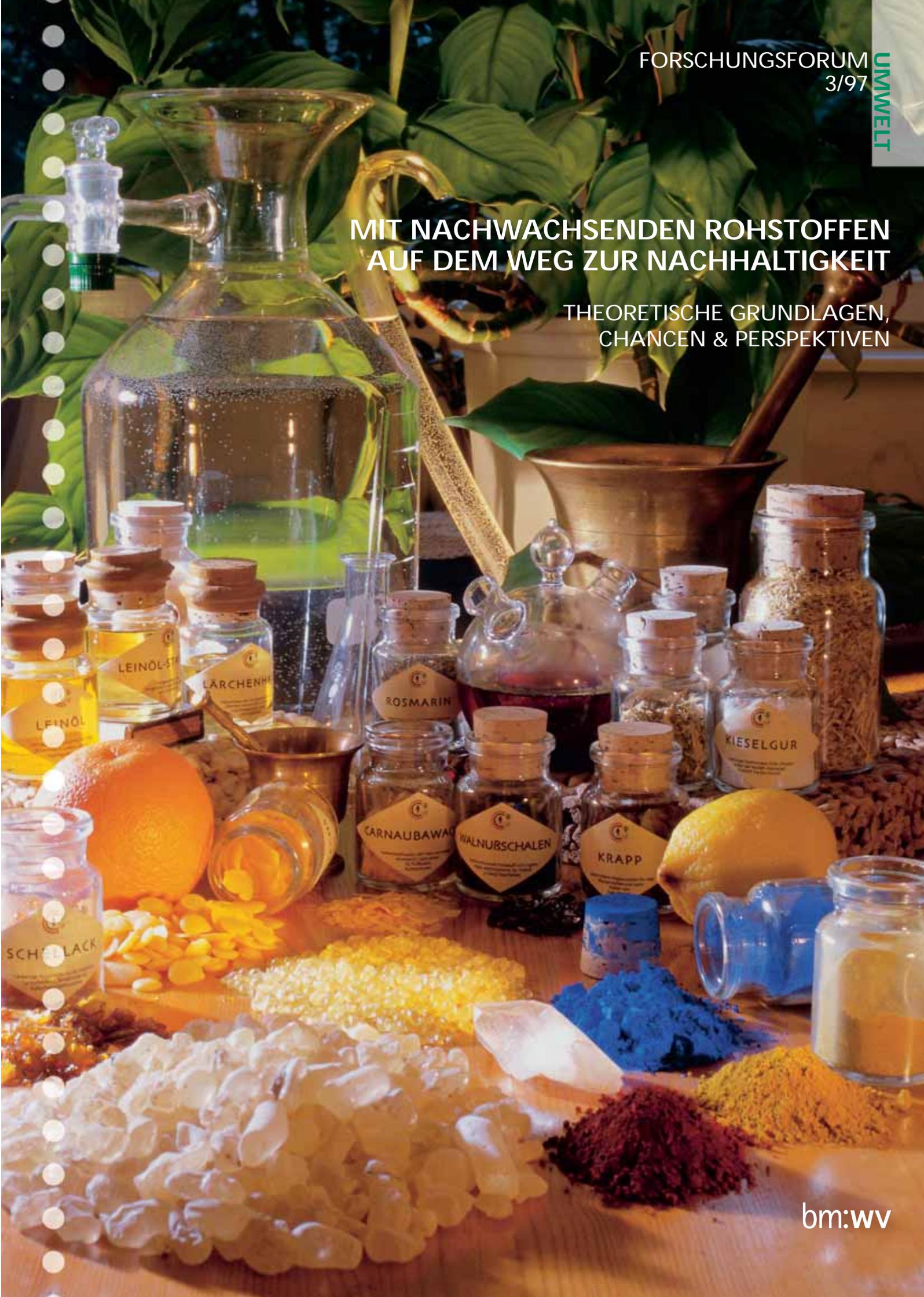


MIT NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN AUF DEM WEG ZUR NACHHALTIGKEIT

THEORETISCHE GRUNDLAGEN,
CHANCEN & PERSPEKTIVEN



AUF DEM WEG ZUR STOFFLICHEN NACHHALTIGKEIT



Für Österreich stellt eine verstärkte stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe eine interessante Variante dar, sowohl die technologische Position Österreichs auf dem Weltmarkt zu verbessern als auch einen Schritt in Richtung nachhaltiger Entwicklung zu machen.

