

granulieren

NACHHALTIGwirtschaften
k o n k r e t

FORSCHUNGSFORUM
1/2005

trennen

NAWARO-CASCADING

KASKADISCHE NUTZUNG
VON NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN
FÜR DIE „FABRIK DER ZUKUNFT“

schälen

trocknen



fermentieren

mahlen

desillieren



T H E M A

Geschäftsfelder und Industriezweige zu entwickeln und damit zur Schaffung von Arbeitsplätzen und zur Stärkung der heimischen Wirtschaft beizutragen.

Folgende Projekte, die im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ entstanden sind, untersuchen die Nutzungsmöglichkeiten von heimischen nachwachsenden Rohstoffen und entwickeln konkrete Umsetzungsmodelle in Zusammenarbeit mit regionalen Unternehmen.

FORSCHUNGSPROJEKTE ZUR KASKADISCHEN NUTZUNG VON NAWARO FÜR DIE „FABRIK DER ZUKUNFT“

FABRIK der Zukunft Mit dem Forschungs- und Technologieprogramm „Nachhaltig Wirtschaften“ hat das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) bereits 1999 eine Initiative gestartet, die zukunfts-fähige Wirtschaftsweisen durch Forschung effektiv unterstützt. Im Rahmen von mehreren Programmlinien werden seither Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowie Demonstrations- und Verbreitungsmaßnahmen gefördert, die wichtige Innovationsimpulse für die österreichische Wirtschaft setzen.

Die Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ hat das Ziel, richtungsweisende Pilotprojekte im Bereich nachhaltiger Technologieentwicklung zu forcieren. Modellbeispiele können innovative Produktionsprozesse, zukunftsweisende Produkte oder vorbildliche Betriebe sein. Die angestrebten Innovationssprünge finden in den Feldern „Technologien und Innovationen bei Produktionsprozessen“, „Nutzung nachwachsender Rohstoffe“ und „Produkte und Dienstleistungen“ statt. Die Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ wird auf Empfehlung des Rates für Forschung und Technologie aus Sondermitteln der Technologieoffensive der Bundesregierung finanziert.

■ Die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe ist zunehmend ein wichtiger Baustein der nachhaltigen Entwicklung. Nachwachsende Rohstoffe werden in der Industrieproduktion die Basis für eine Reihe von völlig neuen Materialien, Chemikalien und Produktlinien bilden. Viele Kulturpflanzen enthalten industriell verwertbare Gerüst- und Speicherstoffe, sowie bioaktive Substanzen, die einen Teil der bisher aus fossilen Rohstoffen hergestellten Industriechemikalien ersetzen können.

Einige Beispiele dafür sind Naturfarben aus Pflanzenextrakten, biologisch abbaubare Folien aus Stärke, Dämmstoffe aus Pflanzenfasern, Biopolymere aus Milchsäure, Schmieröle und Asphalt aus Pflanzenöl sowie Bestandteile für Phyto-Pharmazeutika, Phyto-Kosmetik und Nahrungsergänzungen aus heimischen Pflanzen. Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen sind in vielen Bereichen gegenüber synthetischen Produkten schon heute konkurrenzfähig. Es besteht aber nach wie vor großer Forschungsbedarf hinsichtlich der besonderen funktionellen Eigenschaften und der vielfältigen Nutzungsmöglich-

keiten der heimischen nachwachsenden Rohstoffe (NAWARO).

Ein wichtiges Themenfeld ist die kaskadische Nutzung nachwachsender Rohstoffe im regionalen Verbund. Unter „kaskadischer Nutzung“ (Cascading) versteht man Multifunktionalität, das heißt die Fähigkeit eines Rohstoffes, in einer Abfolge von Nutzungsstufen mehrere Dienstleistungen zu bieten und intensiv zu nutzen. Das Design von neuen Produkten aus heimischen nachwachsenden Rohstoffen bzw. die Verwertung von landwirtschaftlichen Reststoffen sind wichtige Schwerpunkte für Forschung und Entwicklung, die neue Chancen für viele Regionen und Betriebe Österreichs eröffnen können.

