

Biodiversität als Basis zukunftsfähiger Chemie

Gastbeitrag zum Sonderheft "Business and Biodiversity"
EU-Koordinationsstelle des Deutschen Naturschutzrings

Von Dr. Hermann Fischer, AURO Pflanzenchemie AG, Braunschweig – fischer@auro.de

Die Rohstoffbasis der gegenwärtigen Chemie

Die moderne industrielle Chemie ist, was ihre Rohstoffbasis betrifft, eine wenig diverse Veranstaltung. Ihr genügt zur synthetischen Herstellung des vielfältigen Produktspektrums im wesentlichen ein einziger Kohlenstoffträger: Erdöl. Daß dieser fossile Rohstoff, je nach Lagerstätte, in gewissen Varietäten auftritt, ist eher störend – so dienen die ersten Aufarbeitungsschritte von Rohöl für die chemische Synthese vor allem dem Ziel, weitgehend einheitliche Erdölfraktionen zu erzeugen, die dann in standardisierten Verfahren weiterverarbeitet werden können.

Die Chemie ist mit dieser Rohstoffbasis viele Jahrzehnte gut gefahren: Erdöl war leicht verfügbar, preiswert und reizte gerade aufgrund seines chemisch monotonen Charakters die Kreativität der Synthesechemiker, das ganze Kaleidoskop der synthetischen Farben, Fasern, Kunststoffe, Aromen, Biozide, Tenside etc. aus dieser einen stofflichen Basis heraus durch möglichst raffinierte chemische Syntheseverfahren zu entwickeln.

Heute kommt diese Art der „fossilen“ Chemie erkennbar an ihre Grenzen. Erdöl als nicht erneuerbarer Rohstoff zeigt erste Verknappungstendenzen und demonstriert mit steigenden Preisen und Verteilungskämpfen seine unausweichliche Endlichkeit.

Aber nicht nur die fossilen Quellen der heutigen Chemie sind begrenzt, sondern auch die Senken ihrer Produkte. Erdöl ist ein gigantischer geologischer Kohlenstoff-Speicher. Ans Licht gebracht, verarbeitet und – hoffentlich einigermaßen rasch – abgebaut, ist das Endprodukt nahezu allen je verbrauchten Erdöls das stabilste kohlenstoffhaltige Molekül: Kohlendioxid. Aber für dieses finale Produkt zeigt die Biosphäre inzwischen auch deutlich ihre beschränkte Aufnahmekapazität.

Eine neue Art von Chemie, mit anderen Rohstoffen, Verfahren und Produkten, tut also not, wenn diese Branche eine Zukunft auch im nachfossilen Zeitalter haben will.

Die Rohstoffbasis einer künftigen Chemie

Fossile Kohlenstoffquellen anderer Art scheiden für eine wirklich zukunftsfähige Chemie aus. Ob Erdgas, Steinkohle oder Braunkohle – die erwähnte Senkenproblematik wird durch diese so wenig gelöst wie die Ressourcenknappheit.

Eine Chemie der Zukunft kann auf mittlere und lange Sicht nur auf erneuerbaren Ressourcen aufbauen. Das hat sie mit der Energieversorgung der Zukunft gemeinsam. Während jedoch erneuerbare Energie auch durch direkte Umwandlung von Sonnenenergie gewonnen werden kann, ist die Chemie an stoffliche Substrate gebunden. Diese müssen keineswegs neu erfunden werden, sondern sie sind in unüberschaubarem Reichtum bereits in der Biosphäre vorhanden: die Rede ist von den Pflanzen unserer Welt.

Jede Pflanze ist unter biochemischem Blickwinkel eine perfekte, miniaturisierte, ökologisch bestens angepaßte, hocheffiziente und abfallfrei arbeitende chemische Fabrik. Sie benötigt als Rohmaterialien für ihre hochdifferenzierte chemische Syntheseleistung lediglich einfachste Moleküle wie Kohlendioxid und Wasser, ihr Energiebedarf wird vollständig durch die Einstrahlung der Sonne gedeckt, wobei diffuses Licht in der Regel ausreicht. Sie bindet Kohlendioxid in komplexen Kohlenstoffverbindungen und spendet im Gegenzug Sauerstoff. Die Chemie der Pflanze ist eine solare Chemie.

