

FABRIK der Zukunft

Hintergrundband

Teil 1

Auflage 1

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

9/2008

Impressum:

Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber:
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie
Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Verantwortung und Koordination:
Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien
Leiter: DI Michael Paula

Redaktionelle Bearbeitung:
Österreichische Gesellschaft für Umwelt und Technik (ÖGUT)
Petra Blauensteiner, Dr.ⁱⁿ Erika Ganglberger, Mag. Martin Schweighofer, Mag.^a Karin Sudra

Liste sowie Bestellmöglichkeit aller Berichte dieser Reihe unter
<http://www.nachhaltigwirtschaften.at>

FABRIK der Zukunft
Hintergrundband
Teil 1
Auflage 1

Sammlung von Projektergebnissen aus der
Programmlinie FABRIK der Zukunft

Wien, Februar 2008

Sammlung von Projektergebnissen aus der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Hintergrundband soll einen umfassenden Überblick über die hervorragenden Ergebnisse aus der Programmlinie FABRIK DER ZUKUNFT geben, wobei insbesondere die Projekte der 1. und 2. Ausschreibung der Programmlinie dargestellt werden.

Die Programmlinie wurde im Jahr 2000 vom Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie im Rahmen des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften als mehrjährige Forschungs- und Technologieinitiative gestartet. Mit der Programmlinie FABRIK DER ZUKUNFT sollen durch Forschung und Technologieentwicklung innovative Technologiesprünge mit hohem Marktpotential initiiert und realisiert werden.

Dank des überdurchschnittlichen Engagements und der großen Kooperationsbereitschaft der beteiligten Forschungseinrichtungen und Betriebe konnten bereits richtungsweisende und auch international anerkannte Ergebnisse erzielt werden. Die Qualität der erarbeiteten Ergebnisse liegt über den hohen Erwartungen und ist eine gute Grundlage für erfolgreiche Umsetzungsstrategien. Erste europäische Kooperationen im Rahmen des ERA-Net SUSPRISE bestätigen die in FABRIK DER ZUKUNFT verfolgte Strategie.

Ein wichtiges Anliegen des Programms ist es, die Projektergebnisse – seien es Grundlagenarbeiten, Konzepte oder Technologieentwicklungen – erfolgreich umzusetzen und zu verbreiten. Dies soll nach Möglichkeit durch konkrete Demonstrationsprojekte unterstützt werden. Deshalb ist es auch ein spezielles Anliegen, die aktuellen Ergebnisse der interessierten Fachöffentlichkeit zugänglich zu machen, was durch die Homepage www.FABRIKderZukunft.at, die Schriftenreihe sowie diverse Ergebnisbroschüren gewährleistet wird.

Hans-Günther Schwarz, Mag. Sabine List

Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

INHALTSVERZEICHNIS

Einleitung.....	9
Zum Inhalt	9
Das Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften.....	9
Die Programmlinie „Fabrik der Zukunft“	9
Hintergrund	10
Ziele und Strategie der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“	10
Aktueller Stand der Programmlinie.....	10
Themencluster und Projektketten.....	11
1 GRÜNE BIORAFFINERIE	12
EINLEITUNG	12
Ausgangssituation.....	12
Ziele und Herausforderungen	12
Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	13
INHALT	14
Konzept der Grünen Bioraffinerie.....	14
Hauptprodukte der Grünen Bioraffinerie	15
Flüssige Fraktion - Presssaft.....	16
1. Gewinnung von Proteinen aus Grassäften.....	16
2. Gewinnung von Milchsäure aus Grassilagesaft	20
3. Schlüsseltrenntechnologien	25
Feste Fraktion – Presskuchen	26
4. Verwertung der Grasfaserfraktion	26
5. Aufbereitung und Verwertung der Grasfaserfraktion II.....	30
Wirtschaftliche Überlegungen zur Grünen Bioraffinerie	31
Die Grüne Bioraffinerie im internationalen Vergleich	32
Ausblick.....	32
2 KERNKRAFT: KASKADISCHE NUTZUNG VON STEINOBST-RESTMASSEN	33
EINLEITUNG	33
Ausgangssituation.....	33
Ziele und Inhalte.....	33
Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	33
INHALT	34
1. Grundlagenstudie „NaWaRo Cascading für die Wellness-Regio“	34
2. „NAWARO Cascading Pilot“: Strategische und operative Voraussetzungen.....	37
3. Konzept für Demoprojekt: KernCraft TAKE OFF.....	39
3 PFLANZENFARBEN FÜR DIE TEXTILINDUSTRIE	41
EINLEITUNG	41
Ausgangssituation.....	41
Ziele und Herausforderungen	41
Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	41
INHALT	43
1. Anforderungen von Angebot- und Nachfrageseite	43
2. Versorgungskonzept für zwei färbende Betriebe	44
3. Farbstoff-Prototypen.....	45
4. Businessplan für Pflanzenfarbstoffhersteller	46
4 PRODUZIEREN MIT SONNENENERGIE	48
EINLEITUNG	48

	Ausgangssituation.....	48
	Ziel der Forschungsaktivitäten und Herausforderungen	48
	Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	49
	INHALT	50
	1. Potenzialstudie zur thermischen Solarenergienutzung	50
	2. Parabolrinnenkollektorsystem zur Erzeugung von Prozesswärme	52
	3. Solarthermische Kälteerzeugung	55
5	ZELLULOSEFASER RAINBOW	57
	EINLEITUNG	57
	Ausgangssituation.....	57
	Ziele und Herausforderungen	57
	Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	57
	INHALT	58
	1. Grundlagenstudie: Entwicklung von Rainbow	58
	2. Übertragung auf halbertechnischen Maßstab: Rainbow 2	59
	Ausblick.....	62
6	WOOD PLASTIC COMPOSITES	63
	EINLEITUNG	63
	Ausgangssituation.....	63
	Ziel und Herausforderungen	63
	Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	64
	INHALT	65
	1. Rezeptur-Eigenschaftsbeziehungen	65
	2. Entwicklung der Spänedirekt dosierung	66
	3. Entwicklung eines Extrusionswerkzeuges.....	67
	Ergebnisse	67
7	KUNST- UND SCHAUMSTOFFE AUS NACHWACHSENDEN ROHSTOFFEN	68
	EINLEITUNG	68
	Ausgangssituation.....	68
	Ziele und Herausforderungen	68
	Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	69
	INHALT	70
	1. Nachwachsende Biopolymere als Substitution für Massenkunststoffe	70
	2. Entwicklung eines marktfähigen Biopolymers auf Stärkebasis aus österreichischen Rohstoffen	71
	3. Entwicklung geschäumter Produkte auf Proteinbasis	72
8	ZERO EMISSION-METHODE IN GALVANIKBETRIEBEN.....	75
	EINLEITUNG	75
	Ausgangssituation.....	75
	Ziele und Inhalte.....	75
	Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	75
	INHALT	76
	1. Wasserverbrauch und Chemikalieneinsatz	77
	2. Entfetten und Beizen.....	79
	Ergebnisse	81
9	MAISGRANULAT – BINDEMittel UND TRÄGERMATERIAL.....	83
	EINLEITUNG	83
	Ausgangssituation.....	83
	Ziele und Inhalte.....	83
	Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	83
	INHALT	84
	1. Adsorptive Produkte aus Maisreststoffen.....	84

	2. Maisgranulat zur Immobilisierung von Lipasen	87
10	BRENNSTOFFZELLEN	90
	EINLEITUNG	90
	Ausgangssituation.....	90
	Ziele und Herausforderungen	90
	Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	90
	INHALT	92
	Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzellen (PEM).....	92
	1. Massenfertigung für PEM-Brennstoffzellen.....	92
	2. EASYCELL - Designoptimierung für PEM-Brennstoffzellen.....	94
	Hochtemperatur Brennstoffzellen (SOFC)	96
	3. Miniaturisierte keramische Hochtemperatur Brennstoffzellenkomponenten	96
11	I ³ - SUSTAINABLE FOOD MANAGEMENT	100
	EINLEITUNG	100
	Ausgangssituation.....	100
	Ziele und Herausforderungen	100
	Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	100
	INHALT	101
	Unternehmensanalyse	101
	Bewertung	102
	Entwicklung eines EDV-Systems	104
	Ergebnisse	104
12	DIENSTLEISTUNGEN DER ZUKUNFT	106
	EINLEITUNG	106
	Ausgangssituation.....	106
	Ziele und Herausforderungen	106
	Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	107
	INHALT	108
	1. Grundlagenstudie: Öko-effiziente Produkt-Dienstleistungskonzepte	108
	2. Leuchttürme für industrielle PDL-Systeme: Fallbeispiele und Erfolgsfaktoren	110
	3. Strategien zur Entwicklung und Umsetzung von PDL-Innovationen	112
	Ergebnisse	114
	4. Anwendungsorientiertes Konzept für „Dienstleistung Schmiering“	114
13	NACHHALTIGE UNTERNEHMENSGRÜNDUNG	116
	EINLEITUNG	116
	Ausgangssituation.....	116
	Ziele und Herausforderungen	116
	Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	116
	INHALT	118
	1. Erweiterung eines IT-gestützten Managementtools	118
	2. Sustainability Skills für GründerInnen: Nachhaltigkeitskompetenz als Zusatzqualifikation.....	120
	3. Sustainability Skills für GründerInnen II: Weiterentwicklung und Anwendung im größeren Kontext	121
14	EASEY - ECOLOGICAL AND SOCIAL EFFICIENCY	122
	EINLEITUNG	122
	Ausgangssituation.....	122
	Ziele und Herausforderungen	122
	Die Projekte im Rahmen der Programmlinie.....	123
	INHALT	124

1. EASEY – Ecological And Social Efficiency – eine Anwendung als Subindex an der Wiener Börse.....	124
2. Ecological And Social Efficiency Index - EASEY X.....	129
15 UMWELTKOSTENRECHNUNG	131
EINLEITUNG	131
Ausgangssituation.....	131
Ziele und Herausforderungen	131
Die Projekte im Rahmen der Programmlinie	132
INHALT	133
Grundlagen des Umweltrechnungswesens.....	133
1. EMA – Fallstudienreihe	134
2. Weiterentwicklung zur Nachhaltigkeitskostenrechnung	136
3. Harmonisierung der Berichtsanforderungen	140
Einzelprojekte.....	142
16 UMWELTVERTRÄGLICHE KÄLTEERZEUGUNG	143
EINLEITUNG	143
Ausgangssituation.....	143
Ziele und Herausforderungen	143
Projektdaten.....	143
INHALT	144
Stirlingprozess als umweltverträgliche Alternative	144
Ergebnisse	145
Schlussfolgerungen.....	147
17 ÖLSAATEN IN DER LACK- UND BINDEMittelINDUSTRIE.....	148
EINLEITUNG	148
Ausgangssituation.....	148
Ziele und Herausforderungen	148
Projektdaten	149
INHALT	149
Eigenschaften unterschiedlicher Ölsorten.....	149
Marktsituation.....	150
Landwirtschaftliche Situation.....	152
Entwicklung eines Demonstrationsprojekts.....	152
Ergebnisse	153
18 „DIE BOKERZE“	155
EINLEITUNG	155
Ausgangssituation.....	155
Ziele und Herausforderungen	155
Projektdaten	156
INHALT	156
Stand der Technik	156
Projektverlauf	157
Testserien	157
Ergebnis	158
Schlussfolgerungen.....	158
19 AUFBEREITUNG UND WIEDERVERWENDUNG VON EINWEG-MEDIZINPRODUKTEN	160
EINLEITUNG	160
Ausgangssituation.....	160
Ziele und Herausforderungen	160
Projektdaten	161

	INHALT	161
	Projektverlauf	161
	Ist-Situation	163
	Ergebnisse	164
20	GANZHEITLICHE BEWERTUNG VON UNTERNEHMEN.....	166
	EINLEITUNG	166
	Ausgangssituation.....	166
	Ziele und Herausforderungen	166
	Projektdaten	166
	INHALT	167
	InaBe-Matrix als Bewertungsinstrument	167
	Praxisorientierter Leitfaden für Unternehmen	168
	Entwicklungspartnerschaft mit Unternehmen.....	169
	Stakeholder-Dialog.....	170
	Anwendungen des Modellkonzepts in den Betrieben	170
	Ergebnisse	171
21	FABRIKREGIO.....	173
	EINLEITUNG	173
	Ausgangssituation.....	173
	Ziele und Herausforderungen	173
	Projektdaten	174
	INHALT	174
	Modell zur Selbstbewertung betrieblicher Nachhaltigkeitspotenziale	174
	Ergebnisse	178
22	SOZIAL NACHHALTIGE UNTERNEHMENSFÜHRUNG.....	179
	EINLEITUNG	179
	Ausgangssituation.....	179
	Ziele und Herausforderungen	179
	Projektdaten	180
	INHALT	180
	Projektverlauf	181
	Modellentwicklung.....	181
	Unternehmensanalyse	182
	Praxisgerechte Anleitung	183
	Ergebnisse	184
	Ausblick.....	185
23	MARKTORIENTIERTES, NACHHALTIGES ROI-CONTRACTING ALS NEUES GESCHÄFTSFELD	186
	EINLEITUNG	186
	Ausgangssituation.....	186
	Ziele und Herausforderungen	186
	Projektdaten	187
	INHALT	187
	Konzeptentwicklung	187
	Ergebnisse	190
	Schlussfolgerungen.....	190
24	SUSTAINABILITY REPORTING	192
	EINLEITUNG	192
	Ausgangssituation.....	192
	Ziele und Herausforderungen	192
	Projektdaten	193
	INHALT	193

	Projektdesign	193
	Dialog mit Anspruchsgruppen	194
	Ergebnisse	195
	Potenziale	195
	Schlussfolgerungen.....	196
25	INDUSTRIELLE NACHHALTIGKEITSNETZWERKE	197
	EINLEITUNG	197
	Ausgangssituation.....	197
	Ziele und Herausforderungen	197
	Projektdaten	197
	INHALT	198
	Schichtmodell industrieller Nachhaltigkeitsnetzwerke.....	198
	Status quo	199
	Implementierung eines industriellen Nachhaltigkeitsnetzwerks	200
	Handlungsbereiche	201
	Ergebnisse	202

Einleitung

Zum Inhalt

Der vorliegende Hintergrundband soll einen umfassenden Überblick über die hervorragenden Ergebnisse aus der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ geben, wobei insbesondere die Projekte der 1. und 2. Ausschreibung der Programmlinie dargestellt werden.

Das Forschungsprogramm Fabrik der Zukunft verfolgt das ambitionierte Ziel, einzelne Themenfelder von der Grundlagenforschung bis hin zur Demonstration systematisch weiter zu entwickeln. Dazu werden nach Möglichkeit aufeinander folgende Projekte finanziert, wobei die Anforderung an die Umsetzungsorientierung und die Einbindung von industriellen ProjektpartnerInnen ständig steigt. Dieser Hintergrundband stellt die Entwicklungen ausgewählter Projektketten in kompakter Form dar. Daneben werden auch herausragende Ergebnisse von Einzelprojekten im Hintergrundband abgebildet, um das Gesamtbild zu vervollständigen. Die in diesem Hintergrundband zusammengefassten Ergebnisse zeigen eindrücklich, dass die zum Programmstart formulierten Ziele und Strategien bisher erfolgreich umgesetzt werden konnten.

Für die Darstellung der Projektketten wurde weitgehend ein einheitlicher Aufbau gewählt. Der Einleitungsteil umfasst die Ausgangssituation mit den Zielen und Herausforderungen der Forschungsaktivitäten. Die Projekte, die in diesem Zusammenhang im Rahmen der Programmlinie Fabrik der Zukunft abgewickelt wurden, werden ebenfalls in diesem Teil im Überblick dargestellt. Im inhaltlichen Teil erfolgt die ausführliche Darstellung der Methodik, der konkreten Forschungsaktivitäten sowie der Ergebnisse der Projekte.

Das Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Das Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften ist ein Forschungs- und Technologieprogramm des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, das richtungsweisende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten initiiert und unterstützt.

Das Impulsprogramm „Nachhaltig Wirtschaften“ wurde 1999 gestartet und setzt sich aus den drei thematischen Programmlinien „Haus der Zukunft“, „Fabrik der Zukunft“ und „Energiesysteme der Zukunft“ zusammen. Gemeinsames Ziel der drei Programmlinien ist es, durch Forschung, Entwicklung und Verbreitungsmaßnahmen einen Strukturwandel in Richtung ökoeffizientes Wirtschaften zu erreichen.

Die Programmlinie „Fabrik der Zukunft“

Die Programmlinie Fabrik der Zukunft startete im Jahr 2000 als Teil des Impulsprogramms Nachhaltig Wirtschaften des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie. Ziel der Programmlinie ist es, durch Forschung und Entwicklung Impulse für innovative und ressourceneffiziente Produktionsprozesse und neue Technologien sowie für die Nutzung nachwachsender Rohstoffe zu setzen.

Seit dem Start der Programmlinie Fabrik der Zukunft konnten bisher rund 170 Projekte mit einem Projektvolumen von 19 Mio. Euro gestartet und teilweise bereits abgeschlossen werden.

Hintergrund

Ressourcenverknappung, sichere und saubere Energieversorgung und globale Umweltverschmutzung stellen zentrale Herausforderungen für die heutige Forschungs- und Technologieentwicklung dar. Innovationen und technologische Fortschritte in den Bereichen der effizienteren Nutzung von Energie und Rohstoffen sowie die industrielle Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen bilden einen wichtigen Wettbewerbsvorteil und eine Grundlage für zukunftsfähiges Wirtschaften.

Systematisch durchgeführte Entwicklungsarbeiten in den Bereichen der Ressourceneffizienz-Optimierung und der industriellen Nutzung nachwachsender Rohstoffe (Stichwort: Bio-raffinerie) haben gezeigt, dass zukunftsfähiges Wirtschaften unter Einbeziehung von ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekten auch deutliche Standort- und Wettbewerbsvorteile schafft.

Ziele und Strategie der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“

Ziel der Programmlinie "Fabrik der Zukunft" ist die Initiierung und Realisierung von beispielhaften Technologieentwicklungen in Unternehmen, welche Impulse für eine nachhaltige Entwicklung setzen. Eine wichtige Rolle spielen dabei Technologien, die eine deutliche Steigerung der Ressourceneffizienz in der Produktion und die Nutzung nachwachsender Rohstoffe als Industriegrundstoffe ermöglichen. Im Bereich der Produktdienstleistungs-Systeme führen konsequente Lebenszyklusbewertungen zu neuen Geschäftsmodellen. Neue integrierte Managementkonzepte und -instrumente unterstützen themenübergreifend die Planung und Umsetzung von Nachhaltigkeitsstrategien in Organisationen.

Anliegen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ ist es, innovative Technologiesprünge mit hohem Marktpotenzial zu initiieren und zu realisieren. Daher werden in den einzelnen Ausschreibungen insbesondere Projekte gesucht, die zu Demonstrations- und Vorzeigeprojekten in Form von beispielhaften Produkten, Produktionsprozessen und Demonstrationsbetrieben weiterentwickelt werden können. Die Ausschreibungsinhalte wurden ausgehend von einer anfänglich größeren thematischen Breite zunehmend fokussiert, wobei sich gleichzeitig die Ansprüche an die Umsetzungsorientiertheit erhöhten. Dies wird auch durch eine Schwerpunktverlagerung von Grundlagenarbeiten hin zu Forschungs- und Entwicklungsprojekten mit Beteiligung von Unternehmen gewährleistet.

Aktueller Stand der Programmlinie

Seit dem Start der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ im Oktober 2000 wurden in bisher vier Ausschreibungen 170 Projekte mit einem Volumen von rd. 19 Mio. Euro finanziert. Der aktuelle Stand der Ausschreibungen kann unter www.FABRIKderZukunft.at abgerufen werden. Die Ergebnisse aus diesen Projekten zeigen, dass die zum Programmstart formulierten Ansprüche erfolgreich umgesetzt werden konnten. Entsprechend der Programmstrategie wurden einzelne Themenfelder laufend über aneinander anknüpfende Ausschreibungen und Einzelprojekte weiterentwickelt.

Themencluster und Projektketten

1 Grüne Bioraffinerie

EINLEITUNG

Ausgangssituation

In der österreichischen Landwirtschaft zeichnet sich – genauso wie in vielen vergleichbaren europäischen Ländern – ein deutlicher Strukturwandel ab. Dieser ist unter anderem durch einen Rückgang der Viehwirtschaft und der Milchproduktion gekennzeichnet. Als Folge dieses Strukturwandels steigen die verfügbaren, ungenutzten Potenziale an Grünlandbiomasse bzw. an nicht mehr bewirtschaftetem Grünland (Bracheflächen). Laut Schätzung der Bundesanstalt für Alpenländische Landwirtschaft (BAL) Gumpenstein werden österreichweit mittelfristig pro Jahr 750.000 Tonnen Trockenmasse an Grünlandbiomasse verfügbar sein. Um das für traditionelle Zwecke nicht mehr benötigte Grünland und die davon geprägte Kulturlandschaft weiterhin zu erhalten, ist es erforderlich, für die überschüssige Grünlandbiomasse neue Verwertungsmöglichkeiten zu erschließen.

Die stoffliche Nutzung von Grünlandbiomasse („Gras“) bietet eine breite Palette von möglichen Produkten, die bisher im technischen Bereich nicht genutzt werden (Produktion von Chemikalien, biogenen Werkstoffen wie Kunststoff und Verpackungsmaterial und Pflanzenfasern bspw. für Dämmplatten).

Ziele und Herausforderungen

Eine innovative Möglichkeit zur alternativen Verwertung dieser überschüssigen Grünlandbiomasse bietet das Technologiekonzept einer sogenannten Grünen Bioraffinerie. Die Grundidee: in Analogie zu einer Erdölraffinerie soll der in großer Menge verfügbare und nachhaltig in der Landwirtschaft produzierbare Rohstoff „Grünlandbiomasse“ (z.B. Gras, Klee, Luzerne etc.) in einer einzigen Verarbeitungsanlage möglichst vollständig (Ganzpflanzennutzung) und ohne Anfall von Abfällen (zero-waste) in eine Vielzahl verkaufbarer Produktgruppen weiterverarbeitet werden.

Die Umsetzung einer Grünen Bioraffinerie ist ein wichtiger Beitrag zur Erhaltung wertvoller Kulturlandschaften. Es wird dadurch wieder eine aktive Nachfrage nach dem Rohstoff Gras bzw. Silage geschaffen, der dazu beiträgt, dass Grünlandflächen nicht in Äcker umgewandelt werden, sondern dauerhaft erhalten werden können. Grüne Bioraffinerien haben das konkrete Potential, den ländlichen Regionen eine neue Form der Wertschöpfung zu eröffnen. Einerseits können bestehende landwirtschaftliche Betriebe abgesichert werden, andererseits entstehen im ländlichen Raum qualifizierte Arbeitsplätze im Bereich der Biotechnologie.

Das Konzept einer grünen Bioraffinerie für Österreich unterscheidet sich von anderen internationalen Konzepten dadurch, dass es besondere Rücksicht auf die Bedürfnisse der für Österreich typischen, ländlichen Regionen nimmt. Ziel ist es, einen kontinuierlichen Ganzjahresbetrieb zu ermöglichen. Daher wird nicht nur frisches Wiesengras verarbeitet, sondern auch Grassilage, die in der Vegetationsperiode aufbereitet und im Silo gelagert wird.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

Im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ wurden in mehreren Teilprojekten die Grundlagen für ein wirtschaftlich rentables Modell einer Grünen Bioraffinerie in Österreich erarbeitet.

1. Grüne Bioraffinerie – Gewinnung von Proteinen aus Grassäften

Projektleitung:

DI Dr. Christian Krotscheck und DI Dr. Stefan Kromus
Innovationszentrum Ländlicher Raum
Auersbach 130, A-8330 Feldbach

Tel.: +43 (0)3152 8575-300

Fax: +43 (0)3152 8575-335

E-Mail: ckrotscheck@imzentrum.at, stefan.kromus@aon.at

Endbericht: Nr. 19/2003 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

2. Grüne Bioraffinerie – Gewinnung von Milchsäure aus Grassilagesaft

Projektleitung:

DI Dr. Christian Krotscheck und DI Dr. Stefan Kromus
Innovationszentrum Ländlicher Raum
Auersbach 130, A-8330 Feldbach

Tel.: +43 (0)3152 8575-300

Fax: +43 (0)3152 8575-335

E-Mail: ckrotscheck@imzentrum.at, stefan.kromus@aon.at

Endbericht: Nr. 3/2004 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

3. Grüne Bioraffinerie – Entwicklung von Schlüssel-Trenntechnologien zur Gewinnung von Milchsäure und anderen Wertsstoffen aus Silagesäften

Projektleitung:

Dr. Senad Novalin
Universität für Bodenkultur Wien
Department für Lebensmittelwissenschaften und -technologie
Muthgasse 18, A-1190 Wien

Tel.: +43 (0)1 36006-6288

Fax: +43 (0)1 36006-6251

E-Mail: senad.novalin@boku.ac.at

Endbericht: Nr. 33/2005 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

4. Grüne Bioraffinerie – Verwertung der Grasfaserfraktion

Projektleitung:

DI Dr. Bruno Wachter, DI Michael Mandl, Dr. Herbert Böchzelt,
Ao. Univ.-Prof. DI Dr. Hans Schnitzer

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme (JOINTS),
Elisabethstraße 16-18, A-8010 Graz, und
Am Ökopark 7, A-8230 Hartberg, (Außenstelle Hartberg)

Tel.: +43.(0)316 876 2950

Fax: +43.(0)316 876 2955

E-Mail: bruno.wachter@joanneum.ac.at

Internet: www.joanneum.at/nts

Endbericht: Nr. 20/2003 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

5. Grüne Bioraffinerie – Aufbereitung und Verwertung der Grasfaserfraktion

Projektleitung:

DI Michael Mandl, DI Niv Graf, Ing. Angela Thaller, Dr. Herbert Böchzelt,
Ao. Univ.-Prof. DI Dr. Hans Schnitzer

JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme (JOINTS)
Elisabethstraße 16-18, A-8010 Graz

Tel.: +43.(0)316 876 2950

Fax: +43.(0)316 876 2955

E-Mail: bruno.wachter@joanneum.at; michael.mandl@joanneum.at

Internet: www.joanneum.at/nts

Endbericht: Nr. 67/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Konzept der Grünen Bioraffinerie

Die Grüne Bioraffinerie ist ein innovativer Prozess, der abfall- und emissionsfrei Wertstoffe aus Gras gewinnt, der

- auf Hilfsstoffe in der Produktion weitgehend verzichtet,
- autoenergetisch betrieben werden kann,
- Produkte für den zukünftigen Markt aus dem nachwachsenden Rohstoff "Gras" (oder allgemein aus grünen Einjahrespflanzen) erzeugt
- beispielgebend für Verfahren und Verarbeitungsarten nachwachsender Rohstoffe ist, weil viele Produkte (multi-product) aus einem Rohstoff bzw. Rohstoffgemisch erst die Wirtschaftlichkeit ermöglichen und eine interdependente Optimierung vollzogen wird.

Hauptprodukte der Grünen Bioraffinerie

Die Hauptprodukte der Grünen Bioraffinerie in Österreich sind:

- Milchsäure-Produkte als Grundstoff für Kunststoffe, Lösungsmittel, Lebensmittelindustrie etc.
- Protein-Produkte als hochwertiges Tierfuttermittel (Milchaustauscher (MAT), Hochleistungsrinder) mit den Prädikaten „rein pflanzlich“ und „gentechnikfrei“.
- Faserprodukte als Rohstoff für Dämmstoffe, Bauplatten, Materialien für den Garten- & Landschaftsbau, Spezial-Tierfutter etc.
- Biogas/Grüner Strom: Reststoffe des Verfahrens werden einer Biogasanlage zugeführt. Das anfallende Biogas wird in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) in „grünen“ Strom und Wärme umgewandelt. Das ausgegorene Substrat ist als Dünger verwendbar.

Ein wesentlicher Verfahrensschritt ist die mechanische Fraktionierung der primären Rohstoffe in eine flüssige (Presssaft) und eine feste Fraktion (Presskuchen). Der Presssaft enthält wasserlösliche Wertstoffe (z.B. Milchsäure und Aminosäuren), der Presskuchen besteht zum überwiegenden Teil aus Grasfasern unterschiedlichster Größe.

Nach der mechanischen Fraktionierung müssen die weiteren Wertstoffe, die zu eigenen Produkten werden sollen, aus dem Grassaft bzw. dem Grassilagesaft abgetrennt werden. Im Wesentlichen handelt es sich um Milchsäure und Proteine (Aminosäuren). Zur Abtrennung dieser Wertstoffe ist es allerdings notwendig, neue integrierte Technologien zu finden, die einerseits schonend genug sind, um die Inhaltsstoffe in ihrer natürlichen Zusammensetzung nicht zu zerstören, und andererseits effektiv und effizient zu den gewünschten Produktreinheiten führt. Diese Entwicklung wird dadurch erschwert, dass der Presssaft, der durch das Abpressen der Anwelksilagen entsteht, in seiner Komplexität mit keinem anderen Fermentationsmedium vergleichbar ist (Inhaltsstoffe: Milchsäure, Proteine, Asche, Zucker, etc.).

Dies stellt eine besondere Herausforderung an das Down-stream Processing dar, bietet aber auch die Chance, zusätzlich zur Milchsäure wertvolle Produkte wie Aminosäuren und Zucker zu gewinnen.

Für die Grasfaserfraktion müssen ebenfalls weitere Behandlungsschritte zur Aufbereitung und Weiterverarbeitung entwickelt, sowie potenzielle Produktfelder für deren marktfähige Anwendung gefunden werden. Das Prinzip der Grünen Bioraffinerie wird in der folgenden Abbildung dargestellt.

Prinzip der grünen Bioraffinerie

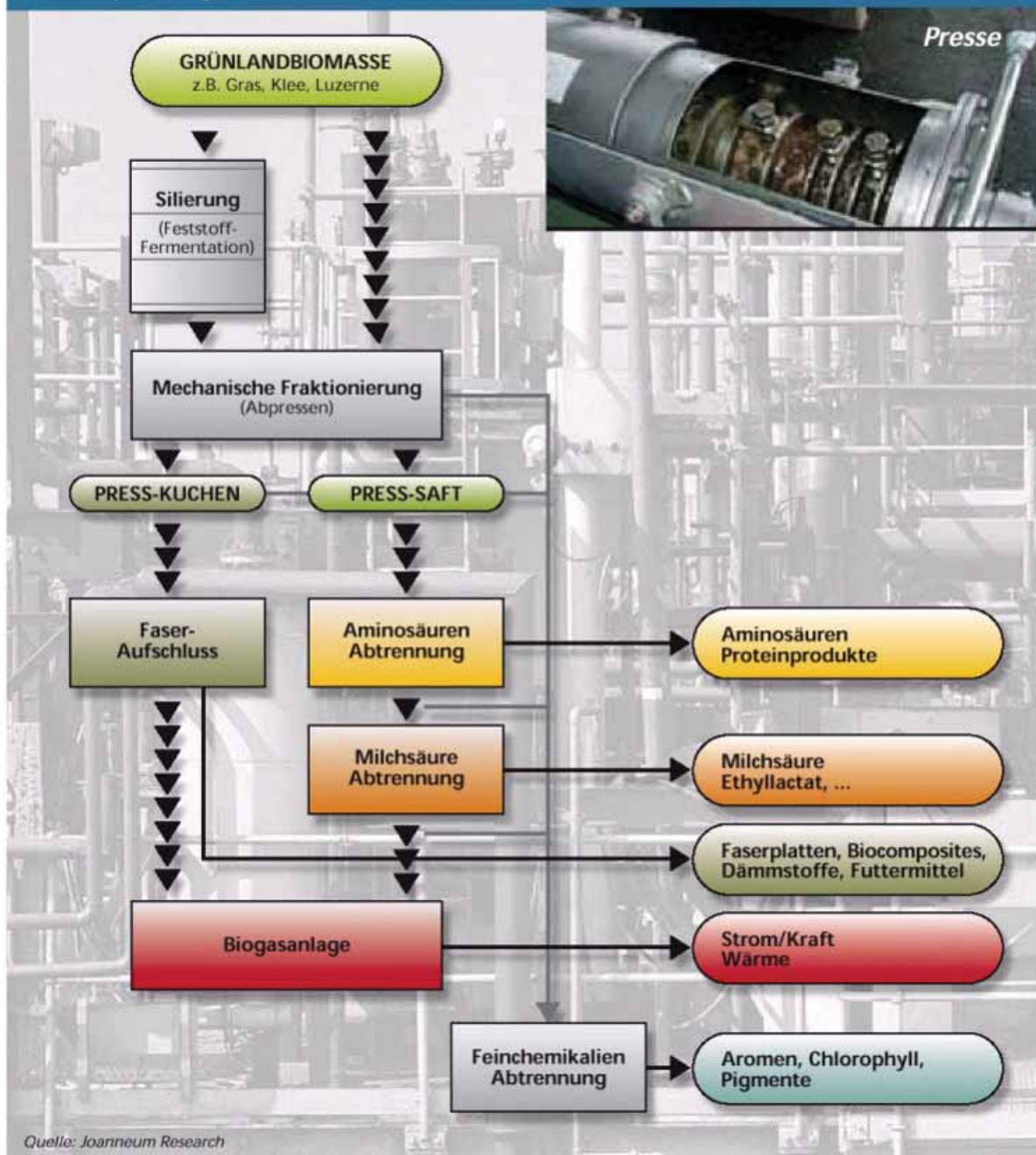


Abb.: Konzept der Grünen Bioraffinerie

Flüssige Fraktion - Presssaft

1. Gewinnung von Proteinen aus Grassäften

Bisher wurde weltweit ausschließlich die Abtrennung von Blattproteinen aus frischen Grünpflanzen untersucht, was einen kostenintensiven Kampagnenbetrieb von Mai bis Oktober erfordert. Durch die Lagerung der Grünmasse in Form von Silage und die Gewinnung von Proteinen aus Silagesaft könnte eine ganzjährige Produktion ermöglicht werden. Diese Form der Proteinerzeugung wurde bisher allerdings noch nicht umfassend erforscht.

Der Industriepartner LACTOPROT AG, einer der führenden Casein-Hersteller, ist daran interessiert, gentechnikfreie „Grassaftproteine“ in hochwertigen Spezialfuttermitteln (Milchaustauscher) einzusetzen. Im Teilprojekt „Gewinnung von Proteinen aus Grassäften“ wurde deshalb untersucht, inwiefern sich derartige Eiweiße dafür eignen. Zudem wurde untersucht, welche Unterschiede zwischen Grünmasse- und Silageproteinen hinsichtlich Struktur (Proteine, Peptide, freie Aminosäuren), Abtrennbarkeit (Gewinnung) und Verarbeitung bestehen. Ziel war die Formulierung eines hochwertigen Milchaustauscherfutters bzw. das Aufzeigen möglicher Produktalternativen auf Basis von Silageproteinen.

Das Projekt wurde in Kooperationen mit IndustriepartnerInnen (z.B. dem Caseinhersteller LACTOPROT AG) und diversen Forschungseinrichtungen (TU Graz – Institut für ressourcenschonende und nachhaltige Systeme (RNS) und Institut für Biotechnologie; BAL Gumpenstein – Institut für Pflanzenbau und Kulturlandschaft, IFA Tulln – Abteilung für Umweltbiotechnologie) bearbeitet. Für die Versuche wurden verschiedene Arten von Grünlandbiomasse mit hohem Proteingehalt (Klee gras, Bastardraygras, Dauerwiese, Luzerne und Knautgras) erntefrisch und als Silage getestet.

Potentielle Einsatzgebiete

Proteine sind hochwertige Bestandteile der Ernährung von Mensch und Tier. Auch für technische Anwendungen (z.B. Klebstoffe) und im Pharma- und Kosmetikbereich (z.B. Emulgatoren) sind Proteine eine wichtige Produktgruppe. Bisher wurde weltweit ausschließlich die Abtrennung von Blattproteinen aus grünen Pflanzen untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass diese Proteine hohes Potenzial besitzen, um in die erwähnten Einsatzgebiete Eingang zu finden.

Protein-Produkte – völlig unbedenkliche Spezialfuttermittel

Moderne Tierhaltung erfordert die Verfügbarkeit von Proteinen in möglichst konzentrierter Form (z.B. Milchaustauscher bei Jungtieraufzucht, Futter für Hochleistungsrinder). Tierisches Eiweiß (Tier- bzw. Fischmehl) ist neuerdings in Verruf geraten (BSE-Krise). Überdies darf Tiermehl in Österreich schon seit ca. zehn Jahren nicht mehr an Wiederkäuer verfüttert werden.

Protein-Produkte auf Basis grüner Biomasse entlasten die Handelsbilanz

Pflanzliches Eiweiß in Form von Sojaschrot muss importiert werden und belastet in beträchtlichem Ausmaß die österreichische Handelsbilanz. Protein-Produkte aus grüner Biomasse würden diese Belastung reduzieren.

Erzeugung

Fraktionierung

Die Gewinnung von proteinreichen Säften aus Biomasse bzw. Grassilage wird durch Fraktionierung (Pressung) erzielt. Die Fraktionierung ist der Schlüssel zu hohen Produktausbeuten. Mit der Firma Hernach, einem Krenverarbeiter im Süd-Westen des Bezirks Feldbach (Grasdorf) konnte ein im Fraktionieren von Pflanzenrestmassen erfahrener Partner gefunden werden.

Für die Versuche zur Proteinabtrennung und Aufkonzentrierung wurden folgende Methoden eingesetzt:

- Ernte von frischer Grünlandbiomasse
- Silierung von Grünlandbiomasse mit speziellen Starterkulturen
- Fraktionierung (Zerkleinerung und Pressung) der Rohstoffe und Herstellung von Presssaft und Presskuchen
- Hitzeokoagulation und Zentrifugation
- Ultrafiltration
- Trocknung
- Analytik

Der Großteil der Technologie- und Produktentwicklungsversuche wurde im Pilotanlagenmaßstab bzw. Semipilotanlagenmaßstab durchgeführt. Diese Größenordnung wurde gewählt, um "Realbedingungen" zu simulieren und annähernd verlässliche Daten für strategische Entscheidungen zu erhalten. Laborversuche hätten zwar den enormen Logistikaufwand reduziert, letztlich aber den Weg zu einer kontinuierlich betriebenen Demonstrationsanlage verlängert.

Anfangs betrug die Ausbeute an Rohprotein aus Silage im Mittel 26,9 %, die für Grünlandbiomasse 22,1 %. Nach Optimierung der Abläufe wurden im Folgejahr erneut Versuche durchgeführt, die eine Rohproteinausbeute aus der Silage bei Einfachpressung von durchschnittlich 47,7 % zeigten - dies entspricht einer Steigerung von 77 %. Im Gegensatz dazu waren die Rohproteinausbeuten der Grünlandbiomasse enttäuschend. Mit durchschnittlich 18,6 % lagen sie sogar unter den Ausbeuten des Vorjahres (22,1 %).

Es wurden auch Anordnungen mit Doppelpressen untersucht. Die Doppelpressung ergab eine Ausbeutesteigerung von 9 % auf 51,8 % Rohprotein im Saft. Diese verbesserte Ausbeute bedingt allerdings einen ca. 2,5 Mal höheren Gesamtstromverbrauch.

Abtrennung der Proteine

Die Abtrennungstechnologie, die zur Gewinnung von Proteinkonzentraten herangezogen wurde, kann in zwei Gruppen gegliedert werden:

- Ultrafiltration mit Keramikmembranen mit unterschiedlicher Trenngrenze (1 – 50 kD)
- Hitzeokoagulation durch Dampfdirektinjection und Zentrifugation

Nach der Abtrennung wurden die Produkte gefriergetrocknet oder sprühgetrocknet und auf ihre Eigenschaften bzw. auf die Erfüllung von Qualitätskriterien untersucht. Primäres Zielprodukt war ein Proteinkonzentrat mit einem Rohproteinanteil von ca. 50 %, zur Verwendung als Futtermittel. Das Produkt sollte als Proteinquelle wertvoller als Sojaschrot (ca. 45 % Rohprotein) und von der Herkunft unbedenklicher als Soja-Isolat (Verdacht auf genmanipulierte Ausgangsstoffe) und Tiermehl (BSE) sein.

Hinsichtlich Proteinausbeute zeigte die Trenntechnologie „Hitzeokoagulation und Zentrifugation“ sehr deutlich, dass ein großer Unterschied zwischen den Rohstoffen Luzerne und der übrigen Grünlandbiomasse (untersucht wurden Klee gras, Dauerwiese und Bastardray gras) besteht. Nur Luzerne führt zu einem Proteinkonzentrat in ausreichender Ausbeute. Für Silagesäfte gelang es nicht, diese Technologie erfolgreich einzusetzen, vielmehr zeigte sich, dass in Silagesäften kein koagulierbares Protein mehr vorhanden ist.

Diese Ergebnisse decken sich mit den Ergebnissen der Ultrafiltrationsversuche. Die Ursache liegt in der Trenneigenschaft der Proteine. Hitzeaggregation und Ultrafiltration von Proteinen funktioniert nur, wenn die Rohproteine (Summe der organischen Stickstoffverbindungen) als makromolekulare Proteine vorliegen. Bei grünem Grassaft liegen rund 30 bis 45 % der Rohproteine als makromolekulare Proteine vor. Bei der Luzerne sind dies immerhin etwa 69 %. Beide Trenntechnologien trennen nur diesen Anteil ab. Damit ist auch klar, dass für die Erzeugung eines Proteinkonzentrats ausschließlich Luzernepresssaft herangezogen werden könnte.

Für Grassilagepresssäfte müssen die Versuche zur Abtrennung von Proteinen mittels Ultrafiltration als nicht zielführend bewertet werden, denn die Silageproteine liegen hydrolysiert als Aminosäuren vor.

Anwendungsmöglichkeiten von Aminosäuren aus Silagesäften

Proteine sind Makromoleküle, aufgebaut aus aneinandergelagerten Aminosäuren. Die Qualität von Proteinkonzentraten wird wesentlich durch ihr Aminosäureprofil bestimmt. Sowohl die Proteinkonzentrate aus grünem Saft als auch die Silagesäfte bieten hier ein sehr attraktives Spektrum. Der Vergleich mit Sojaprotein und Kartoffelprotein zeigt, dass die Produkte ein sehr hochwertiges Aminosäurespektrum aufweisen. Blattprotein ist besonders reich an den essentiellen Aminosäuren Leucin, Isoleucin, Valin, Threonin und Tryptophan und könnte damit einen ähnlich positiven Effekt wie das hochwertige Kartoffeleiweiß erzielen.

Die Ergebnisse des Projekts führen zwar zu dem Ergebnis, dass mit den vorgeschlagenen Technologien aus Silagesaft kein Proteinkonzentrat gewonnen werden kann, da die meisten Aminosäuren als freie Aminosäuren vorliegen, allerdings zeigen die Säfte ein wertvolles Aminosäureprofil.

Ein Einsatzgebiet für einzelne Aminosäuren aus Silagesäften wäre die Pharmazie. Proteinhydrolysate könnten je nach Qualitätsstandard auch in der Futtermittelindustrie und der Lebensmittelindustrie (Spezialernährung im Gesundheits- und Sportbereich) eingesetzt werden. Der Silagesaft steht dabei allerdings in Konkurrenz zu anderen Rohstoffen wie Melasse und Soja. Für den Silagesaft spricht das breite Spektrum der Aminosäuren, der hohe Gehalt an Aminosäuren im Silagesaft (bis zu 35 % der Trockenmasse) und die Tatsache, dass ein Großteil der Aminosäuren als freie Aminosäuren vorliegt.

Konzentration auf Silage

Trotz der Projektergebnisse (Proteinfraktion in Form freier Aminosäuren) kommt das Projektteam zum Schluss, dass die Grüne Bioaffinerie in Österreich auf die alleinige Verarbeitung von Silage konzentriert sein sollte. Die Einbeziehung von grüner Frischmasse scheint nur zur Nutzung von Spezialprodukten aus der Luzerne oder Rotklee (z.B. Saponine, Lutein, Isoflavone, etc.) sinnvoll.

Die zukünftige Fokussierung auf Silage kann wie folgt begründet werden:

- Silage bietet durch natürliche und ökologische Vorgänge freie Aminosäuren, die mittels hoch innovativer Technologien gemeinsam mit Milchsäure abgetrennt werden können.

- Die Ausbeute an Aminosäuren beträgt ca. 40 bis 50 % des Rohproteins im Grassilagerohstoff. Ca. 65 % davon könnten aus dem Saft als hochwertiges Produkt gewonnen werden.
- Das mögliche Produktspektrum in Kombination mit der Milchsäuregewinnung ist riesig und reicht von Futtermittel über Lebensmittel bis zu Kosmetik und Pharma.
- Durch die breiten Einsatzmöglichkeiten sind der Produktentwicklungsphantasie keine Grenzen gesetzt. Ein großes Wertschöpfungspotenzial durch Sekundär- und Tertiärprodukte kann prognostiziert werden (z.B. „Functional Food“).
- Die Technologien können voraussichtlich so flexibel gestaltet werden, dass sie auch die Grundlage für die Abtrennung von Spezialstoffen bieten (Stichwort: „Low volume – High Price“).

Schlussfolgerungen

Proteinkonzentrate könnten großtechnisch aus Luzernesäften (Luzerne Bioraffinerie) gewonnen werden. Die Wirtschaftlichkeit einer derartigen Anlage wäre allerdings nur bedingt gegeben und die Innovationskraft wäre beschränkt. Es wird daher empfohlen, diesen Weg zu Gunsten der Gewinnung von Aminosäuren, Milchsäure und weiteren Nebenprodukten aus Silagesäften aufzugeben.

2. Gewinnung von Milchsäure aus Grassilagesaft

Milchsäure - ein gefragter Chemierohstoff

Milchsäure ist ein gefragter Chemierohstoff, der für die Produktion von biologisch abbaubaren Kunststoffen, umweltfreundlichen Lösungsmitteln, speziellen Chemikalien sowie in der Lebensmittelindustrie eingesetzt wird. Für Milchsäure gibt es einen breiten nationalen und internationalen Markt. Derzeit importiert Österreich etwa 770 Tonnen Milchsäure pro Jahr. Das geschätzte Marktpotenzial liegt aber wesentlich höher bei etwa 15.000 Tonnen pro Jahr. Im letzten Jahrzehnt ist das Interesse an der Produktion von Milchsäure merklich gestiegen. Milchsäure, fermentativ gewonnen, hat das Potenzial, eine der wichtigsten Commodity Chemikalien zu werden und stellt die Grundlage für eine Prozessindustrie mit hoher Wertschöpfung dar.

Milchsäure als Konservierungsmittel

Milchsäure entsteht in einem anaeroben Fermentationsprozess (Silageprozess am Bauernhof) aus den Zuckern von Frischgras mit Hilfe von Mikroorganismen. Durch die konservierende Wirkung der Milchsäure erhält man einen lagerfähigen Rohstoff, Voraussetzung um die Grüne Bioraffinerie das ganze Jahr hindurch kontinuierlich zu betreiben. Weitere Vorteile einer ganzjährigen Verarbeitung: im Vergleich zu einer saisonal betriebenen Anlage verringert sich die notwendige Anlagengröße und in Folge Investitions- und Betriebskosten. Zudem werden vollwertige Arbeitsplätze geschaffen.

