomerieren und lagern sich am Draht an. Eine mögliche Anwendung ist die Abtrennung von Proteinen mittels oberflächenfunktionalisierter Partikel. Die Eigenschaften magnetischer Suspensionen sind stark abhängig vom Magnetfeld und den magnetischen Eigenschaften der Partikel.

Im Projekt werden auch die Abtrennung und die Abreinigung der Partikel vom Draht durch Zentrifugalkraft untersucht. Dazu wurde eine magnetfeldüberlagerte Zentrifuge aufgebaut, die für die verwendeten Partikel eine Trenneffizienz von über 99% bei einem Volumenstrom von 80 l/h und 1500 rpm erlaubt. Die Proteinaufreinigung wurde mit der Zentrifuge bereits erfolgreich durchgeführt.

Die Agglomeration sowie die Abscheidung der Partikel am Draht wird mittels der Diskreten Elemente Methode simuliert. Dazu werden für die Partikel magnetische Dipolkräfte und mechanische Kräfte implementiert und für den Draht ein Magnetfeld einer Finite Elemente Simulation eingelesen. Das Strömungsfeld wird aus einer CFD-Simulation eingelesen. DLVO-Kräfte wurden ebenfalls implementiert. Eine Kombination unterschiedlicher Kräfte erhöht den Rechenaufwand stark, was eine Grenze für die Anzahl an simulierbaren Einflüssen darstellt. Das Modell zeigt eine nadelförmige Agglomeration und Ablagerung der Partikel auf dem Draht, wie sie auch im Experiment beobachtet werden kann. Bei Ablagerungen im Erdschwerefeld und remanenten Partikeln ergibt sich eine hohe Porosität, die aus abstoßenden interpartikulären Magnetkräften resultiert. Im Gegensatz dazu bildet sich in einem starken externen Magnetfeld, etwa dem des Magnetfilters, ein festes Sediment. Die Abreinigung der Partikel vom Draht durch Zentrifugation und die sich ergebende verbleibende Partikelablagerung wurde ebenfalls simuliert. Sie zeigt eine starke Überhöhung der Ablagerung des Sedimentsaufbaus am Drahtende.