■ Fossile Energieträger und Rohstoffe bildeten im Verlauf der technischen und industriellen Entwicklung unserer Gesellschaften eine wesentliche Grundlage. Heute zeigen sich jedoch mit zunehmender Deutlichkeit die Grenzen dieser Entwicklung und die Gefahren, die durch die massive Steigerung des Ressourceneinsatzes entstehen können.

Die Forschung zeigt, daß vor allem den erneuerbaren Rohstoffen in Zukunft eine entscheidende Rolle zukommen wird. Die von der Natur produzierte pflanzliche Biomasse ist gewaltig, sie wird auf ca. 170 Mrd. t im Jahr geschätzt. Obwohl nachwachsende Rohstoffe vielfältige Chancen und Nutzungsmöglichkeiten bieten, kommen sie bisher nur begrenzt zur Anwendung. Vor allem die verstärkte Nutzung nachwachsender Rohstoffe bei der Herstellung von chemischen Produkten, könnte nachhaltige Zukunftsperspektiven eröffnen.

Nachwachsende Rohstoffe haben den Vorteil, daß sie Teil des geschlossenen Kreislaufes der **Biosphäre** sind.

Die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen bietet daher die Chance, unsere stofflichen Bedürfnisse zu befriedigen ohne die Biosphäre mit fremdartigen, risikobeladenen Stoffen zu behandeln.

Zwei neue Studien, die im Auftrag des Bundesministeriums für Wissenschaft und Verkehr entstanden sind, kommen zum Ergebnis, daß die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe nachweislich eine Entlastung der Umwelt mit sich bringt, allerdings hängt dies stark von der verwendeten Technologie und dem verwendeten Rohstoff ab.

Die Studie ALCHEMIA-NAWARO berichtet über einen Forschungs- und Produktionsansatz, der das Ziel verfolgt, eine neue stoffpolitische Grundlage auf der Basis nachwachsender Rohstoffe und einer Sanften Chemie im Licht der aktuellen Nachhaltigkeitsdiskussion anzuregen und zu vertiefen. In besonderer Weise geht es bei diesem Projekt darum, innovative Verfahren, neue Produkt- und Nutzungskonzepte zu beschreiben, die eine Fortentwicklung der Menschheit auch nach dem vorhersehbaren Erschöpfen der fossilen Rohstoffvorräte ermöglichen soll.

Das Forschungsprojekt referiert die Grundsätze und Zukunftsperspektiven, aber auch die Grenzen, Hindernisse und möglichen Fehlentwicklungen (Stichwort Gentechnik), die sich aus der bisherigen 20-jährigen Entwicklung der biogenen Ressourcen und der Sanften Chemie heute ableiten lassen.

Die Studie STOFFLICHE NUTZUNG NACHWACHSENDER ROHSTOFFE IN ÖSTERREICH kommt zu dem Resultat, daß nichtinvasive Technologien zur Gewinnung von Wertstoffen oder zur Ausnutzung von hochspezialisierten Strukturen, die in nachwachsenden Rohstoffen angetroffen werden, eine Schlüssel-Technologie der Zukunft darstellen. Sie sind Teil einer „Hyper-tech“, die High-tech Hilfsmittel (Biotechno-

logie, komplexe Steuerungen, etc.) ebenso integriert wie die Natur als hocheffektive Synthesefabrik.

Eine Stoffflußwirtschaft auf der Basis nachwachsender Rohstoffe ist komplexer als die derzeit übliche fossil-basierte Wirtschaft. Sie bietet eine Fülle von Möglichkeiten Stoffkaskaden zu nutzen und benötigt eine stärkere Organisation und Koordination der Ver- und Entsorgungswege, soll der ökologische Nutzen voll ausgeschöpft werden.