Erzeugung

Eine der günstigsten Varianten der Milchsäureerzeugung stellt die Feststofffermentation dar. Die Silierung von Grünmasse ist eine Milchsäuregärung, wobei Milchsäure üblicherweise als Nebenprodukt anfällt und ihre konservierende Wirkung genutzt wird. Durch gezielte Verbesserungen in der Siliertechnik kann Milchsäure in befriedigenden Ausbeuten erzeugt werden,

um ein interessanter und nutzbarer Rohstoff zu werden. Die Gewinnung von Milchsäure oder deren Derivaten aus Silage wurde bisher noch nicht in größerem Umfang erforscht. Im Rahmen des Teilprojekts „Gewinnung von Milchsäure aus Grassilagesaft“ wurden die Grundlagen für eine integrierte Abtrennungstechnologie entwickelt, mit der Milchsäure aus Grassilagesäften separiert wird, um daraus marktfähige Produkte zu erzeugen.

Für die Versuche zur Milchsäuregewinnung aus Silagepresssäften wurden folgende Methoden eingesetzt:

- Ernte und Silierung von Grünlandbiomasse mit speziellen Starterkulturen
- Fraktionierung (Zerkleinerung und Pressung) der Rohstoffe und Herstellung von Presssaft und Presskuchen (inkl. Vorfiltration und Trocknung des Presskuchens)
- Ultrafiltrations- und Nanofiltrationsversuche
- Entwicklung eines zweistufigen Elektrodialyseprozesses (ED)
- Grundlagenversuche zur Chromatographie (Separierung von Milchsäure bzw. Aminosäuren)
- Umfassende Analytik und Erstellung der Massenbilanzen bzw. Wirkungsgrade

Der Großteil der Technologie- und Produktentwicklungsversuche wurde im Labormaßstab bzw. Semipilotanlagenmaßstab durchgeführt. Diese Größenordnung wurde deshalb gewählt, da zunächst die Grundlagen für eine neuartige Prozesskette erarbeitet wurden. Lediglich die Fraktionierung in Presssaft und feste Phase konnte bereits im Pilotanlagenmaßstab umgesetzt werden.

Die Milchsäurefermentation findet in der Anwelksilage statt. Die Milchsäure muss daher möglichst gemeinsam mit den Proteinen (Aminosäuren) in den Presssaft übertragen werden. Damit ist die Fraktionierung der Schlüssel zu hohen Produktausbeuten aus Grassilage.

In Vorversuchen konnte festgestellt werden, dass Schneckenpressen für das Auspressen von Anwelksilagen prinzipiell geeignet sind. Pressversuche mit Einfachpressung zeigten eine Ausbeute an Milchsäure aus Grassilage von anfänglich durchschnittlich 48,6 %. Nach Optimierung der Abläufe wurde im Folgejahr ein neuer Pressversuch mit Einfachpressung durchgeführt. Die Ausbeute der Milchsäure aus der Silage betrug im Mittel bei Einfachpressung 78,1 % (Steigerung von 61 %). Die Umstellung auf Doppelpressung ergibt eine weitere Ausbeutesteigerung von 9 % auf optimale 85,0 % Milchsäure im Presssaft.

Auf Basis dieser Versuche konnte ein optimiertes Schema zur mechanischen Fraktionierung mit maximaler Ausbeute festgelegt werden (siehe folgende Abbildung).

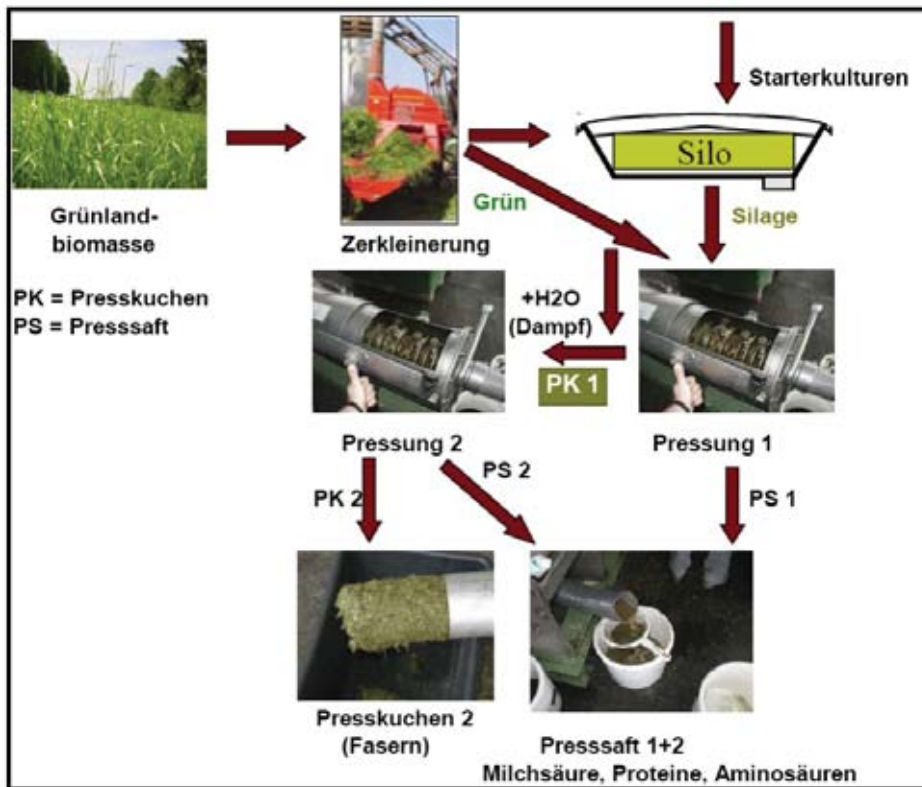


Abb.: Schema der Fraktionierung mit Doppelpressung

Vorreinigung von Silagesäften – Nachfermentation

Aufgrund des teilweise relativ hohen Zuckergehalts der Presssäfte wurde untersucht, inwieweit sich vorhandene Zucker durch Nachfermentation in zusätzliche Milchsäure umwandeln lassen. Für diese Versuchsreihe wurde ein repräsentativer Saft mit relativ hoher Milchsäurekonzentration und hoher Zuckerkonzentration gewählt, um herauszufinden, ob die bereits im Saft befindliche Milchsäure die Fermentation hemmen würde und inwieweit die Zucker umwandelbar sind. Es zeigte sich, dass die Nachfermentation eine interessante Möglichkeit der Saftvorreinigung darstellt, da die C₆-Zucker zu mindestens 80 % abgebaut werden und der Milchsäurezugewinn je nach Zuckergehalt des Presssaftes bis zu 40 % betragen kann. Für eine Umsetzung sind allerdings weitere Untersuchungen (Kinetik, kostengünstigere Fermentationsmöglichkeiten, etc.) notwendig.

Vorreinigung von Silagesäften – Ultrafiltration

Durch die Ultrafiltration sollte nicht nur eine Abtrennung der Proteine, sondern auch eine Vorreinigung der Milchsäure erreicht werden. Die durchgeführten Versuche zeigten allerdings, dass die Rückhaltung von Proteinbestandteilen nur ca. 10 % beträgt. Dies entspricht dem Gehalt an „echtem“ Protein, bedeutet aber, dass auch nach der Ultrafiltration 90 % der Proteinbestandteile in Form von Aminosäuren immer noch im Milchsäuremedium zu finden sind. Damit kann die Ultrafiltration ein erster Schritt in der Milchsäureabtrennung sein, allerdings müssen weitere Behandlungsschritte folgen.

Möglichkeiten und Konzepte zur Isolierung und Reinigung von Milchsäure

Im Projekt wurden vier Kombinationen aus Membranverfahren (Nanofiltration und Elektrodialyse) und Chromatographie als mögliche Verfahrensvarianten getestet und bewertet, denn

aufgrund der Komplexität der Silagesäfte ist zur Isolierung und Reinigung von Milchsäure keine vorhandene Standardtechnologie als Einzeltechnologie anwendbar.

Die Versuche zeigten, dass eine zweistufige Elektrodialyse ein vielversprechender Weg zur Ascheabtrennung und Separierung von Milchsäure aus Silagepresssaft ist. Außerdem konnten Milchsäure und Aminosäuren effektiv getrennt werden. Als nächster Schritt könnte eine Chromatographie anschließen, um die Substanzen in gewünschter Reinheit zu erhalten.

Eine klar definierte Down-stream Prozesskette, die zur Lösung der Aufgabenstellung führt, konnte auch nach den vorliegenden Untersuchungsergebnissen nicht vorgeschlagen werden. Dazu sind weitere umfangreiche chromatographische Untersuchungen erforderlich. Außer Frage steht, dass eine Chromatographie erforderlich sein wird, um die Milchsäure in reiner Form (Lebensmittelqualität) zu gewinnen.

Gesichert ist auch, dass Membranverfahren (Nanofiltration, Elektrodialyse (ED) und bipolare Elektrodialyse (EDP)) eine zentrale Rolle bei der vorliegenden Aufgabenstellung spielen. Auch hier sind weitere umfangreiche Untersuchungen erforderlich.

Wirtschaftlichkeit

Die Ergebnisse des Projekts zeigen sehr deutlich, dass die Herstellung von Milchsäure aufgrund der sehr befriedigenden Ausbeute ausschließlich aus Silage erfolgen sollte. Es wurde untersucht, inwieweit derartige Produkte unter heutigen Rahmenbedingungen wirtschaftlich produziert werden könnten. Als Variante wurde die Wirtschaftlichkeit der Coproduktion von Milchsäure mit Aminosäuren und Biogas dargestellt (dieses System wurde bereits im Vorfeld als sinnvoll identifiziert – allerdings unter der Voraussetzung, dass es tatsächlich gelingt eine integrierte Technologie für die Abtrennung der beiden Produkte zu finden).

Ohne Optimierung ist eine Aminosäureausbeute von 65 % möglich, d.h. es könnten pro Tonne Trockenmasse ca. 68,5 kg Aminosäuren gewonnen werden. Die Milchsäure kann unter den selben Bedingungen bei Einfachpressung zu 78,1 % und bei Doppelpressung zu 85,0 % gewonnen werden. Dies bedeutet eine durchschnittliche Milchsäureausbeute von optimalen 90,8 kg pro Tonne Trockenmasse bei Doppelpressung. Unter der Annahme, dass die Milchsäure in 80%iger Konzentration bei 20 % Aufbereitungsverlusten verkauft wird, verbleiben 90,8 kg Milchsäureprodukt aus einer Tonne Trockenmasse Grassilage.

In dieser Kalkulation wird auf Milchsäure im "Low-Price" Segment (Food Grade 80 % conc.) abgezielt - dafür zahlt der Markt derzeit ca. 1,00 Euro/kg. Dieser Wert wurde für die Wirtschaftlichkeitsberechnung herangezogen. Als Basispreis eines Aminosäuremischprodukts wurde der derzeitige Marktpreis von Lysin mit 1,50 Euro/kg bis 2,50 Euro/kg Produkt herangezogen. Das entspricht dem niedrigsten zu erwartenden Preis im Aminosäuresegment. Preise über 15 Euro/kg sind für Spezialprodukte oder einzelne Isolate durchaus vorstellbar.

Daraus ergibt sich die in der folgenden Tabelle dargestellte Erlösstruktur der Grünen Bioraffinerie mit Grassilage als Rohstoff und Doppelpressung.

Produkt	Erlös (€/kg Produkt)	Erlös (€/t TM Silage)	Erlös (€/10 000 t TM Silage)
Milchsäure 80 %	1,000 €	90,81 €	908 146 €
Aminosäuren 95 % TM	1,500 €	108,35 €	1 083 506 €
Biogasstrom	0,125 €	84,74 €	847 431 €
Biogaswärme	0,025 €	18,36 €	183 610 €
Summe Erlöse		302,27 €	3 022 693 €

Tab.: Erlösstruktur der Grünen Bioraffinerie mit Grassilage als Rohstoff

Die Berechnung der Wirtschaftlichkeit erfolgte auf Basis der Annuitätenmethode. Unter Berücksichtigung der Annuitäten aus Investkosten (Annahmen 30 % Fremdkapital (Zinssatz: 6,5 %, 10 Jahre), 70 % Eigenkapital (Zinssatz: 7,5 %, 8 Jahre)), der laufenden Kosten des Betriebs und der nötigen Rohstoffe ergibt sich die Differenz (Erlöse minus vorläufiger Kosten für Rohstoffe, Fraktionierung und Biogas) als Grundlage zur Errechnung der maximal möglichen Abtrennungskosten für Milchsäure und Aminosäuren bei gegebenen Produktpreisen.

Unter Berücksichtigung der bisherigen Erkenntnisse und den Vorgaben der FirmenpartnerInnen (z.B. 7,5 % Eigenkapitalrendite) darf das Down-streaming der Produkte Aminosäuren und Milchsäure als integrierte Technologie Kosten zwischen 0,84 bis 1,25 Euro/kg Produkt verursachen. Diese maximalen Kosten sind im Wesentlichen von der Erlösstruktur der Aminosäuren abhängig (Annahme: 1,5 bis 2,5 Euro/kg als Futtermittel). Nach der Diskussion mit den beteiligten ExpertInnen liegt dieses Ergebnis durchaus im „machbaren“ Bereich.

Produkte aus Milchsäure

Zwei zentrale Milchsäureprodukte sind Ethyllactat und Aminiumlactat.

Ethyllactat entsteht durch die Veresterung von Milchsäure mit Ethanol. Es ist ein für viele Zwecke verwendbares und dadurch sehr wertvolles Produkt. Ethyllactat ist biologisch abbaubar, ungiftig, ein ausgezeichnetes Lösungsmittel mit geringer Flüchtigkeit und hohem Siedepunkt.

Aminiumlactate eignen sich sehr gut als Basismaterial für weitere chemische Synthesen und werden als Wirkstoff oder als Matrixmaterial in der pharmazeutischen und kosmetischen Industrie eingesetzt. Aminiumlactat ist als Feststoff gut handhabbar und lagerfähig. Nach der Erzeugung des Dilactids kann das Amin z.B. über die Erzeugung eines Monosulfats recycelt werden.

Schlussfolgerungen

Die Zusammensetzung des Silagesafts (Milchsäure und freie Aminosäuren) zeigt hohes wirtschaftliches Potenzial. Die Abtrennung dieser Produkte benötigt jedoch größeren Technologieentwicklungsaufwand, wobei wesentliche Verfahrensvarianten im Rahmen dieses Projekts erfolgreich getestet werden konnten. Die Produkte weisen genügend Erlöspotenzial auf, um komplexere Abtrennungstechnologie zu rechtfertigen. Auch für die Herstellung von Ethyllactat als "grünes" Lösungsmittel ist Bedarf an weiterem Entwicklungsaufwand gegeben, um den Prozess nachhaltig zu gestalten.

Im Rahmen des Projekts konnte ein Know-how Vorsprung gegenüber anderen europäischen Grüne Bioraffinerie-Projekten erarbeitet werden. Durch die Weiterführung des Konzepts und die Errichtung einer Pilotanlage wird die Technologieführerschaft weiter ausgebaut werden.

3. Schlüsseltrenntechnologien

Im Rahmen des Folgeprojekts „Entwicklung von Schlüssel-Trenntechnologien zur Gewinnung von Milchsäure und anderen Wertstoffen aus Silagesäften“ wurden die Anwendungsmöglichkeiten und die Leistungsfähigkeit der Nanofiltration zur Gewinnung von Wertstoffen (Aminosäuren, Milchsäure) aus Silagesaft genauer untersucht. Konkret wurde die Nanofiltration entsprechend ihrer Einsatzmöglichkeiten als Vorfiltrationsschritt, zur (selektiven) Isolierung und Konzentrierung von Substanzen, sowie zur Teilentsalzung im Labor- und Pilotmaßstab bearbeitet. Darüber hinaus wurden in Kombination mit anderen Trenntechnologien komplette Down-stream-Szenarien aus technologischer und wirtschaftlicher Sicht beleuchtet.

Silagesaft ist Presssaft aus siliertem blattreichem Gras bzw. aus Gemischen von Gras und Klee. Der pH-Wert liegt zwischen 3,9 und 4,2. Neben rund 25 bis 35 % Milchsäure und etwa 20 % freien Aminosäuren besteht die Trockenmasse im Saft noch zu 15 bis 25 % aus anorganischen Bestandteilen (Kalium, Sulfat, Phosphat, Kalzium, Magnesium usw.) und 5 bis 25 % monomeren Zuckern. Zusätzlich ist der Saft reich an nicht identifizierten „Biomolekülen“ wie beispielsweise Peptiden.

Allgemein betrachtet kann zunächst gesagt werden, dass viele Inhaltsstoffe naturgemäß zu einer höheren Komplexität eines „Rohstoffs“ und damit zu aufwendigeren Trenntechnologien führen. Im vorliegenden Fall (Silagesaft) ist dies besonders ausgeprägt. Bei genauer Betrachtung, handelt es sich um die Gewinnung mehrerer Produkte (Milchsäure, Aminosäuregemische oder im Idealfall bis zu mehr als 15 Einzelaminosäuren). Zudem muss ein solches Vorhaben mit dem Konzept einer nachhaltigen Entwicklung („Fabrik der Zukunft“) im Einklang stehen. Zur Lösung dieser Aufgabenstellung müssen die derzeit modernsten Trenntechnologien, Membranverfahren und Chromatographie, eingesetzt werden. Vor dem Hintergrund technologischer Gesamtszenarien wurden die theoretischen und praktischen Untersuchungen in „abgekoppelten Forschungsmodulen“ durchgeführt. D.h., dass relevante Teilprozesse auch periphere Verfahren (z.B. Saft-Vorbehandlung) im Wesentlichen eigenständig betrachtet und auf ihre Leistungsfähigkeit untersucht wurden. Aufgrund vorgegebener Rahmenbedingungen des Projekts konnten allerdings wichtige Verfahren, vor allem die Chromatographie, nicht im ausreichenden Maße untersucht werden. Dementsprechend hat es sich als sinnvoll und notwendig erwiesen, nun die Einzel- und Detailfragen einzeln und vertiefend zu bearbeiten.

Wie die Arbeiten zeigen, bietet die Nanofiltration verschiedene interessante Einsatzmöglichkeiten (beispielsweise definierte Fraktionierung einzelner Stoffgruppen) und die Leistungsfähigkeit dieser Technologie ist klar umrissen.

Analysen zu Gesamtszenarien waren äußerst nützlich, da praktisch relevante Vor- und Nachteile einzelner Prozesskombinationen deutlich erkannt werden konnten. Obwohl kein ausreichendes Datenmaterial zur Chromatographie vorliegt, erscheint eine baldige teilweise Umsetzung der Idee (Grüne Bioraffinerie) real vorstellbar. Im Konkreten handelt es sich um zwei bis drei Aminosäureprodukte, die Marktchancen aufweisen. In jedem Fall wäre es sehr sinnvoll und aus verschiedenen, nicht nur im Zusammenhang mit diesem Projekt stehenden

Gründen, notwendig, das ausständige Forschungsfeld Chromatographie im Rahmen eines zusätzlichen Projekts zu bearbeiten. So ist zu erwarten, dass viele nachwachsenden Rohstoffen, eine höhere Anforderung an „Down-stream-Prozesse“ stellen, als dies in konventionellen Produktionsprozessen der Fall ist. Erschwerend kommt hinzu, dass die Separationsprozesse Kriterien einer nachhaltigen Entwicklung erfüllen. Die Erforschung und Entwicklung entsprechender, neuer Trenntechnologien und -strategien ist somit nicht nur für das vorliegende Vorhaben, sondern für viele zukünftige Anwendungen von zentraler Bedeutung.

Feste Fraktion – Presskuchen

4. Verwertung der Grasfaserfraktion

Die Faserfraktion stellt in einer Grünen Bioraffinerie mengenmäßig den größten Stoffstrom dar, daher wird die Gesamtwirtschaftlichkeit einer solchen Anlage wesentlich vom Beitrag der Grasfaserverwertung abhängen. Im Rahmen des Teilprojekts „Verwertung der Grasfaserfraktion“ wurde neben der Recherche von Verwertungsmöglichkeiten und Versuchen zur mechanischen Fraktionierung der primären Rohstoffe eine Systematik zur Charakterisierung der Grasfasern entwickelt (Dämmstoffe, Materialien für Gartenbau, Spezialfuttermittel). In Grundlagenversuchen wurde die Eignung des Faserrohstoffs für die Herstellung verschiedener Faserprodukte getestet. Weiters wurden Grundlagen für die Planung und Realisierung einer Grünen Bioraffinerie erarbeitet und eine Abschätzung der Wirtschaftlichkeit unter den in Österreich gegebenen Rahmenbedingungen vorgenommen.

Verwertungsmöglichkeiten für Grasfasern – Ausgangspunkt

Ausgangspunkt war die eingehende Recherche von Produkten bzw. Produktprototypen, die Gras oder „grasähnliche“ Pflanzenfasern als wesentliche Rohstoffkomponente verwenden. Dabei haben sich folgende Verwertungsmöglichkeiten ergeben:

- Dämmstoffe (Platten, Matten, Vliese, Stränge, Einblasdämmstoffe)
- Platten (Span-, Faser-, MDF-, Feuerfestplatten)
- Materialien für den Garten- & Landschaftsbau (Begrünungs-, Erosionsschutz-, Mulch- und Pflanzensubstratmatten, Torfersatz, Erdmischungen, Anzucht- und Kulturgefäße für Pflanzen)
- Faserverstärkte Verbundwerkstoffe (z.B. BioComposites, Formpressteile für Automobilindustrie)
- Verpackungsmaterialien (z.B. Formteile aus Faserguss, Papierschaum).
- Zuschlagstoff in diversen Bauprodukten (z.B. Ziegel, Putze, Mörtel, Spachtelmassen)
- Gipsfaserplatten
- Papier- & Zellstoff (Pulping aus Einjahrespflanzen)
- Bioenergie (Brennstoffpellets, Biogas)
- Futtermittel (Pellets)

gebiete des Mahlguts wie Porenbildner bei der Ziegelherstellung, Filtrationshilfsmittel für die Anschwemmfiltration, Verbesserung der rheologischen Eigenschaften von Anstrichen und kurzfaserverstärkte Kunststoffe und in der Entwicklung einer zuverlässigen und einfach zu handhabenden Charakterisierungsmethodik für Naturkurzfasern.

Öffnungsversuche – Genadelte Grasfaservliese

Mit ausgewählten Graspresskuchenproben wurden grundlegende Öffnungsversuche auf einer industriellen Technikumsanlage durchgeführt. Ziel dieser Grundlagenversuche war, festzustellen, ob sich im Prinzip Grasfasern mittels des sogenannten „Kardierverfahrens“ zu genadelten Grasfaservliesen verarbeiten lassen.

Es hat sich leider herausgestellt, dass das Kardierverfahren zur Herstellung von Faserfloren bzw. von genadelten Faservliesen nicht für die anfallende Grasfaserfraktion geeignet ist. In Folgearbeiten sollte versucht werden, für besonders aufbereitetes Grasfasermaterial einzelne Systemkomponenten des Kardierverfahrens zur Herstellung von Faservliesen auf ihre Anwendbarkeit hin zu überprüfen. Das für diese Versuche verwendete Grasfasermaterial müsste aus einer homogenen Fraktion schlanker, langer Grasfasern bestehen (Mindestlänge 60 mm), die frei von nennenswerten Staub- und Grobanteilen ist.

Verwendungsmöglichkeiten für Grasfasern

Dämmstoffplatten aus Grasfasermaterial

Es wurden mehrere Serien von Grasfaserprobepplatten hergestellt und charakterisiert, um zu klären, ob sich Grasfasermaterial grundsätzlich als Rohstoff für die Herstellung von Dämmstoffplatten eignet. Die Herstellung der Probepplatten erfolgte unter Verwendung unterschiedlicher Grasarten (Knautgras, Klee gras, Ryegras, Weizengras und Luzerne) mit unterschiedlichen Vorbehandlungsstufen (z.B. grün/siliert 1x/2x abgepresst, zerfasert mittels Hammermühle bzw. thermomechanisch). Als Bindemittel wurden anorganische (Kauster, Siocoat) und organische (Acronal 7D, Acronal 80D, Latex) Bindemittel verwendet. Zur Charakterisierung der Probepplatten wurden folgende Größen gemessen: Rohdichte, Biegefestigkeit, Druckspannung bei 10 % Stauchung, Wärmeleitfähigkeit, Wasseraufnahmevermögen und Schallabsorptionsverhalten. Als Vergleich für die Grasfaserplatten wurde die Holzwolleleichtbauplatte (HWL) herangezogen.

Hinsichtlich Rohdichte, Druckspannung sowie Wärme- und Schalldämmwirkung könnten Dämmstoffplatten aus Grasfasern durchaus mit den im Wettbewerb stehenden Holzwolleleichtplatten (HWL) konkurrieren. Hinsichtlich Biegefestigkeit und Wasserbeständigkeit jedoch wurden für die untersuchten Grasplatten keine befriedigenden Werte gefunden. Ein weiteres zu lösendes Problem stellt die starke Geruchsentwicklung der Grasfaserplatten dar. Beim gegenwärtigen Entwicklungsstand kann deshalb ein Einsatz der in einer Grünen Bioraffinerie anfallenden Grasfaserfraktion als Dämmstoff im Bau-Innenbereich leider noch nicht empfohlen werden.

Weitere Forschungsarbeiten liegen in Methoden zur Reduktion der Geruchsentwicklung von Grasfasermaterial und in der Verbesserung der mechanischen Eigenschaften (insbesondere der Biegefestigkeit) von Dämmplatten aus Grasfaserrohstoffen, etwa durch Verwendung homogenerer Faserfraktionen mit definierten Eigenschaften.

Grasfasern als Füll- und Verstärkungsstoff für thermoplastische Kunststoffe

Unter Verwendung thermomechanisch zerfaserter Klee grasproben wurden Faser-Kunststoff-Compounds hergestellt (30 % Klee grasfasern, 70 % Polypropylenpolymer), um festzustellen, inwieweit Grasfasermaterial als Füll- und Verstärkungsstoff für thermoplastische Kunststoffe geeignet ist. Zur Charakterisierung der Faser-Kunststoff-Compounds wurden Zugfestigkeit, Biegefestigkeit und Schlagzähigkeit der Compounds ermittelt. Aus Vergleichsgründen wurden Compounds mit Talkum bzw. Glimmer als Füllstoff sowie das ungefüllte Polymer (0 % Füllstoff) untersucht.

Der Einsatz von Grasfasern als Füll- und Verstärkungsstoff für thermoplastische Kunststoffe scheint nach diesen ersten Ergebnissen nicht sinnvoll zu sein. In Folgearbeiten müssten Methoden zur Erhöhung der Faser-Matrix-Haftung entwickelt werden, etwa durch Zugabe geeigneter Haftvermittler oder durch Modifikation der Oberfläche der verwendeten Grasfasern. Weiters müsste die Eigenfestigkeit der Fasern erhöht werden oder es müssten andere Fasern verwendet werden.

Materialien im Garten- und Landschaftsbau aus Grasfasern

Im gewerblichen Gartenbau sowie im Landschaftsbau (Ingenieurbiologie) sind eine Reihe von Produkten im Einsatz, bei denen grundsätzlich Grasfasermaterialien eine wesentliche Rohstoffkomponente darstellen könnten, z.B. Pflanzentöpfe, Mulchmatten, Begrünungs- und Erosionsschuttmatten, Torfersatzprodukte etc. Vor diesem Hintergrund wurden Prototypen von Mulchmatten und Pflanzentöpfen aus Grasfasern hergestellt. Für diese Prototypen wurden mehrere Grasarten (Knautgras, Klee gras, Luzerne) mit unterschiedlichen Vorbehandlungsstufen (grün/siliert, 1x/2x abgepresst, gesiebt) getestet. Weiters kamen organische und anorganische Bindemittel zum Einsatz (Acronal 7D, Latex, Kauster). Leider ist es nicht gelungen, in Analogie zur Fasergusstechnik bindemittelfreie Mulchmatten herzustellen (unzureichende Festigkeiten).

Die Verwendung der Grasfaserfraktion als Rohstoff für die Herstellung von Mulchmatten und Pflanzentöpfen scheint prinzipiell machbar. Bei diesen Produkten ist auch eine eventuelle Geruchsemission der Grasfasern eher akzeptierbar. In Folgearbeiten sollten sowohl für Mulchmatten als auch für Pflanzentöpfe aus Grasfasern Zeitstandsversuche unter Freilandbedingungen zwecks Überprüfung der Praxistauglichkeit durchgeführt werden (z.B. Verhalten bei Einwirkung von Bewitterung, Bodenorganismen etc.). Vor einer eventuellen Herstellung von Mulchmatten und Pflanzentöpfe aus Grasfasern in einem größeren Maßstab müsste ein Produktionskonzept erstellt werden, da es sich bei diesen Produkten um low-cost-Produkte handelt und am Markt bereits ein starker Wettbewerb etabliert ist.

Futtermittelpellets aus abgepressten Grasfasern und Fütterungsversuche

Zunächst wurden Grundlagenversuche zur Pelletierung des Presskuchens verschiedener Grasarten (Klee gras, Luzerne) mit unterschiedlichen Vorbehandlungsstufen (grün/siliert, 1x/2x abgepresst) durchgeführt. Danach wurden die zuvor pelletierten abgepressten Grasfaserproben für Fütterungsversuche an Meerschweinchen und Chinchillas verwendet (Akzeptanztest und Verdaulichkeitstest). Ziel dieser Fütterungsversuche war es, festzustellen, ob Grasfaserfraktion grundsätzlich als Komponente von Spezialfuttermitteln verwendbar ist (rauhfaserreiche Futtermittelpellets für Heimtiere).

Die Ergebnisse zeigten, dass die getesteten Grasfaserpellets (Klee-gras-siliert, Luzerne-grün) sowohl als Rauhfutter in der Heimtierernährung als auch als Rauhfutterkomponente zur Herstellung von Alleinfuttermitteln für Meerschweinchen, Kaninchen und andere Nagetiere geeignet sind.

Schlussfolgerungen

Damit sind die Verwertungsmöglichkeiten der Grasfaserfraktion, die sich in den Versuchen als prinzipiell machbar erwiesen und weiterentwickelt werden sollten:

- Dämmstoffplatten
- Materialien für den Garten- und Landschaftsbau
- Futtermittelpellets

5. Aufbereitung und Verwertung der Grasfaserfraktion II

Im Rahmen eines Vertiefungsprojekts (Grüne Bioraffinerie – Aufbereitung und Verwertung der Grasfaserfraktion) wurden weitere Grundlagenversuche zur Optimierung des für eine Grüne Bioraffinerie zentralen Verfahrensschrittes der mechanischen Fraktionierung von Grünlandbiomasse in eine flüssige Fraktion (Presssaft) und in eine feste Fraktion (Presskuchen) durchgeführt. Weiters wurden Grundlagenversuche zur weitergehenden Aufbereitung des Presskuchens (z.B. weitergehende Zerfaserung, Fasergrößensortierung, Geruchsreduktion, chemischer Teilfaseraufschluss, Fasertrocknung) sowie zur Verwertung geeignet aufbereiteter Grasfaserfraktionen als Rohstoff für die Herstellung von Faserplatten, sowie als Füllstoff für Baukleber und Spachtelmassen (Herstellung von Prototypen) realisiert.

In einem ersten Schritt wurde eine Optimierung des Prozessschrittes „Mechanische Fraktionierung“ erreicht. Diese wurde anhand einer Versuchsreihe mit unterschiedlichen Prozessparametern durchgeführt. Für diese Versuche wurden spezielle Rohstoffe (Silage aus Klee-gras und Luzerne) verwendet, welche zuvor eigens dafür hergestellt wurden. Die Versuche zur mechanischen Fraktionierung wurden analytisch begleitet, um die Zusammensetzung der Stoffströme (Feed, Presskuchen und Presssaft) zu erheben, damit die jeweiligen Ausbeuten und Übergangsraten der Wertstoffe (Milchsäure und Aminosäure) bestimmt werden konnten. Die Versuche haben gezeigt, dass durch einen optimierten mechanischen Fraktionierungsprozess eine relative Ausbeute der Milchsäure von bis zu 97 % und eine relative Ausbeute von bis zu 67 % bei den Aminosäuren erzielt werden kann. In Absolutmengen ausgedrückt, können pro Tonne TS Silage ca. 150 – 210 kg Milchsäure und ca. 80 – 120 kg Aminosäuren in den Presssaft übergeführt werden. Aus gegenwärtiger Sicht scheint die Optimierung der Fest-Flüssig-Trennung von Silage weitestgehend „technisch ausgereizt“ und daher vorerst abgeschlossen. Die Untersuchung zeigte auch, dass die Silagequalität (der Milchsäuregehalt) drastisch schwanken kann, obwohl bei der Herstellung der Rohstoffe sehr behutsam vorgegangen wurde.

Zur optimalen Aufbereitung und Reinigung des Presskuchens und Gewinnung homogener Faserfraktionen wurden Versuche zur weiteren Aufspaltung der Grasfaser, zur Geruchscharakterisierung, sowie zur Zerkleinerung und Vermahlung der Grasfasern durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass eine weitergehende Zerfaserung der Grasfaser durch einen thermodynamischen Prozess auf Basis des „Dampfexplosionseffektes“ möglich ist. Hinsichtlich der Geruchsemission wurden verschiedene Arten der Behandlung der Faser getestet, welche zu

einer Verringerung der Geruchsemission führten. Eine vollständige Beseitigung des typischen Grasfasergeruchs gelang bis dato nicht.

Um mögliche Verwendungsmöglichkeiten zu testen, wurden grundlegende Versuche zur Herstellung von leimgebundenen Platten aus Grasfasern durchgeführt. Die Prüfplatten wurden im Trockenverfahren in Anlehnung an die Produktionstechnologie von Holzspan- und Faserplatten hergestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass es grundsätzlich möglich ist, beleimte Platten aus 100 % Grasfasern im Trockenverfahren herzustellen. Die in der Holzplattenindustrie üblichen Harnstoff-Formaldehydleime sind dafür grundsätzlich anwendbar. Die ermittelten Querkzugfestigkeiten der Prototypen erreichten bis zu ca. 60 % der Referenzwerte einer MDF-Platte. Ebenso wurden leimgebundene Platten aus Holz-Grasfasermischungen untersucht. Diese Ergebnisse zeigen, dass Mischplatten bis zu einem Grasfaseranteil von ca. 12,5 % vergleichbare mechanische Eigenschaften zu reinen Holzplatten haben. Das Quellverhalten der reinen Grasfaserplatten ist im Vergleich zum Rohstoff Holz deutlich erhöht. Ein weiteres mögliches Einsatzgebiet der Grasfasern als Füllstoff für Baukleber und Spachtelmassen wurde näher untersucht, indem vermahlene Grasfasern als Additiv in verschiedenen Bauprodukten verwendet wurden. In einem Screening wurden verschiedene Produkte wie Kleber (Linoleumkleber, Parkettkleber, Fassadenkleber), Spachtelmasse, Dispersionsfarbe, Bodenbeschichtungen und Nivelliermassen mit Grasfaserbeimengungen hergestellt und getestet. Die Versuche haben gezeigt, dass der Einsatz von Grasfasern die Rheologie, die Farbe und auch den Geruch beeinflussen kann. Durch das starke Wasseraufnahmevermögen der gemahlene Grasfasern kam es zu einer geänderten Viskosität der getesteten Produkte. Die geforderten Produktqualitäten konnten mit dem Additiv Grasfaser in keiner Produktklasse erreicht werden. Die Untersuchungen zur Wirtschaftlichkeit lieferten neue wirtschaftliche Kennzahlen zur untersuchten optimierten mechanischen Fraktionierung sowie zur Faser Trocknung im produktionsrelevanten Maßstab.

Wirtschaftliche Überlegungen zur Grünen Bioraffinerie

Aminosäuren stellen sich für eine Grüne Bioraffinerie als Hoffungsprodukt dar. Dabei sollte auf seltenere Aminosäuren fokussiert werden, da für derartige Spezialprodukte die Margen zwischen Produktionskosten und Verkaufspreisen auch mittelfristig auf relativ hohem Niveau stabil bleiben dürften.

Hinsichtlich Milchsäure aus einer Grünen Bioraffinerie sollte die Fokussierung in Richtung Aromastoffe für Lebensmittel sowie den Kosmetikbereich gehen. Dabei kann aufgrund der Herkunft des Rohstoffs eventuell ein erhöhter Marktpreis gegenüber dem Standardprodukt erzielt werden. Die Produktion von Milchsäure-Polymeren (Poly-Lactat) erfolgt gegenwärtig bereits im großindustriellen Maßstab, sodass nicht anzunehmen ist, dass sich allfällige Investments seitens der Grünen Bioraffinerie auf diesem Sektor jemals rechnen werden.

Bei der Verwertung der Faserfraktion sollte die Ausrichtung eindeutig in Richtung erweiterter Heimtiermarkt ausgerichtet werden (inkl. Pferde). Wichtig dabei ist, sich bereits jetzt mit der Produktentwicklung auseinanderzusetzen. Es ist zu empfehlen, sich mit entsprechenden PartnerInnen (ProduzentInnen) zusammenzuschließen, um die Bedürfnisse der TierbesitzerInnen durch entsprechend angereicherte und speziell komponierte Tierfertiernahrung zu befriedigen. Andere Verwertungsoptionen für die Faserfraktion (Dämmstoffe, Materialien für den Gartenbau) sind nach derzeitigem Wissensstand nicht empfehlenswert, denn alle Pro-

dukte der Faserfraktion zeichnen sich durch extrem billige Produktion aus. Diese „Low Interest Products“ werden sehr schwer bis kaum durch entsprechende Produkte aus Grasfasern zu ersetzen sein.

Die Grüne Bioraffinerie im internationalen Vergleich

Das Konzept der Bioraffinerie ist zunächst ein allgemeines Technologiekonzept, das für die Fraktionierung (also die getrennte Nutzung) von Produkten aus der Verarbeitung nachwachsender Rohstoffe steht. Dabei sind international unterschiedliche Trends der Technologieentwicklung erkennbar. Grundsätzlich ergibt sich eine Unterscheidung der Ansätze aus der Rohstoffsituation: Während die Konzepte bei stark ligninhaltigen Rohstoffen (Holz, Holzreste, etc.) meist über einen thermischen Aufschluss (Vergasung, Hydrierung) zu Synthesegas oder flüssigen niedrigmolekularen Produkten führen, so sind bei grüner Biomasse (aber auch bei biogenen Reststoffen aus tierischer und pflanzlicher Quelle) meist mikrobielle Umsetzungsschritte als erste Verfahrensstufe vorgesehen. Technologiekonzepte dieser Kategorie (davon existieren bereits realisierte Anlagen) unterscheiden sich insbesondere in ihren Produktpaletten und ihren mikrobiellen Umsetzungsschritten. Eine große Gruppe dieser Konzepte sieht die Trennung des frischen Grasses in eine feste und flüssige Phase vor. Dazu gehören Entwicklungen in Deutschland (Brandenburg), der Schweiz und Dänemark. Die feste Phase wird zur Fasergewinnung (etwa für Dämmstoffe, Schweiz) verwendet. Die flüssige Phase wird biotechnologisch verarbeitet. Die Zielprodukte der Weiterverarbeitung variieren je nach Konzept und Marktlage, wobei die Herstellung von Lysin (Dänemark), Milchsäure und Lysin sowie anderen Feinchemikalien (Deutschland) bzw. (durch Abtrennung) Proteinkonzentrat und die Einspeisung in eine Biogasanlage (Schweiz) den derzeitigen Stand der Technik umreißen.

Von diesen Konzepten sind insbesondere das dänische und das schweizerische bereits umgesetzt. In diese Klasse ist auch die „Österreichische Grüne Bioraffinerie“ einzuordnen. Das Alleinstellungsmerkmal dieses Konzepts ist die Verwendung der (dezentralen) Silage als Umsetzungsschritt. Im Gegensatz zu anderen Verfahren wird hier die biotechnische Umsetzung in der Festphase betrieben. Die Fraktionierung erfolgt nach der Silage. Zielprodukte sind hier Milchsäure (aus der Silage) sowie Aminosäuren, die aus dem abgepressten Silagesaft gewonnen werden. Die feste Phase wird entweder der Fasergewinnung zugeführt (vergleichbar mit dem Schweizer Ansatz) oder in der Fütterung verwertet oder einer Biogasanlage zugeführt, um den Energieinhalt zu nutzen. Eine wichtige neue Rahmenbedingung entsteht durch die Entwicklung in den USA, wo in großen Mengen nachwachsende Rohstoffe (Mais, Getreide) zu Milchsäure und daraus erzeugten Produkten verarbeitet werden.

Ausblick

Zurzeit werden die ersten Schritte gesetzt, um aufbauend auf den Erkenntnissen aus der Programmlinie "Fabrik der Zukunft" eine erste Demonstrationsanlage für die Österreichische Grüne Bioraffinerie zu errichten. Unter Einbeziehung großer Unternehmen der Energiewirtschaft soll in Oberösterreich durch die Errichtung eines Bioraffinerie-Technikums mit angeschlossener Biogas-Erzeugung und Einspeisung die Nutzbarkeit grüner Biomasse im realen Maßstab gezeigt werden.

2 KERNKRAFT: Kaskadische Nutzung von Steinobst- Restmassen

EINLEITUNG

Ausgangssituation

In Österreich werden beachtliche Mengen an Steinobst, vor allem Marillen, Pfirsiche, Zwetschken und Kirschen, angebaut und zu süßen Spezialitäten wie Marmeladen, Konfitüren, Gelees, Fruchtsäften und Edelbränden verarbeitet. Die Verwertung beschränkt sich bisher allerdings fast ausschließlich auf die Frucht selbst, die Obstkerne gelten in der Lebensmittelindustrie als lästiger Abfall - europaweit werden jährlich rund 550.000 Tonnen Steinobstkerne entsorgt. Doch Steinobstkerne könnten als wertvolle, bisher ungenutzte Rohstoffquelle zur Herstellung unterschiedlicher Produkte im Food- und Non-Food-Bereich genutzt werden.

Ziele und Inhalte

Hauptziel der Grundlagenstudie NaWaRo Cascading für die Wellness-Regio war das Ausloten von innovativen Verwendungsoptionen für Obstkerne, um durch die Entwicklung von Stoffkaskaden ein großes, bisher unausgeschöpftes Potenzial an wertvollen Naturstoffen für ganz unterschiedliche Nutzungsbereiche zur Verfügung zu stellen.

Ziel des Folgeprojekts „NAWARO Cascading Pilot“ war, wissenschaftlich-technische, produktspezifische und wirtschaftliche Grundlagen für die maschinelle Verarbeitung von Obstkernen zu erarbeiten, um ein Up-Scaling zu ermöglichen.

Im derzeit laufenden Projekt „KernCraft TAKE OFF“ wird die wirtschaftliche Umsetzung der KernCraft-Idee vorbereitet. Im Projektverlauf wird die benötigte technische Infrastruktur konkretisiert, Teilmodule für die schrittweise Umsetzung entwickelt, marktrelevante Daten (LieferantInnen, MitbewerberInnen, AbnehmerInnen) erhoben und mit den Produktentwicklungen begonnen. Die ermittelten Informationen werden in einem Unternehmensplan (Stufenplan für die Realisierung und Finanzierungsoptionen) zusammengeführt.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

1. NaWaRo Cascading für die Wellness-Regio

Projektleitung:

TB Ing. Elmar Wimmer
e + c engineering & consulting
Dürnauerstraße 99, A-4840 Vöcklabruck
Tel.: +43 (0)7672 238020
E-Mail: e.wimmer@e-c.at
Internet: www.e-c.at

Endbericht: Nr. 18/2003 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.nachhaltigwirtschaften.at.

2. NAWARO Cascading Pilot

Projektleitung:

Dipl.-Chem. Hanswerner Mackwitz
alchemia-nova, Institut für innovative Pflanzenforschung
Obere Viaduktgasse 2, Top 24/29, A-1030 Wien

Tel.: +43 (0)1 810 1000

Fax: +43 (0)1 810 1010

E-Mail: office@alchemia-nova.net

Internet: www.alchemia-nova.net

Endbericht: Nr. 88/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

3. KernCraft TAKE OFF

Projektleitung:

Mag. Susanne Geissler
FHWN Wieselburg
Zeiselgraben 4, A-3250 Wieselburg

Tel.: +43 (0)7416 53000-530

Fax: +43 (0)7416 53000-2222

E-Mail: susanne.geissler@wieselburg.fhwn.ac

Internet: www.wieselburg.fhwn.ac.at

Die Laufzeit des Projekts endete im Juni 2007, Download bzw. Bestellung des Endberichts ab Herbst 2007 auf www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

1. Grundlagenstudie „NaWaRo Cascading für die Wellness-Regio“

Zielsetzung

Hauptziel der Grundlagenstudie war das Ausloten von innovativen Verwendungsoptionen für Obstkerne, um durch die Entwicklung von Stoffkaskaden ein großes, bisher unausgeschöpftes Potenzial an wertvollen Naturstoffen für ganz unterschiedliche Nutzungsbereiche zur Verfügung zu stellen.

Nutzung von Steinobstkernen

Der Obstkern besteht aus einer harten Schale und einem weichen Kern, der von einer feinen Samenhaut umgeben ist. Bei den Untersuchungen wurde besonderer Wert auf die Nutzung der feinstofflichen und funktionellen Qualitäten der Weichkerne zur Wertschöpfung im Konditorei-, Lebensmittel-, Kosmetik-, Wellness- und Werkstoffbereich gelegt. In enger Kooperation mit regionalen PartnerInnen wurden nachhaltige Nutzungsoptionen für die Steinobstkerne

entwickelt und validiert, um die Produktpalette von Steinobst zu erweitern und zusätzliche Einkommensquellen zu erschließen.

In zahlreichen Praxisversuchen wurden unterschiedliche Methoden zur Bearbeitung der Obstkerne erprobt. Sowohl die Obstkerne, als auch die Kernöle und Presskuchen wurden einer umfangreichen Analyse unterzogen und auf mögliche Nutzungen geprüft. Die Kerne wurden hinsichtlich Eiweiß, Fett, Kohlenhydrate, Fettsäuremuster, flüchtiger Verbindungen, Vitamin A und E analysiert. Bei den Ölen und beim Presskuchen wurden jeweils Fettsäuremuster und Cyanidgehalt, beim Presskuchen zudem Eiweiß, Fett und Kohlenhydrate untersucht. Das Projekt dokumentiert eine Vielzahl von konkreten Optionen zur werk- und feinstofflichen Nutzung der Obstkerne in folgenden drei Hauptanwendungen:

- Steinobstkerne als Delikatessen
- Kosmetische Anwendungen
- Werkstoffliche Nutzung von Steinobstkernschalen (Strahlmittel, Füllstoff)

Steinobstkerne als Delikatesse

Sowohl die ungeschälten als auch die geschälten Softkerne sind für den Nahrungsmittelbereich geeignet und können zur Herstellung von Edelkrokant, Nougat, Marzipanvarietäten (Persipan, Prunipan, Cherrypan, Marillopan) und für Kombinationen mit Schokolade, Gebäck und Müsliriegeln verwendet werden.