Für die erfolgreiche Entwicklung von Nutzungsmöglichkeiten für Pflanzen und Pflanzenrestmassen ist eine enge Kooperation der Forschung mit regionalen Betrieben und die Vernetzung der verschiedenen Akteure aus der Landwirtschaft, den betroffenen Industriesparten und Gewerben bis hin zu Tourismus und Gesundheitswesen notwendig. Ziel dieser Kooperationen ist es, neue

Im Rahmen dieses Projekts wurden die kaskadischen Nutzungsmöglichkeiten von Steinobst-Restmassen im Food- und Non-food-Bereich untersucht und eine Vielzahl von konkreten Optionen zur werk- und feinstofflichen Nutzung der Obstkerne von Kirsche, Marille, Pfirsich und Zwetschke entwickelt, die von den beteiligten Unternehmen aufgegriffen und am Markt etabliert werden können.

PROJEKT 1

NAWARO-Cascading für die Wellness-Regio und Folgeprojekte

Projektpartner: Dipl.Chem. Univ.-Lektor Hanswerner Mackwitz und Dr. Wolfgang Stadlbauer (alchemia-nova, Institut für innovative Pflanzenforschung, www.alchemia-nova.net); Ing. Elmar Wimmer (e+c engineering&consulting); Wien 2003

PROJEKT 2

Gewinnung von adsorptiven Produkten aus Maisreststoffen

ProjektpartnerInnen: DI Dr. Christian Krotscheck, Mag. Regina Nievoll, DI Dr. Stefan Kromus (Kornberg Institut für nachhaltige Regionalentwicklung und angewandte Forschung, Steirisches Vulkanland Regionalentwicklung GmbH); Feldbach 2003

Zielsetzung dieses Projekts war es, ein Verfahren zu entwickeln und zu erproben, mit dem aus Maiskolben, die bei der Ernte von Körnermais als Nebenprodukt anfallen, Produkte mit adsorptiven Eigenschaften hergestellt werden können.

NAWARO-CASCADING FÜR DIE WELLNESS-REGIO

Untersuchung der Nutzungsmöglichkeiten von Steinobst-Restmassen im Food- und Non-Food-Bereich



Der Obst- und Steinobstanbau gilt als Markenzeichen für einige österreichische Regionen. So werden z.B. in der Wachau die Marille und in der Steiermark diverse Sorten von Zwetschke, Kirsche, Marille und Pfirsich seit Generationen angebaut und veredelt. Die Verwertung des Steinobstes beschränkt sich allerdings bisher auf den Genuß der Frucht und die Verarbeitung des Fruchtfleisches und des Saftes zu vielfältigen Produkten, wie Marmeladen, Gelees, Fruchtsäfte oder Edelbrände. Die Obstkerne werden nicht genutzt; sie gelten als lästiger Abfall, der entweder getrocknet und verbrannt oder deponiert wird, um schließlich zu verrotten.

Zielsetzung des Projekts „**NAWARO Cascading für die Wellness-Regio**“ ist die Auslotung von Verwertungsoptionen für Nebenprodukte aus der Landwirtschaft am Beispiel der Obstkerne. In der Entwicklung von Stoffkaskaden bei landwirtschaftlichen Erzeugnissen, besonders bei Pflanzenrestmassen, liegt ein großes bisher unausgeschöpftes Potenzial. Um die Ressourcenverschwendung von Obstkernen zu vermeiden und die wertvollen Inhaltsstoffe durch Herstellung von Nebenprodukten zu nutzen, müssen technische und nachhaltige Systemlösungen gefunden werden, die die Multifunktionalität von Steinobst verfügbar machen.