Auch über längere Zeiträume der Evolution betrachtet hat sich dieses Prinzip als ausgesprochen eigenstabil erwiesen. Zwar hat es im Verlauf der Biosphärengeschichte immer wieder großräumige

und tiefgreifende katastrophische Ereignisse gegeben, in deren Verlauf große Teile der bis dahin entwickelten Biodiversität zerstört wurden. Die Prinzipien des biosphärischen Stoffaufbaus wurden jedoch während dieser desaströsen Phasen nie vollständig verlernt, sondern stets weiter optimiert.

Die Zukunft der Chemie ist solar: Grundstoff-Vielfalt statt fossiler Monotonie

Im Bereich der solaren Chemie finden wir völlig andere Voraussetzungen vor als bei der Petrochemie, nämlich eine geradezu unermeßliche Vielfalt von Grundstoffen. Dies folgt allein aus der Tatsache, daß jede einzelne Pflanzenart ein arteigenes Spektrum von Produkten ihres Sekundärstoffwechsels synthetisiert, welches sich von dem jeder anderen Pflanze unterscheidet. Es kommt hinzu, daß jede einzelne Pflanzenart nicht nur einen Stoff synthetisiert, sondern ein großes Spektrum sehr unterschiedlicher chemischer Stoffe.

So kann eine Pflanze beispielsweise in relevanten Mengen Zellulose in ihren Stängeln, Farbstoffe in ihren Blättern, Wachse auf der Blattoberfläche, Fette und Eiweiße in ihren Früchten sowie Duftstoffe und Harze in ihren Blüten erzeugen und jeden einzelnen dieser Stoffe wiederum nicht als chemisch reine Monosubstanz, sondern in einem großen Spektrum verschiedenen chemischer Identitäten. Pflanzen bringen also das Kunststück fertig, aus einem extrem begrenzten Reservoir an Basisatomen und –molekülen in ihrem sekundären Stoffwechsel eine enorme stoffliche Diversität zu erzeugen.

Im unmittelbaren Vergleich mit moderner industrieller Petrochemie verfügt die pflanzliche Stoffproduktion – im Sinne ihrer Primärproduktion – nicht nur über eine etliche Größenordnungen höhere quantitative Produktivität, sondern – im Sinne der enormen Ausdifferenzierung der Resultate des pflanzlichen Sekundärstoffwechsels – auch über eine unvergleichlich viel höhere qualitative Varianz.

So betrachtet, eröffnet sich in der solaren Chemie der Pflanzen ein Kosmos an Diversität: Tausende von Pflanzenarten bilden die Basis der Erzeugung von Hunderttausenden verschiedener biogener Stoffe. Jede Region der Erde liefert dabei ihre spezifischen, vielfältigen stofflichen Beiträge, je nach den klimatischen, geologischen und genetischen Bedingungen und differenziert nach den Erfahrungen und bewährten Anbau-, Ernte- und Verarbeitungstechniken seiner Bewohner.

Parallelen zwischen solarer Chemie und solarer Energie

Statt des Prinzips der Einfachheit ist der künftigen Energie- wie der Stoffgewinnung das Prinzip der Vielfalt immanent: so wie ein sinnvoller Mix aus allen regenerativen Energiequellen vor Ort erst den vollen ökologischen und ökonomischen Sinn ergibt, so sind es hunderte, gar tausende verschiedener Pflanzenarten, in denen in den Sekundärprozessen der Photosynthese die gewünschten und in sich wiederum unerhört vielfältigen Pflanzeninhaltsstoffe entstehen, von den Farbstoffen über die Duftstoffe, Harze, Öle, Wachse, Eiweiße bis hin zu den pflanzlichen Fasern.

Eine weitere Gemeinsamkeit ist die regionale Diversität. In beiden Fällen funktioniert das Grundprinzip auf der ganzen Welt: überall, wo Wind weht, wo Flüsse fließen, wo Gezeiten walten, wo die Sonne scheint, wo Pflanzen wachsen – überall dort ist auch Energie- und Stoffherzeugung auf solarer Grundlage möglich.

Beiden Systemen sind im Übrigen auch die gleichen Strukturvorteile zu eigen: in beiden Fällen ist die Produktivität in wesentlich geringerem Umfang flächenabhängig als bei fossiler Energie- und Stoffproduktion. Eine kleine Solarzelle ist, auf die Fläche bezogen, praktisch ebenso effektiv wie eine große. Zehn Pflanzen produzieren durch Photosynthese eben nur zehnmal soviel solare Rohstoffe wie eine einzelne Pflanze. Es nützt – im Sinne einer gesteigerten Produktivität – wenig, die Produktion eines bestimmten pflanzlichen Rohstoffs über Dutzende Quadratkilometer hinweg auszudehnen, sondern schafft eher zusätzliche Probleme (höherer Schädlingsdruck in Monokulturen, Monotonie des Landschaftsbildes etc.)