Die nativen, frischgepressten Kernöle eignen sich als Frischware für die gehobene Küche und Gastronomie. Jedes Öl zeigt einen spezifischen Geschmack und kann dementsprechend am Markt positioniert werden. Besonders große Chancen werden dem Zwetschkernöl und dem Kirschkernelöl eingeräumt.

Kosmetische Anwendungen

Die Öle und der Presskuchen können auch als wertvolle Bestandteile im Naturkosmetiksektor eingesetzt werden. 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 Zwetschkernöl zugesprochen. Danach folgen die Kirsche und in dritter und vierter Position Marille und Pfirsich.

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

Werkstoffliche Nutzungen – Strahlmittel

Eine japanische Firma produziert aus Obst- und Nusskernschalen unterschiedliche und vielseitig verwendbare Handelsprodukte (Strahlmittel, Filter-, Füllmaterialien und Durchlässigkeitsregler bei Schleifsteinen). Es lag daher nahe, die zerkleinerten und fraktionierten Steinobstschalen von Marille, Kirsche, Pfirsich und Zwetschke auch im Hinblick auf ihre Einsatzfähigkeit als technisches Abrasivum zu prüfen und neue technisch interessante Nischenanwendungen auszuloten.

Die wiederholten Abrasionsversuche zeigten, dass vermahlene Obstkerne aufgrund ihrer unterschiedlichen Härte und ihres Rest-Fettgehaltes die Fähigkeit haben, Oberflächen per-

fekt zu polieren und Lackschichten und Korrosionen zu entfernen. Vegetabile Strahlmittel wie mikronisierte Obstkernhartschalen weisen geringere Härte als herkömmliche Strahlmittel auf und eignen sich deshalb speziell, um Putz- und Reinigungseffekte zu erzielen oder bestehende alte Lack- oder Farbschichten von heiklen Werkstücken zu entfernen, ohne die vorhandene Rauigkeit der Metalloberfläche zu erhöhen. Bei schwermetall- und gefahrstofffreien Strahlungsanwendungen sind auch keine Entsorgungsprobleme zu erwarten. Zu beachten gilt es, dass im Gegensatz zu mineralischen Medien eine gewisse Rückfettung auf der Werkstückoberfläche entsteht.

Spezialeinsatzbereich: Dentalbehandlung

Fachliche Erörterungen und Wissensaustausch mit DentaltechnikerInnen, MaterialexpertInnen und ZahnärztInnen im In- und Ausland und erste Strahl-Versuche invitro an menschlichen Zahnpräparaten lassen den Schluss zu, dass sich manche Obstkernhartschalengranulate auch für diesen spezifischen Zweck einsetzen lassen. Möglicherweise ist ein erheblicher technischer Aufwand erforderlich, um reine und effektive Strahlmittel anbieten zu können. Vor allem sind permanente und umfangreiche Kontrollen notwendig, um verlässliche Qualität und höchste Reinheit zu garantieren. Geplant sind anwendungstechnische Untersuchungen in partnerschaftlicher Zusammenarbeit mit Dentallaboratorien und einer/m HerstellerIn zahn-technischer Geräte, um Fragen hinsichtlich besonderer Materialeigenschaften der Granulate, Feinabstimmung auf die zahntechnische Praxis und ständige Qualitätsverbesserung zu bearbeiten.

Werkstoffliche Nutzungen – Füllstoff für Polymere

Die Hartschalenkernmehle der Obstschalen (Partikelgröße 20 Mikrometer) lassen sich auch in höheren Konzentrationen problemlos in eine Polymerschmelze einarbeiten. Dieser neue Werkstoff hat Eigenschaften, die mit jenen von holzfaserverstärkten Polymeren vergleichbar sind. Die mechanischen Kennwerte von den mit „klassischen“ Füllstoffen verstärkten Polymeren können jedoch nicht erreicht werden.

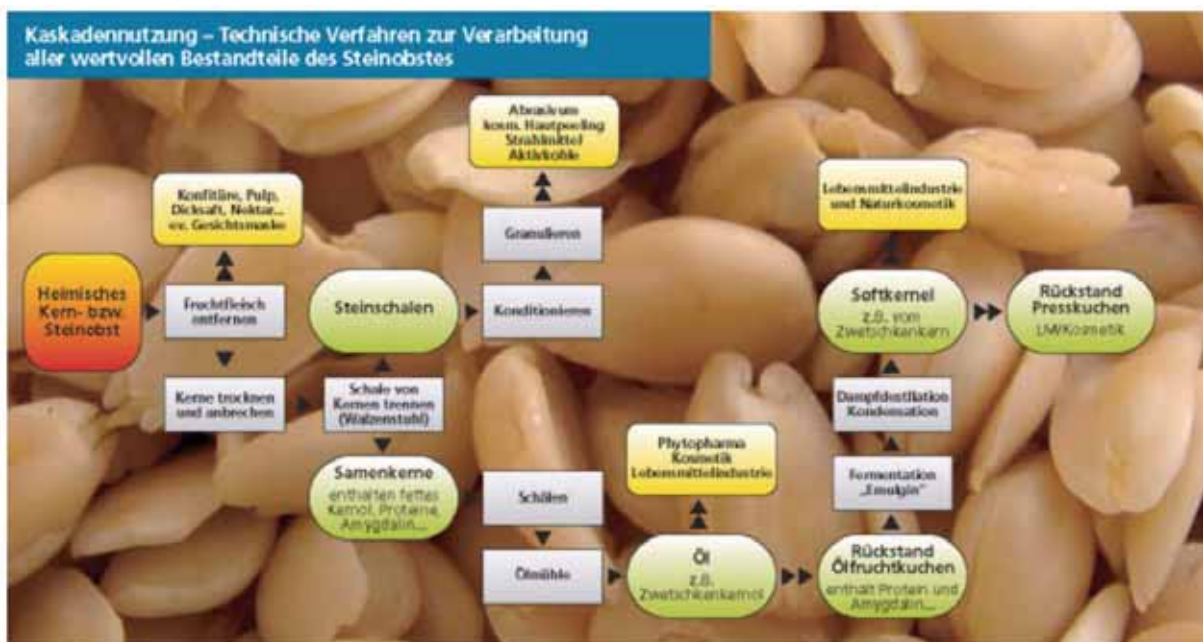


Abb.: Kaskadennutzung von Steinobst
Quelle: Concerned People GmbH

2. „NAWARO Cascading Pilot“: Strategische und operative Voraussetzungen

Zielsetzung: Umsetzung in größerem Maßstab

Ziel des Folgeprojekts war, wissenschaftlich-technische, produktspezifische und wirtschaftliche Grundlagen für die maschinelle Verarbeitung von Obstkernen zu erarbeiten, um ein Up-Scaling zu ermöglichen.

Verarbeitungsprozess

Die wesentlichen Verarbeitungsschritte umfassen:

- Vortrocknen bzw. Reinigen, denn der Feuchtegehalt der Kerne beträgt 87 bis 90 %. Die Kerne sind normalerweise mit Verunreinigungen behaftet und können durch Gärung und Schimmel schnell verderben.
- Trennen von Kern und Schale, um alle wertvollen Bestandteile einer Nutzung zuführen zu können.
- Aufarbeitung der unterschiedlichen Fraktionen

Im Projekt wurden die technischen Parameter für die verschiedenen Verarbeitungsschritte und die dazu notwendigen Apparate gemeinsam mit einer österreichischen Maschinenbau-firma (Projektpartner CIMBRIA) festgelegt. Dabei zeigte sich, dass aus technologischer Sicht die Verarbeitung auch sehr unterschiedlicher Obstkerne in einer Anlage machbar ist. Werden die Kerne unmittelbar nach der Obstverwertung getrocknet, kann statt aufwändiger Nasswäsche eine Bürstmaschine zum Einsatz kommen. Kalibrierung bzw. Sortierung nach Größe mit der Siebmaschine gelten als Stand der Technik. Die Eliminierung verdorbener bzw. angeschimmelter Kerne wird über den Feinausleser gesteuert, dessen Software und Hardware noch an die spezifischen Anforderungen der Obstsorten adaptiert werden muss.

Sauber und nach Größe selektioniert gelangt der Obstkern in den noch zu modifizierenden Walzenbrecher, in dem auf ein vollständiges und schonendes Knacken der harten Schale zu achten ist. Hier ist noch Entwicklungsarbeit gefordert, wobei die grundsätzliche Machbarkeit bewiesen ist. Das Gemisch aus Hartschalenfragmenten und weichen Kernen wird in der Flachsiebmaschine und anschließend im Gewichtsausleser möglichst vollständig aufgetrennt. Die Grundstruktur dieser Technologie ist für die Getreidesaataufbereitung vorhanden, für die Obstkernverarbeitung müssen gewisse Adaptierungen und Feinjustierungen erfolgen. Die endgültige Auslese von Hartschalenresten aus der Weichkernfraktion passiert wiederum im Feinausleser. Auch für diesen Trennschritt müssen Hard- und Software angepasst werden.

Soll das Samenhütchen vom Weichkern noch entfernt werden, gibt es zwei Möglichkeiten: mit einer Blanchiereinrichtung (nass) oder durch einen kurzen Röstprozess (trocken). Rösten verbessert Aroma und Geschmack des Öls und des Presskuchens, ist für kosmetische Anwendungen jedoch überflüssig. Die Technologie kann in abgewandelter Form aus der Haselnuss- und Mandelverarbeitung übernommen werden.

Die Ölgewinnung kann entweder über Stempel- oder Schneckenpresse, alternativ auch mit dem FRIOLEX oder SFE (Supercritical Fluid Extraction)-Verfahren erfolgen. Die Technologiewahl erfolgt in Abstimmung mit den Qualitätsanforderungen der jeweiligen Endprodukte.

Erst-Entwurf Pilotlinie Processing FRUIT STONES

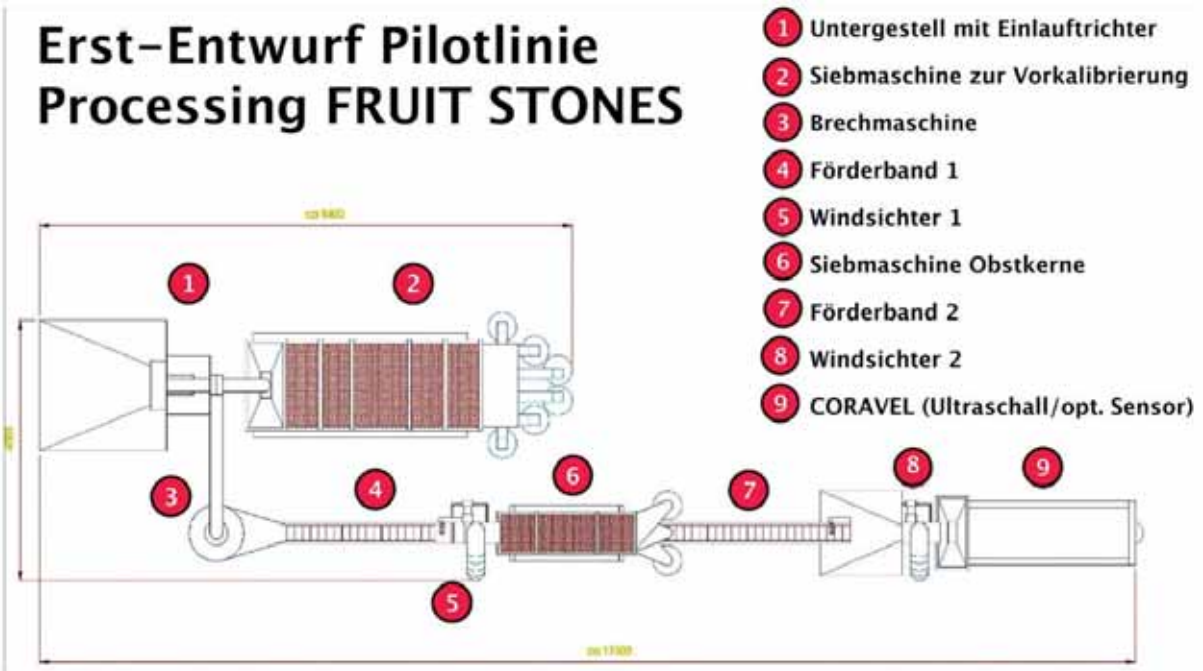


Abb.: Anlagenschema zum Brechen und Sortieren von Steinobstkernen

Standort

Die Recherche der verfügbaren Daten sowie der Wissensaustausch mit ExpertInnen im In- und Ausland zeigte, dass die Verarbeitung von Obstkernen besser an einem zentralen Ort geschehen sollte. Klar abgegrenzte Aufbereitungsschritte, wie z.B. das Waschen und Trocknen der Kerne, können von einzelnen PartnerInnen selbst übernommen werden.

Produktpalette

Das Spektrum der lohnenswerten Produkte ist breit: es umfasst mikronisiertes und konditioniertes Hartschalen-Granulat, Weichkerne, innovative Kernöle, Presskuchen und daraus herstellbare natürliche Aromen. Im Sinne einer optimierten und noch lukrativeren Wertschöpfung wurden die verschiedenen Produktbereiche (Strahlmittel, Dentalabrasiva, Ölgewinnung, neue Kosmetikanwendungen und die Herstellung von kernig-aromatischen Müsliriegeln) vertieft. Um die Produktentwicklung weiter zu konkretisieren, ist es notwendig, die interessierten AbnehmerInnen mit relevanten Mengen von Obstkernprodukten (Öle, Presskuchen, Aromen) zu versorgen. Für die Bereitstellung dieser Mengen ist eine Forschungsanlage der notwendige Folgeschritt.

Konzept für Pilotfabrik/Forschungsanlage

Im Projekt wurden wichtige Elemente für einen künftigen Businessplan erarbeitet. Aus den Berechnungen geht hervor, dass erst bei einer Produktion von über 200 t frischer Kerne und Verkauf nahezu aller produzierten Waren (bei voller Auslastung) ein positiver Cash Flow innerhalb der ersten sechs Jahre erreicht werden kann.

Zur Überwindung von technischen Hürden und zur Absicherung der wirtschaftlichen Prognosen wurde eine Forschungsanlage konzipiert. Eine Kleinanlage mit 150 Tonnen Kapazität ist zwar kaum wirtschaftlich zu betreiben, doch gerade eine solche Einrichtung wird dringend benötigt, um die Machbarkeit und auch die Finanzierbarkeit des Up-Scalings zu demonstrieren.

ren. Dafür müssen einige bestehende Maschinen optimiert, zu einer kleinen Forschungsanlage kombiniert und aufeinander abgestimmt werden.

Für eine solche Forschungsanlage wurde ein Standort in Tulln gefunden. Weiters wurde Kontakt zu den Fachhochschulen in Tulln und Wieselburg aufgenommen, denn damit wird der Wissensaustausch mit ExpertInnen auf dem Gebiet der Nachhaltigkeit und der nachwachsenden Rohstoffe ermöglicht und die Weitergabe der Kaskadennutzungs-idee an StudentInnen unterstützt.

3. Konzept für Demoprojekt: KernCraft TAKE OFF

Zielsetzung

Ziel dieses Projekts war die Vorbereitung der wirtschaftlichen Umsetzung der KernCraft-Idee. Durch die Demonstrationsanlage „KernCraft Austria“ wird ein essentieller Beitrag zur Ressourcenschonung durch Reststoffnutzung und zur Umweltentlastung durch Abfallvermeidung geleistet.

Umsetzung von „KernCraft Austria“

Im Projektverlauf wurde die benötigte technische Infrastruktur konkretisiert, Teilmodule für die schrittweise Umsetzung entwickelt, marktrelevante Daten (LieferantInnen, MitbewerberInnen, AbnehmerInnen) erhoben und mit den Produktentwicklungen begonnen. Die ermittelten Informationen wurden in einem Unternehmensplan (Stufenplan für die Realisierung und Finanzierungsoptionen) zusammengeführt. Dabei flossen auch die Erkenntnisse, die an der im Herbst 2006 errichteten Versuchsanlage von KernCraft Biotech GmbH erarbeitet wurden, in die Ergebnisse ein. Die KernCraft Biotech GmbH investierte nicht nur in die Versuchsanlage, die zur Abklärung von technischen Fragestellungen dient, sondern hat auch die Absicht, die KernCraft Demoanlage zu finanzieren. Ein Vertreter des Investors wurde bereits in die Projektdurchführung einbezogen. Dafür wurden bereits vorliegende Daten zur Nutzung von Steinobstkernen gesammelt und anschließend weitere Recherchen zu den Informationslücken durchgeführt. Als Informationsquellen wurden einerseits Internetseiten, andererseits ExpertInneninterviews und persönliche Gespräche mit Personen aus dem Bereich möglicher LieferantInnen und AbnehmerInnen (in Österreich, Europa und China), sowie wissenschaftliche Artikel herangezogen. Weiters wurden Angebote von MaschinenherstellerInnen und Finanzdienstleistungsunternehmen eingeholt. In früheren Projekten entwickelte Produktideen wurden überarbeitet und weitere Verwendungen mit dem Schwerpunkt Hart-schalennutzung für den Non-Food-Bereich ausgearbeitet.

Zeit- und Stufenplan

Das Grundkonzept für den Zeit- und Stufenplan zur Umsetzung der Demonstrationsanlage „KernCraft Austria“ berücksichtigt die Errichtung einer Versuchsanlage durch die KernCraft Biotech GmbH, die als Forschungs- und Entwicklungsabteilung in die Demonstrationsanlage integriert wird. Die Versuchsanlage spielt eine zentrale Rolle, weil die zahlreichen möglichen Produkte von „KernCraft Austria“ aus Kostengründen nicht gleichzeitig realisiert werden können, sondern mit den Rückflüssen aus dem Verkauf einer ersten Produktserie finanziert werden. Die Entwicklung unterschiedlicher Produkte wurde in zeitlich gestaffelten Modulen angesetzt, wobei mit den am weitesten entwickelten Produkten Marillen- und Pfirsichkern-Öl begonnen wurde, um möglichst schnell finanzielle Rückflüsse zu generieren.

Der Ausbau der technischen Infrastruktur erfolgt im Zeitverlauf in Abhängigkeit von den geplanten Produktentwicklungsmodulen. Die Informations- und Entscheidungsgrundlagen für die Modularisierung des Zeit- und Stufenplans wurden durch Marktanalysen zu Konkurrenzprodukten und Absatzpotenzialen sowie durch Kostenrecherchen zur technischen Infrastruktur ermittelt.

Die Finanzplanungs-Berechnungen zeigen, dass eine Mindestmenge von ca. 550 Jahrestonnen Frischkernen vom ersten Jahr an verarbeitet werden müssen, damit die Produktion wirtschaftlich betrieben werden kann. Da die bei der Ölherstellung anfallenden "Restfraktionen" (Hartschale und Presskuchen) einen wesentlichen Teil zur Wertschöpfung beitragen, muss die Produkterweiterung innerhalb der ersten Jahre erfolgen. Dazu gehört auch die Herstellung von hochwertigen Ölen, die aus Kirsch- und Zwetschkenkernen gewonnen werden.

Erweiterung des Produktsortiments

Zur Erweiterung des Produktsortiments wurden potenzielle AbnehmerInnen für das Hartschalengranulat eruiert.

- Einsatz als Abrasivum: Diese stoffliche Nutzung scheint in Spezialanwendungen möglich, der Trend zu nachwachsenden Rohstoffen kann ein Vorteil sein. Zu berücksichtigen sind allerdings Konkurrenzprodukte aus preiswerteren Rohstoffen (z.B. Olivenkerne oder Walnussschalen). Deswegen sollte der Fokus der weiteren Untersuchungen auf Nischenanwendungen für Steinobstkerne liegen.
- Einsatz als Füllstoff: Auf Grund der positiven optischen Erscheinung der Granulate wurden Produktmuster für den dekorativen Einsatz entwickelt.
- Spezialbereich Reifenproduktion: Um Tests mit den Granulaten als Füllstoff in der Reifenproduktion durchzuführen, muss das Material zuvor in weiterführenden Schritten analysiert und charakterisiert werden.

NAWAROs-Planer: Tool für die Planung von Demonstrationsanlagen zur Kaskadennutzung von nachwachsenden Rohstoffen

Für die Durchführung von Wirtschaftlichkeitsberechnungen und Planung der Produktentwicklung wurde ein Tool in Form eines Excel-Files entwickelt, das auf die vielfältigen Rohstoffe und deren Anwendungsmöglichkeiten abgestimmt ist. Dieses Tool kann zur Planung von Demonstrationsanlagen für die Kaskadennutzung diverser anderer nachwachsender Rohstoffe adaptiert werden.

Ausblick

Im Laufe des Projekts wurde die KernCraft Biotech GmbH für den Betrieb einer Steinkernobst-Versuchsanlage gegründet. Das Unternehmen verfolgt das Ziel, die Demonstrationsanlage „KernCraft Austria“ zu errichten. Die Entscheidungsträger der KernCraft Biotech GmbH waren in das Projekt involviert und bereiten bereits konkrete Investitionsentscheidungen vor.

3 Pflanzenfarben für die Textilindustrie

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Die Verwendung von Pflanzenfarben zur Textilfärbung hat jahrhundertlange Tradition. Trotzdem sind Pflanzenfarben in der modernen betrieblichen Textilfärbung nicht zu finden, denn seit der Verfügbarkeit fossiler Rohstoffe sind einheitliche Ausgangsrohstoffe vorhanden, die sich hervorragend industriell verarbeiten lassen. Färbepflanzen kommen nur noch in Nischen zur Anwendung, da es keine entsprechenden standardisierten Pflanzenfarbstoffe gibt. Die Verwendung pflanzlicher Farbstoffe stellt eine neue Nutzungsmöglichkeit nachwachsender Rohstoffe dar und kann wesentlich zur nachhaltigen Entwicklung beitragen: Bei gleichzeitiger Nutzung erneuerbarer Rohstoffe können nichterneuerbare Ressourcen geschont, Umweltbelastungen über die gesamte Produktionskette reduziert, landwirtschaftliche Flächen erhalten und Arbeitsplätze mit regionaler Wertschöpfung geschaffen und gesichert werden.

Ziele und Herausforderungen

In den letzten Jahren beschäftigt sich die wissenschaftliche Welt vermehrt mit Pflanzenfarben, oft wird das Hauptaugenmerk jedoch auf einzelne Aspekte oder auch auf einzelne Farbstoffe gelegt. Damit bleibt eine enorme Diskrepanz zwischen der Ausrichtung der Arbeiten zu Pflanzenfarben und den Anforderungen der betrieblichen Praxis in der Textilfärbung. Seit einigen Jahren erarbeitet das Österreichische Ökologie-Institut gemeinsam mit dem Institut für Textilchemie und -physik Grundlagen für eine betriebliche Nutzung von Pflanzenfarben in der Textilindustrie. Ausgangspunkt war die Anforderungen seitens der Textilindustrie und seitens der Landwirtschaft systematisch zu erheben, um eine Verbindung zwischen Angebot- und Nachfrageseite herzustellen.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

1. Potential an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie

Projektleitung:

Susanne Geissler

Aktueller Kontakt:

Ing. Antonia Wensch
Österreichisches Ökologie-Institut
Seidengasse 13, A-1060 Wien

Tel.: +43 (0)1 523 61 05-11

E-Mail: wensch@ecology.at

Internet: www.ecology.at

2. Farb & Stoff – Sustainable Development durch neue Kooperationen und Prozesse

Projektleitung:

Susanne Geissler

Aktueller Kontakt:

Ing. Antonia Wenisch
Österreichisches Ökologie-Institut
Seidengasse 13, A-1060 Wien

Tel.: +43 (0)1 523 61 05-11

E-Mail: wenisch@ecology.at

Internet: www.ecology.at

Endbericht: Nr. 25/2003 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

3. TradeMark^{Farb&Stoff} – Von der Idee zum marktfähigen Handelsprodukt: Pflanzenfarben für die Textilindustrie

Projektleitung:

DI Barbara Rappl

Aktueller Kontakt:

Ing. Antonia Wenisch
Österreichisches Ökologie-Institut
Seidengasse 13, A-1060 Wien

Tel.: +43 (0)1 523 61 05-11

E-Mail: wenisch@ecology.at

Internet: www.ecology.at

Endbericht: Nr. 21/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

4. RISKMIN - Risikominimierung entlang der Wertschöpfungskette vom pflanzlichen Rohstoff bis zum Farbstoff

Projektleitung:

Ing. Antonia Wenisch
Österreichisches Ökologie-Institut
Seidengasse 13, A-1060 Wien

Tel.: +43 (0)1 523 61 05-11

E-Mail: wenisch@ecology.at

Internet: www.ecology.at

Endbericht: Nr. 8/2007 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

1. Anforderungen von Angebot- und Nachfrageseite

Im Projekt „Potential an nachwachsenden Rohstoffen unter Aspekten der Nachhaltigkeit: Produktion von farbstoffliefernden Pflanzen in Österreich und ihre Nutzung in der Textilindustrie“, wurden die unterschiedlichen Anforderungen von Angebot- und Nachfrageseite systematisch erhoben und erste Strategien zur Überwindung der verschiedenen Systemlogiken entwickelt.

Es zeigte sich, dass angebotseitig kaum Umsetzungsschwierigkeiten zu erwarten sind, durch Anbauversuche könnten Erträge abgeschätzt werden, die in weiterer Folge eine Bemessungsgrundlage für erste Kostenabschätzungen darstellen könnten. Nachfrageseitig (Textilindustrie) besteht generell Interesse an der Färbung mit Pflanzenfarben. Einer innovativen Produktlinie, basierend auf pflanzengefärbten Textilien, wurden gute Vermarktungschancen eingeräumt. Für eine tatsächliche Realisierung werden zahlreiche Forderungen gestellt, die mit der landwirtschaftlichen Logistik primär nicht vereinbar sind. So sollte es einen Ansprechpartner für Naturfarben geben, der eine Standardisierung des Pflanzenmaterials vornimmt und Farbqualitäten und Echtheitsniveaus garantiert.

Im Zuge des Projekts wurde erstmals eine Farbkarte für Pflanzenfarbstoffe erstellt, die konkrete Ergebnisse für acht ausgewählte Färbepflanzen zeigt. Damit wurde ein wesentlicher Ansatzpunkt für eine industrielle Nutzung von Pflanzenfarbstoffen geschaffen, denn damit wurden erstmals Informationen über Farbton und Farbqualität (Lichtechtheit, Waschechtheit), in der branchenüblichen Form präsentiert. Diese Informationen werden für jeden synthetischen Farbstoff vom Hersteller bereitgestellt.

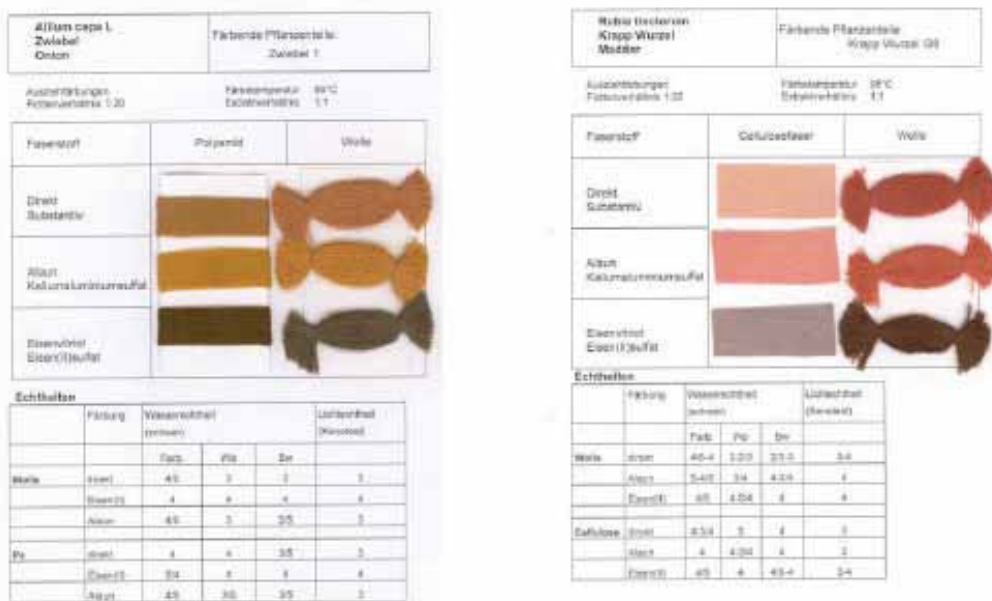


Abb.: Beispiel für Farbkarten (rote Zwiebelschalen und Krappwurzeln auf Polyamid bzw. Cellulose und Wolle)

Auf Akteursebene zeigte sich ein „missing link“ zwischen AnbieterInnen der unterschiedlichen Pflanzenmaterialien und der Textilindustrie. Um die Anwendung von Pflanzenfarben in industriellen Färbetrieben zu gewährleisten, braucht es eine Betriebsstruktur, die Pflanzenmaterial von unterschiedlichsten AnbieterInnen ankauft und daraus ein für die Industrie nutzbares Produkt herstellt. Pflanzenfarben werden erst dann in der betrieblichen Textilfärberei

rei zum Einsatz kommen, wenn es eine/n AnsprechpartnerIn für Betriebe gibt, die/der wie ein/e FarbherstellerIn die Aufbereitung, Standardisierung und verfahrenstechnische Betreuung der von ihr/ihm vertriebenen Naturfarben übernimmt.

2. Versorgungskonzept für zwei färbende Betriebe

Im Projekt „Farb&Stoff – Sustainable Development durch neue Kooperationen und Prozesse“, wurde der betriebliche Einsatz von Pflanzenfarbstoffen getestet. Auf der Basis der Anforderungen von zwei färbenden Betrieben wurden konkrete Lösungen entwickelt, um pflanzengefärbte Produkte großtechnisch herzustellen.

Das „missing link“ zwischen den verschiedenen AkteurInnen sollte durch gezielte Kooperationen zwischen AnbieterInnen und potenzielle AnwenderInnen überwunden werden. Deshalb sollten RohstoffanbieterInnen mit den färbenden Betrieben der Textilbranche vernetzt werden. Die Berücksichtigung der jeweiligen Anforderungen und die Nutzung bestehender Infrastruktur sollte es ermöglichen, den Ressourceninput und die Kosten für die Verarbeitung gering zu halten. Die Vernetzung erfolgte mittels Produktions-Nutzungsketten, welche den Weg des Färbematerials vom Rohstoff bis zum gefärbten Textil beschreiben.

Die betrieblichen Pilotversuche mit Pflanzenextrakten zeigten, dass Pflanzenfärbungen nach einer entsprechenden Verfahrens Anpassung großtechnisch im Betrieb möglich sind. Es wurden verschiedenste pflanzengefärbte Produkte (Wollspule, Strickstücke, Strumpfhosen) hergestellt. Doch trotz der technologischen Kompatibilität ist es für die Betriebe erst interessant Pflanzenfarben zu nutzen, wenn die Versorgung mit standardisierten Farbstoffen gesichert ist.



Abb.: Betriebliche Färbeversuche (Zwiebelschale auf Polyamid, Schwarzerle und Krapp auf Wolle)

Im Projekt wurde ein standardisierbares Farbstoffprodukt definiert (Beutel aus Zellstoff, der trockenes, zerkleinertes Pflanzenmaterial enthält). Zur ökologischen und ökonomischen Optimierung wurde die Pflanzenfarbkarte erheblich erweitert. Es wurden Ausfärbungen und Echtheitsprüfungen mit weiteren 28 Rohstoffen durchgeführt, wobei neben Rohstoffen aus der Landwirtschaft auch Nebenprodukte bzw. Reststoffe der lebensmittel- und holzverarbeitenden Industrie (u.a. Rote Zwiebelschale, Weintrester, Eschenrinde) auf ihre Eignung als Pflanzenfarbstoff geprüft wurden.

Weiters wurde die Farbstoffbereitstellung kostenmäßig abgeschätzt. Es zeigte sich, dass es eine Abnahmemenge von mindestens einer Tonne pro Farbstoff pro Jahr braucht, um einen solchen Farbstoff preismäßig konkurrenzfähig anzubieten. Um diese Mengen an standardisierten, lager- und transportfähigen Pflanzenfarbstoffen zur Verfügung zu stellen, reicht es nicht, gezielte Kooperationen zwischen AnbieterInnen und NachfragerInnen zu initiieren. Stattdessen bedarf es überregionaler Strukturen und eines Handelsprodukts, um entsprechende Nachfragemengen zu erreichen.

3. Farbstoff-Prototypen

Die gesicherte Versorgung mit standardisierten lager- und transportfähigen Farbstoffen ist die wichtigste Grundvoraussetzung für eine betriebliche Nutzung von Pflanzenfarben. Um ein marktfähiges Handelsprodukt preismäßig konkurrenzfähig anzubieten, ist eine überregionale Struktur notwendig, die Marktforschung und innovatives Marketing betreibt und entsprechend hohe Nachfragemengen generiert.

Im Projekt „TradeMark^{Farb&Stoff} – Von der Idee zum marktfähigen Handelsprodukt: Pflanzenfarben für die Textilindustrie“ erfolgte die Entwicklung, Evaluierung und Optimierung von Farbstoff-Prototypen. Ziel war, das Pflanzenmaterial, die Extraktion und das Färbeverfahren soweit zu standardisieren, dass für die betriebliche Umsetzung nur mehr betriebsinterne Versuche notwendig sind, um das Färbeverfahren am vorhandenen Maschinenpark umzusetzen.

Auf der Anbieterseite wurden ein Rohstoffbeschaffungskonzept erstellt, Farbstoff-Prototypen entwickelt, die technische Umsetzung der Pflanzenfärbung im betrieblichen Maßstab vorbereitet und die fachliche Qualifikation und betriebliche Ausstattung für eine/n PflanzenfarbstofflieferantIn festgelegt. Auf der Nachfrageseite wurde Marktforschung für pflanzengefärbte Textilien betrieben, um daraus Empfehlungen für das Marketing abzuleiten. Zusätzlich wurde ein Färbepflanzenbaukasten erstellt und verschiedene Gütesiegel für Textilien hinsichtlich Färbung analysiert.

Die Entwicklung von Farbstoff-Prototypen erfolgte mit Schwerpunkt auf trocken oder feucht anfallenden Rohstoffen. Das Handelsprodukt besteht aus einer definierten Menge von zerkleinertem, getrocknetem Pflanzenmaterial, das in Zellstoffbeutel abgefüllt wird. Für die Standardisierung des Rohstoffs wird optisch überprüft, inwieweit Musterausfärbung und Standard übereinstimmen. Ist keine Übereinstimmung gegeben, wird nach Variation des Flottenverhältnisses oder Mischung des Ausgangsmaterials mit anderen Rohstoffchargen die Ausfärbung wiederholt und wieder optisch verglichen. Grundsätzlich ist die Rohstoffkonstanz sehr hoch, wichtig ist die exakte Verarbeitung der Rohstoffe. Die Vorbereitung der technischen Umsetzung erfolgte in Scale Up Versuchen. Zur Verfahrens- und Standardetablierung wurden unterschiedliche Substrate (Wolle, Baumwolle) auf verschiedenen Färbeanlagen (Jet, Jigger) im betrieblichen Maßstab auf technischem Standard ausgefärbt.

Basierend auf Marktforschungs- und Marketinguntersuchungen wurde für das Marketing von pflanzengefärbten Textilien unter anderem empfohlen, Naturfärbung und deren Farbpalette bekannt zu machen, die persönlichen emotionalen Vorteile zu kommunizieren (Exklusivität, Natürlichkeit, Pflanzen), vorhandene positive Assoziationen mit Hautverträglichkeit und geringer Umweltbelastung zu nützen (z.B. für Textilien, die auf der Haut getragen werden (T-Shirts, Unterwäsche, Nachtwäsche usw.) und Produkte mit hoher Qualität anzubieten, um einen höheren Preis zu generieren.



Abb.: Färbepflanzenbaukasten

Um die Idee und gleichzeitig erste Ergebnisse des Projekts zu transportieren, wurde ein Färbepflanzenbaukasten zusammengestellt. Diese neue und innovative Form des Marketings wurde deshalb gewählt, da einige färbende Betriebe bereits eigene Färbeversuche mit Pflanzenfarben durchgeführt hatten, unterschiedlichste Schwierigkeiten aufgetreten waren und einer betrieblichen Nutzung von Pflanzenfarben große Skepsis entgegengebracht wurde. Der Baukasten enthält alle Elemente, um erste Färbeversuche mit Pflanzenfarben durchzuführen und ermöglicht FärberInnen und allen an Pflanzenfärbung Interessierten eigene Erfahrungen im Umgang mit Pflanzenfarben zu bekommen.

4. Businessplan für Pflanzenfarbstoffhersteller

Eine der wesentlichsten Forderungen der Textilindustrie für die betriebliche Nutzung von Pflanzenfarben ist eine Ansprechperson, die den standardisierten Rohstoff anbietet, für Farbqualität und Echtheitsniveaus garantiert und die verfahrenstechnische Betreuung übernimmt. Im Projekt „RISKMIN – Risikominimierung entlang der Wertschöpfungskette vom pflanzlichen Rohstoff bis zum Farbstoff“ wurde die Geschäftsidee eines Pflanzenfarbstoffherstellers auf ihre wirtschaftliche Umsetzbarkeit geprüft, die Risiken entlang der Wertschöpfungskette von der Pflanze bis zur Bereitstellung des Farbstoffes einer Risikoanalyse unterzogen und unter Berücksichtigung der Maßnahmen zur Risikominimierung ein Businessplan für eine/n PflanzenfarbstoffproduzentIn zur erfolgreichen Umsetzung der Geschäftsidee erstellt.

Identifikation der Risikoquellen

Anhand der im Supply Chain Risk Management verwendeten Methode des Supply Chain Mappings wurden in RISKMIN die relevanten Risikoquellen entlang der Wertschöpfungskette vom Rohstoff bis zum Farbstoff aus Sicht der Pflanzenfarbstoffproduzenten identifiziert und kategorisiert. Diese sind Prozess- und Steuerungsrisiken innerhalb des Unternehmens sowie Beschaffungs- und Absatzrisiken innerhalb der Wertschöpfungskette, aber außerhalb des Unternehmens. Umweltrisiken sind schließlich externe Risiken, die für die Wertschöpfungsprozesse eine Rolle spielen. Im Zuge der Kategorisierung wurden insgesamt elf Hauptrisikokategorien mit Untergruppen erstellt und hinsichtlich ihrer Auswirkungen in A-Risiken (hoch), B-Risiken (mittel) und C-Risiken (gering) eingeteilt. Jeder Aktivität wurden mehrere Risikoquellen zugeordnet, die Bewertung der Auswirkungen erfolgt anhand des betroffenen Umsatzes entlang der Wertschöpfungskette.

Die lokalisierten Risiken mit hoher Relevanz sind im Bereich der Rohstoffbeschaffung hinsichtlich Menge und Qualität sowie in einem fehlenden Absatzmarkt zu sehen. Risiken mit mittlerer Relevanz sind Produktqualität, Zahlungsrisiken und Beschaffungsrisiken für Rohstoffe. Risiken mit geringer Relevanz beziehen sich auf Lagerung, unattraktive Produktpalette, Produktionsprozess sowie Rohstoffkosten.

Das Supply Chain Risk Management führte zu folgenden Vorschlägen der Risikominimierung für "Colours of Nature":

- Vertragliche Regelungen bei Rohstoffbeschaffung und Produktion
- Geografische Diversifizierung von LieferantInnen und Rohstoffquellen
- Know-how Transfer und Erfahrungsaustausch in mehrere Richtungen
- Definition von Qualitätskriterien, Qualitätskontrolle für Erfolg der Geschäftsidee "Colours of Nature"
- Prozessoptimierung für die Optimierung der Produktionskosten
- Standardisierung für Durchsetzung am Markt
- Verfahrenstechnische Betreuung der färbenden Betriebe

Businessplan „Colours of Nature“

Ein wesentliches Ergebnis des Projektes RISKMIN ist der Businessplan "Colours of Nature", der die Arbeitsschritte der Pflanzenfarbstoffproduzenten erläutert und eine wirtschaftliche Umsetzbarkeit unter bestimmten Rahmenbedingungen aufzeigt. „Colours of Nature“ ist ein Unternehmenskonzept für Entwicklung, Herstellung und Vertrieb von Pflanzenfarbstoffen für die Textilindustrie in Österreich und in der Folge auch international.

"Colours of Nature" ist eine nachhaltige Geschäftsidee, die wirtschaftlich erfolgreich realisiert werden kann. Die Geschäftsidee und das Know-how zur Pflanzenfarbstofffärbung sind einzigartig und innovativ und stellen einen nachhaltigen Wettbewerbsvorteil dar, da es bis dato weltweit nichts Vergleichbares gibt.

Aufgrund der Trendanalysen und durch steigendes Umweltbewusstsein sind die Umsetzungschancen der Geschäftsidee "Colours of Nature" positiv zu bewerten. Nachhaltigkeit und Umweltfreundlichkeit werden zunehmend auch in der Textilbranche zum Thema und führen zu vermehrter Nachfrage an umweltfreundlichen Textilien.

Im ersten Geschäftsjahr von "Colours of Nature" liegen Meilensteine im Aufbau des Management- und Entwicklungsteams, in der Konzeption einer Pilotfertigungslinie für Pflanzenfarbstoff und in weiteren Marktstudien sowie in der KundInnenakquisition und Kapitalbeschaffung.

4 Produzieren mit Sonnenenergie

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Obwohl der größte Anteil der in der österreichischen Industrie benötigten Energie auf den Bereich der Niedertemperaturwärme entfällt, wurde dieser potenzielle Anwendungsbereich für die thermische Nutzung der Sonnenenergie noch kaum untersucht und erschlossen.

Der Gesamtenergiebedarf der österreichischen Industrie beträgt 264 PJ/Jahr (1 Petajoule = 10^{15} Joule). Der Hauptanteil des Endenergieverbrauchs der Industrie entfällt auf Prozesswärme (21 %), wobei diese derzeit nur zu 12 % aus erneuerbaren Energiequellen gedeckt wird (1998).

Mittelfristig könnten allerdings durch Solarkollektoren 2 % dieses Bedarfs gedeckt werden, wofür etwa 4.300.000 m² Kollektorfläche notwendig wären. Im Vergleich dazu betrug im Jahr 2005 die gesamte in Österreich installierte Kollektorfläche etwas mehr als 3 Millionen m². Abschätzungen für den solarthermisch abdeckbaren Wärmeenergiebedarf zeigen mögliche Einsparungen von 240.600.000 Litern Öläquivalent und damit verbunden ein CO₂-Reduktionspotenzial von 656.000 Tonnen pro Jahr.

Darüber hinaus ist nicht nur im Büro- sondern auch im Produktionsbereich ein wachsender Kältebedarf zu beobachten. Gelingt es, die Solarenergie auch für Kühlung und Klimatisierung im industriellen Bereich zu nutzen, könnten zusätzlich erhebliche Einsparungen erzielt werden. Dabei wird Kälte sowohl für die Kühlung und Klimatisierung von Hallen, in denen sensible Geräte stehen oder sensible Produkte verarbeitet werden, als auch für das Kühlen innerhalb von Produktionsprozessen benötigt. Analog zur Klimatisierung im Gebäudebereich ist dieser Kühlbedarf im Sommer durch passive solare Gewinne und generell höhere Umgebungstemperaturen höher als im Winter.

Ziel der Forschungsaktivitäten und Herausforderungen

Ziel der Forschungsaktivitäten war es, unternehmerische Entscheidungsgrundlagen für Betriebe zu schaffen, die zu einer Nutzung von solarthermischen Anlagen in Industrie- und Gewerbebetrieben führen. Demgemäß sollten erfolgreiche Beispiele des Einsatzes solarthermischer Anlagen in Industrie und Gewerbe dokumentiert, Konzepte für die Integration von Solarwärme in Produktionsprozesse und in die Raumwärmebereitung erstellt und deren Potenzial ermittelt werden. In Fallstudien sollte darüber hinaus die Umsetzung von Demonstrationsanlagen forciert werden.

Um in diesem Marktsegment Fuß fassen zu können, war es auch notwendig, einen Kollektor mit kleinen Abmessungen zu entwickeln, der wegen seines geringen Gewichts und seiner geringen Größe ohne großen Aufwand problemlos auf Fabrikdächern zu installieren ist.

In Bezug auf die industrielle Kälteerzeugung war es das Ziel, Kälte mit einer solarthermisch angetriebenen Dampfstrahl-Kältemaschine (DSKM) zu realisieren. Das Dampfstrahl-Kälteverfahren stellt einen thermischen Kälteprozess mit dem Kältemittel Wasser dar.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

Im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ wurden drei Teilprojekte durchgeführt. In einem ersten Schritt wurde das Potenzial für thermische Solarenergienutzung in Gewerbe- und Industriebetrieben ermittelt. Anschließend wurde ein Kollektor nach dem Parabolrinnenprinzip entwickelt. Die Firma Knopf Design baute einen ersten Prototypus.

1. PROMISE – Produzieren mit Sonnenenergie: Potenzialstudie zur thermischen Solarenergienutzung in österreichischen Gewerbe- und Industriebetrieben

Projektleitung:

DI Thomas Müller, Ing. Werner Weiß

AEE INTEC – Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, Inst. für Nachhaltige Technologien
Feldgasse 19, A-8200 Gleisdorf

Tel.: +43 (0)3112 5886 16

E-Mail: t.mueller@aee.at

Internet: www.aee-intec.at

Endbericht: Nr. 01/2004 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.nachhaltigwirtschaften.at.

2. Entwicklung und Optimierung eines Parabolrinnenkollektorsystems zur Erzeugung von Prozesswärme für industrielle Produktionsprozesse

Projektleitung:

DI Dagmar Jähniq

AEE INTEC – Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, Inst. für Nachhaltige Technologien
Feldgasse 19, A-8200 Gleisdorf

Tel.: +43 (0)3112 5886 28

E-Mail: d.jaehniq@aee.at

Internet: www.aee-intec.at

Endbericht: Nr. 61/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

3. Solarthermische Kälteerzeugung mit Parabolrinnenkollektorsystem und Dampfstrahl-Kältemaschine

Projektleitung:

DI Dagmar Jähniq

AEE INTEC – Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie, Inst. für Nachhaltige Technologien
Feldgasse 19, A-8200 Gleisdorf

Tel.: +43 (0)3112 5886 28

E-Mail: d.jaehniq@aee.at

Internet: www.aee-intec.at

Die Laufzeit des Projekts ist bis Ende 2007 geplant.

INHALT

1. Potenzialstudie zur thermischen Solarenergienutzung

Die breite Anwendung von solarthermischen Anlagen konzentrierte sich bisher nahezu ausschließlich auf den Bereich der Ein- und Mehrfamilienhäuser. In weit geringerem Ausmaß finden sie auch für die Warmwasserbereitung in Schwimmbädern Verwendung. Obwohl der Großteil der benötigten Energie der österreichischen Industrie Niedertemperaturwärme ist, wurde dieser Anwendungsbereich für die Nutzung von Solarenergie noch nicht erschlossen und untersucht.