Besonderer Wert wurde dabei auf die Nutzung der feinstofflichen und funktionellen Qualitäten zur Wertschöpfung im Konditorei-, Lebensmittel-, Kosmetik-, Wellness- und Werkstoffbereich gelegt. Am Beispiel der südoststeirischen Thermenregion (Wellness-Regio) wurden in enger **Kooperation mit regionalen Partnern** nachhaltige

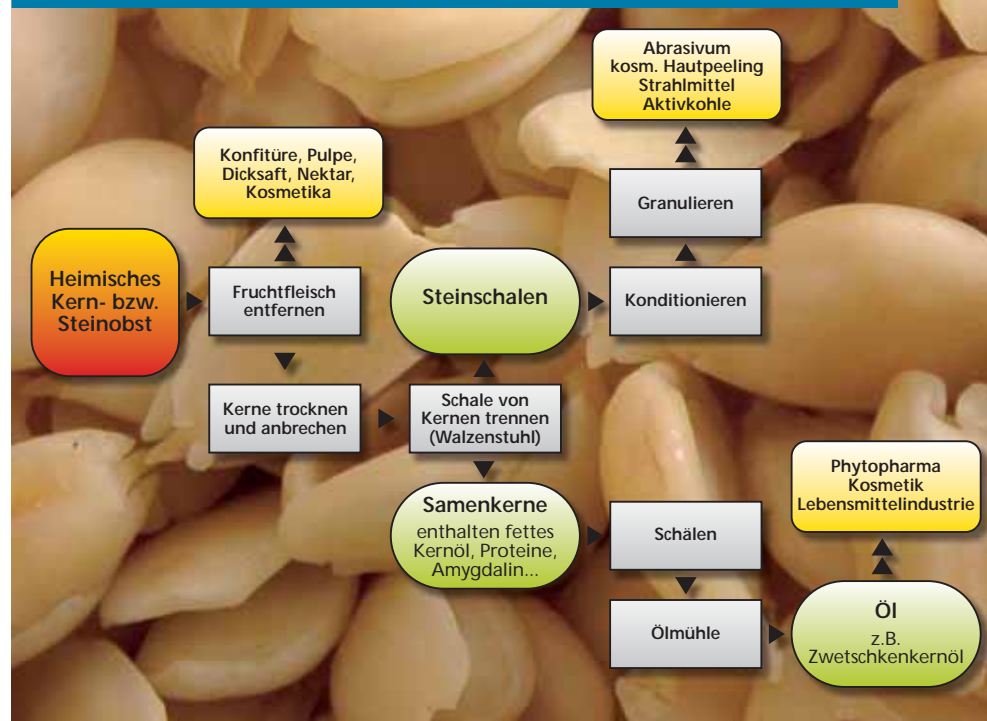
Nutzungsoptionen für die Steinobstkerne entwickelt, um die Produktpalette dieser Region zu erweitern und damit zusätzliche Einkommensquellen zu erschließen.

Im Rahmen einer Grundlagenrecherche wurden in zahlreichen Praxisversuchen geeignete Methoden zur Bearbeitung der Obstkerne erprobt. Der Feuchtegehalt der Kerne beträgt 87–90%. Diese Kerne sind mit Verunreinigungen behaftet und können durch Gärung und Schimmel schnell verderben. Eine Vortrocknung ist daher für die Weiterverarbeitung unerlässlich. Der Obstkern besteht aus einer harten Schale und einem weichen Kern, der von einer feinen Samenhaut umgeben ist. Um alle wertvollen Bestandteile einer Nutzung zuführen zu können, sind

spezielle technische Verfahren zur Trennung von Kern und Schale und zur anschließenden Mahlung notwendig. In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern wurden schonende Verfahren für diese Prozessschritte erprobt, die im Rahmen eines Folgeprojekts für die Umsetzung in größerem Maßstab weiterentwickelt werden. Weiters wurden Laborversuche zu geeigneten Öl-Press-Methoden durchgeführt.

Sowohl die Obstkerne und die Kernöle, als auch der Presskuchen wurden in einer umfangreichen Analyse auf ihre Bestandteile untersucht und auf mögliche Nutzungen geprüft. Die Kerne wurden hinsichtlich Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate, Fettsäuremuster, flüchtiger Verbindungen, Vitamine A und E analysiert. Bei den Ölen und beim Press-

Kaskadennutzung – Technische Verfahren zur Verarbeitung aller wertvollen Bestandteile des Steinobstes