In der zukünftigen Technologiepolitik wird dies eine wesentliche Rolle spielen. Dabei sollte aber nicht nur der ökologische Nutzen allein im Mittelpunkt des Interesses stehen. Mindestens gleichwertig ist die Chance durch gezielte Maßnahmen auf dem Gebiet der Technologieförderung neue Organisationsformen zu initiieren, die zur größeren Vernetzung auf regionaler Ebene, aber auch entlang von Produktlinien führt. Solche vernetzten Systeme sind die unverzichtbare Basis für eine nachhaltige Entwicklung.

Die Studie schlägt eine Reihe von Maßnahmen vor, die die verstärkte Nutzung nachwachsender Rohstoffe in Österreich forcieren sollen. Dazu gehören unter anderem die Zusammenfassung der Projekte zu diesem Thema in Technologie-Clustern und die Schaffung von neuen Finanzierungssystemen.

Biosphäre

In diesem Zusammenhang ist die Vorstellung von der Biosphäre, die während der letzten beiden Jahrzehnte besonders unter dem Einfluß der „GAIA-Hypothese“ weiterentwickelt wurde, von Bedeutung. Diese Hypothese unterstreicht, daß unter den Komponenten, die das globale Ökosystem hervorbringen, den lebenden Organismen in ihrer Gesamtheit die dominierende Rolle zukommt.

Nach dem Gaja-Konzept von James Lovelock ist es die immerwährende Aktivität ihrer organischen Hülle, die die Erde für das Leben wirtlich macht. Die Erde hat daher nicht einfach eine Biosphäre, sondern ist eine Biosphäre.

NACHWACHSENDE ROHSTOFFE UND SANFTE CHEMIE

■ DIE PFLANZE ALS PROTOTYP EINER SANFTEN TECHNOLOGIE

Nur mit Rohstoffen aus erneuerbaren Quellen ist mittel- und langfristig der globale Bedarf an organischen Ressourcen zu befriedigen. In der konkreten Umsetzung greift die Sanfte Chemie einerseits auf toxikologisch unbedenkliche und problemlos verfügbare Stoffe und Strukturen des Primär- und Sekundärstoffwechsels im biogenen Kohlenstoffkreislauf zurück, z.B. Zellulose, Stärke und Lignin oder das kaum genutzte Chitin. Aber auch die Naturfasern in ihrer Gesamtheit wie Flachs oder Hanf, die für hautnahe Textilien möglichst schonend kultiviert und verarbeitet werden, spielen im Spektrum der nachwachsenden Rohstoffe eine wichtige Rolle. Wesentlich ist dabei nicht nur die prinzipielle Unbegrenztheit der biogenen Rohstoffe, ebenso wichtig ist die Tatsache, daß Produkte, die aus diesen Rohstoffen hergestellt wurden, nach ihrem Gebrauch wieder vollständig in den Naturkreislauf zurückkehren.

Voraussetzung dafür ist natürlich, daß die Rohstoffe aus kontrolliert biologi-

„Vereinfacht ausgedrückt, produziert die Pflanze aus Wasser und atmosphärischem Kohlendioxid durch Photosynthese Rohstoffe, die nach der Extraktion in mehr oder weniger reiner Form gewonnen werden. Aufarbeitung, Veredelung und Weiterverarbeitung lassen daraus eine große Fülle von Fertigprodukten, Hilfsstoffen und Additiven entstehen. Der Kreislauf schließt sich, wenn nach der Nutzung beim biologischen Endabbau wieder Kohlendioxid und Wasser freigesetzt werden.“

(W.Umbach, Henkel)

schem, also chemiefreiem Anbau stammen. Ein wichtiger Aspekt ist die „Eingriffstiefe“; Eingriffe in die Molekularstruktur der gebildeten Biomasse sollen entweder unterbleiben oder dürfen nur in so geringem Umfang erfolgen, daß die Molekülstrukturen von den abbauenden Mikroorganismen noch rasch und sicher wiedererkannt werden. Daher sollte vor jeder Neuentwicklung eines Stoffes, die Suche nach einem biogenen Material stehen, das die gewünschten strukturellen und physikalisch-chemischen Eigenschaften bereits von sich aus aufweist. Die Chancen dafür sind sehr gut, denn der strukturelle Reichtum der Natur ist bis heute erst bruchstückhaft bekannt. Hinsichtlich der Entstehung von unerwünschten Nebenprodukten, ist die

Nutzung biogener Rohstoffe ebenfalls unbedenklich: jedes Produkt des pflanzlichen Sekundärstoffwechsels hat seine natürliche Funktion in der Umwelt. Keines dieser Produkte reichert sich in den Umweltmedien an und auch die Produktionsgrundlagen selbst werden bei diesen Verfahren nicht in Gefahr gebracht.