Als Niedertemperaturprozesse werden jene Prozesse angesehen, die in einem Temperaturbereich von 20° C bis ca. 250° C ablaufen. Branchen, die Prozesswärme hauptsächlich über 300° C nachfragen, wurden in der Studie nicht berücksichtigt (z.B. die Metallgewinnung oder die Stein- und Erdenverarbeitung).

Der erste Schritt war die Erhebung und Dokumentation des Niedertemperaturwärmebedarfs in Industrie- und Gewerbebetrieben. Die folgende Abbildung gibt einen Überblick über Prozesswärmeanwendungen und geeignete Kollektoren sowie realisierte Anlagen:

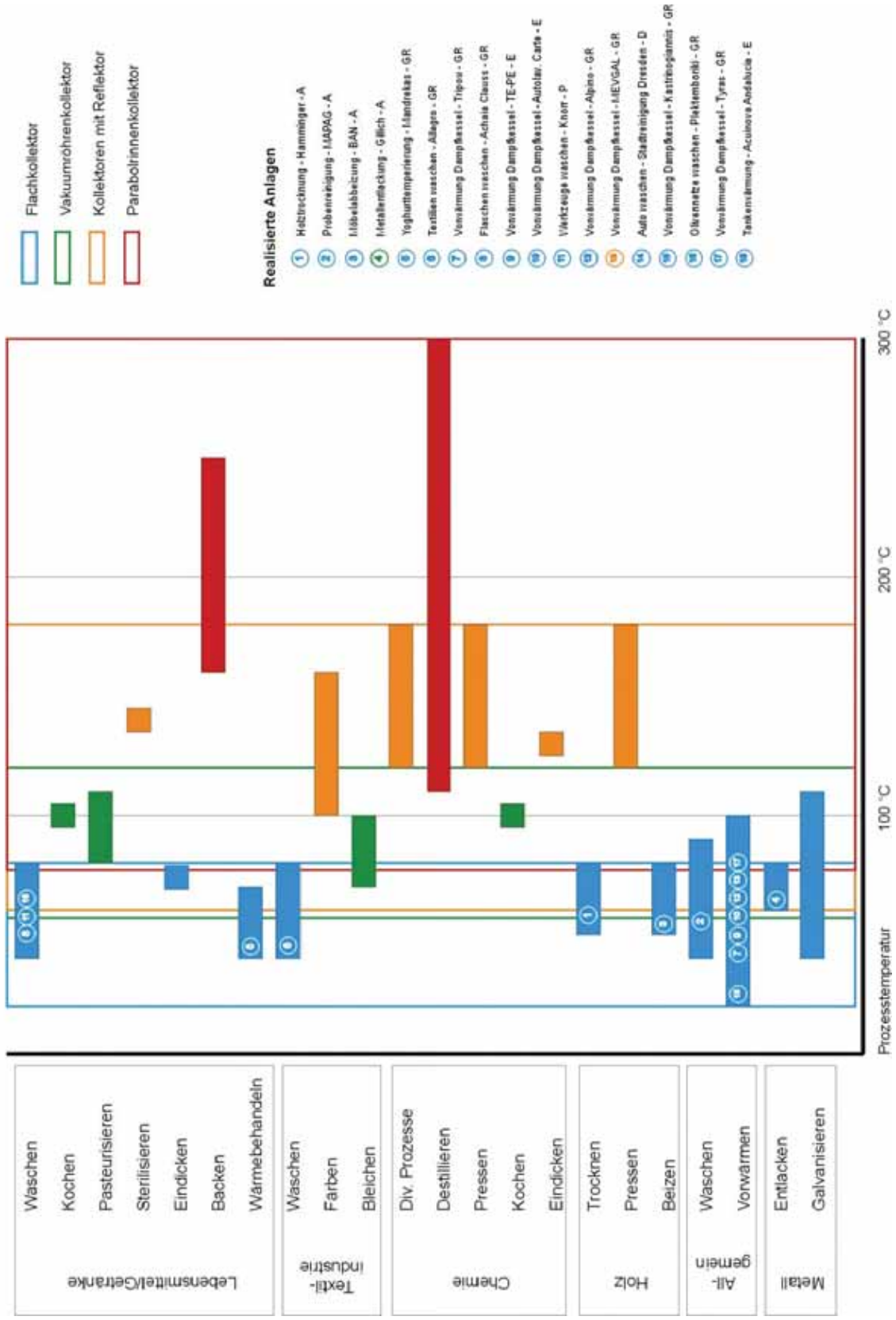


Abb.: Prozesswärmeanwendungen und geeignete Kollektoren sowie realisierte Anlagen

Daraufhin wurden das Potenzial und die Rahmenbedingungen für solarthermische Anlagen untersucht. Es wird von solaren Deckungsbeiträgen von 40 % für Prozesswärme bzw. 20 % für Raumwärme ausgegangen. Die dafür notwendigen Kollektorflächen betragen 4.300.000 m² bzw. 2.600.000 m². Mittelfristig könnten damit 2 % des gesamten industriellen Energiebedarfs in Österreich durch Solarkollektoren generiert werden.

Im Vergleich dazu gehen Potenzialstudien für Spanien und Portugal davon aus, 3,5 % des Endenergiebedarfs solarthermisch decken zu können. Eine Studie für die Niederlande spricht hingegen lediglich von 0,3 %.

Daher wurden Fallstudien für Betriebe erstellt, um die Möglichkeiten der solarthermischen Wärmeversorgung von Produktionsprozessen zu untersuchen und Systemkonzepte zu entwickeln. Durch Variation von Kollektorfeldgröße und Speichervolumen wurde die jeweils wirtschaftlichste Variante ermittelt und den Betrieben präsentiert. Bereits im Oktober 2002 wurde eine solar versorgte Autowaschanlage („SunWash“) in Köflach in Betrieb genommen. Damit wurde die technische und wirtschaftliche Machbarkeit solarthermischer Prozesswärmeanlagen belegt. Da Autos hauptsächlich bei Schönwetter gewaschen werden, kann die solare Einstrahlung optimal genutzt werden. Die Solaranlage deckt im Jahresdurchschnitt 40 % des Warmwasserenergiebedarfs, im Sommer sogar bis zu 82 %. Aufgrund des großen Erfolgs wurde im Jahr 2004 eine weitere Anlage des gleichen Typs in Gratwein bei Graz eröffnet.

Die Ergebnisse zeigen ein großes Potenzial für solare Prozesswärme, denn das Interesse des produzierenden Gewerbes und der Industrie sowie der Solartechnikbranche ist sehr groß. Daher sollen Anlagen realisiert werden, welche die technische und wirtschaftliche Machbarkeit demonstrieren. Um eine Umsetzung durch die Industrie zu ermöglichen, sind auf folgenden Gebieten Entwicklungsarbeiten notwendig:

- Kollektorentwicklung (Kostenreduktion, Entwicklung von Mitteltemperaturkollektoren für Prozesswärme bis 250° C)
- Integration von solarthermischen Anlagen in bestehende Wärmeversorgungssysteme
- Entwicklung von Finanzierungskonzepten

2. Parabolrinnenkollektorsystem zur Erzeugung von Prozesswärme

Derzeit wird eine breite Umsetzung von Solaranlagen für die Prozesswärmebereitstellung vor allem durch die von der Industrie geforderten kurzen Amortisationszeiten (maximal drei Jahre) gebremst.

Derzeit am Markt erhältliche Komponenten und Systeme wie Kollektoren, Speicher und Armaturen sind ausgereifter Stand der Technik und weisen Lebenserwartungen von ca. 20 Jahren auf. Vor allem Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren können für die Generierung von Prozesswärme bis zu einer Temperatur von 80° C bzw. 120° C wirtschaftlich eingesetzt werden. Über diese Temperatur hinaus sinken die Wirkungsgrade der Systeme so stark ab, dass eine wirtschaftliche Wärmeerzeugung nicht möglich ist. Studien zeigen aber, dass auch im Bereich zwischen 100° C und 200° C ein großer Bedarf an Prozesswärme nachgefragt wird (z.B. Lebensmittel-, Textil- und Chemieindustrie).

Solche Temperaturen sind nur mit sogenannten konzentrierten Systemen zu erreichen.

Entwicklung eines Prototyps

Im Rahmen des Projekts wurde daher ein kostengünstiger konzentrierender Kollektor mit kleinen Abmessungen nach dem Parabolrinnenprinzip entwickelt. Er ist ohne großen Aufwand installierbar und kann wegen seiner geringen Größe sowie seines geringen Gewichts auf Fabrikdächern montiert werden. Dies stellt eine Neuheit im Bereich der Solartechnik dar.

Der erste Prototyp des Parabolrinnenkollektors der Firma Knopf Design (Wien) besteht aus einer Glasform, in dem als Spiegel ein Aluminiumblech angebracht ist. Eine Glasabdeckung über der Rinne schützt den Reflektor vor Verschmutzung und gewährleistet Stabilität. Der Receiver ist im Schwerpunkt der Rinne angeordnet.



Quelle: AEE INTEC

Der Prototyp wurde am Teststand der AEE INTEC in Gleisdorf vermessen, um den Wirkungsgrad des Kollektors bei verschiedenen Betriebstemperaturen bestimmen zu können. Da der Wirkungsgrad beim ersten Prototyp noch nicht zufriedenstellend war, wurden Optimierungsvorschläge mit dem Hersteller erarbeitet und umgesetzt. Es wurde

- der Receiver genauer positioniert
- eisenarmes Einscheiben-Sicherheitsglas (ESG) statt Fensterglas als Abdeckscheibe verwendet
- die Receiverbeschichtung verändert
- das Glashüllrohr evakuiert und
- der Receiverdurchmesser vergrößert

Dadurch konnte der Wirkungsgrad deutlich von 50 % auf 60 % gesteigert und die generelle Funktionsfähigkeit des Systems in einer realen Anwendung gezeigt werden.

Die größten Verlustfaktoren sind aber immer noch

- Spiegelverluste: 18 % (abhängig von der geometrisch exakten Fertigung der Parabelform, der Receiverposition und vom Material des Spiegels)
- Transmissionsverluste durch die Glasabdeckungen: 17 %

Zusätzlicher Entwicklungsbedarf besteht bei der weiteren Steigerung des Wirkungsgrades, der Identifizierung eines geeigneten Frostschutzmediums, der zuverlässigen Regelstrategie und einer Senkung der Produktionskosten

Testbetrieb

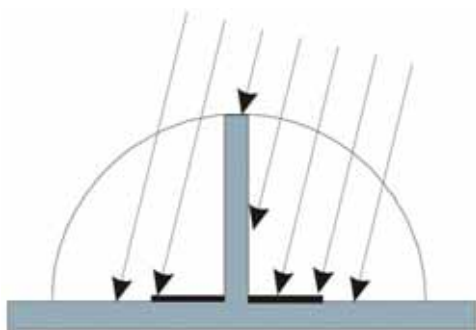
Wenn im Verteilnetz des Betriebes Druckwasser eingesetzt wird, sollte der Parabolrinnenkollektor ebenfalls mit Druckwasser oder einem anderen flüssigen Wärmeträgermedium betrieben werden. Die Wärme wird dann über einen Wärmetauscher ans Verteilnetz abgegeben.

Wenn das Unternehmen ein Dampfnetz betreibt, kann mit den Kollektoren entweder direkt Dampf erzeugt und ins Dampfnetz eingespeist werden oder ein flüssiges Wärmeträgermedium wird mittels indirektem Dampferzeuger zu Dampf umgewandelt und ins Netz eingespeist.

Um Erfahrungen mit dem Betrieb, der Regelung und der Wartung einer solchen Anlage zu gewinnen, wurde ein Anwendungsfall im Labormaßstab am Teststand in Gleisdorf aufgebaut und mit einem realistischen Wärmeabnahmeprofil vermessen. Das Kollektorfeld hatte vier parallel geschaltete Parabolrinnenkollektoren mit insgesamt 7,5 m² Aperturfläche. Es wurde von einem Prozess ausgegangen, der eine konstante Vorlauftemperatur von 140° C benötigt und eine ebenfalls konstante Rücklauftemperatur von 120° C liefert. Die Wärmeabnahme des Prozesses wurde mit 3,75 kW festgelegt. Aufgrund des ermittelten Wirkungsgrades sollte das Kollektorfeld bei maximaler Einstrahlung annähernd 100 % der Last decken können, bei niedrigerer Einstrahlung entsprechend weniger.

Nach ersten Erfahrungen mit dem Test des Systems ergab sich eine Reihe von Optimierungsvorschlägen. Bevor erste Demonstrationsanlagen errichtet werden, ist es notwendig, dafür Lösungsvorschläge zu entwickeln.

Die Regelung eines Parabolrinnenfeldes ist etwas komplexer als bei Flachkollektoranlagen. Die Kollektoren befinden sich nachts in Ruhestellung, morgens müssen sie hochgefahren und im Laufe des Tages von Osten nach Westen der Sonne nachgefahren werden. Zur Nachführung der Kollektoren wurde auf der Glasabdeckung ein Doppelstrahlungssensor installiert. Die beiden Sensorelemente sind durch eine Wand voneinander getrennt. Dadurch zeigen die beiden Sensoren bei schräg einfallender Strahlung unterschiedliche Werte an. Der Kollektor wird dann nachgeführt, bis die beiden Werte gleich sind.



Vergleich von Parabolrinnenkollektor und Vakuumröhrenkollektor

Im Projekt wurden Parabolrinnenkollektoren mit 'konventionellen' Vakuumröhrenkollektoren bei verschiedenen Betriebstemperaturen und unter mittel- und südeuropäischen Klimabedingungen verglichen. Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass bei 100° C Prozesstemperatur die Kollektoren unter beiden Klimabedingungen jeweils einen vergleichbaren Ertrag bringen.

Ab ca. 120° C Prozesstemperatur kommen die Vorteile des Parabolrinnenkollektors stark zum Tragen. Der Vorteil des Parabolrinnenkollektors zeigt sich besonders deutlich in den Wintermonaten, da nicht nachgeführte Kollektoren dann einen ungünstigen Winkel zur tief stehenden Sonne haben. Daher ist der Ertrag von Parabolrinnenkollektoren an schönen Wintertagen auch schon bei niedrigeren Temperaturen jenem von Vakuumröhrenkollektoren überlegen.

Energiespeicher

Bei stark schwankendem Wärmebedarf ist der Solarertrag zeitweise viel höher als der Verbrauch. In diesem Fall ist der Einsatz eines Energiespeichers sinnvoll. Deshalb wurde parallel zur Kollektorentwicklung nach Technologien für die Speicherung von Wärme im Temperaturbereich bis 300° C gesucht. Die Speicherarten, die für den Temperaturbereich zwischen 100° C und 400° C existieren, sind vielfältig und unterscheiden sich im Speichermedium und im Druck- und Temperaturbereich.

Die Einbindung des Speichers in das Gesamtsystem, das Energiemanagement sowie die Abstimmung der Hauptkomponenten beeinflussen die Amortisation des Systems deutlich. In einer zukünftigen systemtechnischen Analyse sollten dabei folgende Aspekte betrachtet werden:

- Der Speicher sollte auch im nicht-solaren Betrieb zur Effizienzsteigerung der Energieumsetzung genutzt werden.
- Es sollten Optionen geprüft werden, ob die Verfügbarkeit von Speicherkapazität eine effektivere Prozessführung ermöglicht. So kann der thermische Prozess mit einer kleineren Maximalleistung ausgeführt werden, die aber gleichmäßiger ausgenutzt wird.
- Bereits kleine Speicherkapazitäten können die Auswirkungen von schnellen Änderungen in der solaren Einstrahlung auf Anlagenkomponenten verringern und erleichtern die Regelung der Anlage.
- Energie kann auch vom Speicher an das Kollektorfeld geliefert werden, um das tägliche Hochfahren zu beschleunigen oder die Betriebstemperatur bei kurzzeitigen Wolkendurchgängen zu halten.

Ausblick

Die Ergebnisse dieses Projekts bilden die Grundlage für eine erfolgreiche Markteinführung der Technologie. Die erreichbaren hohen Temperaturen und die direkte Produktion von Dampf im Kollektor eröffnen ein völlig neues Marktsegment für die Solarbranche und ermöglichen den Ausbau der Technologieführerschaft Österreichs in diesem Bereich.

3. Solarthermische Kälteerzeugung

In einem weiteren Projekt wurde damit begonnen, die solarthermische Kälteerzeugung für industrielle und gewerbliche Zwecke zu erproben, wobei die Kälte mit einer solarthermisch angetriebenen Dampfstrahl-Kältemaschine (DSKM) erzeugt werden soll.

Der DSKM-Prozess stellt ein sehr robustes Verfahren dar, das zumeist mit dem Kältemittel Wasser arbeitet und bei dem weitestgehend Standardkomponenten eingesetzt werden können. Wesentliche Vorteile gegenüber den besser bekannten Sorptionsverfahren sind die

schnelle Ansprechzeit, gutes Teillastverhalten sowie ein einfaches Anlagenkonzept. Das Wärmeverhältnis (COP - Coefficient of Performance) der DSKM ist umso höher, je hoher Temperatur und Druck des Treibdampfes sind. Ein Betrieb zwischen 150 und 200° C wird angestrebt.

Daher ist eine Kombination mit einem Parabolrinnenkollektor ideal, da diese im Gegensatz zu konventionellen Flachkollektoren oder Vakuumröhrenkollektoren bei diesen Temperaturen noch einen guten Kollektorwirkungsgrad erzielen können.

Herausforderung

Eine Reihe von in Frage kommenden Wärmeträgermedien wurde in einer ersten Projektphase analysiert. Es konnte jedoch kein Medium gefunden werden, das problemlos sowohl für die Dampfstrahlkältemaschine als auch für den Parabolrinnenkollektor geeignet ist. Daher wurde für den weiteren Projektverlauf entschieden, für das zu errichtende Gesamtsystem getrennte Kreisläufe einzusetzen, die Dampfstrahlkältemaschine mit Wasser und die Parabolrinnenkollektoren mit einem etwa 14%igen Ammoniak-Wasser-Gemisch zu betreiben.

Testbetrieb

Der zur Direktverdampfung weiterentwickelte Kollektor wurde mit dem Ammoniak-Wasser-Gemisch als Wärmeträgermedium getestet, um erste Erfahrungen mit diesem Medium zu gewinnen. Die Versuche zeigten, dass das Medium sowohl für den Durchflussmodus, als auch für Direktverdampfung einsetzbar ist.

Im Betrieb wurden Schwierigkeiten bei der Leistungsmessung direktverdampfender Kollektoren deutlich: Wenn nur ein Kollektor getestet wird, sind die Durchflüsse bei der Direktverdampfung sehr gering. Außerdem muss man die Zusammensetzung des austretenden Dampfes kennen, um eine Energiebilanz erstellen zu können. Für weitere Tests und auch für die im weiteren Projektverlauf zu errichtende Testanlage des Gesamtsystems wird der Ertrag des Kollektorfeldes daher voraussichtlich sekundärseitig gemessen werden.

Testanlage

Erste Konzepte für den Betrieb des Gesamtsystems wurden erarbeitet. Im weiteren Verlauf des Projekts werden diese Konzepte weiter ausgearbeitet und eines für die Umsetzung in einer Testanlage ausgewählt werden.

5 Zellulosefaser RAINBOW

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Die weltweit mit Abstand am häufigsten verwendete Fasermischung in der Textilindustrie ist die Mischung aus Polyester und Zellulosefasern. Diese Textilien sind auf Grund ihrer hervorragenden Trage- und Pflegeeigenschaften weit verbreitet und werden auch in Zukunft zu den wichtigsten Fasermischungen zählen. Pro Jahr werden mehr als 500.000 t Viskosefasern mit Polyester verarbeitet. Traditionell werden diese Polyester/Zellulose-Mischungen in einem kosten- und ressourcenaufwändigen Zweibadverfahren gefärbt. In diesem zweistufigen Prozess wird zunächst die Polyesterkomponente gefärbt, bevor anschließend der Zelluloseanteil unter völlig anderen Prozessbedingungen gefärbt wird.

Ziele und Herausforderungen

Im Projekt „Textile Fasermodifikation: Physikalisch-chemische Charakterisierung funktionaler Viskosefasern zur Entwicklung eines umweltschonenden Verarbeitungsprozesses“ sollte eine neue und vielfach einsetzbare Faser auf Zellulosebasis („Rainbow“) entwickelt werden. In der Grundlagenstudie wurden Untersuchungen zur Anwendbarkeit dieser Fasern durchgeführt, sowie erste grundlegende Erkenntnisse zu dieser neuen, funktionalen Zellulosefaser gewonnen.

Im Folgeprojekt „Rainbow 2“ sollten die grundlegenden Erkenntnisse weiter ausgebaut, und auf einen halbtechnischen Maßstab übertragen sowie eine Studie zur Kreislaufschließung bei der Weiterverarbeitung erstellt werden.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

Im Rahmen der Programmlinie "Fabrik der Zukunft" wurden zwei Projekte durchgeführt. Im Projekt „Textile Fasermodifikation: Physikalisch-chemische Charakterisierung funktionaler Viskosefasern zur Entwicklung eines umweltschonenden Verarbeitungsprozesses“ wurde die Rainbow-Faser entwickelt, im Folgeprojekt „Rainbow 2“ standen die Weiterentwicklung und vertiefende Charakterisierung der Zellulosefaser und die Übertragung auf einen halbtechnischen Maßstab im Mittelpunkt.

1. Textile Fasermodifikation: Physikalisch-chemische Charakterisierung funktionaler Viskosefasern zur Entwicklung eines umweltschonenden Verarbeitungsprozesses

Projektleitung:

Univ. Prof. Dr. Volker Ribitsch
JOANNEUM RESEARCH
Steyrergasse 17, 8010 Graz

Tel.: +43 (0)316 876-1225

E-Mail: volker.ribitsch@joanneum.at

Endbericht: Nr. 21/2002 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.nachhaltigwirtschaften.at.

2. Rainbow 2

Projektleitung:

Univ. Prof. Dr. Volker Ribitsch
JOANNEUM RESEARCH
Steyrergasse 17, 8010 Graz

Tel.: +43 (0)316 876-1225

E-Mail: volker.ribitsch@joanneum.at

Endbericht: Nr. 89/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

1. Grundlagenstudie: Entwicklung von Rainbow

Die weltweit mit Abstand am häufigsten verwendete Fasermischung in der Textilindustrie ist die Mischung aus Polyester und Zellulosefasern. Die Kombination von Fasern auf der Basis nachwachsender Rohstoffe (Zellulose) mit synthetischen Fasern oder Wolle ist notwendig, um die erwünschten textilen Gebrauchseigenschaften zu erhalten. Die sehr erwünschte Einbindung von Fasern aus nachwachsendem Material bedingt jedoch zur Zeit einen technologischen Färbeprozess, der aus der Sicht einer nachhaltigen und ressourcenschonenden Entwicklung höchst unerwünscht ist: Die Färbeprozesse dieser Fasermischungen müssen getrennt erfolgen, was einen sehr hohen Mehrverbrauch an Energie, Wasser und Prozesschemikalien mit sich bringt.

Ziel des Projekts war die Entwicklung neuer Fasermaterialien für Textilien auf Zellulosebasis, die den Prinzipien der Nachhaltigkeit in mehrfacher Weise entsprechen:

- vermehrte Nutzung nachwachsender Rohstoffe im industriellen Maßstab
- enormes Einsparungspotential im Färbeprozess: Färbung der neuen Cellulosefasern gemeinsam mit anderen Fasermaterialien (Polyester, Polyamid, Wolle) um den zweistufigen Färbeprozess mit hohem Energie-, Wasser- und Chemikalieneinsatz auf einen einstufigen zu reduzieren
- „Raffinerie des Holzes“: stoffliche und energetische Mehrfachnutzung des nachwachsenden Rohstoffs Buchenholz
- Minimierung des Schadstoffausstoßes durch umweltfreundliches Produktionsverfahren
- Schaffung von Voraussetzungen für langfristige Standort- und Arbeitsplatzsicherheit bei der Faserherstellung in Österreich

In der Grundlagenstudie wurden Untersuchungen zur Anwendbarkeit solcher Fasern durchgeführt und erste grundlegende Erkenntnisse zur Herstellung und zum Färbeverhalten dieser neuen, funktionalen Zellulosefaser gewonnen.

Ergebnis

Im Projekt konnte die Zellulosefaser Rainbow entwickelt werden. Die Faser unterscheidet sich von konventioneller Viskose nur durch die Färbereigenschaften, während die physikalischen Eigenschaften wie Festigkeit, Dehnung, Wasseraufnahmefähigkeit, etc. absolut ident sind. Allerdings ist die Färbung von Polyester/Rainbow-Mischungen in einem einstufigen Färbeprozess möglich.

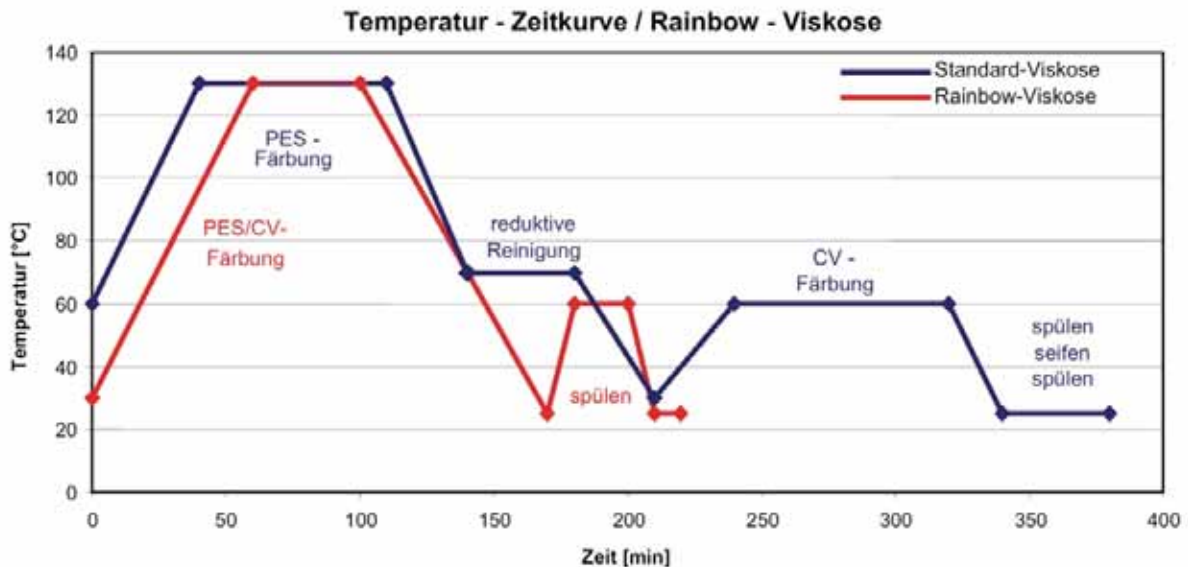


Abb.: Temperaturverlauf der Färbung von Viskose/Polyester-Mischungen

Aufgrund der verbesserten Färbereigenschaften kann Rainbow unter Polyesterfärbbedingungen bei 130° C mit Direkt- und Metallkomplexfarbstoffen ohne Zugabe von Salz umweltschonend gefärbt werden, wobei die gleichen Echtheiten wie bei der traditionellen, kostenintensiveren Reaktivfärbung erreicht werden.

2. Übertragung auf halbertechnischen Maßstab: Rainbow 2

Im Folgeprojekt wurde die Zellulosefaser Rainbow vertiefend untersucht, um die Erkenntnisse auf ein halbertechnisches Maß sowie auf verschiedene Faserherstellungsverfahren zu übertragen. Basierend auf dem in der Grundlagenstudie erarbeiteten Know-how sollten Prozesse entwickelt werden, die das einbadige Färben von wirtschaftlich bedeutenden Mischfasern ermöglichen. Darunter fiel insbesondere die Mischung von Rainbow-Polyester. Die Anwendung sollte sich aber nicht nur auf diese Faserkombination beschränken, sondern auch auf Mischungen von Rainbow-Viskose und Wolle angewendet werden.

Die Erstellung einer Studie zur Kreislaufschließung bei der Weiterverarbeitung der Rainbow-Faser war eine weitere Zielsetzung.

Grenzflächen- und Wechselwirkungseigenschaften

Um aber den Einsatz der Rainbow-Faser in industriellen Prozessen möglich zu machen, müssen gewisse Voraussetzungen bezüglich Handhabbarkeit der Faser erfüllt sein. Aus diesem Grund war es notwendig, die grundlegenden Eigenschaften und das Verhalten der Faser in diesen Prozessen zu verstehen und zu optimieren. Nur durch eine zuverlässige Steue-

rung des Färbe- und Ausrüstprozesses kann das mögliche Einsparungspotential auch im technischen Maßstab ausgeschöpft werden.

Deshalb wurden die Grenzflächen- und Wechselwirkungseigenschaften der verschiedenen Fasern eingehend untersucht. Da all diese Veredelungsprozesse in wässrigen Medien stattfinden, ist es notwendig, die Wechselwirkungen der Faser an ihrer fest/flüssig-Grenzfläche zu studieren. Diese Berührungsfläche stellt den primären Ort der Wechselwirkung aller Substanzen (Farbstoffe, Tenside) dar. Die Schnittstelle wurde daher an mehreren verschiedenen Fasertypen hinsichtlich ihrer chemischen und physikalischen Parameter und ihrer Wechselwirkungskinetik untersucht. Das geschah mittels verschiedener, bevorzugt jedoch elektrokinetischer Methoden.

Einsatz von Tensiden

Eine Möglichkeit, die Farbstoffaufnahme der Woll- und Rainbow-Fasern zu beeinflussen, ist der gelenkte Einsatz von Tensiden in der Färbeflotte. Diese können je nach Ladung und Struktur unterschiedliche Wirkungen entfalten. Es können sich entweder Wechselwirkungen mit der Faseroberfläche oder mit dem Farbstoff ausbilden. Um grundlegende Erkenntnisse zur Wechselwirkung oberflächenaktiver Substanzen mit den Fasern gewinnen zu können, müssen Struktur, Zusammensetzung und Konzentration der eingesetzten Tenside aber genau bekannt sein. Dies trifft auf technische Tensidmischungen nicht zu. Aus diesem Grund wurden die Adsorptionsmessungen an Rainbow-Viskose und Standard-Viskose zusätzlich mit fünf gut definierten Tensidmodellsubstanzen durchgeführt.

Um möglichst prozessnahe Parameter zu erhalten und die technologischen Aspekte beurteilen zu können, wurden zur Untersuchung verschiedene, kommerziell erhältliche Tensidzubereitungen herangezogen. Die Verwendung von kommerziell erhältlichen Tensidzubereitungen ermöglicht jedoch lediglich die Ermittlung von Parametern für den technischen Prozess. Die zugrunde liegenden Mechanismen kann erst der Einsatz von Tensidmodellsubstanzen erklären.

Wechselwirkung mit Chitosan

Zusätzlich zur Adsorption von Tensidmodellsubstanzen wurde auch die Wechselwirkung der gefärbten Rainbow-Viskose mit Chitosan untersucht. Mit der Adsorption dieses Polysaccharids sollte eine Verbesserung der Lichteinheit bei der Färbung erzielt werden. Die Adsorption sowohl des Chitosans als auch des mit Sulfonsäuregruppen modifizierten Chitosans veränderten die Oberflächenladung der Faser stark. Das Potential wurde über weite pH-Bereiche positiv. Eine Verbesserung der Lichteinheiten konnte unter den gewählten Versuchsbedingungen allerdings nicht nachgewiesen werden.

Steuerung des Färbeprozesses

Die Steuerung von textilen Färbeprozessen kann im Wesentlichen durch Variation von vier Parametern erfolgen: Ionenstärke und damit Salzgehalt der Flotte, pH-Wert der Flotte, Färbetemperatur und Einsatz von Hilfsmitteln wie Tensiden.

Zur Optimierung des Färbeverhaltens von Mischungen aus Rainbow-Viskose und Wolle wurden alle vier Parameter variiert. Durch Veränderung der Ionenstärke konnte gezeigt werden, dass sowohl die Färbung von Wolle als auch von Rainbow-Viskose mit einem 1:2 Metallkomplexfarbstoff nicht von der Salzkonzentration abhängig ist. Das ermöglicht die Reduk-

tion des zusätzlich zugesetzten Na_2SO_4 um 100 %, was einer Gesamtsalzreduktion von 70 % entspricht.

Zur Steuerung und Optimierung der Färbung konnten nun der pH-Wert und die Temperatur herangezogen werden. Es zeigte sich, dass Färbungen von Rainbow-Viskose kaum pH-abhängig sind, hingegen die Färbung der Wolle sehr stark. Das ließ sich mit den sich verändernden Oberflächenpotentialen beschreiben und zog eine akkurate Steuerung des Färbeprozesses mit sich.

Eine möglichst gleichmäßige Färbung von Rainbow-Viskose/Wolle-Mischungen ließ sich durch Feineinstellung im Färbeprozess erreichen. Im Mittelpunkt stand hier der Zusatz von Tensiden. Vor allem durch den Einsatz geringer Mengen an nichtionischen Tensiden konnte die Färbung der Rainbow-Faser beeinflusst werden. Der Prozess konnte auf diesem Weg an die Ausziehkurve der Wolle angeglichen werden.

Die Hochtemperaturfärbungen von Rainbow-Viskose und Standard-Viskose wurden ebenfalls unter Variation aller Färbeparameter durchgeführt. Allerdings lag das Ziel dieser Färbungen im Erreichen einer selektiven Blockierung der Anfärbung von Standard-Viskose in Gemischen mit Rainbow-Viskose.



Abb.: Stoffmuster der Rainbow-Viskosefaser. Quelle: Petra Blauensteiner, ÖGUT

Steuerung des Färbeprozesses

Um ein noch tieferes Verständnis der Vorgänge bei Färbungen von Fasern zu erlangen und Färbungen besser und einfacher optimieren zu können, wurde ein neues mathematisches Modell der Farbstoffaufnahme von Fasern entwickelt. Das Modell trennt die Farbstoffaufnahme der Oberfläche von der Farbstoffaufnahme des Faserinneren und ordnet jedem Prozess eigene Geschwindigkeitskonstanten zu. Das Modell lässt eine ausgezeichnete Beschreibung der Färbung von Rainbow-Viskose unter verschiedenen Bedingungen zu. Vor allem die wesentlich genauere Interpretation der pH-abhängigen Färbungen zeigt die großen Vorteile der neuen Simulation. Dieses Modell könnte problemlos erweitert werden, sodass auch spezielle Oberflächeneigenschaften von Fasern mit in die Berechnung einfließen könnten.

Übertragung auf Modalfaser

Ein weiteres Ziel des Projekts war die Umsetzung der Kationisierungstechnologie von Rainbow-Viskose auf Modalfaser. Die meisten Produktionsparameter der Modalfaser - wie z.B. der Polymerisationsgrad des Ausgangsmaterials - benötigen Alkali- und Schwefelkohlenstoff-Mengen. Viskosität der Spinnlösung, Spinnparameter und Zusammensetzung des Spinnbades haben aber deutliche Unterschiede zu Viskose gezeigt. Das führte zu der Erkenntnis, dass nur große Prozessmodifikationen eine Übertragung der Technologie auf Modalfaser

möglich machen könnten. Die Fa. Lenzing AG hat in diesem Zusammenhang umfangreiche Tests mit unterschiedlichen Ausgangsparametern der Produktionsbedingungen durchgeführt. Im Rahmen der Versuche konnte belegt werden, dass die Herstellung kationisierter Rainbow-Modal-Fasern im Prinzip möglich ist. Für eine reibungslose, großtechnische Produktion wären allerdings umfangreiche technische Umrüstungen notwendig. Aus ökonomischen Gründen ist dieser finanziell sehr aufwändige Schritt in naher Zukunft nicht angedacht.

Neben den bedeutenden Einsparungen von Wasser, Abwasser und Energie wurde aufgrund des fast vollständigen Badauszugs die Abwasserfärbigkeit deutlich reduziert. Neue Abwasseraufbereitungstechnologien, wie sie in diesem Projekt evaluiert wurden, könnten einen zusätzlichen Beitrag leisten, um Prozesswasserkreisläufe zu schließen.

Kreislaufschließung

Um eine ressourcenschonende Weiterverarbeitung der Rainbow-Faser zu gewährleisten, wurden im Projekt auch neue Abwasseraufbereitungstechnologien evaluiert, die das Schließen von Prozesswasserkreisläufen ermöglichen könnten. Die vielversprechendste Technologie in diesem Bereich stellen Membranprozesse dar. Sie ermöglichen das Abtrennen der großen Salzfrachten der Abwässer und die Rückführung des Wassers. Verschiedenste Methoden der Ultra- bis Nano-Filtration stehen dafür zur Verfügung. Zur Reduktion des organischen Anteils im Abwasser bietet sich der Einsatz photokatalytischer Prozesse in Kombination mit Sorption an. Eine Zusammenführung dieser neuen Methoden in der Färberei sollte eine zusätzliche Reduktion des Frischwasserbedarfs um bis zu 40 % erzielen.

Projektergebnisse

Die neuartige Technologie ermöglicht eine wesentlich ressourcenschonendere Färbung von textilen Mischgeweben. Bei einer großtechnischen Herstellung kann mit Einsparungen von 95 % Salz, 60 % Wasser, 45 % Energie und 30 % Farbstoff gerechnet werden. Bezogen auf die mitteleuropäische Jahresproduktion von Viskose bedeutet das eine mögliche Einsparung von 11.400 t Salz, 750.000 m³ Wasser, 180.000 GJ Energie und 50 t Farbstoff. Durch den Einsatz von modernen Abwasseraufbereitungstechniken ließen sich zusätzlich etwa 30 % des Frischwasserbedarfs einsparen. Dem Ziel einer „zero-waste“ Produktion könnte damit maßgeblich näher gekommen werden.

Überdies ergibt sich für den Färber eine signifikante Zeitersparnis, die zu einer erheblichen Steigerung der Produktivität führen kann.

Ausblick

Mit „Rainbow 2“ konnte das große Potential an Möglichkeiten aufgezeigt werden, nachhaltige Neuerungen auf dem Gebiet der textilen Produktion und Verarbeitung einzuführen und zu nutzen. Im Rahmen des Projekts wurden Grundlagenerkenntnisse für einen Schritt in die Zukunft der europäischen Textilbranche erarbeitet. Sie beweisen, dass sich ökologische Grundsätze und Wirtschaftlichkeit nicht ausschließen. Nur durch eine feste Verankerung und Intensivierung von Forschung und Entwicklung in Zusammenarbeit mit nationalen und internationalen Forschungseinrichtungen kann die europäische Textilindustrie langfristig im weltweiten Wettbewerb bestehen.

6 Wood Plastic Composites

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Der Markt für Holz-Kunststoff-Verbundwerkstoffe (Wood Plastic Composites, kurz: WPCs) hat sich in den letzten Jahren sehr positiv entwickelt. In Nordamerika sind jährliche Zuwachsraten von mehr als 25 % pro Jahr zu verzeichnen. WPCs bilden dort die umsatzstärkste Gruppe der Baustoffe. Auch in Europa steigt seit Anfang der 90er Jahre das Interesse an diesem Werkstoff stetig. Neben Hanf- und Flachsfasern werden auch die kostengünstigen Holzfasern immer stärker eingesetzt. Die Hauptanwendungsbereiche der WPCs liegen derzeit im Baubereich, hier werden diese Werkstoffe beispielsweise für Verkleidungsprofile, Fensterprofile, Türen, Verschalungen und Kisten eingesetzt.



Abb.: Wood Plastic-Profil. Quelle: Petra Blauensteiner

Ziel und Herausforderungen

Die Projektreihe „Wood Plastic Composites“ machte es sich zum Ziel, aus Abfallstoffen der Holzindustrie (Holzspänen) in Verbindung mit nur geringen Mengen von thermoplastischen Polymeren (Kunststoffen) neue Werkstoffe zu erzeugen. Anforderung an den neuen Stoff war ein holzähnlicher Charakter, der mit Fertigungstechnologien der Kunststoffindustrie verarbeitet werden kann.

Holz wurde Polymerwerkstoffen ursprünglich nur als reiner Füllstoff zur Kostenreduktion zugesetzt. Heute geht der Trend zu Werkstoffen mit Holzfasern als aktivem Füllstoff bzw. als Hauptkomponente in der Rezeptur. Obwohl die Möglichkeit der Extrusion von Kunststoff mit höherem Holzfasergehalt schon länger bekannt ist, konzentrierte sich die Forschung in der Vergangenheit auf Wood Plastic Composites, die einen Holzanteil von maximal 70 % aufwiesen. Meist war der Holzanteil sogar kleiner als 50 %.

Im Zuge der durchgeführten Projekte „Wood Plastic Composites“ sollte der Holzanteil auf mindestens 70 % (und max. 90 %) erhöht werden. Holz sollte in diesem neuen Werkstoff der tragende Rohstoff sein, um einen Großteil des Kunststoffs durch den nachwachsenden Rohstoff Holz zu ersetzen. Die Herausforderungen bei der Herstellung dieses neuen Werkstoffs waren sehr vielfältig. Die gängigen Prozess- bzw. Werkzeugtechnologien zur Erzeugung von Profilen waren für einen derart hohen Holzfasergehalt nicht geeignet. Es konnten keine ausreichenden Profilqualitäten erreicht werden und die Produktion war durch die geringen Ausstoßleistungen nicht wirtschaftlich.

Darüber hinaus gab es keine passende Technologie zur Direktdosierung der Holzspäne mit der Möglichkeit, weitere Komponenten beizumischen (Anm.: Gewöhnlich werden Pellets verwendet, die bereits beide Werkstoffkomponenten Holz und Kunststoff beinhalten.). Einen

innovativen Schritt stellte daher die direkte Verarbeitung der Holzspäne dar. Durch eine direkte Zuführung des Spanmaterials erwartete man sich nicht nur ökonomische, sondern auch technische Vorteile.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

Im Rahmen der Programmlinie "Fabrik der Zukunft" wurden drei zusammenhängende Projekte durchgeführt, in denen die Grundlagen für die Profilextrusion mit Wood Plastic Composites geschaffen wurden.

1. Neue Wertschöpfung aus Holzspänen

Projektleitung:

Dr. Wolfgang Stadlbauer
Upper Austrian Research GmbH – Transfercenter für Kunststofftechnik
Franz Fritsch Straße 11, A-4600 Wels

Tel.: +43 (0)7242 2088-1002
E-Mail: wolfgang.stadlbauer@uar.at
Internet: www.uar.at

Endbericht: Nr. 68/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

2. Entwicklung einer Holzspänedirektdosierung

Projektleitung:

Ing. Mag. Erik Sehnal
Cincinnati Extrusion GmbH
Laxenburger Straße 246, A-1239 Wien

Tel.: +43 (0)1 61006-191
E-Mail: sehnal.e@cet-austria.com
Internet: www.cet-austria.com

Endbericht: Nr. 68/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

3. Entwicklung eines Extrusionswerkzeuges

Projektleitung:

Leopold Weiermayer
Greiner Extrusionstechnik GmbH
Friedrich-Schiedel-Straße 1, A-4542 Nußbach

Tel.: +43 (0)7587 504-0
E-Mail: leopold.weiermayer@greiner-extrusion.at
Internet: www.greiner-extrusion.at

Endbericht: Nr. 68/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Ausgehend von einer Analyse der Ist-Situation hinsichtlich Markt, Produkte, Verfahrenstechnik, Patentsituation, Rezeptur und Holzspäne wurden die wichtigen technologischen Fragen wie Holzspänedosierung, Kompaktierung im Extruder, Optimierung der Werkzeuggeometrie und der Nachfolgeeinrichtungen der Industriepartnern in drei separaten Projekten bearbeitet. Als Versuchsprofil wurde ein Bauprofil (Schwellenprofil) definiert, welches nicht direkt der Bewitterung ausgesetzt ist.

1. Rezeptur-Eigenschaftsbeziehungen

Die mechanische Charakterisierung der Werkstoffe wurde auf eine bereits vorliegende Dissertation (M. Svoboda) aufgebaut. Im Rahmen dieser Forschungsarbeit wurde systematisch der Einfluss der Probenkonditionierung untersucht. Für die Voruntersuchungen wurden von den Firmen Cincinnati Extrusion GmbH und IFN Internorm Bauelemente GmbH & Co KG extrudierte Platten (200 x 4 mm) mit 70 % Holz und 30 % Polypropylen zur Verfügung gestellt. Im Rahmen dieser ersten Arbeiten ging es vorrangig darum, die Probenpräparation zu optimieren.

Es wurden intensive Arbeiten in den Bereichen Werkstoffcharakterisierung, Analyse der Holzspäne, Methodenentwicklung und Entwicklung von rheologischen Messverfahren durchgeführt, welche die Basis für eine systematische Auslotung der Rezeptur-Eigenschaftsmatrix bildeten.

Grundlegend war die systematische Untersuchung der Holzspäne vor und nach der Verarbeitung. Es wurden unterschiedliche Holz- und Spanarten (hinsichtlich Länge, Breite, Dicke und Form) geprüft. Ziel war es, die Schädigung der Holzfasern während des Verarbeitungsprozesses zu ermitteln. Durch Optimierung der Holzspäneeigenschaften und Rezepturoptimierung wurde ein Basiswissen für eine Standardisierung der Holzspäne geschaffen.

Zurzeit werden vorwiegend vier Thermoplaste für WPCs eingesetzt:

- Polyethylen (65 %),
- Polyvinylchlorid (16 %),
- Polypropylen (14 %) und
- Polystyrol (5 %).

Polyethylen ist dabei der bevorzugte Stoff für „Deckings“ und ähnliche Profile, PVC wird hauptsächlich für Fenster- und Türprofile verwendet.

Holz wird in allen möglichen Formen eingesetzt. Die Palette reicht von Holzmehl über Holzfasern bis zu Pellets. Holzmehl hat den Vorteil, dass es leicht dosierbar ist, jedoch kaum verstärkende Eigenschaften aufweist. Holzfasern werden in unterschiedlichen Geometrien verwendet. Pellets schließlich haben den Vorteil, dass sie leicht förder- und dosierbar sind. Jedoch sind sie unterschiedlich kompakt, was zu einer unterschiedlich guten „Aufschließung“ im Extruder führt. Dies führt wiederum zu einer schwankende Qualität des Endprodukts.

Den Recherchen zufolge existiert kein direkter Zusammenhang zwischen Holzart und Festigkeitseigenschaft. Weiters ist davon auszugehen, dass die Geometrie der Späne (Verhältnis von Länge zu Breite) die Festigkeitseigenschaften mehr beeinflusst als die absolute

Spangröße. Als Bindemittel werden – je nach Anwendungsfall – fast alle in der Kunststoffindustrie bekannten Zusatzstoffe wie UV-Stabilisatoren, Antioxidantien, Gleitmittel, Hitzestabilisatoren etc. eingesetzt. Einen Spezialfall stellen die so genannten „Coupling agents“ dar. Sie sollen eine Verbesserung der Holzfaser-Kunststoffmatrix bewirken. In diesem Bereich gibt es derzeit enorme Entwicklungsaktivitäten. Im Rahmen dieser Arbeit wurden zwei unterschiedliche Systeme getestet.