Quelle: Concerned People GmbH

Unternehmenspartner

- Gölles, Obstbrennerei und Essigmanufaktur, Riegersburg/Stmk.
- Ferschli, Obstbrennerei und Likörherstellung, Krobotek/Bgl.
- Zotter Schokoladen, Riegersburg/Stmk.
- Ölmühle Fandler, Pöllau/Stmk.
- Ringana Frischkosmetik, Hartberg/Stmk.
- Sonnenblumenpark Tulbing, NÖ.
- Steirische Beerenobst reg.Gen.mbH., Lieboch/Stmk.
- Hans Staud, Konfitüren und Gemüsedelikatessen, Wien

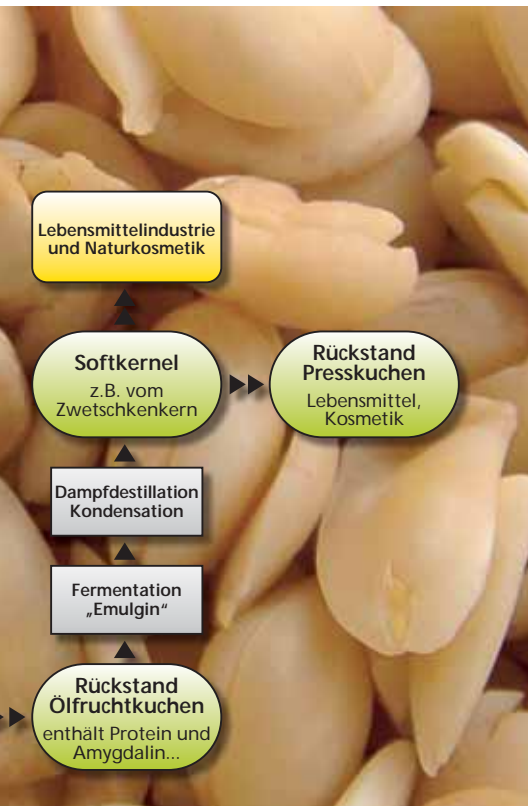


kuchen wurden jeweils Fettsäuremuster und Cyanidgehalt und beim Presskuchen zudem Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate untersucht.

Die abgeschlossene Grundlagenrecherche zeigt eine Vielzahl von konkreten Optionen zur werk- und feinstofflichen Nutzung der Obstkerne:

■ **Steinobstkerne als Delikatessen**

Sowohl die ungeschälten wie auch die geschälten Softkerne sind für den Nahrungsmittel-Bereich geeignet. Wie die Untersuchungen gezeigt haben, lassen sich daraus Produkte wie Edelnougat, Marzipanvarietäten Persipan, Prunipan, Cherrypan, Marillopan sowie Kombinationen mit Schokolade, Gebäck und Müsliriegeln herstellen. Zwetschkenkerne sind für



die Region Steiermark/Burgenland besonders typisch und werden von einigen Unternehmenspartnern favorisiert. Sie sind weich, im Geschmack leicht bitter und lassen sich gut mit Kardamon und Sternanis kombinieren. Die nativen, frischgepressten Kernöle eignen sich als Frischware für die ge-

hobene Küche und Gastronomie. Jedes Öl zeigt einen spezifischen Geschmack und könnte dementsprechend am Markt positioniert werden. Besonders große Chancen werden dem Zwetschkenkernöl und dem Kirschkernöl eingeräumt.

■ **Kosmetische Anwendungen**

Im Rahmen des Projekts konnte gezeigt werden, dass die Öle und der Presskuchen auch als wertvolle Bestandteile im Naturkosmetiksektor eingesetzt werden können. Fette Öle dienen als Grundlage für Bade- und Massageöle, Cremes, Balsame und Shampoos. Sie verbinden sich problemlos mit ätherischen Ölen und bringen zusätzliche Pflegewirkstoffe ein. Das höchste Potenzial wird dem Zwetschkenkernöl (vorzugsweise in Bio-Qualität) zugesprochen. Danach folgen die Kirsche und in dritter und vierter Position Marille und Pfirsich.

Weiters können Kern- und Presskuchene in der Kosmetik als Konsistenzgeber bzw. als Teil des Emulgatorsystems verwendet werden. Außerdem eignen sich feinstvermahlene Kerngranulate aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften für die Herstellung von ökologisch und dermatologisch wertvollen Peelingprodukten.

