

Sustainable and Environmental Friendly Processes by the Symbiosis of Chemistry-Catalysis-Technology (1)

by Klaus Noweck, Haldor Topsoe A/S, Lyngby, Denmark

4. AK-Tagung der GdCh, 2.-5. September 2002 in Jena

“Ressourcen- und umweltschonende Synthesen und Prozesse”

Im 21. Jahrhundert wird die Endlichkeit der fossilen Rohstoffe immer deutlicher werden und dies gilt sowohl für die Chemie als auch für die Energiequellen. Anhand des Weltenergie-verbrauches und der Lebenszyklen der Energiequellen (Shell Studie, Bilder 2 u. 3) wird deutlich, dass deshalb in Zukunft schonender und effektiver mit den der Menschheit zur Verfügung stehenden Ressourcen umgegangen werden muss. Noch heute werden ca. 90% des Rohöls und des Erdgases für Energie- und Transportzwecke genutzt und darüber hinaus ein Grossteil des Erdgases abgefackelt (Bild 4). Obwohl die verschiedensten Firmen, Institute und Einzelgruppen Teillösungen bereit haben, kann nur ein interdisziplinärer Ansatz helfen eine umweltfreundlichere, energieschonendere, effektivere und damit nachhaltigere Nutzung dieser Ressourcen zu erzielen (Bild 5).

Am Beispiel des abgefackelten Erdgases soll demonstriert werden, wie die Schlüsselmaterialien Synthesegas, Wasserstoff, Methanol und Kohlenwasserstoffe durch die Symbiose von Chemie-Katalyse-Technology dazu beitragen und neue Perspektiven eröffnen (Bild 6).

Chemischer Ausgangspunkt soll das Reformieren von Methan, die Zersetzung von Methanol zu Wasserstoff und die jeweilige Ergänzung

durch die Shiftreaktion sein (Bilder 7-16). Schon heute können diese Produkte kostengünstig, umweltschonend und mit einer Langzeitperspektive zur Verfügung gestellt werden. Damit verlängert sich der Zeithorizont für die der Menschheit zur Verfügung stehenden Ressourcen bis weit in das nächste und übernächste Jahrhundert, denn durch Anwendung der Gas to Liquid Prozesse und des Fischer Tropsch Verfahrens können Rohstoffe sowohl für die chemische Synthese als auch den Treibstoffbedarf erzeugt werden.

Der GTL Prozess der Sasol (Bilder 17-22) ist ein gutes Beispiel für die Erzeugung dieser Produkte. Darüberhinaus lassen sich über die Olefine nach verschiedenen Verfahren (Bilder 23-25) u.a. Alkohole herstellen, die für Waschrohstoffe, Kosmetika, Textilhilfsmitteln, Kunststoffadditive, Feinchemikalien etc. verwendet werden. Diese Produkte erfüllen viele Bedürfnisse der Menschen, deren Zahl aber auch Lebensstandard steigen wird. Dies gelingt allerdings auch durch den Einsatz nachwachsender Rohstoffe. Auf deren Chancen und möglichen prozess- und anwendungstechnischen Möglichkeiten sei hier nur als Randbemerkung eingegangen (Bild 26).

Die Erzeugung von Treibstoffe gelingt durch Abwandlung der Raffinerie Prozesse und trägt dem Zukunftsbedarf an z.B. Diesel (Bild 27) Rechnung. Schaut man auf den Benzin Pool einer Raffinerie und die Herkunft von Schadstoffen wie Schwefel (Bild 28 und 29) so wird deutlich, dass es zur Einhaltung der Grenzwerte gemäß EU Richtlinien besonderer Massnahmen bedarf (30 und 31). Der derzeit beste Lösungsansatz gelingt mit spezifischen Katalysatoren. Dazu bedurfte es im Vergleich zu früheren Studien einer detaillierten Untersuchung des Einflusses bestimmter Schwefelverbindungen in den Rohölfraktionen auf die Entschwefelungsrate (Bild 32). Auf diese Art gelingt es, die neuen Herausforderungen (Bild 33) zu meistern und neue Katalysatoren und Katalysatorkonzepte anzubieten (Bild 34).