Einen weiteren entscheidenden Aspekt stellt die notwendige Energie in chemischen Prozessen dar. Im Unterschied zur Petrochemie stammt die Energie für die Syntheseleistung bei Produkten auf biogener Basis ausschließlich von der Sonne. Bedeutende Energieeinsparungen sind daher ein positiver Begleiteffekt dieses neuen Ansatzes.

BEISPIELE FÜR CHEMISCH-TECHNISCHE PRODUKTE AUF ERDÖLBASIS UND BIOGENE ALTERNATIVEN (SOLAR MATERIALS)

Produktbereich	Rohstoffe Petro-Chem	Rohstoffe Biogen	Rohstoffbeispiel	Anwendungsbeispiel
Faserverstärkte Werkstoffe	Carbonfaser, GF, Polyamid	Pflanzenfasern, Pflanzenharze	Hanffaser, Schellackharz	Spielsachen, Geräte-Gehäuse, Möbel-Accessoires
Bodenbeläge	PVC	Baumrinden, Pflanzenöle, Pflanzenfasern u. -harze	Kork, Leinöl, Jute, Kiefernharz	Linoleum
Textilien	Polyester	Pflanzenfasern	Leinen/Hanf	Polsterstoffe
Holzlasuren	Polyacrylat, Glykole	Pflanzenharze, Ätherische Öle	Dammarharz, Citruschalenöl	Naturharzöl-Lasuren
Farben	Azo-Pigmente	Färbepflanzen	Färberwaid, Krapp etc.	Pflanzenfarben
Waschmittel	Alkybenzolsulfonat (LAS)	Pflanzenöle, Kohlenhydrate	Kokosfett, Zuckertenside	Haushalts-Waschmittel
Hydraulik- und Schmiermittel	Mineralöle	Pflanzenöle	Rapsöl, Jojobaöl	Sägekettenöl, Hochleistungsöl
Klebstoffe	Polyurethan	Pflanzengummi, Pflanzenharz	Naturlatex, Mastixharz	Teppichkleber
Verpackungen	Polyethylen	Polysaccharide	Biopol	Shampooflasche
Textilien	Polyester	Naturfasern	Baumwolle, Hanf, Leinen, Seide, Wolle	Oberbekleidung, Underwear
Wärmedämmung	Styropor, Polystyrol	Pflanzenmark, Sroh und Lignin	Sonnenblumenmark u. Sonnenblumenstroh	neuer Dämmstoff

■ DER STRUKTURELLE REICHTUM DER NATUR

Ein wesentlicher Baustein im Konzept der Sanften Chemie bildet der ökologische Landbau, der besonders in Österreich bereits häufig praktiziert wird. Diese sanfte Bewirtschaftung des Bodens sollte in Zukunft verstärkt auch für den Industriepflanzenanbau genutzt werden.