■ **Werkstoffliche Nutzungen von Steinobstkerenschalen**

Eine weitere Nutzungsmöglichkeit für die Steinobst-Restmassen ist der Einsatz der fraktionierten Kernschalen als technische Strahlmittel für besonders schonende Anwendungen in der KFZ-Industrie bzw. in der Luft- und Raumfahrttechnik. Die feinstvermahlene Schalenfraktion der Obstkerne eignet sich außerdem als Füllstoff für Polymere.

Die in den Untersuchungs- und Entwicklungsarbeiten gezeigten konkreten Nutzungsmöglichkeiten der Steinobstkerne, können nun von regionalen Unternehmen aufgegriffen werden. Allerdings sind für die konkrete Um-

setzung der spezifischen Anwendungen weitere Recherche-, Upscaling und Demonstrationsarbeiten notwendig.

Die wichtigsten Zielsetzungen für die weiteren Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind dabei:

- der Ausbau der Brech- und Trenntechnologie
Es existiert derzeit noch keine speziell adaptierte Brech- und Schältechnologie, die den multiplen Anforderungen heimischer Obstkerne gerecht wird.
- die Etablierung einer optimalen Ölgewinnung
Hier sollen alternative Gewinnungs-Techniken und weitere Analysen bezüglich der Zusammensetzung der Öle durchgeführt werden.
- die Etablierung der Obstkerne als Delikatesse
Enge Kooperationen wie z.B. mit der Schokolademanufaktur Zotter sowie anderen interessierten KMU sind in diesem Bereich zielführend.
- die Entwicklung einer innovativen Naturkosmetik-Serie
In Kooperation mit einem Unternehmenspartner soll ein kundenspezifisches Leistungspaket für Wellnessprodukte entworfen werden. (z.B. Peelings und Vitalisierungspackungen aus Restmassen der Strahlmittelherstellung und Ölpressung).
- die Entwicklung eines Business-Plans

Das im Rahmen von „Fabrik der Zukunft“ derzeit laufende Folgeprojekt NAWARO CASCADING PILOT hat das Ziel, einen anlagentechnischen und betriebswirtschaftlichen Plan für die Errichtung einer Pilotanlage zur Obstkernverarbeitung in Österreich zu entwickeln.
(> siehe Rückseite)

GEWINNUNG VON ADSORPTIVEN PRODUKTEN AUS MAISRESTSTOFFEN

■ Die Maispflanze gilt als wichtige Kulturpflanze, die in vielen Gebieten Österreichs angebaut wird. Neben den stärkehaltigen Körnern besitzt die Maispflanze Bestandteile, die sich als nachwachsende Rohstoffe für eine industrielle Verwertung eignen könnten. Die heute am Feld zurückgelassenen Ernterückstände (Blätter, Stängel und Maisspindel) bilden ein qualitäts- und mengenmässig sehr interessantes Potenzial. So blieben zum Beispiel allein in der Steiermark im Jahr 2000 ca. 500.000 Tonnen dieser Maisreststoffe ungenutzt auf den Feldern liegen.

Im Rahmen des Projekts „Gewinnung von adsorptiven Produkten aus Maisreststoffen“, das vom Kornberg Institut gemeinsam mit dem Industriepartner Biodiesel International Anlagenbau GmbH durchgeführt wurde, werden diverse Verwertungsoptionen für die Maisspindel untersucht. Dabei wurden drei mögliche Produkte auf Basis von gemahlene Maisspindel näher analysiert. Die Auswahl dieser Produktmöglichkeiten erfolgte in Hinblick auf ein einfaches Herstellungsverfahren, gute Markchancen und einen hohen ökologischen Nutzen der Endprodukte.

Untersucht wurden adsorptive Produkte aus Maisreststoffen für folgende Anwendungen:

- Verwendung als Ölbindemittel auf festem Untergrund im Katastrophen- und Umweltschutz und für die Reinigung von verschmutzten Böden
- Verwendung als Ölbindemittel für Gewässer, ebenfalls im Katastrophen- und Umweltschutz
- Einsatz als Tierhygienematerial (z.B. Katzenstreu, etc.)