2. Entwicklung der Spänedirektdosierung

WPCs werden üblicherweise durch Extrusion verarbeitet. Extrusion ist ein kontinuierliches Verfahren zur Erzeugung von Profilen oder Granulat. Die Materialien werden dabei durch eine Düse gepresst. Man unterscheidet dabei zwischen der Direktextrusion (einstufiger Prozess, bei dem das Mischen der Komponenten und die Profilerzeugung in einem Verfahrensgang im Extruder erfolgt) und die Extrusion von Vormischungen (in einem ersten Schritt wird das Granulat erzeugt, das dann in einem anderen Extruder zum Profil extrudiert wird).

Beim Extruder gibt es drei Typen, die für die WPC-Verarbeitung eingesetzt werden:

- den konischen Doppelschneckenextruder,
- den parallelen Doppelschneckenextruder und
- den Einschneckenextruder.

Ersterer ist die für die Verarbeitung von WPCs bevorzugte Maschine auf Grund des großen Durchmessers im Einzugsbereich und der kontinuierlichen Kompression. Die relativ kurze Bauweise garantiert hier eine geringe Verweildauer der Schmelze im Extruder, was die thermische Belastung der Holzspäne reduziert.

Bei der Extrusion von WPCs wird die Holzkomponente derzeit in Form von Pellets dem Extruder zugeführt. Durch den Pelletierprozess erfahren die Holzfasern eine nicht reproduzierbare Faserschädigung (Kürzung, Quetschung und thermische Belastung), sodass standardisierte Pelletqualitäten – eine unabdingbare Voraussetzung für die Extrusion qualitativ hochwertiger Profile – derzeit nicht angeboten werden können.

Im Rahmen dieses Projekts wurde eine Vorrichtung entwickelt, die es ermöglicht, Holzfasern bzw. Holzspäne (z.B. aus der Säge- oder Holzplattenindustrie) unkompaktiert und direkt im Extruder zu verarbeiten. Diese Entwicklung führt zu einer höheren Wirtschaftlichkeit durch niedrigere Rohstoffkosten und einer besseren Produktqualität. Eine Steigerung der Extrusionsgeschwindigkeit kann auf diesem Weg ebenfalls erzielt werden.

Die große Herausforderung wird zukünftig in der Rezeptur- und Prozessoptimierung bestehen. Die Grundvoraussetzungen dafür wurden bereits im Rahmen von Versuchsreihen und Untersuchungen, die parallel zur Komponentenentwicklung durchgeführt wurden, gelegt. Technische Weiterentwicklungen zur Direktdosierung wurden im Rahmen der Auftragskonstruktion für bereits angelaufene oder in Verhandlung stehende Aufträge durchgeführt.

Größere Aufmerksamkeit wird künftig auch in die Optimierung von Materiallogistik, Aufbereitung und Zuführung zu legen sein. Es hat sich gezeigt, dass jede Unregelmäßigkeit signifikante Auswirkungen auf den Extrusionsprozess bewirkt. Der Grund dafür ist, dass die Puffer- und Ausgleichwirkung eines vollen Trichters (wie bei fertig gemischten Compounds oder Agglomeraten) wegfällt. Die Restfeuchte sowie die Korngrößenverteilung der Naturfasern

müssen in einem vergleichsweise geringeren Toleranzband liegen, Schwankungen wirken sich bei der Direktextrusion stärker aus.

Die durchgeführten Versuche haben jedenfalls erfolgreich gezeigt, dass selbst Massenware, wie das Deckschichtmaterial aus der Spanplattenproduktion, im Direktextrusionsprozess verarbeitbar ist. Aus dieser Tatsache leitet sich auch direkt das wirtschaftliche und ökologische Potential des neuen Produktionsverfahrens ab.

3. Entwicklung eines Extrusionswerkzeuges

Eine Steigerung des Faseranteils in Kunststoff-Faser-Verbundstoffen machte Änderungen in der Verfahrenstechnik notwendig. Ziel des Projekts war es daher, ein Extrusionswerkzeug zu entwickeln, das sowohl den Qualitätsanforderungen des Produktes entspricht als auch eine wirtschaftliche Produktion ermöglicht. In einer Ist-Analyse wurden daher sowohl die Produkte eruiert, die aus diesen neuen Materialien hergestellt werden können, als auch die bestehende Werkzeugtechnologie erhoben. Parallel dazu wurde eine Patentrecherche durchgeführt.

Im nächsten Schritt wurden FEM-Berechnungen durchgeführt. Das heißt, es wurde zunächst theoretisch errechnet, welche Fließ-, Druck- und Abkühlbedingungen im Werkzeug und am Profil herrschen. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde ein Extrusionswerkzeug konstruiert. Das Versuchswerkzeug sollte so beschaffen sein, dass unterschiedliche



Abb.: Prototypenanlage

Wanddicken von 2,5 bis 6,0 mm realisiert werden können. Es wurden verschiedene Materialsysteme, von größeren Holzspänen bis kleinen Holzfasern, mit unterschiedlichen Füllgraden getestet und der Einfluss auf den Prozess und die Profileigenschaften ermittelt.

Die Entwicklung des Werkzeugs ist bereits abgeschlossen und erste Versuchsläufe wurden bereits durchgeführt. Nach dem Modell dieses Versuchswerkzeugs wurde das im Rahmen dieses Projekts definierte Werkzeug („Griffner-Profil“) konstruiert, gebaut und in Betrieb genommen.

Ergebnisse

Im Rahmen der Forschungsprojekte konnte der Holzanteil der WPCs auf mehr als 90 % erhöht werden. Im Zuge der Weiterentwicklung der Maschinenteknologie wurde eine Vorrichtung entwickelt, die es ermöglicht, Holzfasern ohne Zwischenschritt im Extruder mit weiteren Komponenten wie beispielsweise Additiva oder Farben zu verarbeiten. Durch diese neue Verfahrenstechnik konnte die Wirtschaftlichkeit der Holzextrusion entscheidend verbessert werden. Optimierte Rezepturen für die Holz-Verbundstoffe und systematische Eigenschaftsmatrizes der Werkstoffe führten weiters zu einer deutlichen Erhöhung der Qualität der erzeugten Profile.

7 Kunst- und Schaumstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen

EINLEITUNG

Ausgangssituation

In den letzten Jahren sind biologisch abbaubare Polymere mehr denn je ins Licht des Forschungsinteresses gerückt. Zahlreiche Forschungsinstitute und Unternehmen beschäftigen sich mit der Erforschung von natürlichen und synthetischen biologisch abbaubaren Polymeren. Mit Hilfe diese Materialien sollen entweder problematische synthetische Stoffe ersetzt, Abfallprobleme verringert oder neue, spezifische Anwendungen entwickelt werden (z.B. in der Medizin, Landwirtschaft und Informationstechnologie). Allerdings existieren noch Vorbehalte über die Wirtschaftlichkeit dieser Produkte bzw. Bedenken in Bezug auf neuartige Probleme, die durch biologisch abbaubare Werkstoffe (BAWs) entstehen könnten. Diese Skepsis hat eine Umsetzung von neuen Technologien auf diesem Sektor im großen Maßstab bisher nicht zugelassen. Speziell in Österreich sind wenige bis keine Modellprojekte vorgesehen, um dieses Marktsegment einer wirtschaftlichen Umsetzung zuzuführen. Die naheliegenden Vorteile - Schonung petrochemischer Ressourcen und Verminderung des Abfallaufkommens - ergeben jedoch ein zukunftssträchtiges Entwicklungspotenzial.

Ziele und Herausforderungen

Innerhalb der Europäischen Union beschäftigen sich bereits einige Mitgliedsstaaten mit den Potenzialen und Entwicklungsmöglichkeiten von BAWs. Insbesondere in den führenden Ländern Italien, Finnland, Schweden und Deutschland konnten BAWs vor allem im Bereich Verpackung bereits Marktanteile erobern. Ziel der Aktivitäten im Rahmen der Programmlinie "Fabrik der Zukunft" war es daher, auch für Österreich Produktentwicklungskonzepte für jene Marktsegmente zu erstellen, in denen Naturpolymere in den geforderten Eigenschaften den petrochemischen Kunststoffen überlegen sind und durch ein werbewirksames Ökodesign höherwertig vermarktet werden können. Dazu sollten interessierte Unternehmen für wirtschaftliche Umsetzungen in Österreich angesprochen und über die Einsatzmöglichkeiten von BAWs informiert werden.

Ziel der Arbeiten war weiters die Zusammenführung von potenziellen Firmen entlang der Produktentwicklungskette, um auch in Österreich marktfähige Biopolymer-Werkstoffblends aus vornehmlich österreichischen Rohstoffen herstellen zu können und damit den Einsatz von BAWs zu forcieren.

Da Biopolymere in Bezug auf die mechanischen Eigenschaften und den Preis nach wie vor Standardkunststoffen unterlegen sind, galt es auch, Nischenanwendungen zu finden, in denen durch den Mehrwert der biologischen Abbaubarkeit der Preisnachteil gerechtfertigt werden kann.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

Im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ wurden drei Projekte zum Thema „Nachwachsende Biopolymere als Substitution für Massenkunststoffe“ durchgeführt.

1. Nachwachsende Biopolymere als Substitution für Massenkunststoffe

Projektleitung:

DI Harald Wilhelm
LKT Laboratorium für Kunststofftechnik
Wexstraße 19-23, A-1200 Wien

Tel.: +43 (0)1 33126-555
Fax: +43 (0)1 3322106-31
E-Mail: harald.wilhelm@tgm.ac.at
Internet: www.lkt-tgm.at

Endbericht: Nr. 14/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

2. Entwicklung eines marktfähigen Biopolymers auf Stärkebasis aus österreichischen Rohstoffen

Projektleitung:

DI Harald Wilhelm, DI (FH) Klemens Reitingner
LKT Laboratorium für Kunststofftechnik
Wexstraße 19-23, A-1200 Wien

Tel.: +43 (0)1 33 126-555
Fax: +43 (0)1 33 22 106-31
E-Mail: harald.wilhelm@tgm.ac.at, klemens.reitingner@tgm.ac.at
Internet: www.lkt-tgm.at

Endbericht: Nr. 66/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

3. Entwicklung geschäumter Produkte auf Proteinbasis

Projektleitung:

DI Dr. Norbert Mundigler
IFA Tulln, Abteilung Naturstofftechnik
Konrad-Lorenz-Straße 20, A-3430 Tulln

Tel.: +43 (0)2272 66280-301
E-Mail: mund@ifa-tulln.ac.at
Internet: www.ifa-tulln.ac.at

Der Endbericht wurde noch nicht publiziert.

INHALT

1. Nachwachsende Biopolymere als Substitution für Massenkunststoffe

Als Biopolymere gelten grundsätzlich entweder

- Polymere, die der Natur entstammen oder
- synthetisch hergestellte, biologisch abbaubare Polymere.

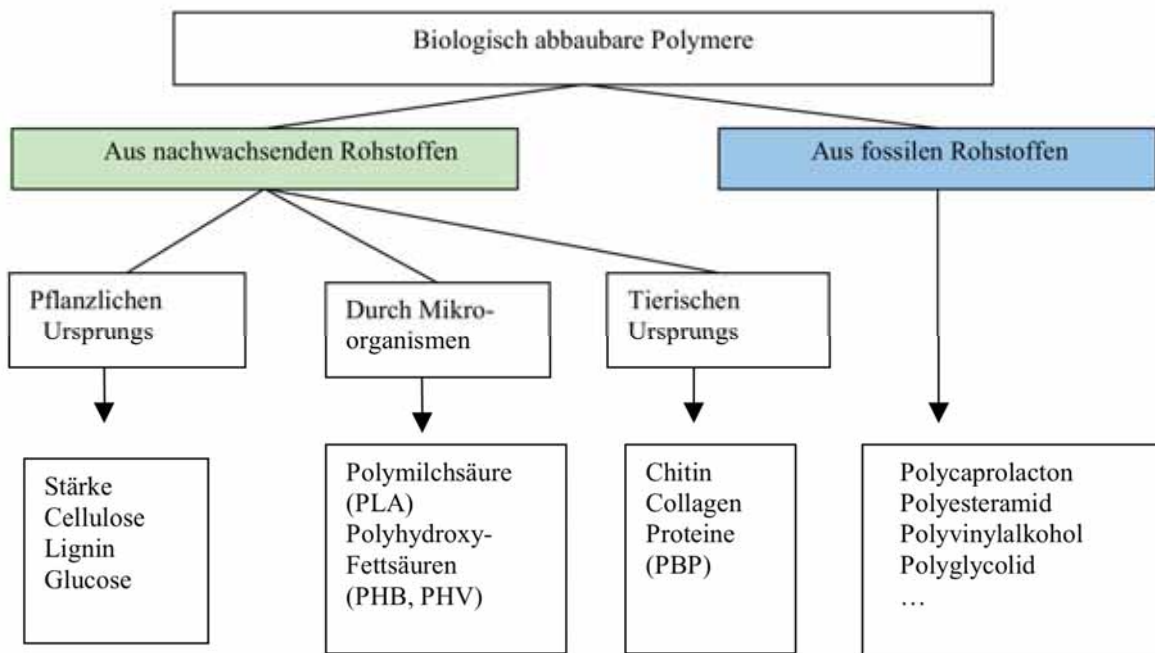


Abb.: Biologisch abbaubare Polymere

Formmassen, basierend auf nachwachsenden Rohstoffen, werden derzeit in erster Linie von MaterialherstellerInnen aus Deutschland, Italien, Finnland sowie in den USA und Japan hergestellt. Auf dem österreichischen Markt hat sich die Herstellung und Verwendung von Biopolymeren noch kaum durchgesetzt. Das gegenständliche Konzept hatte zum Inhalt, auch nationale RohstoffherstellerInnen sowie KunststoffverarbeiterInnen in das Marktsegment der Biopolymere zu integrieren. Hierzu wurden Marktchancen, Marktpotenziale, verfügbare Technologien und Risikopotenziale aufgezeigt und der Kunststoffwirtschaft sowie der Landwirtschaft zugänglich gemacht.

Das im Rahmen der Programmlinie entwickelte Konzept zeigt, dass die stoffliche Nutzung nachwachsender Rohstoffe im Non-food-Bereich auf etwa 14 % des Gesamtflusses an nachwachsenden Rohstoffen beschränkt ist, wobei nur 0,8 % andere Rohstoffe als Holz eingesetzt werden. Demgegenüber steht der Bereich der Non-food-Stärkeanwendungen, der zwar in Bezug auf die verarbeiteten Mengen zurzeit eher unbedeutend ist, sich aber sehr rasch entwickelt. Weltweit werden heute jährlich ca. 45 Mt Stärke produziert, von denen wiederum ca. 53 % im Nahrungsmittelsektor Verwendung finden. Die restlichen 47 % werden für technische Zwecke eingesetzt. Aus den stärkehaltigen Pflanzenmaterialien, die zum Großteil direkt als Nahrungsmittel dienen, wird industriell auch das Trockenprodukt Stärke hergestellt.

Für 2001 schätzte man den jährlichen Verbrauch für BAW-Produkte auf etwa 25.000 bis 30.000 t in der Europäischen Union. Dies entspricht einem Umsatz von etwa 100 Mio. Euro.

Das Potenzial wird allerdings um einen Faktor 100 höher geschätzt. Langfristig können rund 10 % der Standardpolymere durch BAWs substituiert werden.

Biopolymere sind nach wie vor, bezogen auf die mechanischen Eigenschaften sowie den Preis, Standardkunststoffen unterlegen. Dennoch hat sich gezeigt, dass auch jetzt schon viele Unternehmen bereit sind, kurzfristig in den Markt einzusteigen und der Verwendung von Biopolymeren Marktchancen einzuräumen. Die Bedingungen liegen allerdings einstimmig in der Notwendigkeit einer gesicherten Mindestqualität des Werkstoffes bei gleichzeitig moderaten Preisen, die nicht viel höher als jene der Massenkunststoffe sein sollten.

Weitere Innovationshemmnisse wurden in den fehlenden Adaptionmöglichkeiten der Stärkepolymere erkannt. Es besteht die unmittelbare Notwendigkeit, durch gezielte Komponentenentwicklung schnelle Adaptierungen zu ermöglichen. Aufgrund dieser Erkenntnis wurde mit dem Aufbau eines Biopolymernetzwerkes mit Betrieben entlang der Werkstoffentwicklung bis hin zum Fertigprodukt gestartet. Der Einstieg in die Verarbeitung von Stärkepolymeren erfolgt über Nischenprodukte mit oft geringen Stückzahlen. Trotzdem ist in vielen Fällen eine Adaption der Eigenschaften speziell für einen bestimmten Verwendungszweck erforderlich. Diese technologischen Herausforderungen sind für viele KMU mit den eigenen kleinen F&E Abteilungen nicht zu bewältigen. Das Firmennetzwerk ist aber in der Lage, jeden Produktionsschritt durch spezialisierte Unternehmen „abzudecken“.

2. Entwicklung eines marktfähigen Biopolymers auf Stärkebasis aus österreichischen Rohstoffen

Grundlegendes Ziel dieses Projekts war die Entwicklung einer marktfähigen Biopolymerformmasse auf Basis thermoplastischer Stärke. Die Formmasse sollte zu einem größtmöglichen Anteil aus nachwachsenden Rohstoffen bestehen und in einem weiteren Schritt zu Prototypen verarbeitet werden, um sie einem Up-Scaling zuzuführen. Die Produkte liegen vornehmlich im Anwendungsbereich von Konsumgütern mit mittlerer Lebensdauer.

Im ersten Teil des Projekts wurden aufbauend auf dem Wissen aus dem Konzept „Nachwachsende Rohstoffe als Substitution für Massenkunststoffe“ am Markt verfügbare BAWs untersucht.

Als Ausgangsbasis wurden die am Markt befindlichen Werkstoffe, die teilweise entsprechende Eigenschaften aufweisen, allerdings preislich nicht konkurrenzfähig sind, auf ihre Verwertbarkeit untersucht und verbessert. Aus den Ergebnissen dieser Analysen sowie aus Recherchen in Patentliteratur und Firmenschriften setzt sich der Ansatz des neuen Blends zusammen. Die wirtschaftliche Umsetzung von Biopolymeren liegt in der Verblendung von thermoplastischer Stärke mit unterschiedlichen Biopolymeren.

Die Rezepturentwicklung beruht auf den Eigenschaftsanforderungen für konkurrenzfähige Biowerkstoffe. Dies sind vornehmlich:

- vergleichbare mechanische Eigenschaften zu Polyethylen bzw. Weich-PVC
- Verarbeitbarkeit mit konventioneller Kunststofftechnologie (Extrusion, Spritzguss)
- Kaltwasserunlöslichkeit
- Preis unter 2 Euro/kg

Im Projekt konnte eine technologische Lösung zur Herstellung eines maßgeschneiderten biologisch abbaubaren Polymerblends aus vornehmlich nachwachsenden Rohstoffen entwickelt werden. Die Erkenntnisse aus den verarbeitungstechnischen Versuchen haben gezeigt, dass der Entwicklungsstand der Rezeptur für Spritzgießartikel noch nicht ausreichend ist. Die Formmasse ist in ihren Fließ- sowie Abkühleigenschaften Standardpolymeren noch deutlich unterlegen. Andererseits hat sich die Formmasse eindeutig als extrusionsfähig erwiesen, womit verschiedenste Anwendungen im Bereich der "Endlosprodukte" möglich sind. In umfangreichen Versuchen wurde außerdem ein umfassendes Basis-Know-how für die Rezepturzusammenstellung geschaffen, auf dem weitere Materialoptimierungen aufbauen können.

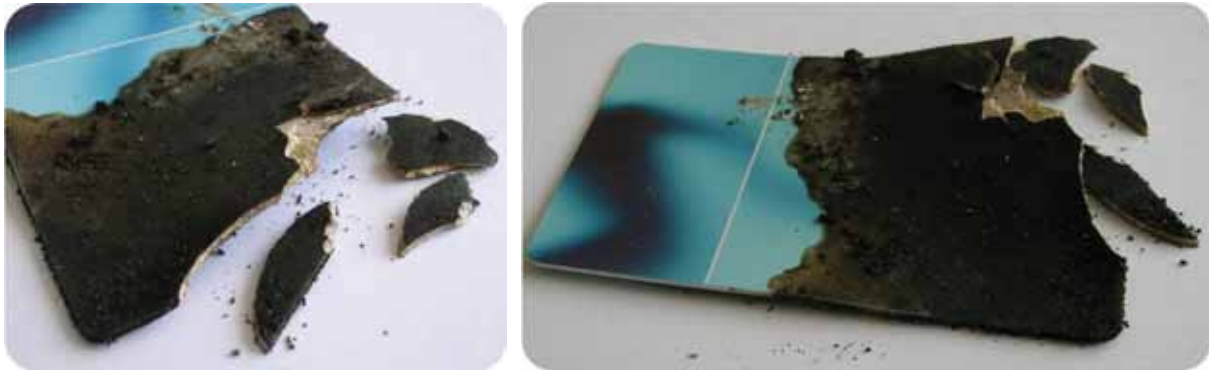


Abb.: Biopolymerkarte nach Lagerung in Erde
Quelle: Plantaplast/Digicard

Vornehmliches Augenmerk wurde auf die Herstellung von Folien zur Weiterverarbeitung für Karten, Anhänger und andere bedruckbare Artikel gelegt. Insbesondere wurde das Material im Hinblick auf die Substituierbarkeit der derzeit im Einsatz befindlichen Plastikkarten (Eintrittskarten, KundInnenkarten, Liftkarten, u.ä.) untersucht. Die Rezeptur erfüllt die Anforderungen der Wasserunlöslichkeit, Knickfestigkeit, thermoplastischen Verarbeitbarkeit, Bedruckbarkeit und ist preislich unter den erhältlichen Biopolymeren anzusetzen. Die Basisrohstoffe sind österreichische Produkte aus der Nahrungsmittel- und Biodieselindustrie. Die Rohstoffkosten der Formulierungen liegen zwischen 1,3 und 1,8 Euro/kg und damit unter den vorgegebenen Kosten von 2 Euro/kg.

Das Material weist eine gute Bedruckbarkeit auf. Die Produkte werden gestanzt, lackbeschichtet, laminiert bzw. durch andere Endbehandlungen dem Verwendungszweck angepasst. Die Bemusterung ist auf großes Interesse bei potenziellen KundInnen gestoßen.

3. Entwicklung geschäumter Produkte auf Proteinbasis

Ziel dieses Projekts war es einen umweltverträglichen Ersatz für Schaumstoffe aus fossilen Rohstoffen aus nachwachsenden Rohstoffen zu entwickeln.

Im Rahmen dieser Forschungsarbeit sollten neue Schaumprodukte aus proteinreichen Neben- und Abfallprodukten, die eine Dichte von weniger als $1,0 \text{ g/cm}^3$ aufweisen und damit den Dichten der meisten Holzarten sehr nahe kommen, entwickelt werden. Gesucht wurde ein Verfahren zur Herstellung von geschäumten Formkörpern mittels Extrusion aus biogenen Rohstoffen für verschiedenste Anwendungsbereiche, wie etwa Möbelteile, Automobilteile, Füllkörper im Baustoffbereich oder Einbauteile zur Wärmedämmung.

Zur Vorauswahl von geeigneten Rohstoffen, Additiven und Verarbeitungsbedingungen wurden an einem Laborextruder Rezepturen entwickelt und verschäumt. Als proteinreicher Rohstoff wurden chromfreie Lederabfälle aus Gerbereien eingesetzt.

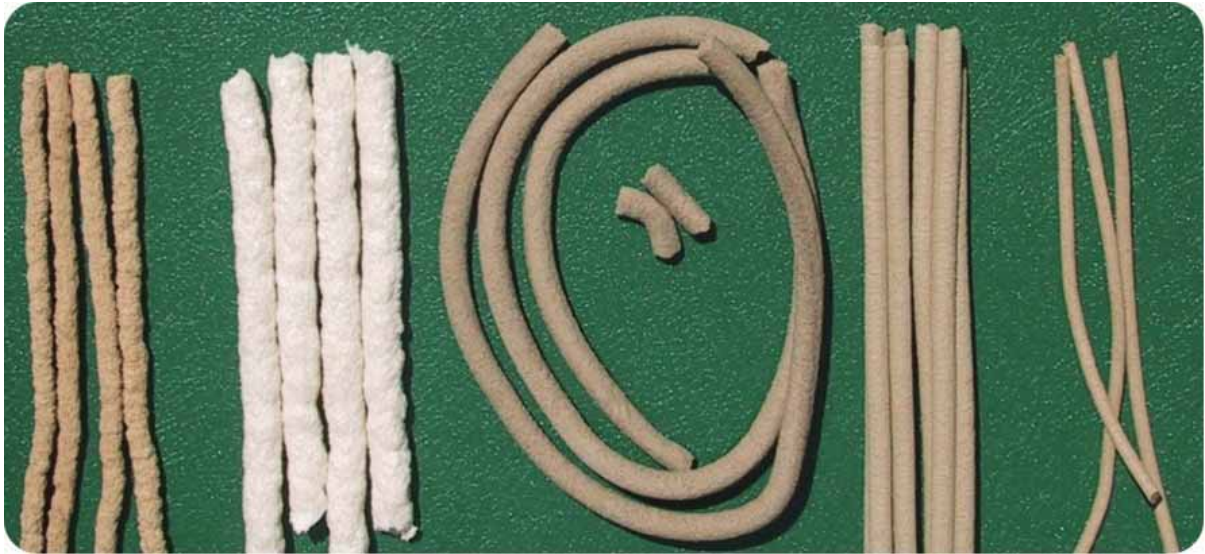


Abb.: chromfreie Lederabfälle aus Gerbereien



Abb.: Einbauteile in Sandwichbauweise aus nachwachsenden Rohstoffen

Anhand der durchgeführten Versuche konnten grundsätzliche Parameter, die zur Schaumbildung notwendig sind, ermittelt werden. Beispielsweise konnte der optimale Wassergehalt und das Verhältnis zwischen fließfähigen Materialien und Füllstoffen sowie strukturgebenden Komponenten gefunden werden. Generell hat sich gezeigt, dass es möglich ist, die Schaumeigenschaften von elastisch bis spröd einzustellen, wobei bei Rezepturen ohne faserigen Anteil die strukturgebende Komponente fehlt, was zu verminderter Steifigkeit führt. Ein Gesamtanteil von 30 % fließfähigen Komponenten ist nötig, um eine gute Verarbeitbarkeit zu garantieren.

Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die Entwicklung von Rezepturen für Schüttkörper, die anschließend zwischen Platten verpresst wurden (Sandwichaufbau), und – in einem weiteren Schritt – auf die Herstellung von leichten Profilen mittels Direktextrusion.

Zur Produktion von geschäumten Schüttkörpern wurden proteinhaltige Reststoffe herangezogen. Schüttkörper verschiedener Korngrößen wurden unter Bindemittelzusatz als Dämmschicht zwischen festigkeitsgebenden Deckplatten verpresst. Das Ergebnis ist ein Einbauteil in Sandwichbauweise aus vorwiegend nachwachsenden Roh- und Reststoffen.

Im Zuge dieses Projekts konnte bestätigt werden, dass sich auf natürlichen Rohstoffen basierende Leichtbauelemente in Modulbauweise insbesondere für den Einsatz als Hohlraumdämmungen, Dämm- und Konstruktionsstoffe sowie als Verpackungsmaterial eignen. Konstruktionsstoffe sind zum Beispiel ebene Platten mit strukturellem Aufbau. Dabei werden Schüttgüter mit

Bindemitteln verklebt. Als Bindemittel fungieren verschiedene Kunstharzbindemittel, wie sie auch bei der Herstellung von klassischen Holzwerkstoffen zur Anwendung kommen.

Zurzeit werden im Bereich der Wärmedämmung vorwiegend Schaumstoffe auf chemischer Basis verwendet. Gerade in hier könnten Naturstoffe aufgrund ihrer feuchtigkeitsspeichernden Eigenschaften optimal eingesetzt werden, da hier ein positiver Beitrag für das Raumklima zu erwarten ist. Da Dämmstoffe auf Naturbasis sind in der Regel in einem höherem Preissegment angesiedelt sind, ist in diesem Segment mittelfristig keine Marktdurchdringung zu erwarten. Diese Produkte sind bis auf weiteres als Ergänzung zu den am Markt etablierten zu betrachten

8 Zero Emission-Methode in Galvanikbetrieben

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Die galvanische Beschichtung von Metalloberflächen ist aus der modernen Technik nicht mehr wegzudenken. Durch galvanische Verfahren können kostengünstig langlebige Oberflächen hergestellt werden, die die Lebensdauer von Bauteilen durch Korrosionsschutz und Verminderung von Verschleiß verlängern. Im Grunde können dadurch Ressourcen geschont und die Umwelt entlastet werden. Dennoch führen galvanische Verfahren zu erheblichen Umweltbelastungen, da große Wassermengen notwendig sind. Die eingesetzten Metallsalze, Säuren und Laugen gelangen teilweise ins Abwasser und müssen oft aufwändig entfernt werden. Europaweit entsteht ca. 1 % des gesamten gefährlichen Abfalls in Galvanikbetrieben. Es besteht in diesem Bereich also ein großes Potential zur Vermeidung von Abfall. Durch gezielte organisatorische und technische Maßnahmen könnten Chemikalienverbräuche und Schlammanfall deutlich reduziert werden.

Ziele und Inhalte

„ZERMEG I“ zielte darauf ab, eine Methodik zu entwickeln, mit der bestehende Galvanikanlagen so umgestellt, betrieben und umgebaut werden können, dass sie unter weitgehender Reduktion des Chemikalieneinsatzes und Kreislaufschließung betrieben werden können. Erreichen wollte man dies mittels eines methodischen Vorgehensmodells und eines Rechenprogramms zur Identifikation der theoretisch idealen Wasser- und Chemikalienverbräuche. Die Anwendung der Methodik wurde in drei Pilotprojekten getestet.

In „ZERMEG II“ wurden die Ergebnisse aus dem ersten Projekt vertieft und verbreitert. Durch Einbindung neuer ProjektpartnerInnen wurde die Anzahl der Anwendungen der ZERMEG-Methode maßgeblich erhöht. Auf einer Homepage (www.zermeg.net) wurden die Dokumentation der Fallstudien, ein Leitfaden und ein Rechenprogramm zur Selbstanalyse für interessierte Unternehmen der breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

Zur Optimierung von bestehenden Galvanikanlagen liegen im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ zwei Projekte vor. „ZERMEG I“ lieferte die Basisdaten zur Optimierung von Galvanikanlagen, „ZERMEG II“ baute darauf auf.

1. ZERMEG I - Zero Emission Retrofitting Of Existing Galvanizing Plants

Projektleitung:

Dr. Johannes Fresner
STENUM GmbH
Geidorfgürtel 21, A-8010 Graz

Tel.: +43 (0)316 367156-20
Fax: +43 (0)316 367156-13
Email: j.fresner@stenum.at
Internet: www.stenum.at

Endbericht: Nr. 21/2003 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

2. ZERMEG II - Zero emission retrofitting method for existing galvanising plants

Projektleitung:

Dr. Johannes Fresner
STENUM GmbH
Geidorfgürtel 21, A-8010 Graz

Tel.: +43 (0)316 367156-20
Fax: +43 (0)316 367156-13
Email: j.fresner@stenum.at
Internet: www.stenum.at

Endbericht: Nr. 22/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Die ZERMEG-Methode

Basis für das entwickelte Modell zur Optimierung galvanischer Anlagen ist eine - neun Schritte umfassende - betriebsinterne Analyse. Der Grundablauf besteht aus:

- einer Beschreibung des eigenen Betriebes in Form von Stoff- und Energiebilanzen,
- der Bildung von wesentlichen Kennzahlen,
- dem Vergleich dieser Kennzahlen mit einer idealen Berechnung wesentlicher Prozessparameter,
- der Analyse beobachtbarer Differenzen,
- der Zuordnung von Differenzen zu Ursachen und
- der Ableitung organisatorischer oder technischer Maßnahmen zur Annäherung an das Ideal.

Schritt Nummer	Bezeichnung	Tätigkeiten
1	Ist-Analyse: Messen des Wasserverbrauches und des Chemikalieneinsatzes	Erstellung eines Prozessfließbildes, Dokumentation des Wasserverbrauches anhand des Wasserzählers, ev. Einbau von Zählern, Dokumentation der Chemikalienverbräuche mit Daten des Einkaufs und Messung der nachgeschärften Mengen, Beginn der Dokumentation des Chemikalieneinsatzes badspezifisch
2	Ist-Analyse: Feststellen der Verschleppung	Empirisch durch Messen, zum Vergleich durch Berechnung (Abschätzung)
3	Ist-Analyse: Definition des Spülkriteriums	Richtwerte aus der Literatur für Spülkriterium und/oder Leitfähigkeit des letzten Spülwassers, Rückrechnung des verwendeten Spülkriteriums
4	Vergleichsberechnung: Berechnung des Wasserverbrauches	Mit dem Programm ZEPRA ⁹
5	Vergleichsberechnung: Berechnung der Chemikalienverbräuche	Mit dem Programm
6	Definition möglicher externer Verwertung und Entsorgung	Kontakte mit potentiellen Abnehmern, Chemikalienlieferanten
7	Definition von möglichen Rückführungen	Anwendung des Registers von Technologien zur Kreislaufschließung
8	Bewertung der Optionen	Bewertung nach finanziellen und nachhaltigen Kriterien
9	Optimierung der Abwasseranlage	

Tab.: Die ZERMEG-Methode

1. Wasserverbrauch und Chemikalieneinsatz

Am Anfang steht also immer eine Ist-Analyse. Wasserverbrauch und Chemikalieneinsatz in der zu untersuchenden Galvanik werden erhoben. Im Rahmen einer Vergleichsberechnung werden dann der ideale Wasserverbrauch und die idealen Chemikalienverbräuche kalkuliert. So können Möglichkeiten zur externen Verwertung, Entsorgung und Rückführung definiert werden. Schließlich werden alle Optionen bewertet und Schritte in Richtung Optimierung der Abwasseranlage gesetzt.

Durch den Vergleich mit den idealen Materialverbräuchen lassen sich die einzelnen Optimierungsansätze ableiten: Ausgehend von dem definierten Spülkriterium werden für das Teilespektrum und die bestehende Konfiguration mit einem eigens für diesen Zweck entwickelten Programm (ZEPRA) die minimalen Wasser- und Chemikalienverbräuche errechnet. Das

Programm arbeitet mit einer Blackboxlogik zur Berechnung von Spülprozessen und Heuristiken für einzelne Prozessbäder.

Durch den Vergleich der Realverbräuche der einzelnen Projektschritte mit den rechnerisch ermittelten Idealwerten lassen sich Punkte aufzeigen, in denen Ist- und Sollwert nicht übereinstimmen. In einer Dokumentation werden verschiedene Lösungen zur Reduktion von Ausschleppungen von Prozessbädern, zur Verbesserung der Spültechnik, zur Badpflege zur Standzeitverlängerung und zur Rückführung von Elektrolyten beschrieben. Die wesentlichsten Ansätze werden im Detail mit Einsatzbereichen und Kosten beschrieben. Im Sinne eines Expertensystems sind Auswahlkriterien für ihren Einsatz angegeben.

Das Programm wurde in drei Fallstudien in einem Eloxalbetrieb (Anodisieranstalt Heuberger), bei der Verkupferung von Druckwalzen (Rotoform) und der Beize einer Feuerverzinker (Mosdorfer) getestet. In allen drei Fällen konnte deutliches Verbesserungspotenzial aufgezeigt werden.

Bei der Anodisieranstalt Heuberger konnte durch die Anwendung der Methode der spezifische Wasserverbrauch um 95 % reduziert werden. Der Verbrauch an Säure und Lauge pro behandelter Oberfläche wurde um 50 % gesenkt. Erreicht wurde dies durch ein besseres Verständnis der Abläufe in den Bädern und der relevanten betrieblichen Vorgänge. Durch treffende Modellierung und Berechnung unter Berücksichtigung von Nichtidealitäten konnte das notwendige Know-how im Betrieb aufgebaut werden. Entfettungseffekte konnten optimiert und der Metallabtrag minimiert werden. Standzeiten wurden deutlich verlängert. Durch bessere Durchmischung in den Bädern erzielte man bessere Spülung. Es wurden neue Technologien zur Badpflege eingesetzt und neue Verwertungswege identifiziert.

Als Werkzeug zur Bewertung galvanischer Prozesse wurde ein Spinnendiagramm entwickelt („ZERMEG-Grid“). Auf sechs Achsen werden die Quotienten aus den tatsächlich erreichten Werten im Verhältnis zu den "idealen Werten" der für den Wasser- und Chemikalienverbrauch entscheidenden Faktoren (Spülkriterium, Ausschleppung, Spülwasserverbrauch, Beizabtrag, Standzeit und Verwertungsgrad) aufgetragen. Für diese Faktoren werden Idealwerte als Bezugsgrößen angegeben.

Das folgende Beispiel zeigt die Anwendung des ZERMEG-Grids für die Fallstudie der Firma Heuberger. Ausgangssituation (rote Linie) und Optimierungsergebnisse (blaue Linie) werden hinsichtlich der sechs Basisfaktoren verglichen. Die Zielfunktion wird von der Ideallinie (grüne Linie) markiert.

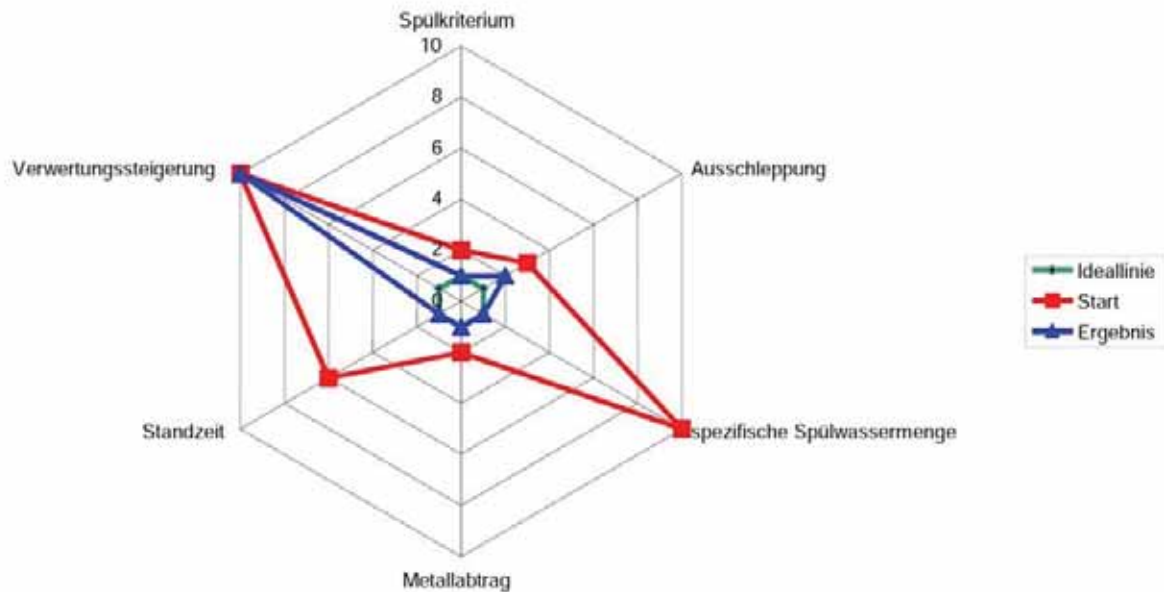


Abb.: ZERMEG-Grid Fallstudie Anodisieranstalt Heuberger

Ein Projektziel von „ZERMEG I“ war auch die Suche nach potentiellen Abnehmern für Nebenprodukte (Aluminiumhydroxid, Aluminiumsulfat). Erste Verhandlungen konnten jedoch keine zufrieden stellenden Konditionen erzielen.

Zur Verbreitung der Projektergebnisse wurde die Internethomepage www.zermeg.net angelegt. Sie bietet praxisorientierte Elemente für interessierte Betriebe an. Es sind Informationen zum Einstieg in die Methode von ZERMEG, ein Programm, Benchmarks und Referenzdaten zur Anwendung der Methode zu finden, außerdem eine Sammlung von Anwendungsbeispielen, Verweise auf weiterführende Literatur und Internetseiten und die Möglichkeit zum Austausch und zur Diskussion.

2. Entfetten und Beizen

Hauptaugenmerk bei „ZERMEG II“ lag auf der Erarbeitung bisher unbekannter Grundlagen hinsichtlich neuer Technologien beim Entfetten und Beizen. Der Beschreibung der Vorgänge im Entfettungsbad sowie der Abläufe in diversen Beizbädern kam hierbei oberste Priorität zu. Beispiele sind die Verseifung von Fetten in unterschiedlichen Entfettungsbädern und deren Beeinflussung der Qualität, oder die Zusammensetzung der Beizlösung bzw. des sich meist bildenden ausgefällten Schlammes und damit die Zusammensetzung der Verschleppungen in die nachfolgenden Spülen.

Die Funktion der Entfettung von Teilen vor der Oberflächenbehandlung ist kritisch: Sie muss anhaftende Öle und Fette, die als Konservierungsmittel oder bei der mechanischen Bearbeitung durch Schneiden, Drehen, Fräsen, Bohren, etc. als Hilfsstoffe verwendet werden, verlässlich von der Oberfläche ablösen. Ansonsten würde sie in die weiteren Bäder verschleppt werden. Das wiederum würde eine aufwändige Badreinigung erfordern und in vielen Fällen das Recycling oder die externe Verwertung von Konzentraten verhindern bzw. die Öle und Fette würden über die Spülwässer in das Abwasser gelangen und dort behandelt werden müssen.

Die Funktion der Beize ist kritisch, weil durch sie eine metallisch reine, gleichmäßige Oberfläche der Teile in vielen Fällen mit bestimmten technischen und optischen Eigenschaften

erzielt wird. Diese Funktion ist unerlässlich, um später in den Wirkbädern zu einwandfreien Ergebnissen zu kommen. Gleichzeitig entstehen in der Beize durch den Abtrag und das Auflösen von Zunder, Spänen und Metall gelöste Metallsalze, die anschließend verwertet oder entsorgt werden müssen. Die Wirksamkeit der Beize hängt von vielen Faktoren ab: Von der Konzentrationen der eingesetzten Chemikalien (Säuren und Laugen), von der Konzentrationen verschiedener Metalle in den Bädern sowie von den Temperaturen in den Bädern. Die eingesetzten Inhibitoren und die Umwälzung und Durchmischung der Bäder spielen ebenso eine Rolle wie eine Konstanz der Badbedingungen.

Zur Auswirkung dieser Faktoren gab es teilweise Literaturangaben auf der Basis von Laborversuchen. Die zugrunde liegenden Daten wurden meistens im Labor mit reinen Metallen und reinen Säuren oder Laugen gewonnen. Es konnte bereits im Rahmen von „ZERMEG I“ gezeigt werden, dass diese Daten in vielen Fällen nicht die tatsächlichen Vorgänge mit den industriell eingesetzten Legierungen und mit technisch eingesetzten Badchemiekompositionen widerspiegeln. Beispielsweise konnte gezeigt werden, dass Inhomogenitäten und Mischungseffekte die Konzentrationen im Vergleich zu theoretisch errechneten bei idealer Mischung um den Faktor 10 beeinflussen können. Verdunstungseffekte wichen ebenfalls um den Faktor 4 von den Literaturwerten ab. Die Eigenschaften der Beize (Dichte, Viskosität, Verschmutzungen) beeinflussen wiederum die Ausschleppung aus den Bädern und damit den Spülwasserbedarf.

Daher sollten in „ZERMEG II“ zunächst eine verbreiterte und vertiefte Datenbasis geschaffen werden.

Durch Messungen des Metallabtrags, zuerst im Labor und dann in Anlagen von zwei Betrieben mit tatsächlich eingesetzten Legierungen und Bädern und durch die Entwicklung von Konzentrationsprofilen, wurden (semi)empirische Parameter erarbeitet. Einen weiteren Arbeitsschwerpunkt bildeten neue Ansätze zur Badpflege, zur Standzeitverlängerung und zum Ausschleusen von störenden Verunreinigungen, um sie in anderen Branchen als Rohstoffe einzusetzen.

Auch das Programm ZEPRA zur Vorausberechnung der idealen Verbräuche wurde im Rahmen von „ZERMEG II“ weiterentwickelt: Jedes Bad und jede Trennoperation wird als eine in sich geschlossene Einheit betrachtet. Diese Vorgangsweise erlaubt es relativ einfach, weitere Bäder bzw. Trennoperatoren dem Programm hinzuzufügen. Für jedes zusätzliche Element wird eine Schablone programmiert, in der die Berechnung der Ausgangsströme aus den Eingangsströmen und sonstiger allgemeiner Parameter (z.B. Lufttemperatur über dem Bad) erfolgt. Diese Art der Programmierung erlaubt es auch, neue Berechnungsmodelle durch eine Neuprogrammierung einer bestehenden Schablone einzuführen. So können neue Erkenntnisse schnell in das bestehende Modell integriert werden, ohne dass die schon bestehenden Teile in Mitleidenschaft gezogen werden. Beispiele für Berechnungen, die mit dem Programm ZEPRA durchgeführt werden können, sind Verdunstung, Verschleppung, Spülen, Beizen und Entfettung.

Durch die Einbindung neuer Projektpartner konnte die Anzahl der Anwendungen der ZERMEG-Methode drastisch erhöht werden. Auf www.zermeg.net wurde eine Dokumentation der Fallstudien, der Leitfaden und die Rechenprogramme zur Selbstanalyse für interessierte Unternehmen der breiten Öffentlichkeit auf Deutsch und Englisch zur Verfügung gestellt. Auf die Homepage wurde im Jahr 2004 8.500 Mal zugegriffen.

Umsetzung

Identifizierte Maßnahmen wurden, wie schon im Vorprojekt, von den Industriepartnern unmittelbar umgesetzt. Diese umfassten den Umbau der Spültechnik von drei Beizanlagen bei dem Walzdrahthersteller Pengg, die Nutzung von Altlaug zur Vorneutralisierung und eine Elektrolyse zur Kupferrückgewinnung aus den verbrauchten Ätzbädern bei dem Leiterplattenhersteller AT&S, den Umbau der Spültechnik bei dem Druckformenhersteller Rotoform und die Neuorganisation der Säurewirtschaft bei der Verzinkerei Mosdorfer.

Bei dem Drahthersteller wurde die Spültechnik in den Anlagen maßgeblich optimiert. Maßnahmen waren der Zusammenschluss der zweistufigen Fließkaskade mit der Heißspüle zu einer dreistufigen Fließkaskade und die Auftrennung der Spülen in den Durchlaufanlagen in dreistufige Spülkaskaden. Die Spülwassermenge in der Standbeize konnte bisher um 50 % reduziert werden. Parallel zu diesen Arbeiten konnten theoretische Ansätze entwickelt werden, die Altsäure größtenteils in ein nutzbares Nebenprodukt überzuführen.