In diesem Zusammenhang sei exemplarisch auf die verschiedenen Technologien zur Herstellung von Katalysatoren durch Fällung und Verformung (Bild 35) oder Extrusion und Tränkung (Bild 36) hingewiesen. Die Katalyse als solche mit der Vielzahl an massgeschneiderten

Katalysatoren (Bild 37) ist in sich schon ein Beispiel für die Symbiose aus Chemie, Katalyse und Technologie. Am besten wird dies neben den Herstellungsverfahren auch in der Anwendung in z.B. einem Hydrierreaktor deutlich (Bild 38).

Neben den Parametern Temperatur, Temperaturprofil, Druck, Druckdifferenz und Raumgeschwindigkeit spielt die Verteilung der Edukte, der Einsatz von Inertkörpern und die Schichtung von Katalysatoren und die Auswahl der geeigneten Katalysatorform eine grosse Rolle, um zum optimalen Ergebnis zu kommen. Hat man all diese neue Erkenntnisse angewandt, so ist es heute z.B. möglich, eine Raffinerie mehr auf Diesel als auf Benzin zu fahren und somit dem steigenden Bedarf Rechnung zu tragen.

Dies bringt uns direkt zur Anwendung der Dieselfraktion als Treibstoff. Wurde früher mehr der Motor optimiert, um zu niedrigeren Verbräuchen zu kommen, so spielen heute Umweltaspekte wie die Abgasemission eine gleich grosse Rolle. Hier werden nun Dieselfahrzeuge mit Katalysatorsystemen ausgerüstet und da die Güterbeförderung überproportional gestiegen ist, muss dies insbesondere für Lastwagen gelten. Neben kombinierten Magermotorkonzepten mit speziellen Katalysatorsystemen hat sich das Konzept der zusätzlichen Eindüsung von Harnstoff über einen Oxidationskatalysator bewährt. Damit werden sowohl Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe und Partikel oxidiert als auch durch eine Symproportionierungsreaktion die Stickoxide eliminiert (Bilder 39 und 40). Auch die Lösung dieser Aufgabe ist eine Symbiose aus Chemie, Katalyse und Technology (Bilder 41,42 und 43).

Kommt man zum Schluss nochmals auf die Begriffe Nachhaltigkeit und Umweltfreundlichkeit, so muss auch der Blick auf Zukunftsvisionen erlaubt sein. Im 21. Jahrhundert ist die Menschheit stärker denn je gefordert, neue Wege in der Energieversorgung einzuschlagen. Bleibt man bei dem Beispiel Treibstoffe und Fahrzeuge, so muss die höhere Effektivität des eingesetzten Treibstoffes und die sogenannte Nullemission Ziel aller Anstrengungen sein. Hier bietet die Entwicklung der Brennstoffzelle einen möglichen Ansatz. Auch wenn es heute noch kein fertiges Konzept für die Wasserstoffversorgung und Wasserstoffverteilung gibt, kann man mit einem Treibstoff/Katalysatorsystem schon viel erreichen (Bild 44,45 und 46). Trotz Einsatz von konventionellen Treibstoffen kommt man so schon

zu einer 60%igen Effektivität des Treibstoffes, was eine Verdopplung gegenüber heute bedeutet. Dies gilt sowohl für stationäre als auch für mobile Anwendungen. Die ersten Prototypen (Bild 47) befinden sich im Test und die Effizienz der Brennstoffzelle für die unterschiedlichen Anwendungen lässt sich messen (Bild 48). Auch hier bedarf es der Symbiose aus Chemie, Katalyse und Technology, womit sich der Kreis wieder schliesst (Bild 49).

Ich bedanke mich bei den Firmen, die mir das Material für den heutigen Vortrag zur Verfügung gestellt haben und bei Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit (Bild 50).