Eine der positiven Folgen dieses Strukturprinzips ist, daß sich die Dezentralität der Produktion von selbst anbietet. Auf diese Weise werden hohe Aufwendungen für die Verteilung der entstehenden Energiemengen oder Stoffe vermieden – weniger Verkehr, weniger Emissionen, keine Strommasten, keine hohen Schornsteine, keine überdimensionierten Erschließungsmaßnahmen sind mehr nötig. Was vor Ort gebraucht wird, entsteht auch vor Ort: unter den kritischen Augen, Ohren und Nasen der Verbraucher, die sich auf diese Weise auch mit den "in our own backyard" entstandenen Produkten identifizieren können.

Mitbestimmung und Mitgestaltung der Lebensumwelt ist auf diese Weise in ganz anderem Umfang möglich als bei der heute üblichen extremen Entkoppelung von Herstellung und Bedarf – von den eingesparten Leitungsverlusten bei der Stromverteilung ganz zu schweigen. Mit der regionalen und lokalen Produktion von Energie und Rohstoffen kehrt diese aus der Anonymität der „Irgendwo“, „Irgendwie“ und „Irgendwer“ in die volle Transparenz und in die unmittelbare Verantwortung der betroffenen Menschen zurück.

Intakte Biodiversität als Voraussetzung und Folge einer neuen Chemie

So wie eine zukünftige Chemie aus dem Reichtum schöpft, den Tausende verschiedener Pflanzenarten mit ihrer jeweils individuellen photosynthetischen Produktivität bieten, so ist diese künftige Chemie unbedingt angewiesen auf eine intakte, reichhaltige biologische Diversität. Jede Verarmung an Arten der Tier- und Pflanzenwelt schränkt im Rückbezug die Vielfalt und Produktivität der Pflanzenchemie ein.

Dieser Verarmungsprozeß ist in den vergangenen Jahrzehnten und Jahrhunderten bereits zu beobachten gewesen. Gab es früher z.B. nahezu unzählige Varianten pflanzlicher Farbstoffe wie Indigo-blau, Krapprot oder Färbedrogen jeder anderen Farbnuance, so ist das Angebot heute auf sehr wenige Sorten und Varietäten zusammengeschrumpft. Viele dieser Naturstoffe, die jeder für sich eine petrochemische Synthese überflüssig machen, sind bereits ganz verschwunden.

Andere pflanzliche Naturstoffe, wie z.B. die einst unüberschaubare Vielfalt an ätherischen Ölen und Duftdrogen, sind nach und nach Opfer einer zentralistischen Regulierungswut z.B. des europäischen Gesetz- und Ordnungsgebers geworden, dessen eindimensionales regulatives Ideal offensichtlich nicht mit dem Variantenreichtum der Naturstoffe in Einklang zu bringen ist – diese stören den bürokratischen Drang zur Vereinheitlichung – dem die maßgeschneiderten Petrochemikalien mit ihren exakt definierten Moleküleigenschaften und oligopolistischen Anbieterstrukturen hingegen sehr entgegenkommen.

Es ist daher dringend an der Zeit, daß die Qualität und Zukunftsfähigkeit der Stoffe einer solaren Chemie in der Öffentlichkeit wieder die ihnen gebührende Wertschätzung und Unterstützung erfahren. Insofern ist der weltweite Kampf um den Erhalt der evolutionär gewachsenen und bewährten Biodiversität auch ein Kampf gegen die Monotonie- und Monopolisierungstendenzen einer globalisierten Bürokratie und Ökonomie.

Wer sich für die Sicherung der Biodiversität einsetzt, sollte daher auch daran denken, daß der Verlust der chemischen Diversität der Pflanzenstoffe häufig ein unumkehrbarer Prozeß sein kann, der sich in der Zukunft bitter rächen wird, wenn wir – nach dem Ende des fossilen Zeitalters, aber eigentlich auch schon jetzt – dringend auf den chemisch-biologischen Reichtum angewiesen sein werden, den uns die Pflanzenwelt liefert.

Mit Bezug auf die beiden Hauptbegriffe im Titel dieses Sonderhefts ergibt sich aus den hier skizzierten Grundlagen die Vorhersage, die natürlich nicht nur für den engeren Bereich der Chemischen Industrie, sondern für jede Form von Wirtschaftspraxis gilt: „Business will be based on intact Biodiversity, or there will be no business“.