Bei dem Leiterplattenhersteller wurden erstens eine Kupferelektrolyse zur Rückgewinnung von Kupfer aus Konzentraten und Spülwässern und zweitens die Nutzung von stark alkalischen Stripplösungen zur Vorneutralisation von stark sauren Konzentraten umgesetzt. Die Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ergab eine klare Empfehlung. Jetzt werden täglich über 20 kg Kupfer aus dem Abwasser rückgewonnen. In der Abwasserbehandlungsanlage werden heute alkalische Konzentrate aus dem Strippen nach der Behandlung durch die Tuchfilter zur Vorneutralisation der sauren Konzentrate in der Abwasserbehandlung eingesetzt. Dadurch werden jährlich ca. 20 Tonnen Natronlauge und eine ähnlich große Menge an Salzsäure eingespart.

In der Verzinkerei wurde konsequent an der Umsetzung einer getrennten Säurewirtschaft gearbeitet. Heute werden Abzinkbeize und Eisenbeizen vollständig getrennt und im gesamten Umfang stofflich verwertet. Das Nachschärfen der Beizen erfolgt auf der Basis von wöchentlichen Badanalysen und der konsequenten Anwendung der Mischungsregeln zur optimalen Führung der Beizen. Dadurch wurde der Säureverbrauch 2004 gegenüber dem Vorjahr um 50 % reduziert.

Bei dem Druckformenhersteller wurden die Galvanikautomaten mit neuen Flachdüsen mit optimierter Strahlgeometrie zur Spülung bestückt und der Wasserdruck optimiert. So wurde der Wasserverbrauch um 50 % und der Säureverbrauch um 40 % reduziert.

Ergebnisse

Im Rahmen von „ZERMEG I“ konnte ein Programmpaket zur schrittweisen Optimierung galvanischer Anlagen im Sinne der Nachhaltigkeit entwickelt werden. Die Methode ermöglicht es, dass bestehende Galvanikanlagen so umgestellt, betrieben und umgebaut werden können, dass sie unter weitgehender Reduktion des Chemikalieneinsatzes und Kreislaufschließung arbeiten. Die praktische Umsetzung im Rahmen von drei Pilotprojekten war äußerst erfolgreich. Eine Reduktionen des spezifischen Wassereinsatzes von 80 bis 95 % und eine deutliche Reduktionen des spezifischen Chemikalieneinsatzes waren das Ergebnis der Anwendung von ZERMEG.

Mit „ZERMEG II“ wurden die Ergebnisse aus dem ersten Projekt vertieft und verbreitert. Durch die Einbindung neuer Projektpartner konnte die Anwendung der ZERMEG-Methode drastisch erhöht werden. Zur Verbreitung der Ergebnisse wurde bereits im Rahmen von „ZERMEG I“ die Internethomepage www.zermeg.net angelegt. Sie liefert alle wichtigen Informationen und Daten zur Anwendung der Methode im eigenen Betrieb. Im Zuge von „ZERMEG II“ wurde die Homepage erweitert. Ein praxisorientierter Leitfaden und ein Rechenprogramm zur Selbstanalyse (ZEPRA) wurden auf diesem Weg einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Durch die Zusammenführung von Industriebetrieben mit vergleichbaren Problemen und dem gemeinsamen Ziel vom abfall- und abwasserfreien Oberflächentechnik-Unternehmen wurde die Grundlage für eine breite Diffusion des ZERMEG-Gedankens geschaffen. Das Interesse einer immer größeren Anzahl von Betrieben an der Methode zeigt, dass der eingeschlagene Weg richtig ist. Projekt und Projektmethode konnten durch die Schaffung von Beispielen und durch die Präsentation der Ergebnisse die Idee eines abwasser- und abfallfreien Galvanikbetriebes weithin verbreiten.

9 Maisgranulat – Bindemittel und Trägermaterial

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Die Maispflanze als wichtige Kulturpflanze ist insbesondere in Ostösterreich weit verbreitet. Neben der Körnerernte besitzt die Maispflanze Elemente, die besondere Strukturen aufweisen und dadurch für eine Nutzung als nachwachsender Rohstoff besonders interessant sind. Die heute als Ernterückstände (Blätter, Stängel und Maisspindeln) am Feld hinterlassenen Reststoffe besitzen ein durchaus beachtliches Volumen: so blieben im Jahr 2000 allein in der Steiermark ca. 500.000 Tonnen ungenutzt am Feld liegen. Diese Mais-Ernterückstände stellen keine wertlosen Abfälle dar, sondern sind eine wertvolle, bisher ungenutzte Quelle zur Herstellung unterschiedlicher Produkte.

Ziele und Inhalte

Die Maiskolben ergeben bereits durch mechanische Verarbeitung ein qualitativ hochwertiges Produkt: Maiskolbengranulat weist hervorragende adsorptive Eigenschaften auf, die den Einsatz von Produkten aus diesem Rohstoff für eine breite Palette von Anwendungen geeignet erscheinen lassen. Die Verwendung als Ölbindemittel und als Tierhygiene-Material wurde im Projekt „Gewinnung von adsorptiven Produkten aus Maisreststoffen“, untersucht.

Eine weitere Verwertungsmöglichkeit des Maiskolbengranulats ist die Verwendung als Trägersubstanz für bioaktive Stoffe bzw. für Pestizide oder als Langzeitdüngemittel. Besonders die Immobilisierung von Enzymen auf Maiskolbengranulat ist eine interessante und viel versprechende Verwertungsmöglichkeit für Maiskolbengranulat; mögliche Enzyme sind vorallem Lipasen und DNasen bzw. RNasen. Im Projekt „Maisgranulat zur Immobilisierung von Lipasen“ wurde aus den möglichen Produkten auf der Basis von Maiskolben ein Produktionsverfahren zur Immobilisierung von Lipasen auf Maiskolbengranulat für die Biodieselherstellung erforscht.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

Im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ wurden zwei Projekte durchgeführt, die sich mit unterschiedlichen Nutzungsmöglichkeiten von Maisreststoffen beschäftigen.

1. Maisgranulat zur Immobilisierung von Lipasen

Projektleitung:

Univ.-Prof. Dr. Martin Mittelbach
Institut für Chemie, Karl Franzens Universität Graz
Heinrichstraße 28, A-8010 Graz

Tel.: +43 (0)316 380-5353

Fax: +43 (0)316 380 69-5353

E-Mail: martin.mittelbach@uni-graz.at

Endbericht: Nr. 38/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

2. Adsorptive Produkte aus Maisreststoffen

Projektleitung:

DI Dr. Christian Krotscheck
Verein zur Förderung des Steirischen Vulkanlands
Dörfel 2, A 8330 Feldbach

Tel.: +43 (0)3152 83 80-23

Fax: +43 (0)3152 83 80-4

E-Mail: krotscheck@vulkanland.at

Endbericht: Nr. 22/2003 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

1. Adsorptive Produkte aus Maisreststoffen

Zielsetzung

Das Projekt „Adsorptive Produkte aus Maisreststoffen“ setzte sich das Ziel, ein Verfahren zu entwickeln und zu erproben, um Maiskolbengranulat zur Herstellung von Ölbindemittel und Tierhygienematerial zu nutzen. Dadurch sollte eine Möglichkeit zur Herstellung von naturnahen, nachhaltig einsetzbaren Produkten in einem ökologisch sensiblen Bereich (dem Katastrophenschutz) geschaffen werden.

Darüber hinaus soll durch die Verwertung von agrarischen Reststoffen einerseits die Möglichkeit zur Entwicklung einer dezentralen Prozessindustrie mit hoher Wertschöpfung geboten werden. Dies soll für viele Regionen Österreichs neue wirtschaftliche Chancen eröffnen. Andererseits soll durch die Verwertung von Reststoffen aus der Landwirtschaft den Bauern ein Zusatzeinkommen erschlossen werden.

Inhalt

Produktauswahl

Die Auswahl der Produkte wurde nach folgenden Gesichtspunkten durchgeführt:

- rasche technische Durchführbarkeit der Herstellungsverfahren,
- ausreichend große Marktchancen und
- größtmöglicher ökologischer Nutzen der Produkte

Konkret sollte das Maiskolbengranulat für folgende Einsatzbereiche optimiert werden:

- Verwendung als Ölbindemittel auf festem Untergrund im Katastrophen- und Umweltschutz und in der Reinigung von verschmutzten Böden (Werkstätten etc.)
- Verwendung als Ölbindemittel für Gewässer, ebenfalls im Katastrophen- und Umweltschutz
- Verwendung als Tierhygienematerial (Katzenstreu, etc.)

Prozessentwicklung



Abb.: Vom Maiskolben zum Granulat

Im Rahmen der Prozessentwicklungsphase wurden die vorliegenden Erfahrungen auf dem Gebiet der Herstellung von Maiskolbengranulat technisch ausgewertet und auf die Bedürfnisse der Herstellung der drei Produktklassen hin adaptiert. Schließlich wurde ein technischer Vorschlag für eine Maiskolben-Aufarbeitungsanlage, bestehend aus Aufbereitung, Mahlung und mechanischer Trennung, erarbeitet. Dieser technische Vorschlag wurde in einer Pilotanlage umgesetzt, wobei diese Anlage so flexibel ausgelegt ist, dass Feinjustierungen in den Produktqualitäten (Korngrößen, Verteilung der Korngrößen, etc.) noch vorgenommen werden können.

Gleichzeitig wurden in dieser Phase Laborversuche zur Bestimmung der wichtigsten Produktparameter durchgeführt. Dies inkludierte die Bestimmung der Aufnahmefähigkeit für Öl und andere Schadstoffe als Funktion der Korngrößen und der Feuchtigkeit des Ausgangsstoffes, der optimalen Korngröße für Ölabscheidung in wässrigen Systemen etc.



Abb.: Schwimmversuch Heizöl Extra Leicht und Wasser, Untersuchungen zur Entfärbungswirkung von Färbereiabwässern (vassische Farbstoffe: Bezacryl Blau GRL 300)

Am Ende der Prozessentwicklungsphase wurde die Pilotanlage errichtet und ein detaillierter Versuchsplan für den Betrieb erstellt, um ausreichende Mengen zur Produkterprobung herzustellen.



Abb.: Mühlenpilotanlage im Vollbetrieb

Produkterprobung

In der Produkterprobungsphase wurden in der Pilotanlage ausreichende Mengen an Produkten erzeugt, um eine detaillierte Prüfung der Produkteigenschaften zu ermöglichen. Dazu wurde mit Produktnutzern zusammengearbeitet, um neben den Tests im Labormaßstab auch ausreichend praktische Erfahrung zu sammeln. Diese Erfahrungen wurden ausgewertet und für die Weiterentwicklung der Produkte verwendet. Neben den Produkteigenschaften in der primären Anwendung umfasste diese Phase auch Untersuchungen zur optimalen Entsorgung der Produkte nach Gebrauch.

Weiters wurde in dieser Phase die Qualitätssicherung für die Produkte untersucht. Dies betrifft einerseits die Sicherung der Wirksamkeit der Produkte in der Anwendung im Bereich des Katastrophen- und Umweltschutzes, andererseits die Konstanz in Wirkung und äußerer Erscheinung für die Produkte im Bereich der Tierhygiene.

Am Ende der Produkterprobungsphase stehen ein Verfahren zur (kombinierten) Herstellung von Ölbindemittel und Tierhygiene-Produkten aus Maiskolben, eine funktionierende Pilotanlage, eine Wirtschaftlichkeitsberechnung des Prozesses für eine 3.000 jato Anlage sowie in der Praxis nachgefragte Produkte zur Verfügung.

Ergebnisse

Im Projekt wurde die außergewöhnliche strukturelle Qualität der Maisspindel in Hinsicht auf Adsorption bestätigt. Auf Grund der ausgezeichneten Saugfähigkeit des Maisspindelgranulats eignen sich sämtliche Produkte als Adsorptionsmaterial für unterschiedlichste Medien (wie Wasser, Öl, Geruchs-/Farbstoffe oder Kationen). Maiskolbenprodukte sind inert, untoxisch und können somit relativ unproblematisch entsorgt werden, abhängig davon mit welchen Stoffen adsorptiv beladen wurde.

Es wurde ein wirtschaftliches Verfahren entwickelt und als Pilotanlage (Durchsatz ca. 40 kg Rohstoffe pro Stunde) aufgebaut, das Maisgranulat für unterschiedliche Anwendungszwecke herstellen kann. Dabei ist die kombinierte Herstellung von Ölbindemittel und Hygienematerial (für den Einsatz z.B. als Kleintierstreu) mittels Schneidmühle und Sichtenanlage als zentrale Prozessschritte am profitabelsten. Bei einer dezentralen Anlage mit 3.000 Jahrestonnen Produktion und guter Auslastung muss der Abgabepreis für Ölbindemittel über 60 Cent und für Hygienematerial über 30 Cent pro Kilogramm liegen (ohne Vertrieb). Im Marktvergleich sind diese Preise erzielbar. Unter praktischen Bedingungen konnte nachgewiesen werden, dass adsorptives Maisgranulat zur

- Verwendung als Ölbindemittel auf festem Untergrund im Katastrophen- und Umweltschutz und in der Reinigung von verschmutzten Böden (Werkstätten etc.) gut geeignet ist (Granulatfraktion 0,3 bis 2 mm, Ölbindemittel Typ III R, Adsorptionsfähigkeit 0,70 bis 0,9 kg Öl pro kg Granulat).
- Verwendung als Ölbindemittel für Gewässer, ebenfalls im Katastrophen- und Umweltschutz, nicht geeignet ist, da mit keinem Hydrophobierverfahren die geforderte Schwimmfähigkeit (vgl. Typ I/II R) erreicht werden konnte.
- Verwendung als Tierhygiene-Material (Katzenstreu, etc.) sehr gut geeignet ist (Granulatfraktion z.B. Kleinnager 2 bis 3,5 mm oder Katzen 3,5 bis 8 mm; Adsorptionsfähigkeit ca. 1,0 bis 1,3 kg Wasser pro kg Granulat).

Schlussfolgerungen

Die Nutzung der Maiserntereste eröffnet auf einigen Ebenen wirtschaftliche Chancen. Für innovative landwirtschaftliche Betriebe bewirkt die Spindelnutzung ein Zusatzeinkommen von + 22 % zur Körnermaisernte. Der ländliche Raum kann durch dezentrale Verarbeitungsbetriebe wirtschaftlich gestärkt werden (Wertschöpfung bei einer 3.000 t/ja Anlage 1,4 Mio. Euro pro Jahr), eine kleinräumige Prozessindustrie entwickeln und die Basis nachhaltiger Technologien zur langfristigen Nutzung vorhandener Rohstoffe legen.

2. Maisgranulat zur Immobilisierung von Lipasen

Zielsetzung

Das Projekt hatte das direkte Ziel, Lipasen als heterogene Biokatalysatoren (d.h. an Trägermaterial fixiert) für die Veresterung und Umesterung von Fettsäuren bzw. Glyceriden einzusetzen. Dies sollte durch Immobilisierung (Fixierung) von verschiedenen Lipasen auf Maiskolbengranulat ermöglicht werden.

Lipasen haben große Bedeutung als Biokatalysatoren in der Fett- und Ölindustrie, hier vor allem für Interesterifikationen, sind aber als einmal verwendbare Katalysatoren für die Herstellung von Bulkprodukten wie z.B. Biodiesel heute noch zu teuer. Hier erweist sich die Immobilisierung als optimale Lösung. Immobilisierte Enzyme können öfters und ohne Probleme oder aufwändige Präparation bei verschiedensten Reaktionen eingesetzt werden. Dadurch scheint es möglich, Lipasen möglichst rentabel auch als Biokatalysatoren für die Biodieselproduktion, insbesondere für die Produktion von Ethylestern und anderer Ester höherer Alkohole, wie z.B. Isopropylester, zu verwenden.

Immobilisierte Lipasen sind zwar schon seit längerer Zeit im Einsatz, aber als Träger dafür wurden bis jetzt meist Polymere wie Polyethylen eingesetzt. Der neue Ansatz, der für dieses

Projekt gewählt wurde, basiert auf der Verwendung eines nachwachsenden Rohstoffs als innovatives Trägermaterial.

Derzeit gibt es für die Produktion von Estern höherer Alkohole nur schlecht funktionierende klassische Methoden, die zusätzlich große Probleme mit Abfallstoffen mit sich bringen. Klassische Methoden verwenden Kalium- oder Natriumhydroxid als Katalysatoren, die im Anschluss neutralisiert werden müssen und so große Mengen an Salzen bilden, die entweder zu entsorgen sind, oder im Falle von Kalilauge als Düngemittel eingesetzt werden.

Inhalt

Ausgehend von einer Literaturrecherche wurden in einem ersten Screening verschiedenste Lipasen in Lösung bzw. Suspension auf ihre Eignung für Ver- und Umesterungsreaktionen geprüft, um mit ausgesuchten Vertretern Immobilisierungsversuche durchzuführen. Nach Überprüfung des Immobilisierungsgrads und der Beständigkeit der Immobilisierung wurden die bereitgestellten immobilisierten Lipasen-Muster für Ver- und Umesterungen eingesetzt, um Aussagen zur Aktivität und Stabilität der immobilisierten Lipasen zu bekommen. Basierend auf den erarbeiteten Ergebnissen wurde eine Bewertung für eine großtechnische Umsetzung erstellt, wobei ökonomische und ökologische Aspekte im Vordergrund standen.

Ergebnisse

Aus 21 käuflich erwerbbaaren Lipasen wurden drei ausgewählt, mit denen Immobilisierungsversuche an Maiskolbengranulat durchgeführt wurden. Die mit der optimierten Immobilisierungsmethode hergestellten Katalysatoren wurden sowohl im Batch-Betrieb, als auch in einer kontinuierlichen Apparatur in zahlreichen Einzelversuchen für Ver- und Umesterungen eingesetzt. Dabei wurden die Abhängigkeiten von den Reaktionsparametern wie Zeit, Temperatur und Molverhältnissen, sowie die Standzeiten bei wiederholtem Einsatz untersucht. Es zeigte sich, dass die immobilisierten Enzyme sich sehr gut für alle untersuchten Alkohole eignen und hohe Umsatzraten zu erreichen sind, jedoch eine Abtrennung des gebildeten Glycerins notwendig ist.

Die ökologische Bewertung mittels SPI-Index (Sustainable Process Index) zeigte, dass das neue Verfahren signifikante Vorteile gegenüber klassischen Methoden bietet. Mittels Wirtschaftlichkeitsberechnung wurden Preise bzw. Standzeiten für die immobilisierten Lipasen entwickelt, bei denen eine wirtschaftliche Umsetzung des neu entwickelten Verfahrens möglich ist. Der neu entwickelte Prozess der Biodiesel-Erzeugung unter Nutzung immobilisierter Lipasen auf dem nachwachsenden Rohstoff Maiskolbengranulat zeigt durchwegs gute Chancen, bereits in naher Zukunft auch wirtschaftlich gegenüber herkömmlichen Verfahren konkurrenzfähig zu sein.

Schlussfolgerungen

Im Rahmen des Projekts wurde eine wissenschaftliche Methode entwickelt, die eine mögliche Alternative zur derzeitigen Biodieselherstellung darstellen könnte. Maiskolbengranulat hat sich als Trägermaterial mit ausgezeichneten adsorptiven Eigenschaften erwiesen, Lipasen können beinahe quantitativ darauf immobilisiert werden. Als limitierende Faktoren wurden der Preis und die Lebensdauer der Lipasen erkannt, während sonst keine technischen Hindernisse oder Schwierigkeiten zu erwarten sind.

Ein wichtiger Schritt für eine technische Umsetzung ist die Partnerschaft mit einer Enzymfirma, die an einer gemeinsamen Entwicklung eines billigen Katalysators interessiert ist. In ei-

ner derartigen Kooperation muss an der kostengünstigen Produktion geeigneter Lipasen gearbeitet werden. Wenn eine derartige Kooperation gefunden wird, ist die Umsetzung in einer Demonstrationsanlage der nächste Schritt.

Vorerst können die gewonnenen Erkenntnisse nicht sofort in eine technische Biodieselproduktion umgesetzt werden, da der Preis für die kommerziell erhältlichen Enzyme zu hoch ist. Allerdings kann eine Umsetzung sofort durchgeführt werden, wenn andere Fettsäurealkylester damit hergestellt werden, welche einen höheren Marktpreis erzielen und mit herkömmlichen Verfahren nicht hergestellt werden können. Dazu zählen z.B. Fettsäureester mit höheren oder verzweigten Alkoholen, welche ein besseres Kälteverhalten als Methylester zeigen und die z.B. aus Tierfett hergestellt werden könnten.

Potential

Basierend auf der EU-Direktive 32/2003, der zufolge bis zum Jahr 2010 mindestens 5.75 % des Energiebedarfs im Transportsektor aus nachwachsenden Rohstoffen stammen sollen, besteht erhöhter Handlungsbedarf. Insbesondere Biodiesel, als der alternative Kraftstoff mit der größten Akzeptanz, wird in den nächsten Jahren wesentlich dazu beitragen, die EU-Ziele zu erfüllen. Die innovative Technologie der auf Maisgranulat immobilisierten Lipasen leistet einen weiteren Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung, da die Lipasentechnologie dem heutigen Referenzprozess ökologisch überlegen ist.

10 Brennstoffzellen

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Mittels Brennstoffzellen kann chemische Energie ressourcenschonend und effizient in elektrische Energie umgewandelt werden. Fortschritte bei der Entwicklung von Brennstoffzellensystemen können einen maßgeblichen Schritt in Richtung einer schadstoffärmeren und saubereren Zukunft bedeuten. Zurzeit ist jedoch sowohl der Einsatz von Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzellen (PEM), als auch von Hochtemperatur-Brennstoffzellen (SOFC) auf einzelne Anwendungen beschränkt. Für diese Anwendungen sind teure Einzelfertigungsprozesse notwendig. Da die Erforschung von Brennstoffzellensystemen erst seit verhältnismäßig kurzer Zeit ein zentrales Thema darstellt, mangelt es noch an Technologien zur Massenfertigung im erforderlichen Umfang. Gelingt es, entsprechende Verfahren zu entwickeln, könnten Brennstoffzellensysteme schon bald auch für den Einsatz in Artikeln des täglichen Bedarfs zur Verfügung stehen.

Ziele und Herausforderungen

Im Projekt „Massenanfertigung für PEM-Brennstoffzellen“ sollte geklärt werden, ob Komponenten von PEM-Brennstoffzellen mit Hilfe der Spritzgießtechnologie und deren Sonderverfahren in kostengünstiger Massenfertigung herzustellen sind. So könnten PEM-Brennstoffzellen in kleinen Geräten wie beispielsweise in Mobiltelefonen oder Laptops zum Einsatz kommen.

Im Rahmen von „EASYCELL - Designoptimierung für PEM-Brennstoffzellen“ wollte man durch Optimierung des Designs der PEM-Brennstoffzelle eine breite Anwendung ermöglichen. Um das zu erreichen, sollte eine lateral betriebene Brennstoffzelle (EasyCell) realisiert werden, bei der die Befeuchtungseinheit für den Wasserstoffstrom zur Gänze weggelassen werden kann.

Das grundlegende Ziel des Projekts „Miniaturisierte keramische Hochtemperatur Brennstoffzellenkomponenten“ war die Evaluierung und Entwicklung eines ressourcenschonenden und energieeffizienten Massenfertigungsverfahrens für die Herstellung von miniaturisierten oxydkeramischen Hochtemperatur-Brennstoffzellen-Komponenten (SOFC).

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

Zum Themenbereich „Brennstoffzellen“ liegen im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ die Projekte „Massenanfertigung für PEM-Brennstoffzellen“, „EASYCELL - Designoptimierung von PEM-Brennstoffzellen“ und „Miniaturisierte keramische Hochtemperatur-Brennstoffzellenkomponenten“ vor.

1. Massenfertigung für PEM-Brennstoffzellen

Projektleitung:

DI Friedrich Lehner

Aktueller Kontakt:

Thomas Schlauf

FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH
Viktor Kaplan Straße 2, A-2700 Wr. Neustadt

Tel.: +43 (0)2622 90333-22

Fax: +43 (0)2622 90333-99

E-Mail: schlauf@fotec.at

Internet: www.fotec.at

Endbericht: Nr. 25/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

2. EasyCell - Designoptimierung von PEM Brennstoffzellen zur Reduzierung der Nebenaggregate, zur Vereinfachung des Stoffmanagements und zur Erleichterung der Massenfertigung

Projektleitung:

DI Friedrich Lehner

Aktueller Kontakt:

Thomas Schlauf

FOTEC Forschungs- und Technologietransfer GmbH
Viktor Kaplan Straße 2, A-2700 Wr. Neustadt

Tel.: +43 (0)2622 90333-22

Fax: +43 (0)2622 90333-99

E-Mail: schlauf@fotec.at

Internet: www.fotec.at

Endbericht: Nr. 87/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

3. Miniaturisierte keramische Hochtemperatur Brennstoffzellenkomponenten

Projektleitung:

Dr. Nils Stelzer

Austrian Research Centers GmbH
A-2444 Seibersdorf

Tel.: +43 (0)5 0550-3351

E-Mail: nils.stelzer@arcs.ac.at

Endbericht: Nr. 69/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Polymer-Elektrolyt-Membran Brennstoffzellen (PEM)

1. Massenfertigung für PEM-Brennstoffzellen

Eine PEM-Brennstoffzelle besteht aus einer Membran, auf der an beiden Seiten Elektroden-Katalysator-Material (E/K Material), eine Gasdiffusionslage (GDL) und eine Bipolarplatte angebracht sind. Voraussetzung für eine industrielle Umsetzung war die Klärung von fertigungstechnischen Aspekten wie beispielsweise die geforderten Abmessungen bzw. Eigenschaften (z.B. die Leitfähigkeit gewisser Komponenten). Das Forschungsvorhaben beschäftigte sich vor allem mit der Fragestellung, ob und wie sich eine Massenproduktion von allen Komponenten bewerkstelligen lässt.

Herausforderung

Zu diesen Fragestellungen konnten zu Projektbeginn noch keine Aussagen getroffen werden, da die Kombination der notwendigen Sonderverfahren eine Novität darstellte. Weiters musste geklärt werden, ob die Komponenten auch in der geforderten Qualität hergestellt werden können. Im Laufe des Projekts bediente man sich verschiedener Methoden, um das Ziel zu erreichen. Ausgehend von Literaturrecherchen und ExpertInnenbefragungen wurden folgten konstruktive Arbeiten zur Entwicklung von Werkzeugen geleistet, welche die Herstellung der geforderten Strukturen ermöglichen. In weiterer Folge arbeitete das Team an praktischen Materialuntersuchungen und Spritzversuchen sowie der Charakterisierung der hergestellten Komponenten bzw. PEM-Brennstoffzellen.

Kernthema war die Entwicklung einer Werkzeugtechnik, welche die Herstellung von mikrostrukturierten Formteilen (Bipolarplatten) und von Membranen ermöglicht. Die wesentliche Herausforderung stellte dabei die Realisierung einer variothermen Prozessführung dar. Ohne diese ist eine erfolgreiche Abformung der angeführten Komponenten nicht möglich. Mit dem Werkzeug zur variothermen Prozessführung wurden Versuche durchgeführt, um Aussagen über die Eignung für eine Massenfertigung sowie die erzielbare Qualität zu generieren. Nachdem mit dieser Entwicklung Neuland betreten wurde, konnte auf keinerlei Daten zurückgegriffen werden. Man konnte sich lediglich auf Erfahrungen vorangegangener Projekte beim Antragsteller und der Projektpartner stützen. Im Themenbereich Brennstoffzellen-Technologie bzw. Elektrochemie wurde auf das Know-how und die Erfahrungen des Forschungspartners EICHEM Kompetenzzentrum für Angewandte Elektrochemie zurückgegriffen.

Herstellung der Komponenten

Im Zuge des Projekts konnten die notwendigen prozesstechnischen Voraussetzungen geschaffen werden, um Membranen herzustellen. Auch die Funktionsfähigkeit konnte erfolgreich nachgewiesen werden. Die ursprüngliche Absicht, Membranen für Brennstoffzellen mittels Spritzgießen herzustellen, wurde allerdings nicht weiter verfolgt. Versuche im Rahmen des Projekts ergaben, dass ein für Membranmaterial ausreichend sulfoniertes SPEEK seine thermoplastischen Eigenschaften verliert und daher vorläufig spritzgießtechnisch nicht verarbeitbar ist.

Weiters konnte gezeigt werden, dass E/K-Material mittels Heißpressen auf Membranmaterial aufgebracht werden kann. Die Anforderungen an GDL-Material bezüglich Leitfähigkeit und Offenporigkeit des Schaums ließen sich nur unter hohem technologischem Aufwand erfüllen. Dieser Aufwand ist angesichts der heute zum Einsatz gelangenden Lösung mit Kohlepapier bzw. Kohlenstoffgewebe nicht gerechtfertigt. Es gelang, ein Compound mit 70 Gew% Graphit erfolgreich zu Bipolarplatten zu verarbeiten. Die aus dem Graphitanteil resultierende Leitfähigkeit betrug 212 S/m.

Aufgrund der unterschiedlichen Eigenschaften der Komponenten einer PEM-Brennstoffzelle ist es auch aus Kostengründen nicht sinnvoll, alle diese Komponenten spritzgießtechnisch herzustellen. Vor allem bei der Gas-Diffusions-Lage wird das konventionelle Kohlepapier mittelfristig keine Substitution erfahren.

Massenfertigungsprozess

Es konnten auf Basis der Versuchsreihen die folgenden Teilschritte zur Massenfertigung von PEM-Brennstoffzellen erarbeitet werden:

1. Ziehen von Membranmaterial als Band aus der Lösung
2. Beidseitiges und gezieltes Aufbringen von E/K-Material auf das Band
3. Ausschneiden der MEAs aus dem Band
4. Ausschneiden der GDL aus Bandmaterial (z.B. Kohlepapier)
5. Spritzgießen der Bipolarplatten und
6. Assemblierung der Komponenten MEA, GDL und Bipolarplatte. Dies zu realisieren bedarf der Zuhilfenahme von Handlingautomaten.

Ergebnis

Im Zuge der Abschlussuntersuchungen konnte eine funktionsfähige PEM-Brennstoffzelle zusammengebaut werden. Die folgende Tabelle listet die dafür eingesetzten Komponenten auf.

Komponente	Werkstoff	Lieferant	Herstellung
Membran	SPEEK	Echem	im Rahmen des Projektes
E/K-Material beidseitig	Ruß Vulcan mit Platin	Echem	zugekauft
2 Gas-Diffusions-Lagen	Kohlepapier	Echem	zugekauft
2 Bipolarplatten	PP 70 Gew% Graphit	Fotec	im Rahmen des Projektes

Tab.: Eingesetzte Komponenten für PEM-Brennstoffzelle

Die PEM-Brennstoffzelle mit den im Rahmen des Projekts hergestellten Bipolarplatten sowie der Membran aus SPEEK ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

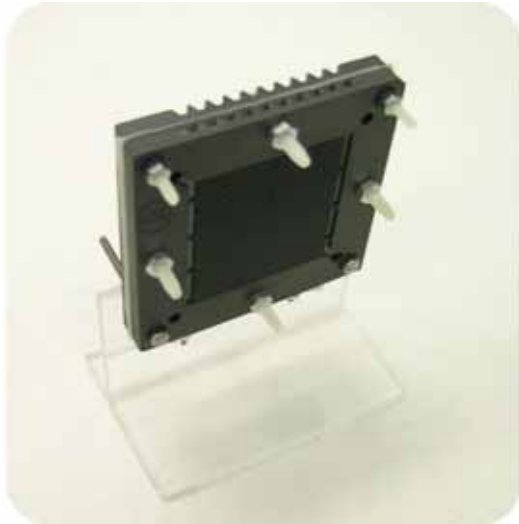


Abb.: PEM-Brennstoffzelle mit Komponenten aus Eigenfertigung.
Quelle: FOTEC

2. EASYCELL - Designoptimierung für PEM-Brennstoffzellen

Im Rahmen des Projekts „EASYCELL“ sollte durch Optimierung des Designs der Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen (PEM-Brennstoffzellen) eine breite Anwendung ermöglicht werden. Geplant war die räumliche Struktur einer PEM-Brennstoffzelle durch eine planare Struktur zu substituieren. Kernthemen waren dabei die Minimierung der Nebenaggregate, die Vereinfachung des Stoffmanagements und eine massenfertigungsgerechte Konstruktion.

Bei der Entwicklung wollte man Strukturänderungen, wie sie in der Halbleitertechnik vor 40 Jahren stattgefunden haben, analog auch für die Brennstoffzellentechnik erproben. Es sollte geklärt werden, ob Komponenten von PEM-Brennstoffzellen in Richtung Verringerung der Baugröße, Einsparung von Einzelkomponenten und Nebenaggregaten in kostengünstiger Massenfertigung herzustellen sind.

Herausforderung

Im Projekt mussten zahlreiche Fragen geklärt werden: Das Potenzial eines lateralen Betriebs einer PEM-Brennstoffzelle war zu untersuchen. Weiters war unklar, wie das Katalysatormaterial an geeigneten Stellen im Flow-field gezielt und strukturiert aufgebracht werden kann. Darüber hinaus sollte auch geklärt werden, wie das mikrostrukturierte Flow-field ausgelegt sein muss, dass eine brauchbare Befeuchtung der Membran gewährleistet werden kann und ob der Grundkörper der EasyCell mit der notwendigen Mikrostrukturierung (Mikrostrukturen im Bereich von 100 μm) mit einem geeigneten Massenfertigungsverfahren in der geforderten Qualität herstellbar ist. Letztendlich war zu klären, ob Prototypen der EasyCell in der geforderten Qualität gebaut werden können.

Entwicklung einer Prototypserie

Zur Fertigung der Grundplatte konnte das kostengünstige Massenfertigungsverfahren Spritzgießen herangezogen werden. Die Membran- und die strukturierte Katalysatoraufbringung wurde durch die Entwicklung eines eigenen Verfahrens zur Herstellung der EasyCell bewerkstelligt. In Hinblick auf eine Massenproduktion wurden zahlreiche begleitende Versuche und Untersuchungen durchgeführt.

Auch in diesem Projekt stützte man sich zuerst auf Literaturrecherche und ExpertInnenbefragungen. Anschließend wurden praktische Untersuchungen der Wasserausbreitung an einem Prüfstand und konstruktive Arbeiten und Überlegungen zur Entwicklung eines Konzepts für die strukturierte Katalysatoraufbringung durchgeführt. Aufbauend auf konstruktiven Arbeiten und Überlegungen zur Auslegung des Grundkörpers der EasyCell folgten praktische Spritzversuche und deren Auswertung. Es wurde eine Prototypserie der EasyCell hergestellt und charakterisiert.

Untersuchungen zeigten, dass sich ein auf eine typische Membran aufgetragener Wassertropfen 2 mm ausbreitet. Das Ergebnis lässt darauf schließen, dass die Befeuchtung einer EasyCell ohne Befeuchtungseinheit, sondern lediglich durch das in der EasyCell entstehende Reaktionswasser erfolgen kann. Zur strukturierten Katalysatoraufbringung wurde ein spezielles Verfahren entwickelt, bei dem durch das Einbringen eines Trägermaterials in die Gaskanäle des Grundkörpers der EasyCell eine Katalysatorschicht aufgebracht werden konnte.

Ergebnis

Mit Hilfe des Mikrospritzgießverfahrens und der Unterstützung der beiden Firmenpartner HTP High Tech Plastics AG (Mikroformenbau) und Battenfeld Kunststoffmaschinen GmbH (Hersteller von Mikrospritzgießmaschinen) konnte die Herstellung der Grundkörper einer EasyCell unter den Gesichtspunkten einer Massenfertigung erfolgreich bewerkstelligt werden. Neben dem Grundkörper der EasyCell, der mittels Mikrospritzgießen hergestellt wurde, wurde E/K-Material und Membranmaterial bei Lieferanten zugekauft.

Aufgrund der Neuheit und Kleinheit der EasyCell mussten die Vorrichtungen zur Erfassung der Leistungsdaten entsprechend angepasst werden. Die elektrotechnische Charakterisierung der EasyCell zeigte, dass die Leistungsdaten der EasyCell im Vergleich zu jenen konventioneller vertikaler Brennstoffzellen in weiteren Entwicklungsarbeiten noch verbessert werden müssten.

Die folgende Abbildung zeigt einen Prototyp der im Rahmen des Projekts entwickelten und realisierten EasyCell mit einer Hilfsträgerplatte zur Aufnahme der Stromableitungen und der Sauerstoffzufuhr.

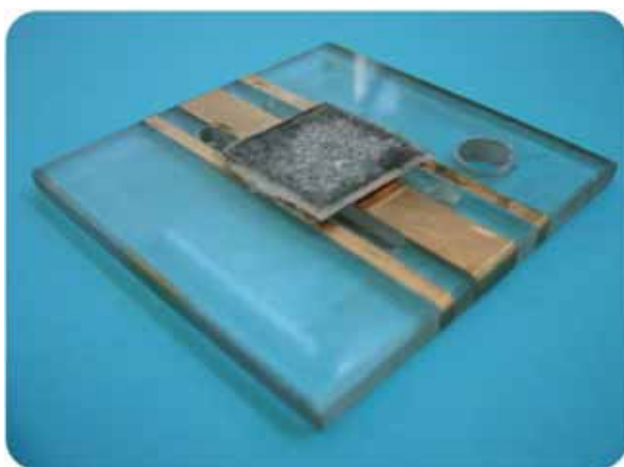


Abb.: EasyCell
Quelle: FOTEC

Schlussfolgerungen

Im Zuge des Projekts „Massenfertigung für PEM-Brennstoffzellen“ konnte das Projektteam Fertigungsstrategien erarbeiten, die für den traditionellen Aufbau einer PEM-Brennstoffzelle richtungsweisend sein könnten. Die spritzgießtechnische Herstellung von Bipolarplatten, die nach konventionellen Methoden einen erheblichen Anteil der Herstellkosten beanspruchen, konnte erfolgreich bewerkstelligt werden. Es konnten ein verfahrenstechnisches Konzept zur variothermen Prozessführung sowie Maschinen- und Prozesseinstellparameter erarbeitet werden. Weiters konnte die Entwicklung der variothermen Prozessführung und der Werkzeugtechnologie auch in Richtung Herstellung der Membran einer PEM-Brennstoffzelle bis zum Prototypstatus vorangetrieben werden.

Im Rahmen von „EASYCELL“ konnte das Projektteam eine neuartige und lateral betriebene Brennstoffzelle entwickeln (EasyCell). Der laterale Betrieb der Polymer-Elektrolyt-Membran, der zu einer Verebnung der Struktur der Brennstoffzelle führt, war in diesem Bereich ein innovativer Ansatz. Es wurden Prototypserien der EasyCell hergestellt und auf ihre Leistungsdaten untersucht. Die Ergebnisse sind sehr viel versprechend, entsprechen jedoch noch nicht dem Zielwert. Weitere Entwicklungs- und Optimierungsschritte - vor allem hinsichtlich der Verbesserung der Verfahren zur Herstellung des Elektroden-Membran-Verbundes – sind notwendig. Darüber hinaus müsste die volumetrische Leistungsdichte der lateralen Zelle durch konstruktive Maßnahmen im Bereich des Grundkörpers weiter gesteigert werden.

Um einen weiteren signifikanten Schritt in Richtung der Leistungssteigerung der EasyCell und somit in Richtung Anwendung anzustellen, ist eine Optimierung der einzelnen Komponenten bzw. des Aufbaus der lateralen PEM-Brennstoffzelle erforderlich.

Hochtemperatur Brennstoffzellen (SOFC)

3. Miniaturisierte keramische Hochtemperatur Brennstoffzellenkomponenten

Die Hochtemperatur Brennstoffzelle (SOFC) ist ein umweltfreundliches Energiesystem, das bei Betriebstemperaturen zwischen 800 und 1000° C Sauerstoffionen leitend macht. Die SOFC kann sowohl fossile Primärenergieträger, als auch erneuerbare Sekundärträger zur Wärme und Stromgewinnung nutzen. Von Bedeutung sind vor allem die geringen Emissionen, da unter Einsatz von Wasserstoff und Luft reines Wasser als Abgas entsteht.

Im Bereich der Herstellung von SOFC Komponenten werden derzeit, je nach Design, für planare Systeme, Tape casting, Tape calendaring, Siebdruck und elektrostatische Verfahren sowie für tubulare Systeme Extrusion, Plasma- und andere Sprühverfahren sowie Tauchverfahren eingesetzt. Diese herkömmlichen Herstellungsprozesse zur Produktion von keramischen Hochtemperatur-Brennstoffzellen-Komponenten sind mit einem sehr hohem Energieverbrauch Energie und teuren Material-Ressourcen verbunden.

Zielsetzung

Im Projekt zielte darauf ab, durch die Kombination innovativer Materialien und Technologien (Entwicklung und Einsatz von nano-skaligen Werkstoffen und energieeffizienten Co-Sinterverfahren) eine deutliche Steigerung der Ressourceneffizienz zu erreichen. Dazu wurden folgende technische Ziele verfolgt:

- Entwicklung und Herstellung von nano-skaligen keramischen SOFC-Materialien zur Senkung der Sintertemperaturen.
- Entwicklung von geeigneten Feedstocks für das Co-Sintern von nano-skaligen keramischen SOFC-Materialien.
- Evaluierung von Ressourcen schonenden Massenfertigungsverfahren wie Powder Injection Moulding, Extrusion und Dip-Coating für die Herstellung von mehrschichtigen miniaturisierten keramischen Hohlkörpern.
- Entwicklung eines energieeffizienten Co-Sinterverfahrens für die Herstellung von miniaturisierten keramischen Mehrschicht-Hohlkörpern.
- Assemblierung und Test eines SOFC-Stacks.

Komponentenentwicklung

Die Entwicklung von nano-skaligen oxidkeramischen SOFC-Materialien für die energieeffiziente Herstellung der Anoden/Elektrolyt/Kathoden-Einheiten (kurz: AEK) erfolgte über hydrothermale und Sol-gel Synthesen. Um einen Vergleich zu Standardmaterialien zu ermöglichen, wurden die entsprechenden SOFC-Materialien auch über normale Fällungsreaktionen hergestellt bzw., soweit möglich, zugekauft. Die anschließende Entwicklung von extrusions- oder spritzgussfähigen Feedstocks (Pulver-Binder-Mischungen) erfolgte durch gezielte Einstellung und Abstimmung der rheologischen Eigenschaften der keramischen Materialien. So wurden etwa Lösungsmittel, Binder und Additive variiert, um das Co-Sintern der AEK-Einheiten zu ermöglichen.

Für die Massenproduktion der SOFC-Komponenten mussten neue Feedstocks im jeweiligen Zielwerkstoff für die Anode oder den Elektrolyt entwickelt und hergestellt werden. Entscheidende Anforderungen wurden dabei nicht nur an die Homogenität des Feedstocks, sondern auch an dessen Kompatibilität mit dem jeweiligen Nachbarwerkstoff gestellt. Als wesentliche Verfahren zur Massenfertigung von SOFC-Komponenten wurden das Spritzgussverfahren sowie die Extrusion und mögliche Tauch- und Sprühverfahren auf ihre Möglichkeiten hin evaluiert.

Hierbei wurde im Fall des Spritzgießens ein Werkstück gefertigt, das – vorgegeben durch das Design – als Negativform für die Herstellung der miniaturisierten SOFC-Komponenten diente. Die dabei erhaltenen Grünlinge wurden mittels Thermografie auf ihre Bruch- und Rissfreiheit hin untersucht. Im Fall der Anoden gestützten SOFC wurden danach Elektrolyt und Kathode über Tauch oder Sprühverfahren aufgebracht. Im anschließenden Co-Sintern wurden die entsprechenden Temperaturprofile und notwendigen Atmosphären getestet und entwickelt, um auch nach diesem letzten Prozessschritt bruch- und rissfreie SOFC-Komponenten zu erhalten. Diese wurden hinsichtlich ihrer thermischen Zyklierbarkeit und elektrischen Leistung getestet. Weiters musste geklärt werden, ob das eingesetzte Herstellungsverfahren auch die notwendige Stabilität in der Reproduzierbarkeit der SOFC-Komponenten gewährleistet. Abschließend wurden die SOFC-Komponenten assembliert und ein erster SOFC-Stack hergestellt und getestet.



Abb.: Co-gesinterte NiO-YSZ/YSZ und NiO-YSZ/YSZ/LSM Röhrrchen

Aufgrund der Probleme bei der Qualitätssicherung der YSZ Sprühbeschichtungen konnten keine ausreichend relevanten Daten aus Leistungstests erhalten werden. Der angestrebte Stackbau mit YSZ-Sprühbeschichteten Anodensupport-Röhrrchen sowie die weiteren Untersuchungen in Bezug auf die Temperaturwechselbeständigkeit mussten daher zunächst zurückgestellt werden.

Durch Zusammenarbeit mit einem vom Kooperationspartner ALPPS initiierten Projekts (E2MOBIGEN) konnten die im Projekt entwickelten Anodensupport-Röhrrchen dennoch erfolgreich für Leistungstests eingesetzt werden. Es wurden die mittels Powder Injection Moulding (PIM) hergestellten Anodensupports anschließend über Elektrophorese mit YSZ beschichtet und mittels Sprühbeschichtung eine LSM Kathodenschicht aufgetragen. Diese Zellen erreichten in ersten Vorversuchen bei $T = 850^\circ \text{C}$ unter H_2 -Zufuhr bereits eine Leistungsdichte von $0,36 \text{ W/cm}^2$, ein im internationalen Vergleich hervorragender Wert für tubulare Hochtemperatur-Brennstoffzellen.

Nachhaltigkeit und SOFC

Neben der technischen Umsetzung eines nachhaltigen Prozesses zur Herstellung von miniaturisierten Hochtemperatur-Brennstoffzellen bestand in diesem Projekt die grundsätzliche Frage nach der Nachhaltigkeit der Herstellungsprozesse sowie dem Einsatz von Hochtemperatur-Brennstoffzellen. Hierzu wurde eine Literaturstudie durchgeführt, um Informationen zu bereits vorhandenen Lebenszyklusanalysen von Hochtemperatur-Brennstoffzellen zu erhalten. Außerdem wollte man möglichen energiepolitischen Szenarien zur Unterstützung einer Einführung von Hochtemperatur-Brennstoffzellen nachgehen.

Aufgrund der stetigen Entwicklung in den Herstellungsprozessen, den verwendeten Materialien, dem Brennstoffzellen-Design und den energiepolitischen Entwicklungen konnte jedoch nur eine Momentaufnahme über den tatsächlichen Umwelteinfluss bzw. die Nachhaltigkeit von Hochtemperatur-Brennstoffzellen gegeben werden. Eine Literaturstudie zeigte, dass die Frage nach der Nachhaltigkeit von Hochtemperatur-Brennstoffzellen bis dato nur in geringem Ausmaß behandelt wurde.