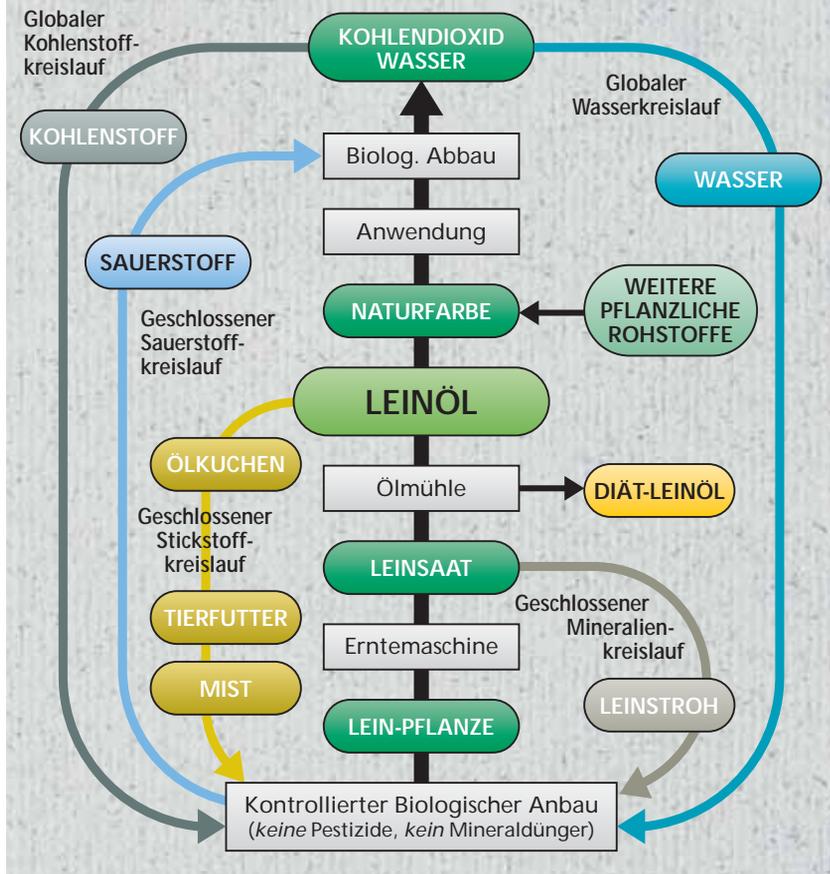
Dabei kommt den **Ölpflanzen** eine besondere Bedeutung zu. Die in ihren Samen enthaltenen Öle können aufgrund ihrer spezifischen Fettsäuremuster und des Gehaltes an anderen wertvollen Substanzen die Grundstoffe zur Erzeugung sehr verschiedenartiger Produkte durch die Industrie bilden. Dazu haben Ölsaaten den Vorteil, daß sie zumeist vollständig verarbeitbar sind, denn nach der Extraktion der Öle können die verbleibenden Samenbestandteile zu hochwertigen Futtermitteln aufbereitet werden.

Darüber hinaus stehen aus dem Pflanzenbereich bisher wenig beachtete „biologisch aktive“ Agentien des Sekundärstoffwechsels zur Auswahl, die möglichst gezielt und gemäß ihrer „natürlichen Funktion“ zum Einsatz kommen können. Dazu zählen u.a. Farbstoffe, Harze, Gerbstoffe, Wachse, ätherische Öle, aber auch Repellents, pflanzliche Hormone, Phytopharmaka usw.

Zum Beispiel bieten Pflanzenfarben eine große Vielfalt an Variationsmöglichkeiten, sie wirken harmonisch, brillant und sind lichtecht auch auf Baumwolle, Leinen und Hanf. Pflanzenfarben brauchen nicht mehr, sondern weniger und harmlosere chemische Hilfsmittel, um auf der Faser zu haften, und viele Färbepflanzen lassen sich sogar auf Brachland anbauen.



Biografie eines typischen Rohstoffs für konsequente Naturfarben: Leinöl aus kontrolliert biologischem Anbau



Für nachwachsende Rohstoffe existiert auch in Österreich bislang noch kein umfassendes Konzept. Unsere Landwirtschaft ist heute in vielen Bereichen weder technisch, betriebswirtschaftlich noch organisatorisch für die Produktion nachwachsender Rohstoffe vorbereitet. Der Weg vom Landwirt bis zum Endverbraucher ist durch zahlreiche technologische und vermarktungsrelevante Hürden gekennzeichnet. Um diese Probleme zu lösen bedarf es politischer Entscheidungen und gezielter Förderungen. Es müssen Rahmenbedingun-

gen geschaffen werden, die die Entwicklung wirtschaftlich tragfähiger Produktlinien unterstützen. Wenn es gelingt, einen stetig wachsenden Anteil der Gebrauchsgüter aus ökologisch-angebauten nachwachsenden Rohstoffen und problemlos verfügbaren Mineralien herzustellen, sind wir auf dem Weg zu einer zukunftsfähigen Kreislaufwirtschaft. Österreich hat hier eine einmalige Chance, sich auch international an die Spitze einer Zukunftstechnologie zu setzen.