Das Projekt wurde in zwei Phasen durchgeführt. Im Rahmen der **Prozessentwicklungsphase** wurde ein technischer Vorschlag für eine Maisspindel-Aufbereitungsanlage, bestehend aus Aufbereitung, Mahlung und mechanischer Trennung konzipiert und in einer Pilotanlage umgesetzt. Gleichzeitig wurden in dieser Phase Laborversuche zur Bestimmung der wichtigsten Parameter der Mais-Produkte gemacht. Dabei wurde u.a. die Aufnahmefähigkeit für Öl und andere Schadstoffe als Funktion der Korngrößen und der Feuchtigkeit des Ausgangsstoffes untersucht und die optimale Korngröße für Ölabscheidung bzw. wässrige Anwendungen bestimmt.

In der **Produktprüfungsphase** wurden in der Pilotanlage ausreichende Mengen an Maisgranulat erzeugt, um eine detaillierte Prüfung der Produkteigenschaften zu ermöglichen. Neben Wirksamkeit und Qualität des Granulats wurden in dieser Phase auch Möglichkeiten zur optimalen Entsorgung getestet. Dabei wurde intensiv mit potentiellen NutzerInnen zusammengearbeitet, um auch praktische Erfahrungen in die Untersuchungen einzubeziehen.

Im Rahmen dieser Arbeiten konnte die außergewöhnliche strukturelle Qualität der Maisspindel in Hinblick auf Adsorption bestätigt werden. Es wurde ein wirtschaftliches Verfahren entwickelt und in einer Pilotanlage umgesetzt, so dass marktaugliche Produkte aus Maisgranulat für unterschiedliche Anwendungszwecke hergestellt werden können. Die Praxistests ergaben, dass adsorptives Maisgranulat für die



Verwendung als Ölbindemittel auf festem Grund im Katastrophen- und Umweltschutz bzw. für die Reinigung von verschmutzten Böden gut und für den Einsatz als Tierhygiene-Material sehr gut geeignet ist (Adsorptionsfähigkeit 0,7 bis 0,9 kg Öl pro kg Granulat und 1,0 bis 1,3 kg Wasser pro kg Granulat). Als Ölbindemittel für Gewässer kann das Material nicht genutzt werden, da die geforderte Schwimmfähigkeit nicht erreicht werden konnte.

In wirtschaftlicher Hinsicht zeigte sich, dass eine kombinierte Herstellung von Ölbindemittel und Hygienematerial am profitabelsten ist. Bei einer dezentralen Anlage mit 3000 Jahrestonnen Produktion und guter Auslastung muss der Abgabepreis für Ölbindemittel über 60 Cent und für Tierhygiene-Material über 30 Cent pro Kilogramm liegen. Diese Preise sind am Markt erzielbar. Damit eröffnet die Nutzung der Maiserntereste neue wirtschaftliche Chancen für innovative landwirtschaftliche Betriebe. Im Vergleich zur reinen Körnermaisvermarktung könnte ein um 22% höheres Einkommen erzielt werden.

Die Technologie zur Herstellung von Ölbindern und Hygienematerial stellt den Basisprozess für weitere innovative Nutzungen von Maisreststoffen dar. Interessante weitere Anwendungsgebiete (z.B. die Feststofffermentation des Stroh oder andere Spezialanwendungen des Spindelgranulats, etc.) sollten in weiteren Projekten untersucht werden.



NAWARO-CASCADING PILOT

■ Im Rahmen dieses Folgeprojekts soll in Zusammenarbeit mit Unternehmenspartnern und Fachleuten geklärt werden, wie die Nutzung der Reststoffe aus der Steinobstverarbeitung professionellisiert werden kann. Ziel ist die Ausarbeitung aller notwendigen Grundlagen zur Errichtung einer Pilotanlage in Österreich, in der Obstkerne zu verkaufsfähigen Produkten verarbeitet werden können.

Für die Umsetzung des Demonstrationsprojekts ist im ersten Schritt die Planung einer geeigneten Wasch- und Trockenvorrichtung für die Obstkerne notwendig. Diese Anlage sollte möglichst energie- und ressourcenschonend arbeiten können.