Schlussfolgerung

Die überaus positiven Ergebnisse der Kombination von elektrophoretischen YSZ-Schichten auf mittels PIM hergestellten Ni-YSZ Anodensupport sollten in der Zukunft als Ausgangspunkt für die weiteren notwendigen Entwicklungen dienen. Auf diesem Weg können die angestrebten Ziele eines nachhaltigen Herstellungsprozesses sowie die Herstellung eines leistungsfähigen Hochtemperatur-Brennstoffzellen-Stacks erreicht werden.

11 i³– Sustainable Food Management

EINLEITUNG

Ausgangssituation

In der Fleischverarbeitung werden über die gesamte Produktionskette hinweg erneuerbare Ressourcen eingesetzt. Das ist aber nicht zwangsläufig ein Indiz für nachhaltiges Wirtschaften. Auch „Reservoirs“ nachwachsender Rohstoffe können übernutzt werden: Überdüngung des Bodens, einseitigen Anbau von Pflanzen oder nicht-artgerechte Tierhaltung infolge des Massenproduktionszwangs sind einige Beispiele. Die Erfassung und Bewertung der Ressourcennutzung von der Urproduktion bis zur Fleischverarbeitung hilft, nicht-nachhaltige Formen der Landwirtschaft zu erkennen und den Bestand weitgehend erneuerbarer Ressourcen planbar zu machen. Auf diesem Weg kann auch ein wesentlicher Beitrag zur Lebensmittelsicherheit geleistet werden. Durch das Angebot hochwertiger Nahrungsmittel kann die Lebensqualität der EndverbraucherInnen maßgeblich erhöht werden.

Ziele und Herausforderungen

Ziel des Projekts war es, ein Modell für nachhaltiges Management in einem Unternehmen der Fleisch verarbeitenden Industrie umzusetzen. Im Zentrum des Projekts stand die Entwicklung eines integrierten Managementmodells. Ein wesentlicher Schwerpunkt war dabei, die Relevanz aller wirtschaftlichen AkteurInnen eines Unternehmens der Lebensmittelindustrie zu erheben und zu bewerten. Die Erfassung sollte alle vor- und nachgelagerten Stufen in der Wertschöpfungskette (landwirtschaftliche Urproduktion, Vertrieb und Verkauf der Produkte) miteinschließen und bis zum überregionalen Netzwerk der Erzeugerbetrieben (verschiedene FleischverarbeiterInnen) reichen. Ziel dieser Integration war die Stärkung der traditionellen regionalen Netzwerke zwischen Urproduktion und Verarbeitungsbetrieben im Gegensatz zu aktuellen Tendenzen in Richtung einer überregionalen Einkaufspolitik, in deren Zentrum der Rohstoffpreis steht und Nachhaltigkeitsfaktoren vernachlässigt werden.

Um diese Projektziele erreichen zu können, mussten folgende Fragen beantwortet werden: Was ist Nachhaltigkeit? Wer ist Teil der Nachhaltigkeit des Unternehmens? Was ist Teil der Nachhaltigkeit des Unternehmens? Wie kann Nachhaltigkeit bewertet werden? Wie ist die Bewertung strategisch und operativ umzusetzen? Welches EDV-System kann die Nachhaltigkeit des Unternehmens unterstützen?

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

Im Rahmen der Programmlinie "Fabrik der Zukunft" wurden zwei Projekte durchgeführt. „Sustainable Food Management I“ diente vor allem der Analyse der Kernprozesse des Unternehmens. Es wurde ein EDV-Prototyp entwickelt, der im Rahmen von „Sustainable Food Management II“ weiterentwickelt wurde.

1. i³ - Sustainable Food Management: Ein Modell zum Management betrieblicher Nachhaltigkeit in der Lebensmittelindustrie - integriert in 3 Dimensionen.

Projektleitung:

DI Dr. Jochen Gassner
AUDIT Software GmbH
Radegunderstraße 43, A-8045 Graz

Tel.: +43 (0)316 833 588-16

Fax: +43 (0)316 833 588-4

E-Mail: jgassner@audit.at

Endbericht: Nr. 73/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

2. i³ - Sustainable Food Management II - Ein Modell zum Management betrieblicher Nachhaltigkeit in der Lebensmittelindustrie - integriert in 3 Dimensionen (Jahr 2)

Projektleitung:

Walter König, Eberhard Feichtinger

Tel.: +43 (0)3334 31310-25

E-Mail: eberhard.feichtinger@feinkost-schirnhofer.at

Christian Laschet

Tel.: +43 (0) 3334/31310-87

E-Mail: controlling@feinkost-schirnhofer.at

Endbericht noch nicht publiziert.

INHALT

„Sustainable Food Management I“ war auf eine Laufzeit von drei Jahren ausgelegt. Das Folgeprojekt nahm ein weiteres Jahr in Anspruch. Am Beginn stand eine Analyse- und Arbeitsphase im Bereich der Kernprozesse des Unternehmens. Dabei wurden alle wichtigen Kernprozesse erhoben. Darüber hinaus wurden Bewertungsmethoden im Umfeld betrieblicher Nachhaltigkeit und die im Unternehmen in Einsatz befindlichen Bewertungsverfahren analysiert. Es wurden Kennzahlen zur Bewertung aller Nachhaltigkeitsaspekte der Kernprozesse ermittelt. In weiterer Folge wurden die EDV-Systeme des Unternehmens auf ihre Eignung zur Nutzung des neuen Managementmodells untersucht.

Unternehmensanalyse

Bei der Unternehmensanalyse wurden die Nachhaltigkeitsfaktoren Ökonomie, Ökologie und Lebensmittelqualität berücksichtigt. Es wurden Modelle zur Erstellung der einzelnen Prozessschritte der erfassten Produkte entwickelt. Den Produkten und Prozessschritten wurden Aufwendungen an Material (Rohstoffe, Hilfsstoffe, Betriebsstoffe), an Energie sowie an Personal zugeteilt. Gleichzeitig wurden die Outputs an Abfällen, Abwasser und gasförmigen Emissionen ermittelt. Die so gewonnenen Modelle dienen als Basis für die ökologische und betriebswirtschaftliche Analyse der Kernprozesse.

Auf Basis der Ergebnisse wurden die betriebswirtschaftlich wesentlichen Parameter herausgearbeitet. Das waren je nach Prozessschritt Ausbeute, Ausbringen, Lagerzeiten und -kosten, Durchsatz, Personalkosten und -zeiten, Lagerschwund und Ähnliches. Als ökologisch relevante Parameter im Bereich der Kernprozesse ergaben sich vor allem Abfallmengen, Abwassermengen und -frachten sowie der Energieverbrauch. Gasförmige Emissionen waren dabei von eher untergeordneter Bedeutung. Gleichzeitig wurden den Prozessschritten Faktoren, die aus Sicht der Lebensmittelsicherheit und -qualität relevant sind, etwa Bearbeitungszeiten, Lagerzeiten, Temperaturen, pH-Werte, Wassergehalte, zugeteilt. Die erarbeiteten Faktoren dienen als Basis für die Analyse der Lebensmittelsicherheit der Kernprozesse.

Bewertung

Nach der Analyse der Kernprozesse und der Bestimmung relevanter Parameter stellte sich die Frage nach der Bewertung der Parameter. Man wollte eine Wissensbasis auch für über die Kernprozesse hinausgehende Phasen schaffen. Aus diesem Grund wurde die Analyse existierender Bewertungsmethoden nicht auf die Bewertung von Produktionsprozessen beschränkt. Im betriebswirtschaftlichen Bereich wurden Methoden der Unternehmensbewertung, wie z.B. Substanzwertverfahren, Ertragswertverfahren, Economic Value Added, Shareholder Value, untersucht. Später zeigte sich, dass diese für das Projekt von untergeordneter Bedeutung waren. Im Bereich der betriebswirtschaftlichen Kennzahlen wurden selbstverständlich auch Bilanzkennzahlen wie Kapitalstruktur, Liquidität, Rentabilität sowie die Gewinn- und Verlustrechnung berücksichtigt.

Gleichzeitig wurden Bewertungsmethoden für KundInnen (KundInnenzufriedenheit, -bindung, -umsatzanalyse, -portfolio, -potenzial) und Lieferanten (Logistik, wirtschaftliche Situation der Lieferanten, Dienstleistungen der Lieferanten) entwickelt. Ebenso wurden Methoden zur Bewertung des Personals untersucht (Schulungskennzahlen, Wissensbilanzen, Personalkosten) und in die Analyse aufgenommen. Zusätzlich wurden Verfahren aus dem Bereich der Nachhaltigkeitsbewertung wie der Stakeholder Value Ansatz oder die Sustainability Balanced Scorecard untersucht. Für die zu bewertenden Prozesse stellten sich die folgenden Kennzahlen als zielführend heraus:

- Ausbringen,
- Ausbeute (für Zerlegeschritte und für die Produktion von Wurst- und Selchwaren),
- Personalkosten und -aufwendungen (für sämtliche Prozessschritte),
- Lagerzeiten,
- Lagerkosten,
- Lagerschwunde,
- Kühlverluste (für Lager und Kühl Schritte),
- Anteil der Produktionszeit an der Gesamtzeit,
- Anteil der Rüstzeit an der Gesamtzeit,
- Anteil der Hilfszeit an der Gesamtzeit (für alle Prozessschritte; Rüstzeit v.a. bei Maschineneinsatz),
- Materialverbrauch (für die Herstellung von Wurstwaren).

Für die genannten Prozesskennzahlen ist die Ermittlung von Plangrößen (etwa in Form von Rezepturen) zur Prozessüberwachung sinnvoll. Die Bewertung von Produkteigenschaften wurde im Bereich der Lebensmittelqualität erfasst.

Ökologische Bewertung

Zur ökologischen Bewertung wurden Umweltleistungskennzahlen (Materialverbrauch, Energieverbrauch, Emissionen in Boden, Wasser und Luft) als Absolutwerte oder bezogen auf Produktionsgrößen (Energieverbrauch pro Produkt) herangezogen. Neben den Leistungskennzahlen, die den „Umweltdruck“ von Prozessen und Betrieben abbilden, wurden auch Umweltzustandskennzahlen (Konzentration von Substanzen in Wasser oder Boden, Existenz sensibler Ökosysteme, etc.) berücksichtigt. Weiters wurden Umweltkostenkennzahlen als Brücke zwischen ökologischen und ökonomischen Betrachtungen und Umweltmanagementsystemkennzahlen zur Messung von Umweltmanagementsystemen (beispielsweise Schulungsstunden im Umweltbereich) einbezogen.

Die genannten Verfahren stellten Elemente der Beziehung zwischen Prozessen bzw. Betrieben und deren natürlicher Umwelt in Kennzahlensystemen nebeneinander. Unterschiedliche Elemente bleiben jedoch unvergleichbar. Als vergleichbar zeigten sich die unterschiedlichen ökologischen Aspekte erst durch hochaggregierte Indices wie MIPS, die Methode der ökologischen Knappheit, die Methode der Effektkategorien (CML) oder den Sustainable Process Index.

Als zielführend für die Bewertung der Kernprozesse im Rahmen des Projekts wurden Umweltleistungskennzahlen sowie Umweltkostenkennzahlen angesehen. Im Konkreten zählten dazu Energieverbrauch (Anteil nicht erneuerbar und erneuerbar), Abfallmengen, Abfallkosten, Abwassermengen, Abwasserfrachten. Als Bezugsgröße bot sich in allen Fällen der Produktausstoß an, für die Abwasserkennzahlen auch die Anzahl der Mitarbeiter. Von einer Prozessbewertung mit hochaggregierten Indices wurde abgesehen. Der Mehrwert für die Bewertung der Kernprozesse war nicht ausreichend. Es zeigte sich, dass hochaggregierte Indices vor allem für die Bewertung von Alternativen entlang der Wertschöpfungskette von Nutzen sein könnten. Umweltzustandskennzahlen schließlich erwiesen sich als für Prozessbewertung von untergeordneter Bedeutung. Sie kamen vor allem in der Bewertung von Lieferanten im Bereich der Landwirtschaft zum Einsatz.

Lebensmittelsicherheit

Im Bereich der Bewertung von Lebensmittelsicherheit und -qualität wurde an der Quantifizierung und Modellierung von Lebensmittelsicherheit gearbeitet. Als Methode der Modellierung hat sich der Einsatz des Food Micro Model als zielführend herausgestellt. Dabei wurde die Bewertung von Lebensmittelsicherheit und -qualität entlang des Produktionsprozesses anhand von messbaren Prozesseigenschaften wie Temperatur, aw-Wert (verfügbares Wasser) oder pH-Wert und von Laborwerten (z.B. Keimzahlen) durchgeführt. Zusätzlich kamen Qualitätskenngrößen wie Anzahl der Reklamationen oder Retouren zum Einsatz.

Jahr 1 im Projektmodul Lebensmittelsicherheit diente der Analyse potentieller Risiken hinsichtlich Sicherheit und Qualität im Betrieb Schirnhöfer. Dazu wurden die ausgewählten Modelllinien einer Prozessanalyse in fein gerasterten Teilschritten unterzogen. Berücksichtigt wurden Input, Output, Verweilzeiten und produktionstechnische Parameter. An diesem Prozessmodell wurde sodann eine theoretische Relevanzanalyse und Gefahrenanalyse im klas-

sischen Sinne des HACCP-Konzepts durchgeführt. Insgesamt konnten so acht Prozesse einer Bewertung zugeführt werden. Weitere Entwicklungsschritte erfassten mikrobiologische und chemische Daten an den Prozessschritten.

Aus allen Erhebungen ergab sich eine kritische Masse von Datenmaterial zur praktischen Risikoabschätzung und als Berechnungsgrundlage für mathematische Risikomodelle. Abweichungen von Normparametern wurden in Versuchsansätzen simuliert und einer Auswertung zugeführt.

Ein weiterer Entwicklungsschritt lag in der Vernetzung von Faktoren hinsichtlich Qualität und Lebensmittelsicherheit mit deren Auswirkung auf andere Managementfaktoren wie z.B. Finanzen, Recht oder Umwelt. Die Sicherheitsfaktoren flossen schließlich in eine betriebliche Bewertungsmatrix ein.

Entwicklung eines EDV-Systems

Die Anforderungen aus Analyse- und Bewertungsphase wurden in Form eines Datenmodells abgebildet. Das Datenmodelldiagramm stellte die zur Erfüllung der Anforderungen aus den Bereichen Ökologie, Ökonomie und Hygiene notwendige Grunddatenstruktur in Form von Datenbanktabellen und deren Beziehungen zueinander dar.

Das wesentliche Instrument dafür war die EDV-basierte Darstellung des Betriebes und seiner Produktionsprozesse in Form von Güter-, Stoff- und Energieflüssen. Um die Integration weiterer Managementfaktoren zu ermöglichen, musste die bereits standardisierte Methodik (etwa LCA, betriebliche Input-Output-Bilanzen) um Risikoflüsse für Qualität und Hygiene der zu erzeugenden Produkte, also Faktoren, die bisher wissenschaftlich noch nicht aufgearbeitet worden sind, erweitert werden.

Das genaue Anforderungsprofil für das EDV-System ergab sich aus den Prozessmodellen und den gewählten Kenngrößen zur Bewertung. Dazu kamen organisatorische Anforderungen und Anforderungen an das Management. Um eine ausreichende Prozessbewertung zu gewährleisten, waren Investitionen in die EDV-Infrastruktur notwendig. Die vorhandene EDV wurde um zusätzliche Datenerfassungspunkte an neuralgischen Stellen im Produktionsbetrieb erweitert. Ziel des neuen Systems war es, dass sowohl der Produktionsbetrieb als auch alle KundInnen und LieferantInnen entlang der Wertschöpfungskette (Landwirtschaft, Verarbeitung und Verkauf) die Kennzahlen einsehen können.

Ergebnisse

Im Zuge der Projekte „Sustainable Food Management I und II“ konnte ein Management-Modell entwickelt werden, das Unternehmen im Sinne der Nachhaltigkeit unterstützt. Zentrale Aspekte waren dabei Ökonomie, Ökologie und Lebensmittelsicherheit. Es wurden Nachhaltigkeitsstrategien erarbeitet, umgesetzt und bewertet. Bei der Erarbeitung von Kennzahlen wurden alle Einflussbereiche und -faktoren entlang der Wertschöpfungskette berücksichtigt. Auf Basis der Ergebnisse konnte ein Datenmodell zur EDV-technischen Umsetzung erstellt werden. Daneben wurde ein Softwareprototyp zur Umsetzung der neuen Anforderungen entwickelt.

Das Modell, das im Rahmen der beiden Projekte entwickelt werden konnte, ermöglicht es einem Unternehmen, alle Nachhaltigkeitsaspekte im Unternehmen und in der Unterneh-

mensumwelt zu berücksichtigen. Der Informationsfluss im Unternehmen und zwischen dem Unternehmen und anderen AkteurInnen (KundInnen und LieferantInnen) wird durch ein EDV-System unterstützt, das für diesen Anwendungszweck maßgeschneidert wurde.

12 Dienstleistungen der Zukunft

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Die Idee nachhaltiger Produkt-Dienstleistungssysteme (PDL) entstand als logische Entwicklung aus dem Ecodesign-Ansatz heraus. Ecodesign legt den Fokus auf den Produktlebenszyklus mit seinen fünf Phasen – Rohstoffgewinnung, Herstellung, Transport, Nutzung, End of life – und zielt darauf ab, die Umweltbelastungen während dieser Phasen zu vermeiden bzw. zu minimieren. Das geschieht vorwiegend durch verschiedene am Produkt selbst ansetzende Strategien. In einer Weiterentwicklung von Ecodesign findet bei nachhaltigen Produkt-Dienstleistungssystemen ein Wechsel in der Denkweise unternehmerischer Tätigkeit statt: Nicht mehr Herstellung und Verkauf von Produkten stehen im Vordergrund, stattdessen soll den KonsumentInnen der gewünschte Nutzen bereitgestellt werden. Der Nutzen kann darin bestehen, dass ein Bedürfnis möglichst bequem befriedigt oder die Lebensqualität erhöht wird. Die Idee nachhaltiger Produkt-Dienstleistungssysteme ist, dass der Konsument in vielen Fällen nicht am eigentlichen Produkt (z.B. Waschmaschine), sondern nur an dessen Funktionen oder Leistungen (z.B. Waschen, Schleudern, Trocknen) interessiert ist. Es geht dem Endverbraucher um den Nutzen, der seine Bedürfnisse (z.B. saubere, zusammengelegte, sofort verwendbare Kleidung) befriedigt.

Ziele und Herausforderungen

Im Rahmen des Projekts „Öko-effiziente Produkt-Dienstleistungskonzepte“ erfolgte eine Bestandaufnahme erfolgreich umgesetzter PDLs. Weiters wurde ein Bewertungsmodell zur Messung des Beitrags öko-effizienter Produkt-Dienstleistungskonzepte zur nachhaltigen Entwicklung erarbeitet. Im Rahmen des Projekts wurde ein Leitfaden für die Initiierung, Planung, Gestaltung und Umsetzung von öko-effizienten Produkt-Dienstleistungskonzepten entwickelt, um die neue Methodik umzusetzen.

Im Projekt „Leuchttürme für industrielle Produkt-Dienstleistungssysteme“ wurden Beispiele, Möglichkeiten und Grenzen nachhaltiger Produkt-Dienstleistungssysteme strukturiert aufgearbeitet. Das Projekt bereitete Argumente, relevante Materialgruppen bzw. Dienstleistungsbereiche, interessierte Betriebe, anzusprechende Fachverbände sowie Fallbeispiele auf und identifizierte Erfolgsfaktoren, Barrieren oder Promotoren für Produkt-Dienstleistungssysteme.

Im Zuge des Projekts „PDL-Strategien“ wurden bedarfsfeld- und branchenspezifische Strategien zur Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Produkt-Dienstleistungsinnovationen erarbeitet. Schwerpunkte waren die Erfassung konkreter Umsetzungsmöglichkeiten und möglicher Hemmfaktoren.

Im Projekt „Dienstleistung Schmierung“ konnten die Vorteile einer Dienstleistung Schmierung aufgezeigt werden. Neuer Ansatz war eine Verschiebung der Konzentration auf die zu lösende technisch-wirtschaftliche Aufgabe der Schmierung. Bis dato setzte man bei Standard-Schmiermitteln an und passte die technischen Anlagen daran an. Mit dem neuen Konzept können Lebensdauer und Effizienz der Anlagen und Maschinen maximiert und zugleich negative Umwelteinflüsse minimiert werden.

Das anwendungsorientierte Projekt „Erstellung eines Konzepts zur Entwicklung der ‚Dienstleistung Schmierung‘“ zeigt an einem Beispiel, wie eine Dienstleistungsbereitstellung konkret aussehen kann. Dazu wurden die Anforderungen von Maschinen- und AnlagenbauerInnen an die Dienstleistung Schmierung erhoben und strukturiert. Im Weiteren folgten Definition, Überprüfung der Machbarkeit und Konzeption dieser Dienstleistung in Form einer engen Kooperation mit der/dem KundIn.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

Das Themenfeld Produktdienstleistungen stellte einen Schwerpunkt im Rahmen der 4. Ausschreibung der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ dar. Eine Reihe von Projekten wurde durchgeführt, um öko-orientierte bzw. nachhaltige Dienstleistungen zu fördern:

1. Öko-effiziente Produkt-Dienstleistungskonzepte - Gemeinsame Entwicklung zukunftsfähiger Geschäftsfelder mit Hilfe einer Methodik für die Initiierung, Gestaltung und Umsetzung öko-effizienter Produkt-Dienstleistungskonzepte, inklusive Leitfaden

Projektleitung:

Mag. Barbara Hammerl
JOANNEUM RESEARCH Forschungsgesellschaft mbH
Institut für Nachhaltige Techniken und Systeme (JOINTS)
Steyrergasse 17, A-8010 Graz

Tel.: +43(0)316 876-2423
Fax: +43(0)316 876-2430
Email: barbara.hammerl@joanneum.at
Internet: www.joanneum.at

Endbericht: Nr. 10/2003 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

2. Leuchttürme für industrielle Produkt-Dienstleistungssysteme: Herausragende Beispiele von Produktdienstleistungssystemen; Potentialerhebung in Europa und Anwendbarkeit in Österreich

Projektleitung:

Dr. Friedrich Hinterberger, Mag. Mark Hammer
Sustainable Europe Research Institute (SERI)
Garnisongasse 7/27, A-1090 Wien

Tel.: +43(0)1 9690728-0
Fax: +43(0)1 9690728-17
E-Mail: friedrich.hinterberger@seri.at, mark.hammer@seri.at
Internet: www.seri.at

Endbericht: Nr. 15/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

3. PDL-Strategien - Erarbeitung von bedarfsfeld- und branchenspezifischen Strategien zur Entwicklung und Umsetzung von Produkt-Dienstleistungsinnovationen

Projektleitung:

Dr. Friedrich Hinterberger, Mag. Mark Hammer
Sustainable Europe Research Institute (SERI)
Garnisongasse 7/27, A-1090 Wien

Tel.: +43(0)1 9690728-0

Fax: +43(0)1 9690728-17

E-Mail: friedrich.hinterberger@seri.at, mark.hammer@seri.at

Internet: www.seri.at

Die Laufzeit des Projekts ist bis Ende Jänner 2008 geplant.

4. Erstellung eines Konzepts zur Entwicklung der „Dienstleistung Schmierung“ zur Maximierung der Anlagenlebensdauer auf Basis ionischen Flüssigkeiten als Spezial-schmiermittel

Projektleitung:

DI Dr. Michael Kotschan MBA
pro ionic Production of Ionic Substances
Peter Tunner Straße 19, A-8700 Leoben

Tel.: +43 (0)3842 47044-20

Fax: +43 (0)3842 47044-78

E-Mail: info@proionic.at

Internet: www.proionic.at

Endbericht: Nr. 5/2007 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

1. Grundlagenstudie: Öko-effiziente Produkt-Dienstleistungskonzepte

Öko-effiziente Produkt-Dienstleistungen (Eco-Services) sind Leistungsangebote, die auf eine ökologische und effiziente Nutzung eines Sachguts abzielen. Dabei kann grundsätzlich zwischen produkt-, nutzen- und ergebnisorientierten Dienstleistungen unterschieden werden. Bei allen Dienstleistungen soll mit geringerem Ressourcenverbrauch ein gleicher oder höherer Nutzen für die KonsumentInnen erzielt werden.

Die Umsetzung öko-effizienter Dienstleistungsangebote stellt ein großes Potenzial zur gemeinsamen Gestaltung nachhaltiger Produktions- und Konsumsysteme dar. Im Zuge einer konsequenten Orientierung am Nutzen der/des KonsumentInnen muss dieser möglichst früh in den Entwicklungsprozess öko-effizienter Dienstleistungen bzw. Produkt-Dienstleistungskonzepte einbezogen werden. Für den einzelnen Betrieb können sich dadurch völlig neue, erweiterte Verantwortungsbereiche und Handlungsspielräume ergeben, beispielsweise in den Beziehungen zu seinen Anspruchsgruppen oder in der Entwicklung neuer Geschäftsfelder.

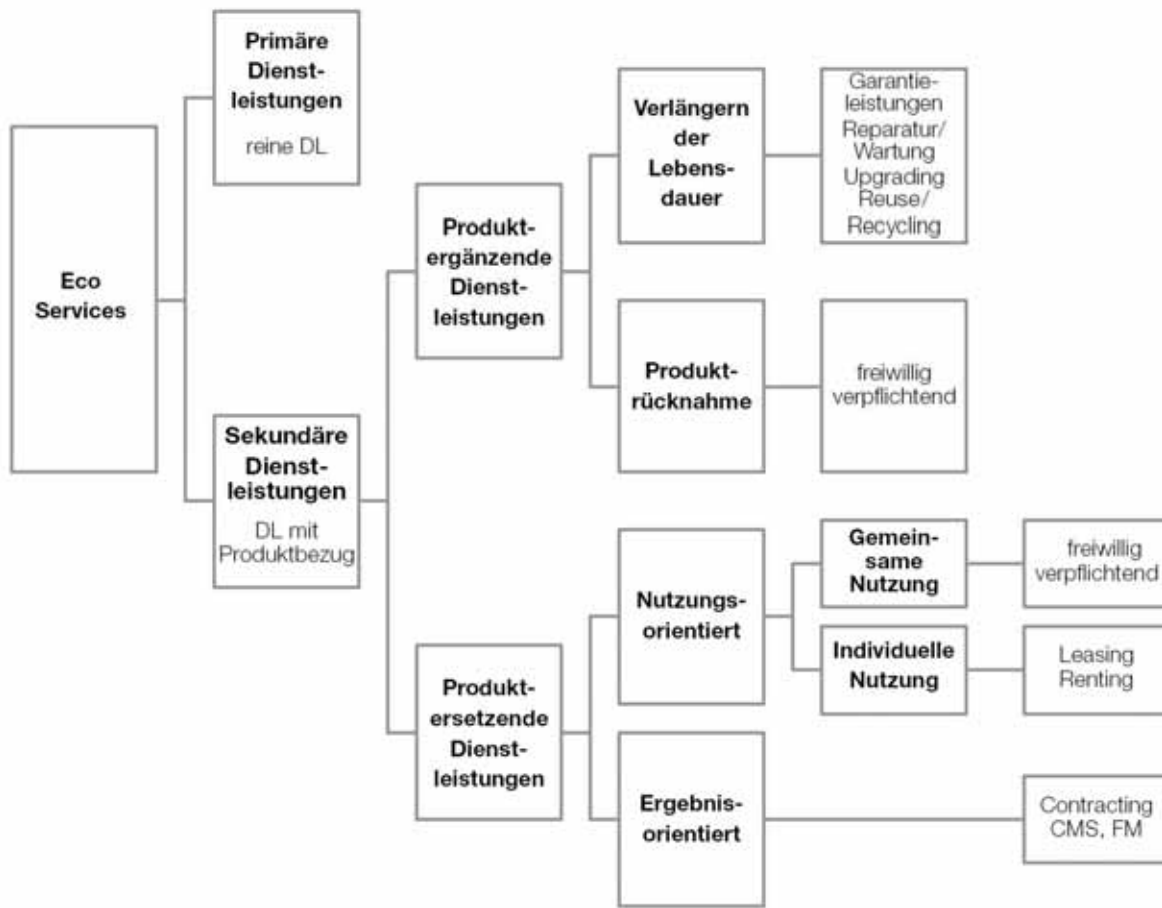


Abb.: Systematik von Produkt-Dienstleistungskonzepten

Ein wesentliches Merkmal des Projektvorhabens „Öko-effiziente Produkt-Dienstleistungskonzepte“ war es, mittels einer Workshopreihe die 13 beteiligten IndustriepartnerInnen als Zielgruppe für die Anwendung der Methodik von Beginn an durch geeignete Partizipationsprozesse miteinzubeziehen.

Rahmenbedingungen

Im Projekt wurden die Rahmenbedingungen öko-effizienter Produkt-Dienstleistungskonzepte in ausgewählten Bedarfsfeldern untersucht. Mit Hilfe eines mehrdimensionalen Analyserasters wurden die branchen- bzw. bedarfsfeldspezifischen Rahmenbedingungen von Produkt-Dienstleistungen sowie die speziellen Rahmenbedingungen der beteiligten Industriepartner eingehend analysiert. Die Umfeldanalyse umfasste:

- volkswirtschaftliche, kulturelle, institutionelle und (umwelt-) rechtliche Rahmenbedingungen,
- ziel- bzw. kundengruppenspezifische Rahmenbedingungen (Akzeptanz, Kaufentscheidungen),
- theoretische Umsetzungsmöglichkeiten für öko-effiziente Produkt-Dienstleistungskonzepte (state of the art) und
- unternehmensinterne Aspekte (Unternehmensstrategie, Motive der Geschäftsführung, Organisation, technologische Aspekte etc.).

Bewertung

Ausgewählte Produkt-Dienstleistungen wurden in Bezug auf die Reduktion der lebenszyklusweiten Umweltbelastungen, die Wettbewerbssituation, die Entwicklung neuer Märkte, die Beschäftigungssituation sowie die KundInnenzufriedenheit untersucht. Es wurden Bewertungsmethoden und Indikatoren eingesetzt, die potentielle Vorteile für den einzelnen Betrieb, für die KonsumentInnen und für die Umwelt leicht verständlich darstellen. Das Zusammenführen ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte der Nachhaltigkeit wurde dabei erstmals mit Hilfe der so genannten „Multikriteriellen Bewertungs- oder Entscheidungsanalyse“ (MKA) durchgeführt.

Leitfaden für Unternehmer

Im Rahmen einer Workshopreihe wurde gemeinsam mit den beteiligten IndustriepartnerInnen eine Methodik entwickelt und angewandt, die zukünftig als Leitfaden für die Initiierung, Entwicklung, Gestaltung und Umsetzung von öko-effizienten Produkt-Dienstleistungskonzepten dienen soll. Betriebe sollen mit diesem Instrument in die Lage versetzt werden, schrittweise alternative Strategien zum Verkauf von Produkten zu entwickeln.

Es entstand ein umfangreicher Leitfaden, der Unternehmen eine praktische Hilfestellung und Orientierung bei der konkreten Umsetzung und Entwicklung nachhaltiger Produkt-Dienstleistungssysteme gibt. Der Leitfaden gliedert sich in sechs Kapitel. Die Kapitel 1 bis 4 enthalten jeweils einen Textteil, eine Praxisaufgabe sowie Arbeitsblätter. Im Textteil werden die theoretischen Grundlagen und notwendigen Informationen zu den einzelnen Themen kurz vorgestellt. Die Praxisaufgaben sind interaktive Übungen, die zum besseren Verständnis der Theorie im Projektteam durchgespielt werden sollen. Auch die Arbeitsblätter am Ende der Kapitel sind direkt für die Verwendung im Team vorgesehen. In Kapitel 5 wird eine nachhaltige Produktdienstleistungsidee von A bis Z vorgestellt. Sie wurde im Rahmen der Pilotworkshopreihe von einem teilnehmenden Betrieb entwickelt. Kapitel 6 gibt schließlich eine Einführung in die Evaluierung von Entwicklungsprozessen. Im Anhang des Leitfadens befinden sich ein Glossar verwendeter Begriffe sowie weiterführende Literaturtipps und Links. Auf der dem Leitfaden beiliegenden CD-ROM finden sich alle in der Workshopreihe verwendeten Arbeitsblätter sowie das Bewertungstool.

Projektergebnis

Im Rahmen des Projekts erfolgte eine Bestandaufnahme erfolgreich umgesetzter PDLs. Weiters wurde ein Bewertungsmodell zur Messung des Beitrags öko-effizienter Produkt-Dienstleistungskonzepte zur nachhaltigen Entwicklung erarbeitet. Der im Rahmen des Projekts entwickelte Leitfaden für die Initiierung, Planung, Gestaltung und Umsetzung von öko-effizienten Produkt-Dienstleistungskonzepten macht die neue Methodik umsetzbar.

2. Leuchttürme für industrielle PDL-Systeme: Fallbeispiele und Erfolgsfaktoren

Das Angebot nachhaltiger Produkt-Dienstleistungen (PDL) stellt einen wesentlichen Beitrag auf dem Weg zu einer nachhaltigen Entwicklung dar. Tatsache ist jedoch, dass sich dieser Paradigmenwechsel – weg vom Verkauf von Produkten, hin zur Bereitstellung von Lösungen zur Befriedigung menschlicher Bedürfnisse – in der Praxis noch nicht merklich durchgesetzt hat. Das Projekt „Leuchttürme für PDL-Strategien“ greift diese Problematik auf.

Grundsätzlich werden zwei Arten von Dienstleistungsansätzen unterschieden: Entweder werden Dienstleistungen für die/den EndkundIn angeboten (business-to-consumer, b2c) oder aber für andere Wirtschaftsunternehmen (business-to-business, b2b). Generell ist das Potential für Dienstleistungen im b2b Bereich höher. Grund dafür ist, dass Eigentum an Produkten nicht denselben hohen Stellenwert besitzt wie im privaten Bereich, wo Besitz in vielen Fällen mit Status, Macht und Reichtum gleichgesetzt wird.

Das Projekt konzentrierte sich auf ausgewählte Bedarfsfelder im Business to Business (b2b) Bereich. Nationale, europäische und internationale Produkt-Dienstleistungssysteme wurden erfasst und nach einer Analysematrix untersucht und bewertet. In Form von Workshops und Interviews wurden nationale und internationale Experten, Unternehmer und Entscheidungsträger in den Prozess eingebunden. Zusätzlich wurden besonders herausragende Produkt-Dienstleistungen (PDL-Leuchttürme) aus verschiedenen Bedarfsfeldern ausgewählt und exemplarisch dargestellt.

Bedarfsfelder (unterstützende Prozesse)	Erläuterungen, Beispiele
Reinigen von Anlagen und Maschinen, Räumen und Gebäuden, Halbzeugen und Bauteilen	Reinigungsmaterial und -mittel/-chemikalien; Entfetten von Bauteilen
Betrieb von Maschinen und Anlagen	inkl. Instandhaltung, Wartung, Reparatur (Werkzeuge, Betriebsstoffe, Schmiermittel, Kühlstoffe); Maschinenring
Energieversorgung	Elektrizität und Wärme; inkl. Kühlungs- und Aufheizprozesse, Prozesswärme
Wasserversorgung und Abwasserentsorgung	In erforderlicher Qualität für den jeweiligen Produktionsprozess
Chemikalienbasierende Versorgungsprozesse	„Chemical Management Services“ z.B. Lösungsmittel, Pestizide; Betriebsgase
Mobilität – Distribution/Transport	Inkl. Verpackung, Transport mit geeigneten Transportmitteln
Recycling	Inkl. Reverse-Logistiksysteme

Tabelle: Bedarfsfelder im b2b-Bereich

Die geplanten Arbeitsaufgaben wurden von vier Partnern in neun Arbeitspaketen bearbeitet. Im ersten Schritt wurden interessante Branchen, Materialgruppen und Bedarfsfelder für Produkt-Dienstleistungssysteme erhoben. Es wurde die methodische Herangehensweise für die Umsetzung von Produkt-Dienstleistungen analysiert und optimiert. Außerdem wurden Kriterien festgelegt um die Nachhaltigkeit von Produkt-Dienstleistungen im Detail zu bewerten. Weiters wurden Kostenfaktoren, Preisgestaltung und rechtliche Rahmenbedingungen für

Verträge herausgearbeitet und der Zusammenhang von Produkt-Dienstleistungen und Produktdesign erklärt. Darüber hinaus wurden Fallbeispiele aufbereitet: Erfolgsfaktoren und Hemmnisse, Nutzenaspekte und Argumente für Produkt-Dienstleistungen wurden dabei herausgearbeitet.

Projektergebnis

Wesentliches Ergebnis des Projekts war die strukturierte Aufarbeitung von Beispielen, Möglichkeiten und Grenzen nachhaltiger Produkt-Dienstleistungssysteme. Das Projekt bereitete Argumente, relevante Materialgruppen/Dienstleistungsbereiche, interessierte Betriebe, anzusprechende Fachverbände sowie Fallbeispiele auf und identifizierte Erfolgsfaktoren, Barrieren oder Promotoren für Produkt-Dienstleistungssysteme.

Zusammenfassend über alle Bedarfswelder konnten folgende Erfolgsfaktoren und Barrieren nachhaltiger Produkt-Dienstleistungssysteme identifiziert werden:

Erfolgsfaktoren	Barrieren
Höhere Lebensqualität (Gesundheit, Sicherheit, Bequemlichkeit, ...)	KundInnenakzeptanz
Auslagerung von Verantwortung, Risiko und Haftung	Höhere Anschaffungskosten (ohne Kalkulation der Amortisation)
Rechtliche/steuerliche Rahmenbedingungen; Förderungen	Mangelnde Informationen; fehlendes Wissen und Know-How
Erfolgsbeispiele, Pilotforschungsprojekte	Rechtliche Hemmnisse (strenge Auflagen)
Kosteneinsparungen (Wegfall von Anschaffungskosten, Reduktion von Betriebskosten, Kostenwahrheit)	kurzfristige Denkweise (fehlende Lebenszyklusbetrachtung, fehlende Kostenrechnung)
Kooperationen	Falsche Preissignale (fehlende Internalisierung externer Kosten)

Tab.: Erfolgsfaktoren und Barrieren nachhaltiger Produkt-Dienstleistungssysteme

Die bereits initiierte Homepage www.serviceinnovation.at wurde im Rahmen des Projekts überarbeitet und zu einem Online-Portal für nachhaltige Produkt-Dienstleistungen weiterentwickelt.

3. Strategien zur Entwicklung und Umsetzung von PDL-Innovationen

Die Entwicklungs- und Forschungsarbeiten im Bereich Produkt-Dienstleistungen haben in den vergangenen Jahren zu einer Reihe von Umsetzungsbeispielen und Analysen über zukunftsfähige Bedarfswelder und Branchen sowie Erfolgsfaktoren und Barrieren geführt. Um eine weitere Stärkung des Angebots an nachhaltigen Produkt-Dienstleistungen zu erzielen, ist eine Bündelung des vielfältigen Know-how, der Erfahrungen und der Kompetenzen zu

diesem Thema zentral. Im Rahmen dieses Projekts wurde daraus eine Art „businessplan“ für die Umsetzung von PDL-Innovationen in Bedarfsfeldern entwickelt.

Im Zentrum des Projekts „PDL-Strategien“ stand die Erarbeitung von bedarfsfeld- und branchenspezifischen Strategien zur Entwicklung und Umsetzung von Produkt-Dienstleistungsinnovationen. Das Hauptaugenmerk wurde auf die konkrete Umsetzung und mögliche Hemmfaktoren von PDL gelegt: Zur Überwindung bestehender Umsetzungshemmnisse für PDL-Ideen wurde ein strukturierter Diffusionsprozess, begleitet von einem moderierten Strategieentwicklungsprozess, in Unternehmen durchgeführt.

Projekthalt

Best practice Beispiele spielen eine große Rolle für die Verbreitung von Produkt-Dienstleistungen in unterschiedlichen Branchen. Es ist daher wichtig, die Information über und Verfügbarkeit von best practice Sammlungen unter Einbindung bestehender Informations- und Innovationskanäle zu verbessern.

Im Rahmen des Projekts wurden moderierte Fachgespräche im Rahmen von halbtägigen Workshops mit Unternehmen entlang von Wertschöpfungsketten und anderen involvierten AkteurInnen wie z.B. Fachbänden veranstaltet. Man wollte gemeinsam die beschriebenen Fragestellungen diskutieren und beantworten und bedarfsfeldspezifische Strategien für die Umsetzung nachhaltiger Produkt-Dienstleistungssysteme erarbeiten.

In Summe wurden rund 100 Unternehmen und 800 involvierte AkteurInnen aus Unternehmen, Politik und Interessensverbänden persönlich angesprochen, qualifiziert informiert und in den Strategieentwicklungsprozess eingebunden. Es wurden folgende Bedarfsfelder herangezogen:

- Ernährung
- Wohnen
- Betrieb von Maschinen und Anlagen
- Energieversorgung (inklusive Kühlung)
- Reinigen von Gebäuden, Behältern, Maschinen und Anlagen
- Chemikalienbasierte Versorgungsprozesse
- Mobilität/Transport
- Recycling

Für jedes Bedarfsfeld wurde ein spezifischer Workshop abgehalten.

Die Workshops waren einheitlich aufgebaut und hatte die gleiche Zielsetzung: Vorweg wurden die bedarfsfeldspezifischen Ergebnisse des Projekts „PDL-Leuchttürme“ den jeweiligen Unternehmen und involvierten Akteuren zur Kenntnis gebracht. Danach wurden nationale und internationale Best practice Beispiele präsentiert und deren Erfolgsfaktoren dargestellt. Im Anschluss erfolgte jeweils eine Diskussion, wobei unter anderem die hemmenden und fördernden Faktoren mit und aus der Sicht der TeilnehmerInnen. Schlussendlich wurden konkrete Strategien zur Förderung der Einführung von nachhaltigen Produkt-Dienstleistungssystemen erarbeitet.

Projektergebnis

Im Zuge des Projekts konnten bedarfsfeld- und branchenspezifische Strategien zur Entwicklung und Umsetzung nachhaltiger Produkt-Dienstleistungsinnovationen erarbeitet werden.

Ergebnisse

Um die Ergebnisse der drei Projekte „Öko-effiziente Produkt-Dienstleistungskonzepte“, „Leuchttürme für industrielle Produkt-Dienstleistungssysteme“ und „PDL-Strategien“ der Fachwelt und einer breiten Öffentlichkeit zur Verfügung zu stellen, wurde die Homepage www.serviceinnovation.at eingerichtet. Außerdem wurde ein Fachbuch mit dem Titel „Produkte und Dienstleistungen von morgen. Nachhaltige Innovationen für Firmen und KonsumentInnen“ veröffentlicht.

4. Anwendungsorientiertes Konzept für „Dienstleistung Schmierung“

Die Ziele des Projekts waren die Erhebung und Strukturierung der Anforderungen von Maschinen- und AnlagenbauerInnen an die „Dienstleistung Schmierung“ sowie daraus abgeleitet die Definition, Überprüfung der Machbarkeit und Konzeption dieser Dienstleistung in Form einer engen Kooperation mit der/dem KundIn.

Projekthalt

Aus Vorgesprächen mit potentiellen AnwenderInnen der Dienstleistung Schmierung, dem Anlagen- und Maschinenbau, wurde einerseits der Bedarf einer derartigen Dienstleistung abgeleitet und andererseits das wirtschaftliche und ökologische Einsparungspotential erhoben.



Abb.: Prozess der Dienstleistung Schmierung

Vorteile gegenüber dem derzeitigen Stand der Technik ergeben sich unter anderem aus dem Ersatz von klassischen, auf Mineralöl basierenden, durch auf Naturstoffen basierende ionische Schmiermittel und dem damit zusammenhängenden Ziel einer massiven Verlängerung der Lebensdauer von technischen Maschinen und Anlagen. Diese Vorteile spiegeln sich in einer massiven Reduzierung des Ressourceneinsatzes und somit in einer Steigerung der Nachhaltigkeit wider.

Status quo

HerstellerInnen und HändlerInnen von derzeit marktüblichen Schmiermitteln bieten gegenwärtig Einzeldienstleistungen in Form von mechanischen und physikalischen Untersuchungen wie z.B. Reibkoeffizient, Geräuschklasse, Korrosionsgrad, Oxidationsbeständigkeit, Viskosität, IR-Analyse an. Diese Dienstleistungen werden auch für Schadensanalysen angebo-

ten, nicht jedoch für die Entwicklung von neuen, auf die Anwendung maßgeschneiderten Schmiermittelkonzepten oder Schmiermitteln.

Der Stand der Technik wird durch auf mineralischen Grundölen basierende, molekulare Schmiermittel mit all ihren Beschränkungen definiert. Grundöle fallen im Zuge der Raffination von Erdöl an und werden durch Additivierung mit synthetischen Stoffen zu Schmiermitteln veredelt. In reiner Form sind mineralische Grundöle als Schmiermittel nicht geeignet, da diese die erwünschten Eigenschaften nicht oder nicht in ausreichendem Maße besitzen. Diese Schmiermittel werden seit langer Zeit erforscht und weiter entwickelt, es sind keine Innovationssprünge zu erwarten.

In vielen Anwendungen stoßen klassische Schmiermittel derzeit an die Grenzen des technisch Möglichen, oft müssen Limitationen der Haltbarkeit technischer Systeme und somit eine geringe Ressourceneffizienz aufgrund einer Nichtverfügbarkeit von alternativen Schmierkonzepten und Dienstleistungen in Kauf genommen werden. Bis dato sind Standard-Schmiermittel im Einsatz, die technischen Anlagen müssen entsprechend adaptiert werden.

Ergebnis

Im Projekt wurde ein neuer Ansatz verfolgt: Es fand eine Verschiebung auf die zu lösende technisch-wirtschaftliche Aufgabe der Schmierung statt, denn die KundInnen benötigen innovative Lösungen für ihre spezifischen Anforderungen und klassische Schmiermittelprodukte und Dienstleistungen in Form von reiner Schmiermittel-Auftragsanalytik machen hier nur einen Teil der geforderten Lösung aus.

Mit der Dienstleistung Schmierung wird nicht nur ein Spezialproblem gelöst, sondern ein ganzheitlicher KundInnenwunsch erfüllt. Weitere Vorteile gegenüber dem derzeitigen Stand der Technik ergaben sich mit der Dienstleistung Schmierung auch aus dem Ersatz von klassischen, auf Mineralöl basierenden durch auf Naturstoffen basierenden ionischen Schmiermitteln. Mit dem neuen Konzept können zudem Lebensdauer und Effizienz der Anlagen und Maschinen maximiert werden und zugleich negative Umwelteinflüsse minimiert werden.

Schlussfolgerung

Die Vorteile der Dienstleistung Schmierung liegen in der völlig neuartigen Zielsetzung, eine anwendungsorientierte Dienstleistung im Bereich Schmiermittel mit dem Einsatz einer bisher in diesem Zusammenhang nicht erforschten Substanzklasse der ionischen Flüssigkeiten zu entwickeln. Ein Grundkonzept dieser anwendungsorientierten Dienstleistung ist die Konzentration auf die zu lösende technisch-wirtschaftliche Aufgabe der Schmierung und nicht wie bisher die Konzentration auf Standard-Schmiermittel, an welche sich die technische Anlage anzupassen hat.