Leinöl zum Beispiel ist ein fettes, trockenes Pflanzenöl, das aus den Samen des Leins (*Linum usitatissimum*) gewonnen wird. Schon diese Bezeichnung der Pflanze („der Allernützlichste“) weist auf ihr vielseitiges Verwendungspotential hin. Lein wird sowohl als Faser- wie auch als Ölpflanze angebaut. Leinöl kann sowohl als Speiseöl, als auch für industrielle Zwecke genutzt werden. Neben der häufigen Nutzung als Rohstoff für Farben, Lacke, Lasuren, Firnisse und Druckfarben findet es auch bei der Erzeugung von Linoleum und Seifen sowie im Bereich der Pharmazie (Salben, Wundpuder, Abführmittel) Verwendung. Auch bei zahlreichen anderen Produkten könnte Leinöl die bisher verwendeten, nicht erneuerbaren Rohstoffe ersetzen. Als Öl- wie auch als Faserpflanze ist Lein eine Rohstoffpflanze mit Zukunft, auch in Österreich.

DAS KONZEPT DER SANFTEN CHEMIE

Als „Sanfte Chemie“ könnte man Prozesse verstehen, bei denen ausschließlich nichtgefährliche Stoffe zum Einsatz kommen und/oder keinerlei Abfall- und Nebenprodukte entstehen bzw. ausschließlich solche, die vollkommen wiederverwendet werden können.

RÖMPPS Chemielexikon

■ Beim Konzept der Sanften Chemie geht es um Nachhaltigkeit, also um das Umsteigen auf regenerierbare Rohstoffe, es geht um die Nutzung dieser Rohstoffe unterhalb der Regenerationsrate, und es geht um eine sanfte, ökologische Technik bei der Verarbeitung und Nutzung dieser Roh-, Werk- und Wirkstoffe.

Der wichtigste Rohstoff für die heutigen chemischen Produkte ist das Erdöl. Die Umwandlung vom Erdöl zum industriellen Gebrauchsprodukt erfolgt unter Einsatz großer Energiemengen; eine Energie, die fast ausschließlich auf Basis fossiler Energieträger hergestellt wird. Dem chemisch aufbereiteten Werkstoff stehen daher eine Reihe von Folgeprodukten des Kraftwerksprozesses gegenüber (z.B. Abgase wie CO₂, SO₂).

Nachwachsende Rohstoffe dagegen haben Anteil an dem natürlichen, geschlossenen Kreislauf der Biosphäre. Bei den natürlichen Synthesevorgängen in Pflanze und Tier haben sich im Verlauf der Evolution Strukturbildungsprinzipien entwickelt, die unter Verzicht auf Effizienzmaximierung hinsichtlich der Ausnutzung der aufgefangenen Sonnenenergie durch intensive Verkettung und Vernetzung zahlreicher Stoffkreisläufe das Auftreten hoher Überschussenergien und damit umweltproblematischer Nebenprodukte vermeiden.

Die Natur nutzt **Strategien zur Stoffbildung**, die ihre Leistungsfähigkeit und Umweltverträglichkeit bereits unter Beweis gestellt haben. Die Synthesemethoden der Natur sind an die Bedingungen eines endlichen Globus angepaßt.

