

## Kurzzusammenfassung

Die vielfältige Verwendung magnetischer Felder in der Materialsynthese und Materialumwandlung, sowie die damit verbundene zusätzliche Kontrolle über Morphologie, Kristallinität, Wachstumsrichtung und Magnetisierbarkeit ist berichtet für nasschemische Herstellungsmethodiken von magnetischen Materialien. Kontrastierend zur weitestgehend gut untersuchten magnetfeldassistierten Hydrothermalsynthese existieren kaum Untersuchungen, welche die Rolle von externen Magnetfeldern während der metalloorganischen chemischen Gasphasenabscheidung thematisieren. Das Ziel dieser Arbeit ist die Erweiterung der experimentellen Erkenntnisse auf diesem Gebiet anhand der Demonstration feldinduzierter Effekte, wie anisotrope Strukturbildung, Stabilisierung magnetischer Phasen und Reduzierung der magnetokristallinen Anisotropie magnetischer Materialien. So wurden eine erhöhte photokatalytische Aktivität, sowie eine Verringerung der magnetokristallinen Anisotropie für Schichten beobachtet, welche mittels magnetfeldassistierter chemischer Gasphasenabscheidung von  $\text{Fe}(\text{CO})_5$ , beziehungsweise  $[\text{Fe}(\text{O}^t\text{Bu})_3]_2$  in Magnetfeldern mit einer Flussdichte von bis zu 1000 mT hergestellt wurden. Mithilfe von Röntgendiffraktion und Photoelektronenemissionsmikroskopie konnte weiterhin gezeigt werden, dass die sonst typische Umwandlung von ferromagnetischem Magnetit zu antiferromagnetischem Hämatit während des Eisenoxidschichtwachstums durch das Anlegen eines externen Magnetfeldes unterbunden wurde. Außerdem zeigte der röntgenstrahleninduzierte magnetische Circular dichroismus eine Zunahme der relativen Signalintensitäten der  $\text{Fe}^{3+}$ - und  $\text{Fe}^{2+}$ -Zentren im Magnetit. Darauf basierend wurde angenommen, dass die Phasenumwandlung von Magnetit zu Hämatit im Falle der aus Nullfeldexperimenten erhaltenen Schichten über eine Verarmung an trivalenten Eisenatomen im Magnetit erfolgt.

Zusätzlich konnte im Rahmen dieser Arbeit gezeigt werden, dass die Magnetfeldexposition während der chemischen Gasphasenabscheidung zusätzliche Kontrolle über die Materialzusammensetzung erlaubt. Zur Demonstration des Effekts wurden eine Gruppe, bestehend aus drei Alkoxiden der frühen Übergangsmetalle ( $[\text{Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4]$ ,  $[\text{V}(\text{O}^t\text{Bu})_4]$  und  $[\text{Cr}(\text{O}^t\text{Bu})_4]$ ) in feldassistierten und Nullfeldversuchen zersetzt. Es konnte gezeigt werden, dass Anwesenheit magnetischer Felder bei sonst unveränderten Prozessparametern zu einer vermehrten Ausbildung von  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  im Falle von  $[\text{Cr}(\text{O}^t\text{Bu})_4]$  führte, während in das Wachstum von  $\text{V}_3\text{O}_5$  und  $\text{TiO}_2$  für Experimente mit den Ausgangsverbindungen  $[\text{V}(\text{O}^t\text{Bu})_4]$ , respektive  $[\text{Ti}(\text{O}^i\text{Pr})_4]$  beobachtet wurde. Die Tatsache, dass keine Carbidbildung im Falle der titan- und vanadiumhaltigen Schichten beobachtet wurde, konnte durch die erhöhte Stabilität der beiden Materialien gegenüber der Carbo-reduktion erklärt werden. Da die Bildung von  $\text{Cr}_3\text{C}_2$  auch bei höheren Sublimationstemperaturen des  $[\text{Cr}(\text{O}^t\text{Bu})_4]$  im Nullfeld beobachtet wurde, konnte die

magnetfeldinduzierte Carbidbildung auf eine Erhöhung des Partialdrucks im Reaktor zurückgeführt werden. Dieser Effekt manifestierte sich ebenfalls als erhöhter Ionenstromfluss in massenspektrometrischen Untersuchungen, welche *während* der Prozessführung mit  $[V(O^tBu)_4]$  und  $[Cr(O^tBu)_4]$  gemessen wurden.

Zusammenfassend zeigten sich externe Magnetfelder als zusätzliche Kontrollparameter zur Beeinflussung der Struktur- und Phasenbildung in der chemischen Gasphasenabscheidung. Externe Magnetfelder ermöglichen zusätzliche, *in-situ* Kontrolle über die Herstellung funktionaler Materialien and müssen als zusätzlicher Parameter in der Materialherstellung in Betracht gezogen werden. Weiterführende Studien, auch zu den fundamentalen Aspekten der chemischen Gasphasenabscheidung an sich, sind nötig um das volle Potential von Magnetfeldern in der Schichtherstellung abzurufen, welches mit dieser Arbeit dargelegt wurde.