Die Pilotanlage selbst soll so konzipiert werden, dass sie die vielfältigen Arten und Dimensionen der Rohware (Kerne von Kirschen, Marillen, Pfirsichen und Zwetschken) verarbeiten kann. Die Vorrichtungen für die einzelnen Prozessschritte (Brechen der Kerne, Reinigen, Schälen, Mahlen, Sieben) werden in einer flexiblen Modulbauweise geplant. An alle Endprodukte werden höchste Qualitätsanforderungen gestellt. Dies gilt sowohl für die mikronisierten



Partikel der Strahlmittel als auch für die von allen Fremdstoffen befreiten und möglichst unbeschädigten Weichkerne. Die Lebensmittelqualität kann mit speziellen Verlesemaschinen erzielt werden, hier sollen Ultraschall und /oder Lasertechnologien zum Einsatz kommen.

Zielsetzung des Projekts ist es, die Funktionsweise, Auslegung, Dimension und Betriebsparameter der zukünftigen Pilotanlage und den aus Sicht der Logistik geeigneten Standort festzulegen, sowie die notwendigen Investitionen und einen entsprechenden Businessplan auszuarbeiten.

Im Laufe der bisherigen Arbeiten hat sich bereits gezeigt, dass die ursprünglich geplante Dimensionierung der Pilotanlage mit zunächst 50 bis 75 t/Jahr verarbeitete Obstkerne zu klein ist. Um wirtschaftlich rentabel arbeiten zu können, muss die Anlage zumindest einen Durchsatz von jährlich 250 bis 300 t haben. An der Planung und Realisierung einer solchen Anlage wird derzeit in Kooperation mit verschiedenen Partnern gearbeitet.

PROJEKTPARTNER

Alle Projekte sind im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ entstanden.

NAWARO-Cascading für die Wellness-Regio und Folgeprojekte

Projektpartner:

Dipl.Chem. Univ.-Lektor Hanswerner Mackwitz und Dr. Wolfgang Stadlbauer (alchemia-nova, Institut für innovative Pflanzenforschung, www.alchemia-nova.net)

Ing. Elmar Wimmer (e+c engineering & consulting) Wien 2003

Gewinnung von adsorptiven Produkten aus Maisreststoffen

ProjektpartnerInnen:

DI Dr. Christian Krotscheck, Mag. Regina Nievoll, DI Dr. Stefan Kromus (Kornberg Institut für nachhaltige Regionalentwicklung und angewandte Forschung, Steirisches Vulkanland Regionalentwicklung GmbH) Feldbach 2003

INFORMATIONEN PUBLIKATIONEN

Die Endberichte zu den oben genannten Studien sind in der Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und Umweltforschung“ des bmvit mit den Nummern 18/2003 und 22/2003 erschienen und erhältlich unter:

www.NachhaltigWirtschaften.at

PROJEKTFABRIK

A-1190 Wien, Nedergasse 23/3

versand@projektfabrik.at

FORSCHUNGSFORUM im Internet:

www.NachhaltigWirtschaften.at

in Deutsch und Englisch

Eine vollständige Liste der Schriftenreihe „*Berichte aus Energie- und Umweltforschung*“ des bmvit mit Bestellmöglichkeit findet sich auf der HOMEPAGE: www.NachhaltigWirtschaften.at

IMPRESSUM

FORSCHUNGSFORUM informiert über ausgewählte Projekte aus dem Bereich „Nachhaltig Wirtschaften“ des bmvit. Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien; Leitung: Dipl.Ing. M. Paula; Rengasse 5, A-1010 Wien. Fotos und Grafiken: H.W. Mackwitz, Concerned People, C. Krotscheck, Kornberg Institut, Projektfabrik. Redaktion: Projektfabrik, A-1190 Wien, Nedergasse 23. Gestaltung: Grafik Design Wolfgang Bledl, gdwb@council.net. Herstellung: AV+Astoria Druckzentrum GmbH, A-1030 Wien, Faradaygasse 6.

► FORSCHUNGSFORUM erscheint vierteljährlich und kann kostenlos abonniert werden bei: Projektfabrik, A-1190 Wien, Nedergasse 23, versand@projektfabrik.at