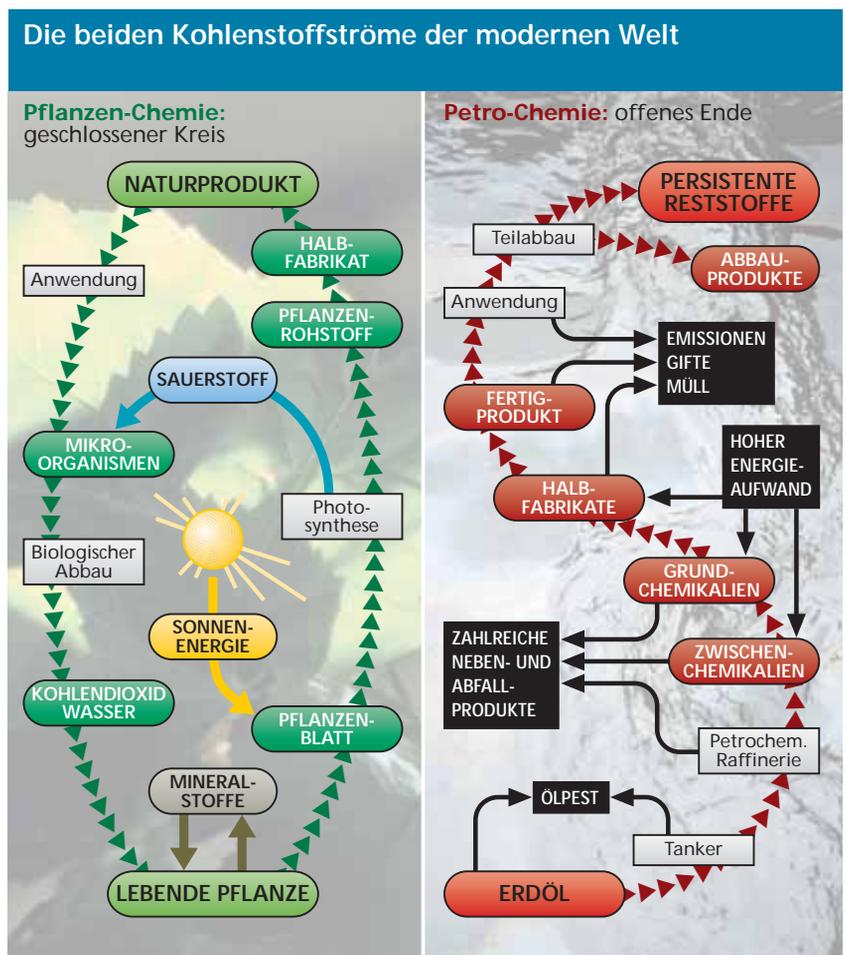
Die Arbeitsweise der Sanften Chemie zielt darauf ab, daß die Produktion von Gebrauchsgütern des Alltags so geschieht, daß für die Mitwelt und Nachwelt keine dauerhaften Schäden entstehen. Der Schwerpunkt der Sanften Chemie liegt wie bei der Sanften Technik in ökologischen Erkenntnisprozessen. Ökologisch sanfte Lösungen sind Prozesse, die die natürlichen Kreisläufe möglichst wenig belasten. Materialqualität und Materialintensität stehen also im Vordergrund. Die grundsätzliche Richtlinie der sanft-chemischen Produktionsweise heißt „Suchen vor dem Konstruieren“, 5 vernetzte Handlungsanleitungen fassen die wesentlichen Maßnahmen dieser Strategie zusammen:

- **Mitproduktivität**
Die lebensunterstützende Funktion der Natur muß in ihrer Viel-

falt erkannt und erhalten bleiben. Diese Vielfalt und Produktivität gilt es partnerschaftlich auf hohem Niveau zu nutzen.

- **Angepaßte Technologie**
Bevorzugung von intelligenten „fehlerfreundlichen“ Technologien, die sich an den Eigenheiten der Naturstoffe orientieren.
- **Ökologisches Produktdesign**
Dienstleistung, Langzeitgebrauch, Mehrfachnutzung, Reparaturfreundlichkeit - auf möglichst hoher molekularer Stufe mit möglichst geringem Energieeinsatz und geringer Eingriffstiefe.
- **Machbarkeit**
Berücksichtigung technologischer und ökonomischer Parameter, die eine erfolgreiche Umsetzung versprechen.
- **Positives Nichtwissen**
Berücksichtigung des größtmöglichen Deckungsgrades zwischen Eingriffstiefe und Reichweite unseres Handelns und dem Wissen um die Folgen des Eingriffs.

