

Meine Gruppe widmet sich seit März 2010 dem Gebiet der metallorganischen Chemie, das Elemente der organischen Chemie (Liganden) mit denen der anorganischen Chemie (Metalle) verbindet. Dabei bewegen wir uns in erster Linie im Bereich der „reinen“ Grundlagenforschung, wobei die dabei gewonnenen Erkenntnisse auch den Weg zu potenziellen Anwendungen ebnen könnten. Einige Beispiele hierzu seien im Folgenden kurz skizziert:

In einem unserer Teilprojekte beschäftigen wir uns mit 3d-Metallen wie Chrom, Mangan und Eisen. Dem Eisen kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, denn die Natur setzt eisenhaltige Enzyme zur Fixierung des Distickstoffs zu Ammoniak durch das Enzym Nitrogenase oder zur selektiven Methan-Oxidation zu Methanol durch die Methan-Monooxygenase ein. Eisen ist aber auch in industriellen Prozessen von besonderer Relevanz, wenn es beispielsweise um die industrielle Ammoniak-Darstellung im Haber-Bosch Prozess oder auch die Synthese von Kohlenwasserstoffen aus Synthesegas, einer Mischung aus Kohlenmonoxid und Diwasserstoff, im Fischer-Tropsch-Verfahren geht. Wesentliche Unterschiede bestehen unter anderem darin, dass es der Natur gelingt, die Ammoniak-Bildung in homogener Phase bei milden Reaktionsbedingungen zu katalysieren, während für den industriellen Prozess heterogene Katalysatoren und harsche Reaktionsbedingungen notwendig sind. Betrachtet man die Fischer-Tropsch- und Haber-Bosch-Verfahren etwas genauer, so stellt man fest, dass dabei Eisen-Komplexe mit einer Nitrido- und Hydrido-Funktionalität eine entscheidende Rolle spielen. Hier setzen unsere Arbeiten an, in denen wir versuchen, diese (hochreaktiven) Intermediate durch geeignete Liganden erfolgreich zu stabilisieren. Damit kommt dem Ligandendesign und damit der Synthese geeigneter organischer Moleküle eine wesentliche Bedeutung zu. Gleichzeitig beschäftigen wir uns mit der elektronischen Struktur dieser Eisen-Nitrido- und Eisen-Hydrido-Verbindungen, um ein besseres Verständnis der Struktur-Reaktivitäts-Beziehung zu erlangen. Im Mittelpunkt stehen dabei Fragen wie: Welche Faktoren beeinflussen die Reaktivität dieser Verbindungen? Wie könnte ein aktiver Katalysator aussehen und welche Randbedingungen bzw. Anforderungen an das System müssen dabei erfüllt werden? Diese Studien sollen uns letztlich in die Lage versetzen, kleine Moleküle wie Distickstoff, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid oder Diwasserstoff erfolgreich zu aktivieren und (in einem katalytischen Prozess) zu funktionalisieren. In eine ähnliche Richtung zielt auch eine Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Zheng Huang vom Shanghai Institute of Organic Chemistry (SIOC), in der wir neue Eisen-Katalysatoren für die Hydrofunktionalisierung von Olefinen entwickeln wollen, die es ermöglichen Edelmetalle, wie z.B. Platin, in industriellen Umsetzungen zumindest teilweise zu ersetzen.

In einem weiteren Projekt widmen wir uns metallorganischen Verbindungen der schweren Erdalkalimetalle, Calcium, Strontium und Barium. Diese zweiwertigen Metalle könnten für spezifische katalytische Anwendungen eine gute Alternative zu Seltenerdmetallen darstellen. Um dies zu erreichen, greifen wir zur Stabilisierung dieser Verbindungen auf ein bisher in der Literatur nur wenig untersuchtes chirales Ligandsystem zurück. Die chirale Information erhalten wir dabei aus einem leicht zugänglichen Naturstoff, den wir chemisch modifizieren und

damit eine eine reichhaltige Ligandenbibliothek aufbauen können. Insgesamt möchten wir das Potenzial dieser Komplexe in der enantioselektiven Katalyse eingehend studieren.