Pflanzenchemie versus Petrochemie





■ Eine bedeutende Ausweitung des Anbaus von nachwachsenden Rohstoffen wird einen umfangreichen Strukturwandel der Landwirtschaft bewirken. Ohne ein abgestimmtes Konzept ist die breite industrielle Nutzung der nachwachsenden Rohstoffe jedoch nicht umsetzbar. Es müssen daher politische Entscheidungen getroffen und entsprechende Rahmenbedingungen geschaffen werden. Ein erfolgreicher Einsatz dieser Rohstoffe ist nur dann gewährleistet, wenn bestimmte Kriterien vorliegen bzw. eingehalten werden:

- Sicherstellung einer breiten Rohstoffbasis
- Nutzung der Vorleistungen der Natur
- Einsatz umweltverträglicher Technologien
- Erzeugung von Produkten mit hoher Wertschöpfung
- Aufbau von zukunftsfähigen Regionalkonzepten

Von einer Expertenrunde mit Vertretern aus Landwirtschaft, Industrie, Handel, Verbraucher- und Umweltverbänden, Politik und Wissenschaft

IMPRESSUM

FORSCHUNGSFORUM informiert über ausgewählte Projekte im Rahmen des Leitschwerpunktes „Zukunftsfähige Energie- und Umwelttechnologie“ des BMWV. Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr; Abteilung für Presse und Dokumentation, Leiter: Dr. W. Fingernagel; A-1014 Wien, Minoritenplatz 5. Inhaltliche Koordination: Abteilung für technologiebezogene Energie- und Umweltforschung, Leitung: Dipl. Ing. M. Paula.

Fotos und Grafiken: Univ. Lektor Dipl. Chem. Hanswerner Mackwitz, Concerned People GmbH., Bernhard Salcher.

Redaktion: Projektfabrik, A-1020 Wien, Große Stadtgutgasse 21.

Gestaltung: Grafik Design Wolfgang Bledl. Herstellung: AV-Druck, A-1140 Wien, Sturzgasse 1A.

- FORSCHUNGSFORUM erscheint mindestens vierteljährlich und kann kostenlos abonniert werden bei: Projektfabrik Postfach 152, A-1021 Wien. FORSCHUNGSFORUM im Internet: <http://www.bmwv.gv.at/7forsch/ffeuv/home.htm>

P E R S P E K T I V E N

RAHMENBEDINGUNGEN FÜR DEN ERFOLG NACHWACHSENDER ROHSTOFFE

sollten folgende Themenbereiche bearbeitet werden:

- Zusammenfassung der Forschungs- und Entwicklungsanstrengungen auf dem Sektor nachwachsender Rohstoffe in Technologie-Clustern und Kompetenzzentren.
- Wissenschaftliche und praxisrelevante Überprüfung heimischer Kulturpflanzen auf ihre Anbauwürdigkeit als nachwachsende Rohstoffe
- Entwicklung neuer Absatzstrategien- und Strukturen für nachwachsende Rohstoffe
- Staatliche Absicherung von Investitionen im Bereich nachwachsender Rohstoffe
- Erarbeitung von allgemein gültigen Qualitäts-Bandbreiten (Normen und Definitionen) und Zertifizierungsmethoden für nachwachsende Rohstoffe
- Definition von ökologischen Maßstäben (Dünger, Pestizide, Monokulturen) beim Anbau nachwachsender Rohstoffe
- Festlegung einheitlicher Kriterien für die Bewertung von Umweltwirkungen

Z A H L E N / D A T E N / F A K T E N

PROJEKTTRÄGER

Beide Studien sind im Auftrag des BMWV entstanden:

ALCHEMIA NAWARO
Nachwachsende Rohstoffe
und Sanfte Chemie

Projektleitung:

Univ. Lektor Dipl. Chem. Hanswerner Mackwitz, Concerned People GmbH

STOFFLICHE NUTZUNG NACHWACHSENDER ROHSTOFFE IN ÖSTERREICH

Projektleitung:

C. Krotschek, R. Wimmer,
M. Narodoslawsky, SUSTAIN

PUBLIKATIONEN

Beide Projektberichte sind erhältlich bei:
Redaktion FORSCHUNGSFORUM
Projektfabrik, Postfach 152, A-1021 Wien

INFORMATIONEN

Fachagentur „Alchemia Nawaro“
A-1070 Wien, Siebensterngasse 31
Tel.: +43/1/524 37 73, Fax: 522 19 16

Österreichischer ECODESIGN Infoknoten
<http://www.ecodesign.at/ecodesign>