13 Nachhaltige Unternehmensgründung

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Die Berücksichtigung von „Nachhaltigkeit“ im Zuge von Unternehmensgründungen wurde in Österreich, aber auch im internationalen Umfeld, noch kaum thematisiert. Die Auseinandersetzung mit den Prinzipien des nachhaltigen Wirtschaftens ist aber gerade in der Vorgründungsphase von essentieller Bedeutung für die positive Entwicklung der Unternehmen. Durch die Anwendung von nachhaltigkeitsorientierten Denkansätzen können Unternehmen eine höhere Risikosicherheit, langfristige Wettbewerbsfähigkeit, eine Steigerung des Unternehmenswertes erreichen und sich die Akzeptanz der KundInnen sichern. Bei der Gestaltung von zukünftigen Unternehmen ist vor allem bei der Entwicklung der Geschäftsideen und -strategien auf alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit Bedacht zu nehmen, um diese „zukunfts-fähig“ zu gestalten.

Ziele und Herausforderungen

Ziel dieser Forschungsaktivitäten war die Sensibilisierung der „Gründerszene“ für die Aspekte des nachhaltigen Wirtschaftens.

Im Rahmen der Forschungsaktivitäten wurde in einem Projekt das Managementtool „Businessplan“ um die Dimensionen der Nachhaltigkeit erweitert. In zwei weiteren Projekten wurde ein Qualifizierungsprogramm für UnternehmensgründerInnen entwickelt, damit neben den in klassischen Gründungsinitiativen vermittelten „Business Skills“ auch „Sustainability Skills“ erlernt werden können.

Ziel war es, entsprechende Werkzeuge und Qualifikationsmaßnahmen zu schaffen, um GründerInnen zu ermöglichen, ihre zukünftigen Unternehmen nachhaltig auszurichten. Die Weiterentwicklung bestehender Managementtools um die Dimension der Nachhaltigkeit und eine entsprechende Erweiterung des Ausbildungsangebots leisten einen wertvollen Beitrag hinsichtlich der nachhaltigen Entwicklung unserer Gesellschaft.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

Um diese Ziele im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ zu erreichen, wurden bisher drei Projekte umgesetzt, die sich mit der Entwicklung und Bereitstellung von Online-Tools zur Ausrichtung der Gründung neuer Unternehmen auf das Leitbild der nachhaltigen Entwicklung befassen.

1. Sustainable Business Planner - IT-gestütztes Managementtool zur Integration der Leitprinzipien des Impulsprogramms "Nachhaltig Wirtschaften" in Businesspläne

Projektleitung:

Dr. Alfred W. Strigl (bis Mai 2004), DI Petra Schmutz (ab Juni 2004)

ÖIN - Österreichisches Institut für Nachhaltige Entwicklung

c/o Universität für Bodenkultur Wien

Lindengasse 2/12, A-1070 Wien

Tel.: +43 (0)1 524 68 47-0

Fax: +43 (0)1 524 68 47-20

E-Mail: alfred.strigl@boku.ac.at, petra.schmutz@boku.ac.at

Internet: www.boku.ac.at

Endbericht: Nr. 64/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

2. Sustainability Skills für GründerInnen - Nachhaltigkeitskompetenz als Zusatzqualifikation

Projektleitung:

Undine Dellisch

Alumniverband der Universität Wien

Maria Theresien Straße 3, A-1090 Wien

Tel.: +43 (0)1 4277 2800-3

Fax: +43 (0)1 4277 9280

E-Mail: dellisch.alumni@univie.ac.at

Internet: www.alumni.ac.at, www.uniun.at

Endbericht: Nr. 36/2005 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

3. Sustainability Skills für GründerInnen II - Der Online Kurs zur Nachhaltigkeitskompetenz. Weiterentwicklung und Anwendung im größeren Kontext

Projektleitung:

Undine Dellisch

Alumniverband der Universität Wien

Maria Theresien Straße 3, A-1090 Wien

Tel.: +43 (0)1 4277 2800-3

Fax: +43 (0)1 4277 9280

E-Mail: dellisch.alumni@univie.ac.at

Internet: www.alumni.ac.at, www.uniun.at

Die Laufzeit des Projekts endete im Juli 2007, Download bzw. Bestellung des Endberichts ab Herbst 2007 auf www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

1. Erweiterung eines IT-gestützten Managementtools

Ein Businessplan ist von der vorausschauenden Planung im Unternehmen über die professionelle Abwicklung einer Geschäft- oder Projektplanung bis hin zur Vorbereitung und Abwicklung der Neugründung bzw. Veränderung der zentrale Dreh- und Angelpunkt in einem bestehenden bzw. neu zu gründenden Unternehmen. Die Erfahrung zeigt, dass Unternehmen gerade in der Phase der Gründung bzw. Veränderung bei ihrer strategischen (Neu-) Positionierung noch relativ flexibel und überdurchschnittlich bereit sind, zentrale Aspekte des Konzepts der nachhaltigen Entwicklung zu integrieren. Nachhaltige Businesspläne sollen daher sicherstellen, dass Nachhaltigkeitsstrategien auf betrieblicher Ebene von vorn herein mitgedacht und schließlich umgesetzt werden.

Projektziele

Die wesentlichsten Ziele des Projekts waren:

- Stimulierung, Akzentuierung und Ausrichtung betrieblicher Geschäftsstrategien und -konzepte auf ein „Nachhaltiges Wirtschaften“ unter Berücksichtigung der Leitprinzipien des Impulsprogramms „Nachhaltig Wirtschaften“
- Weiterentwicklung des zentralen und etablierten Managementkonzepts „Businessplan“ durch Entwicklung und Anwendung des Online-Tools „Sustainable Business Planner“
- Entwicklung, Test und kontinuierliche Verbesserung des Online-Tools in Zusammenarbeit mit dem i2b-Businessplanwettbewerb und damit gleichzeitige Integration von Nachhaltigkeit in den Businessplanwettbewerb
- Unterstützung der Ausarbeitung von Sustainable Businessplänen durch Fachvorträge und Nachhaltigkeits-Coaching für die WettbewerbsteilnehmerInnen
- Verbreitung des Managementinstruments „Sustainable Business Planner“ durch das Tool selbst (frei nutzbares Online-Tool inklusive eines Handbuchs) sowie durch Präsentation im Rahmen des i2b-Businessplanwettbewerbs, Directmailings, Handouts und Verbreitung von Demo-Versionen (auf CD-Rom)

Konzept des „Sustainable Business Planner“

Der "Sustainable Business Planner" vereint die Vorteile eines etablierten Managementkonzepts und der Nachhaltigkeit. Er ist so programmiert, dass die NutzerInnen automatisch einen Rohentwurf des Businessplans ihrer Geschäftsidee erhalten. Durch die Integration von e-Learning-Elementen und durch das Einbeziehen der Erfahrungen aus der Entwicklung und Durchführung des Qualifizierungsprogramms „Sustainability Skills“ bei der Entwicklung des IT-Tools erhalten die NutzerInnen Schritt für Schritt die Informationen zur Nachhaltigkeit bzw. zu den anderen Themen der Businessplanerstellung.

Durch den "Sustainable Business Planner" wird Nachhaltigkeit zum integrierten Bestandteil der Businessplanerstellung und ist nicht nur additives Beiwerk oder bloßer Zusatz. Durch die Form des "Sustainable Business Planner" als Online-Tool, das via Internet einer breiten NutzerInnengruppe zur Verfügung steht, sind beste Voraussetzungen für eine weite Verbreitung und breite Anwendung gegeben.

Zentrale Ergebnisse des Projekts

a) IT-Tool „SBP – Sustainable Business Planner“

Der Sustainable Business Planner ist als Anwendungs- und Lerninstrument konzipiert. Entwickelt wurde ein Online-Tool, mit Hilfe dessen die NutzerInnen in sechs Modulen Schritt für Schritt ihren nachhaltigen Businessplan erarbeiten.

Jedes Modul hat eine bestimmte Aufgabenstellung und führt die NutzerInnen von der Ideenfindung über den Aufbau des Teams, dem Kennenlernen der Stakeholder bis hin zur Analyse des wirtschaftlichen Umfelds:

Durch das Bearbeiten der sechs Module entwickeln die NutzerInnen Schritt für Schritt den Businessplan zu ihrer Geschäftsidee. Die sieben Prinzipien nachhaltigen Wirtschaftens sind in den Modulen derart integriert, dass sie einerseits als Ideenquellen dienen, andererseits als Kriterien für die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten in den Stufen der Geschäftsideen-Entwicklung eingesetzt werden. Aus den eingegebenen Inhalten wird automatisch ein Businessplan mit klassischer Kapitelgliederung generiert.

Das Managementtool für die Erstellung von Businessplänen ist seit Jänner 2006 online verfügbar und soll GründerInnen dahingehend unterstützen, ihre Ideen und Konzepte in einem Businessplan zu formulieren und an den Grundsätzen einer nachhaltigen Entwicklung auszurichten. Die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten sowie eine interaktive Aufbereitung stellt im Vergleich zu bestehenden Management-Tools eine wesentliche Weiterentwicklung dar und forciert so eine nachhaltige Wirtschaftsentwicklung. Abrufbar ist das Managementtool kostenlos unter <http://fabrikderzukunft.at/sbp>.

b) Handbuch „Sustainable Business Planner“

Um den unterschiedlichen Arbeitsvorlieben der NutzerInnen entgegen zu kommen, wurde neben dem selbsterklärenden Online-Tool auch ein begleitendes Handbuch zur Erstellung von nachhaltigkeitsorientierten Businessplänen entwickelt. Im Handbuch sind sowohl die Inhalte und Anleitung zur ganzheitlichen Businessplanerstellung, als auch die Anleitung zur Verwendung des Online-Tools zusammengefasst.

c) Managementkonzept „Sustainable Businessplan“

Im Zuge des Projekts wurde das erprobte Managementkonzept „Businessplan“ durch Integration der Prinzipien nachhaltigen Wirtschaftens zum „Sustainable Businessplan“ weiterentwickelt. Der „Sustainable Businessplan“ soll etablierte und zu gründende Unternehmen dabei unterstützen, Geschäftsideen zu planen und umzusetzen und neben betriebswirtschaftlichen Kriterien die ökologische und soziale Dimension zu berücksichtigen.

Schlussfolgerungen

Nachhaltige Businesspläne sollen sicherstellen, dass Nachhaltigkeitsstrategien auf betrieblicher Ebene von vorn herein mitgedacht und schließlich umgesetzt werden. Der SBP stellt eine sehr gute Ergänzung zu Nachhaltigkeitsberatung und -coaching von angehenden GründerInnen dar und soll möglichst viele nachhaltige Gründungen initiieren.

2. Sustainability Skills für GründerInnen: Nachhaltigkeitskompetenz als Zusatzqualifikation

Gegenstand des vorliegenden Projekts war die Entwicklung eines „Nachhaltig Wirtschaften“-Qualifizierungsprogramms für UnternehmensgründerInnen. Dabei werden die in den diversen Gründungsinitiativen vermittelten „Business Skills“ (Finanzen, Marketing, Recht) und in einzelnen Fällen ergänzend vermittelten Soft Skills um den Bereich der „Sustainability Skills“ erweitert. Die angehenden GründerInnen erlernen, gemäß den Prinzipien einer nachhaltigen Entwicklung zu denken, zu planen und zu handeln bzw. diese erfolgreich in einem wirtschaftlichen Kontext anzuwenden und erwerben so eine zusätzliche Qualifikation: die Fähigkeit, Gesamtzusammenhänge zu erkennen, die reale Komplexität zu reduzieren, Innovationen zu erkennen, langfristig zu planen und proaktiv zu agieren. Dies verschafft ihnen einen Vorsprung gegenüber ihren MitbewerberInnen und dadurch kurz-, mittel- oder langfristig einen Wettbewerbsvorteil.

Projektziele

Dementsprechend lassen sich für das Projekt folgende Ziele formulieren:

- die Gründung innovativer Unternehmen im Nachhaltigkeitsbereich zu forcieren,
- GründerInnen „nachhaltige“ Handlungsoptionen zu eröffnen und sie dahingehend zu qualifizieren,
- die Thematik der Nachhaltigkeit attraktiv in einem wirtschaftsbezogenen Umfeld zu positionieren und zu vermitteln (jenseits der Öko-Ecke),
- eine „nachhaltige“ Orientierung von Neugründungen sowie Gründungsinstitutionen anzuregen und
- somit einen Beitrag zur Implementierung von Nachhaltigkeit in zukünftigen Unternehmen zu leisten.

Projektverlauf

Ausgangspunkt war die Frage: Wie kann Nachhaltigkeit für GründerInnen so aufbereitet werden, dass die Inhalte für jeden Einzelnen interessant, verständlich, relevant, anwendbar und vermarktbare erscheinen? Zentral war weiters die Frage, wie ein solches Modell erfolgreich weiter verbreitet werden kann.

Es wurde ein Qualifizierungsprogramm zu „Sustainability Skills“ entwickelt und im Rahmen des bereits mehrmals erfolgreich durchgeführten GründerInnenprogramms UNIUN konkret erprobt und durchgeführt. Im Zentrum steht dabei sowohl „nachhaltiges“ Denken, als auch nachhaltigkeitspezifisches Know-how für die betriebliche Praxis zu vermitteln. Besonderes Augenmerk wird auf die Transferfähigkeit der Sustainability Skills in andere Qualifizierungsprogramme sowie deren usergerechte Anwendbarkeit gelegt.

Zentrale Ergebnisse des Projekts

Das Ergebnis dieses Projekts ist der „Sustainability Skills Online-Kurs“, ein Internet gestütztes Qualifizierungsprogramm für GründerInnen. Der Kurs vermittelt GründerInnen die Grundlagen zur integrativen, vorausschauenden Unternehmens- und Strategieentwicklung und verschafft so den Geschäftsideen wichtige Wettbewerbsvorteile. Der „Sustainability Skills Online-Kurs“ schafft eine Verbindung zwischen Entrepreneurship und Sustainability und er-

möglichst es, Corporate Social Responsibility (CSR) von Beginn an zu einem konstituierenden Faktor der Unternehmensplanung werden zu lassen.

Der online Kurs ist kostenlos unter www.sustainability-skills.at abrufbar und wurde von mehreren Gründungsinitiativen in ihr Qualifizierungsprogramm aufgenommen.

Schlussfolgerungen

Die Vermittlung von „Nachhaltigkeitskompetenz“ bleibt eine spannende und anspruchsvolle Aufgabe: Inhaltlich handelt es sich um eine komplexe Materie, insbesondere was neue Methoden und Tools betrifft, die jeweils immer erst für GründerInnen entsprechend aufbereitet werden müssen. Gleichzeitig zeigt sich in Bezug auf die GründerInnenausbildung ein großer Mangel an TrainerInnen, Businessplan-GutacherInnen und WirtschaftsexpertInnen mit Nachhaltigkeitsqualifikation sowie ein Mangel an NachhaltigkeitsexpertInnen mit deutlichem Gründungsbezug. Hier ist auf zukünftige Entwicklungen zu hoffen. Insgesamt gesehen erweist sich das Vorhaben aufgrund der Vielzahl an interessierten GründerInnen und GründungsexpertInnen als sehr vielversprechend.

3. Sustainability Skills für GründerInnen II: Weiterentwicklung und Anwendung im größeren Kontext

Als Fortsetzung läuft zurzeit das Projekt „Sustainability Skills für GründerInnen II - Der Online-Kurs zur Nachhaltigkeitskompetenz. Weiterentwicklung und Anwendung im größeren Kontext“. Im Rahmen der Fortführung dieses Projekts sollen:

- eine optimierte Durchführung des Sustainability Skills Online Kurses durch entsprechende Train-the-Trainer-Angebote und Blended Learning in relevanten, größeren Gründungsprogrammen Österreichs sichergestellt werden,
- ExpertInnen-Pools im Bereich Sustainability Skills in vier Regionen Österreichs (Wien, Graz, Linz, Klagenfurt/Villach), die die zukünftige eigenständige, qualitativ hochwertige Durchführung der Kurse sicherstellen, aufgebaut werden,
- eine Studie zur Evaluierung der Akzeptanz und Integrierbarkeit des Online-Tools bei potenziellen neuen Zielgruppen im Bereich der GründerInnen und Gründungsinstitutionen durchgeführt werden sowie
- eine Abstimmung des Tools gemäß den Evaluierungsergebnissen auf die Bedürfnisse der beiden Haupt-Zielgruppen (GründerInnen, Gründungsinstitutionen) erfolgen.

14 EASEY - Ecological And Social Efficiency

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Unter der Annahme, dass der Finanzmarkt eine Schlüsselrolle für eine nachhaltige Entwicklung der österreichischen Unternehmen einnimmt, sind neben der Unternehmensführung auch Investoren und Investmentbanken, Banken und Versicherungen, Wirtschaftstreuhänder und Ratingagenturen wesentliche Akteure für eine nachhaltige Ausrichtung der Unternehmen.

Um die potenzielle Wirksamkeit von Finanzierung als nachhaltigkeitspolitisches Instrument beurteilen zu können, sind u.a. folgende Einschränkungen zu beachten:

- der unterentwickelte Finanzmarkt in Österreich sowie
- der Entwicklungsrückstand in der Anwendung von Methoden zur sozialökologischen Wertpapieranalyse, vor allem im Vergleich mit der Schweiz.

Die sozial-ökologische und ökonomische Bewertung von Unternehmen mit Fokus auf FinanzmarktakteurInnen ist dabei eine wesentliche Dienstleistung, die über Stand und Entwicklung der Nachhaltigkeit börsennotierter Unternehmen Auskunft gibt. Solche Methoden zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Unternehmen sind eine zentrale Grundlage, um die Finanzierung als nachhaltigkeitswirksames Instrument zu nutzen. Es gibt bereits eine Reihe unterschiedlicher Konzepte zur Bewertung von Unternehmen, die jeweils ihre Stärken und Schwächen haben und zudem auf unterschiedliche Zieldimensionen fokussieren.

Eine weitere wesentliche Ausgangshypothese besteht in einer überwiegend positiven Korrelation zwischen Nachhaltigkeit und Performance: Zum Zusammenhang zwischen Nachhaltigkeitsleistung und Kursentwicklung wurden in den letzten Jahren ein Reihe von Studien durchgeführt. Zwar gehen die Meinungen über Wirkungsrichtung und -stärke auseinander, doch in keiner Studie konnte nachgewiesen werden, dass die Wahl sozialer bzw. ökologischer Maßnahmen den Kurswert systematisch mindert.

Ziele und Herausforderungen

Im Rahmen der Forschungsarbeiten wurden die für ein nachhaltiges Wirtschaften maßgeblichen Einflussgrößen auf den Unternehmenserfolg untersucht. Zur Unterstützung von wirtschaftlicher, sozialer und ökologischer Nachhaltigkeit sollte ein Maßstab entwickelt werden, der Unternehmen, die sich danach orientieren, ermöglicht, heute erfolgreicher zu arbeiten und Zukunftschancen rechtzeitig zu erkennen.

Den Orientierungsmaßstab liefert der EASEY (**E**cological and **S**ocial **E**fficiency) Index, ein im Rahmen der Projekte entwickelter Subindex der Wiener Börse. Dieser Index soll aus den Unternehmen im Prime Market Segment gebildet werden.

Das Projekt „EASEY – Ecological And Social Efficiency – eine Anwendung als Subindex an der Wiener Börse“ zielte darauf ab, die Grundlagen für diesen Index zu entwickeln, indem –

unter Einbeziehung zahlreicher Stakeholder – Indikatoren für das EASEY-Indexmodell entwickelt wurden.

Eine weitere Zielsetzung des Projekts bestand darin, einen ebenso grundsätzlichen wie zukunftsweisenden Dialog im Spannungsfeld von Nachhaltigkeit, sozialer Verantwortung, den Wirkungen der Finanzmärkte und der steigenden Attraktivität der Börse für private AnlegerInnen zu initiieren. Dieser Dialog zwischen Unternehmen und AkteurInnen in den verschiedenen Nachhaltigkeitsdimensionen soll Schnittstellen und Möglichkeiten zu Kooperationen mit NGOs und NPOs sichtbar machen. Der entwickelte Index ermöglicht es dann, jene Unternehmen als Vorbild herauszustellen, die sich ihre Chancen zur Verknüpfung von Wettbewerbsvorteilen und nachhaltigem Wirtschaften erschließen konnten und genutzt haben.

Mittelfristig werden positive Effekte auf die Standortqualität (Versorgung mit Infrastruktur und Dienstleistungen zu Rating und Beratung) und die Wettbewerbsfähigkeit österreichischer Unternehmen (Wachstumschancen mit unternehmerischen Nachhaltigkeitsinitiativen) erwartet.

Das Folgeprojekt EASEY X hatte die Lancierung eines Nachhaltigkeitsindex an der Wiener Börse zum Ziel. Dazu waren die Durchführung einer Befragung der EmittentInnen an der Wiener Börse, die Generierung von Informationen zu den Unternehmen aus Sekundärquellen, die Ermittlung der Gewichtungen der Faktoren zur Unternehmensbewertung und ein Ranking der Unternehmen als Ergebnis bzw. Basis zur Aufnahme in den Nachhaltigkeitsindex EASEY X geplant.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

1. EASEY – Ecological And Social Efficiency – eine Anwendung als Subindex an der Wiener Börse

Projektleitung:

Dr. Reinhard Paulesich
Wirtschaftsuniversität Wien
Institut für Wirtschaftsgeographie, Regionalentwicklung und Umweltwirtschaft
Abteilung für Wirtschaft und Umwelt
Rossauer Lände 23, A-1090 Wien

Tel.: +43 (0)1 31336-5721
E-Mail: reinhard.paulesich@wu-wien.ac.at
Internet: www.easey.at

Endbericht: Nr. 63/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

2. Ecological and Social Efficiency Index - EASEY X

Projektleitung:

Dr. Reinhard Paulesich

Wirtschaftsuniversität Wien

Institut für Wirtschaftsgeographie, Regionalentwicklung und Umweltwirtschaft

Abteilung für Wirtschaft und Umwelt

Rossauer Lände 23, A-1090 Wien

Tel.: +43 (0)1 31336-5721

E-Mail: reinhard.paulesich@wu-wien.ac.at

Internet: www.easey.at

Endbericht: Nr. 16/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

In den beiden Projekten der Programmlinie - EASEY und EASEY X - sollte ein Maßstab zur Orientierung für Unternehmen auf ihrem Weg zur Nachhaltigkeit entwickelt und an der Wiener Börse als Subindex eingeführt werden.

1. EASEY – Ecological And Social Efficiency – eine Anwendung als Subindex an der Wiener Börse

Im Projekt EASEY wurden die ersten beiden Schritte in Richtung Indexentwicklung durchgeführt:

1. Entwicklung der Bewertungsindikatoren und Konzeption des Index-Modells
2. Untersuchung der Durchführbarkeit

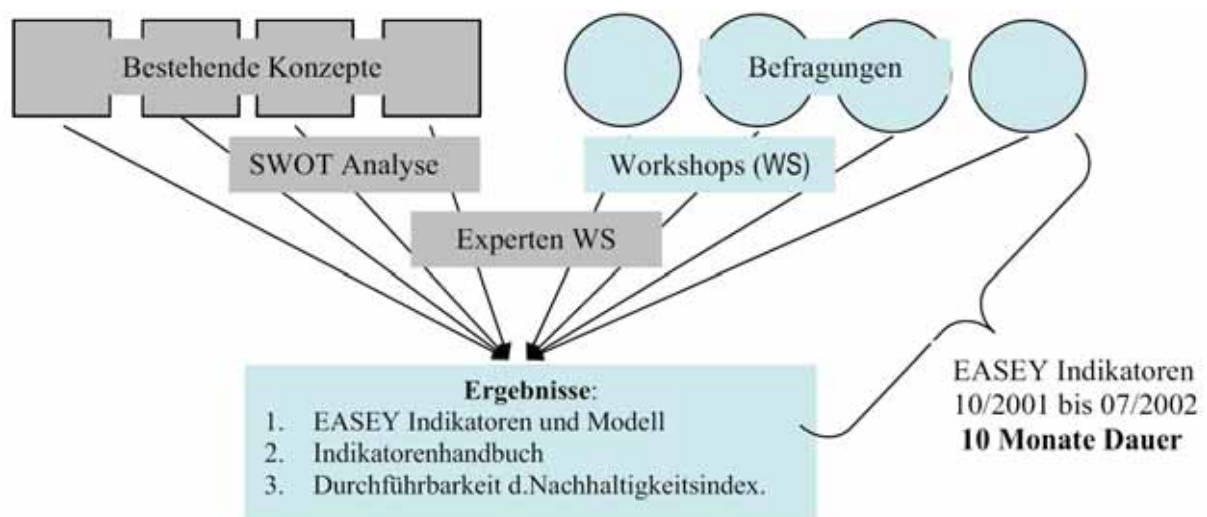


Abb.: EASEY – Konzeption von Indikatoren und Modell

Der Prozess zur Entwicklung von Modell und Indikatoren wurde von zwei Seiten her begonnen:

1. Sichtung, Analyse und Bewertung bestehender Bewertungskonzepte
2. Befragungen und Workshops mit Stakeholdern (Anspruchsgruppen).

1. Bewertungskonzepte

In einer ersten Recherche im Internet wurden mehr als 80 Konzepte zur Bewertung von Unternehmen bezüglich Nachhaltigkeit gefunden. Einer näheren Betrachtung wurden jene Konzepte unterzogen, die strukturiert Informationen über ihre Grundlagen und Märkte bieten konnten. Danach folgte eine SWOT Analyse (Strengths – Weaknesses - Opportunities - Threats) zur Auswahl geeigneter Bewertungskonzepte. Die Einpassung des Sets an den ausgewählten bzw. gebildeten Indikatoren in die Zieldimension des EASEY Modells bildete den dritten Schritt.

Folgende Tabelle gibt einen Überblick über die auf diese Weise ausgewählten Konzepte.

Gesamtmodelle		Partialmodelle	
Managementkonzepte	Bewertungskonzepte	Ökologische Konzepte	Soziale Konzepte
SIGMA EFQM WERTKETTE & SHV ,Multilaterale' Organisationen - Ansätze	DJSGI Umwelt- und Sozialanalyse der Bank Sarasin DVFA CG Scorecard FTSE4Good Ökosozialer Unternehmenstest – BOKU Wien	EMAS ISO 1400er Serie IMUG Life Cycle Analysis	SA8000 GPTW ¹

Tab.: Überblick Konzepte Auswahl

Diese hier dargestellten Bewertungskonzepte wurden im Rahmen des Forschungsprojekts im Detail mit ihren Stärken und Schwächen analysiert.

2. Entwicklung von Indikatoren

Der Stakeholder-Prozess nahm bei der Entwicklung des EASEY eine wesentliche Rolle ein. Stakeholder oder Anspruchsgruppen sind diejenigen Gruppen (Individuen) im Umfeld von Unternehmen, die in einer interaktiven Beziehung zu diesen stehen. In Workshops sowie durch persönliche Interviews und Telefoninterviews wurde versucht, die Einstellungen und Erfahrungen zum EASEY Forschungsthema von einer möglichst breit gefächerten Gruppe an Personen zu erhalten, die Interesse am Unternehmensbezug nachhaltiger Entwicklung haben könnten.

¹ ‚Great Place To Work‘ ist eine Rating Agentur in San Francisco, die seit Beginn der 1980er große Unternehmen zum Thema MitarbeiterInnen bewertet.

Dieser Stakeholder-Prozess zielte auch darauf ab, die Kommunikation mit und zwischen den Finanzintermediären zu verbessern, da das Thema Nachhaltigkeit bei Banken und Fondsgesellschaften in Österreich noch wenig verbreitet ist.

Folgende Vorgehensweise - unter Einbeziehung der relevanten Stakeholder - zur Entwicklung von Indikatoren für das Modell wurde gewählt:

1. Durchführung von Stakeholder Workshops mit VertreterInnen von NGOs zum Thema „Produkte und Unternehmen“: positive und negative Beispiele für Nachhaltigkeit sollten gefunden werden
2. Workshops zum Thema „Hebel zur Verstärkung der Wirksamkeit bzw. allg. Einschätzung des Zusammenhangs zwischen Unternehmen, Nachhaltigkeit und Finanzmarkt“
3. Telefoninterviews mit Unternehmen an der Wiener Börse, Großbanken und Versicherungen und KAGs zum Thema „Feedback zu Fragebögen zur Unternehmensbewertung (und damit auch zu bestehenden Bewertungskonzepten)“
4. ExpertInnen-Workshop zum Thema „Pro und Contra Nachhaltigkeitsindex an der Wiener Börse“.

Wie bereits beschrieben, wurde versucht, eine Vielzahl an Stakeholdern in den Prozess zur Entwicklung der Indikatoren einzubeziehen. Die Indikatoren dienen der Messung von Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene. Die Studie listet insgesamt 81 Indikatoren und ordnet sie nach den Stakeholdern. Diese Indikatoren sind Teil des entwickelten Handbuchs, das den jeweiligen Status der Entwicklung der Messpunkte und Messgrößen widerspiegelt. Das Handbuch ist gewissermaßen „Work in Progress“.

3. Modellentwicklung:

Bestehende Konzepte zur Bewertung von Unternehmen hinsichtlich Nachhaltigkeit sollten weiterentwickelt werden und dabei folgenden Kriterien gerecht werden:

- Wissenschaftlich konsistente Erklärung eines Bewertungsergebnisses (Erkenntnis und Interesse; Rechtfertigung und Erklärung)
- Nachvollziehbarkeit - Transparenz
- Glaubwürdige Kommunizierbarkeit des Themas nachhaltiger Entwicklung in der österreichischen Wirtschaft
- Eindeutige und klare Verortung der Rollen der Beteiligten am Bewertungsprozess – ExpertInnen, Unternehmen, Finanzmarkt, Anspruchs- bzw. Interessensgruppen
- Identifikation der Handlungsoptionen für die Beteiligten
- Generierung von Anreizen zur kontinuierlichen Beteiligung an einer Bewertung

Das EASEY-Indikatorenmodell stellt sich in seiner derzeitigen Version (nach Abschluss von „EASEY“) als dreidimensionales Modell dar, allerdings nicht als das „klassische 3-Säulenmodell“, sondern mit den drei Dimensionen

- „Prozesse im und um das Unternehmen“ (Führung, Unternehmenspolitik und Strategie, Leistungserstellung, Lieferkette vorher/nachher, Nutzung durch KundInnen, Verwendung nach Gebrauch),
- „Stakeholder“ (Umwelt, MitarbeiterInnen, Öffentlichkeit, InvestorInnen, KundInnen, Markt), und
- „Ziele nach dem HGF-Ansatz“ (Nachhaltigkeitsdimension).

Die Nachhaltigkeitsdimension hat den Ansatz der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren als Grundlage: Der HGF-Ansatz betrachtet ökologische, ökonomische und soziale Belange nicht mehr als unabhängig voneinander, sondern in ihrer wechselseitigen Abhängigkeit. Die generellen „Ziele nach dem HGF-Ansatz“ zur Operationalisierung des Nachhaltigkeitsbilds sind:

Ziel 1: Die Sicherung der menschlichen Existenz,

Ziel 2: die Erhaltung des gesellschaftlichen Produktivpotenzials,

Ziel 3: die Bewahrung der Entwicklungs- und Handlungsmöglichkeiten der Gesellschaft.

Durchführbarkeit eines EASEY Nachhaltigkeitsindex an der Wiener Börse

Nach Auswahl bzw. Entwicklung der Indikatoren und Einpassung des Sets dieser Indikatoren in das EASEY-Modell wurde die Durchführbarkeit eines EASEY Nachhaltigkeitsindex an der Wiener Börse untersucht. Ziel war die Sicherstellung des nächsten Projektschrittes EASEY X. Dazu wurden sowohl die Angebotsseite, als auch die Nachfrageseite näher untersucht.

Angebotsseite

Dazu wurde ein Fragebogen an EmittentInnen und Kapitalanlagegesellschaften (KAGs) mit der Bitte um Beantwortung geschickt. Ziel war u.a. eine Beurteilung zur Einführung eines Nachhaltigkeitsindex an der Wiener Börse.

Nachfrageseite

Zur Klärung der Frage nach dem Potenzial privater InvestorInnen in Österreich wurde die Marktnachfrage für ein nachhaltiges Investment erhoben. Dazu wurden von 17. Mai bis 10. Juni 2002 durch das Österreichische Gallup Institut im Rahmen einer persönlichen Befragung 1.000 Österreicherinnen und Österreicher repräsentativ für die österreichische Bevölkerung ab 14 Jahren zum Thema „ökologische und soziale Geldanlage“ befragt. Die Zahlen aus dem Jahr 2002 wurden in der Folge mit jenen einer Befragung im Jahr 1997 verglichen (die Fragestellungen waren in beiden Jahren ident). Die wesentlichsten Ergebnisse der Befragung sind:

Gegenüber dem Jahr 1997 haben Fonds und Aktien als Anlageform zugenommen, 10 % wählen jetzt Fonds, 8 % Aktien. Das Sparbuch wird jetzt von 72 % gegenüber 86 % im Jahr 1997 als Anlageform genützt. Deutlich zugenommen hat auch die Anzahl der potentiellen InvestorInnen vor allem in Fonds, 1997 waren dies 9 %, jetzt sind es 19 %, der Anteil der Aktien bleibt ungefähr gleich 13 % bzw. 12 % im Jahr 1997. Gestiegen ist weiters die Anzahl

der Personen, die als potentielle InvestorInnen in Betracht kommen und die gleichzeitig stark umweltorientierte Einstellungen zeigen: sie steigen von 4,7 % (1997) auf 9,2 % (2002).

Diese Gruppe gedenkt, zu 63 % in Aktien zu investieren, zu 72 % in Fonds und zu 46 % in Anleihen. Das Anlagepotential dieser Gruppe beträgt rund 351 Mio Euro pro Jahr; pro Kopf und Jahr sind das 571 Euro.

Für 25 % der potentiellen InvestorInnen spielt das ökologische und soziale Verhalten von Unternehmen für ihre Investmententscheidungen eine starke Rolle. Ihr Anlagepotential beträgt rund 124 Mio Euro. 34 % der Bevölkerung und 58 % der umweltorientierten Investoren wünschen sich einen Index für soziale Verantwortlichkeit und Umweltverträglichkeit österreichischer Unternehmen.

21 % der umweltorientierten Investoren investieren derzeit an der Wiener Börse in österreichische Unternehmen. In dieser Gruppe sind damit Besitzer österreichischer Aktien in einem dreimal höheren Prozentsatz vertreten als in der österreichischen Gesamtbevölkerung (7 % zu Beginn 2002). Von denjenigen, die das derzeit nicht tun, würden 34 % in Aktien österreichischer Unternehmen investieren, wenn ihre ökologische und soziale Verantwortlichkeit nachgewiesen würde.

Dies gilt auch für 11,1 % des Samples, für 742.000 Menschen in Österreich, die in österreichische Unternehmen bei Nachweis ihrer ökologischen und sozialen Verantwortlichkeit investieren würden – dies entspricht einem Anlagepotential von rund 252 Mio Euro.

Aufgrund der überwiegend positiven Ergebnisse dieser zwei Befragungen wurde festgehalten, dass

- ein Nachhaltigkeitsindex an der Wiener Börse Signalwirkung für viele Private in Österreich hätte.
- das Interesse zu konkreten Entscheidungen umgeformt werden könnte, wenn es den relevanten Akteuren gelingt, den Markt durch geeignete Maßnahmen (Produkte, Botschaften) zu stimulieren.

Empfehlungen

Nach Untersuchung von Angebots- und Nachfrageseite zur Sicherstellung des nächsten Projektschrittes EASEY X wurden folgende Empfehlungen formuliert:

Durch eine systematische Wahrnehmung von Aufgaben aus den folgenden vier Bereichen kann dem Thema „Nachhaltigkeit und Finanzmarkt Österreich“ eine Leuchtturmfunktion im politischen und wirtschaftlichen Handlungsfeld „Nachhaltige Entwicklung“ für Österreich und die Europäische Union zukommen:

- Politik und Kommunikation in Österreich und den relevanten EU-Gremien,
- Kooperation mit geeigneten PartnerInnen in den Beitrittsländern,
- institutionalisierte Kommunikation über Bewertungsinhalte im Hinblick auf Fortschritte durch die Forschung (sowohl Anstöße wie auch Verwertung) und das Erreichen von Marktzielen,
- Strategien zum Erwerb der Themenführerschaft in Europa - ein Beitrag zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit österreichischer Anbieter.

2. Ecological And Social Efficiency Index - EASEY X

Das Folgeprojekt **EASEY X** hat die Lancierung eines Nachhaltigkeitsindex an der Wiener Börse zum Ziel. Aufbauend auf den Ergebnissen von EASEY waren dazu folgende Arbeitsschritte geplant:

1. Durchführung einer Befragung der Emittenten an der Wiener Börse mittels Fragebogen (zur Ermittlung der Nachhaltigkeitsleistung der im Prime Market der Wiener Börse gelisteten Unternehmen),
2. Generierung von Informationen zu den Unternehmen aus Sekundärquellen (Geschäfts-, Umwelt- und Nachhaltigkeitsberichte und andere öffentlich zugängliche Informationsquellen),
3. Ermittlung der Gewichtungen der Faktoren zur Unternehmensbewertung,
4. Auswertung der gewonnenen Daten,
5. Ranking der Unternehmen als Ergebnis bzw. Basis zur Aufnahme in den Nachhaltigkeitsindex EASEY X.

Bei der Erarbeitung der Gewichtungen wurden drei Akteursgruppen miteinbezogen: FinanzmarktakteurInnen, EmittentInnen sowie an nachhaltiger Entwicklung interessierte Stakeholder. Letztere Gruppe wurde im Rahmen einer repräsentativen Online Befragung – neben der Ermittlung der Gewichtungen – zu ihren Nachhaltigkeitspräferenzen und Wertorientierungen befragt. Diese Online-Umfrage generierte somit eine Einschätzung des Potenzials der an Nachhaltigkeit interessierten privaten InvestorInnen in Österreich: Es beträgt unter konservativen Annahmen 2,2 Mrd. Euro pro Jahr. Das sind 16 % des insgesamt in Österreich 2003 von Privat angesparten Kapitals. 343 Personen sind mobilisierbar für ein Investment in Aktien von Unternehmen mit nachgewiesener Nachhaltigkeitsleistung.

Die Emittenten an der Wiener Börse wurden mittels Fragebogen befragt. Die Befragung der MarktteilnehmerInnen an der Wiener Börse ergab eine Markteinschätzung, die diametral zu den Ergebnissen der repräsentativen Umfrage steht. Wie andere Studien zeigen, liegt dies in der teilweise unzureichenden Kenntnis der Finanzdienstleister in Bezug auf einige wichtige Indikatoren der Kaufentscheidungen der KundInnen: Die Rendite, meinen die MarktteilnehmerInnen, bestimmt bei privaten InvestorInnen zu 85 % bis 95 % die Kaufentscheidung. Die InvestorInnen selber geben der Rendite jedoch ein Gewicht von nur 51 %.

Nach Ermittlung aller notwendigen Informationen wurden die Daten ausgewertet. Es wurden zur Auswertung vier Wege beschritten:

1. Deskription und Analyse via SPSS
2. Economic Value Added
3. Sustainability Value Added
4. Multi Criteria Analyses (MCA) Outranking Promethee.

Das Auswertungsergebnis wurde anschließend einer Sensitivitätsanalyse unterzogen. Das Ergebnis ist ein Unternehmens-Ranking, wobei die Unternehmen den drei Sektoren Industrie, FinanzdienstleisterInnen und Sonstige DienstleisterInnen zugeordnet wurden.

Im Sektor „Industrie“ belegt die VA Tech den ersten Platz, da sie mit ihrem Angebot an Technologien zur Gewinnung von Energie aus erneuerbaren Ressourcen punkten konnte. Die BA CA – Sieger in der Kategorie „FinanzdienstleisterInnen“ – zeigte ihre stärkste Seite im Hinblick auf ihre Verantwortlichkeit gegenüber der Gesellschaft (Beteiligung an vielen internationalen Abkommen im Bereich der „Nachhaltigen Entwicklung“). Die Telekom Austria belegte den ersten Platz im Sektor „Sonstige DienstleisterInnen“. Die Telekom punktete insbesondere wegen den Leistungen in Bezug auf ihre MitarbeiterInnen (z.B. große Bedeutung der Gleichstellungsaspekte zwischen Männern und Frauen).

Dieses Unternehmensranking wiederum ist Basis für die Aufnahme der Unternehmen in den EASEY X. Mit Abschluss des Projekts EASEY X gelang es jedoch nicht, den Index an der Wiener Börse zu lancieren.

Praktisches Ergebnis des Projekts ist der VÖNIX – VBV-Österreichischer Nachhaltigkeitsindex www.voenix.at.

15 Umweltkostenrechnung

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Ein Problem des bestehenden Umweltrechnungswesens war bzw. ist, dass es keine einheitliche Definition des Begriffs Umweltkosten gibt. Je nach Ausgangs- bzw. Interessenslage werden unterschiedlichste Kosten darunter subsumiert, z.B. Entsorgungskosten oder Investitionsvolumina, manchmal auch externe Kosten, die außerhalb des Betriebes anfallen und daher nicht von Unternehmen, sondern meist von der Allgemeinheit getragen werden. Erschwerend kommt hinzu, dass viele dieser Kosten nicht systematisch erfasst sind und auf die verursachenden Prozesse und Produkte umgelegt werden, sondern in den Gemeinkosten „untergehen“. Die Tatsache, dass Umweltkosten nicht vollständig erfasst werden, führt zu verzerrten Berechnungen und falschen Bewertungen bei Entscheidungen bezüglich der Umsetzung von Verbesserungsoptionen. Die erzielbaren ökologischen und ökonomischen Vorteile des vorsorgenden Umweltschutzes werden somit oft nicht genutzt.

Weiters zeigte sich, dass UmweltmanagerInnen kaum Zugang zu den Daten des Rechnungswesens haben und sich nur eines kleinen Teils der Umweltkosten bewusst sind. Auf der anderen Seite hat das Rechnungswesen die meisten Informationen, ist aber nicht in der Lage, den Umweltanteil zu bestimmen und Schwachstellen zu lokalisieren, um Maßnahmen einzuleiten. Die Entscheidungsträger sind also selten in der Lage, Umweltinformationen mit ökonomischen Variablen zu verknüpfen und benötigen dringend Daten zu den tatsächlichen Umweltkosten.

Ziele und Herausforderungen

Für den Umweltschutz fehlen oft die dringend benötigten ökonomischen Entscheidungsgrundlagen. Die Projekte im Rahmen der Programmlinie versuchten, diese Lücke zu schließen: Das Projekt „EMA – Environmental Management Accounting. Fallstudienreihe zur Umweltkosten- und Investitionsrechnung“ dokumentiert anhand von Fallbeispielen aus elf österreichischen Vorreiterbetrieben, wie sich Umweltschutz rechnen lässt.

Da im Zuge der Globalisierungsdebatte weltweit tätige Konzerne immer mehr Aufgaben und Verantwortungen erhalten, gerade auch für sozial-ethische Themenstellungen, und gleichzeitig auch der Druck zur Rechenschaft über den Umgang mit Nachhaltigkeitsthemen in den vergangenen Jahren stetig gestiegen ist, war es Ziel des Folgeprojekts, die Umweltkostenrechnung zur Nachhaltigkeitskostenrechnung weiterzuentwickeln. Im Folgeprojekt „Was bedeutet Nachhaltigkeit für einen Industriecluster?“ wurde die Umweltkostenrechnung zu einem konsistenten, nachhaltigen Rechnungswesen weiterentwickelt, welches neben der Umwelt auch die Bereiche Gesundheit und Sicherheit, MitarbeiterInnen, Forschung und Risikomanagement abdeckt und anhand von fünf Betrieben des steirischen Automobilclusters AC Styria erprobt. Die Umweltkostenrechnung stellte dafür die Basis dar, die im Rahmen des Projekts um soziale/gesellschaftliche Aspekte bzw. Kosten erweitert wurde.

Im derzeit laufenden Projekt „EMA Mikro-Makro-Link“ soll aufgrund einer Anfrage der statistischen Abteilung der Vereinten Nationen ein Abgleich der IFAC und GRI Leitlinien mit den

Dokumenten der statistischen Abteilung der Vereinten Nationen, von Eurostat und des österreichischen statistischen Zentralamts erfolgen, um eine besserer Konsistenz der abgefragten Daten mit dem betrieblichen Rechnungswesen zu gewährleisten.

Die in der Folge zu erwartende verbesserte Datenqualität ist sowohl für Betriebe, als auch für die aggregierten statistischen Auswertungen von entscheidendem Vorteil, da die Entscheidungsgrundlagen für Investitionsvorhaben, Forschungsprojekte sowie für politische Instrumente dadurch auf einer wesentlich fundierteren Basis getroffen werden können und die Vergleichbarkeit verbessert wird.

Die Projekte im Rahmen der Programmlinie

1. EMA – Environmental Management Accounting. Fallstudienreihe zur Umweltkosten- und Investitionsrechnung

Projektleitung:

Univ. Doz. Mag. Dr. Christine Jasch
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung
Rechte Wienzeile 19/5, A-1040 Wien

Tel.: +43 (0)1 5872189

Fax: +43 (0)1 5870971

E-Mail: info@ioew.at

Endbericht: Nr. 4/2003 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

2. Was bedeutet Nachhaltigkeit für einen Industriecluster? Methode zur Nachhaltigkeitskostenrechnung am Beispiel eines fiktiven Pilotbetriebs des Automobilclusters AC Styria

Projektleitung:

Mag. Uwe Galler
AC Styria Autocluster GmbH
Parkring 1, A-8074 Graz/Grambach

Tel.: +43 (0)316 409696-13

Fax: +43 (0)316 409696-33

E-Mail: uwe.galler@acstyria.com

Internet: www.acstyria.com

Endbericht: Nr. 23/2005 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

3. EMA Mikro-Makro-Link

Projektleitung:

Univ. Doz. Mag. Dr. Christine Jasch
Institut für ökologische Wirtschaftsforschung
Rechte Wienzeile 19/5, A-1040 Wien

Tel.: +43 (0)1 5872189

Fax: +43 (0)1 5870971

E-Mail: info@ioew.at

Die Laufzeit des Projekts ist bis April 2009 geplant.

INHALT

Ausgangspunkt für die Projekte im Rahmen der Programmlinie Fabrik der Zukunft („EMA – Environmental Management Accounting. Fallstudienreihe zur Umweltkosten- und Investitionsrechnung“. und „Was bedeutet Nachhaltigkeit für einen Industriecluster?“) ist die Initiative der UN Commission for Sustainable Development, UN CSD, Expert Group on Environmental Management Accounting. Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie, unter Beteiligung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und der Bundeswirtschaftskammer wurde für die UN DSD EMA Arbeitsgruppe in Österreich ein Strategiepapier erarbeitet.

Inhalt des Strategiepapiers sind Definitionen, methodische Abgrenzungen, Checklisten und Anleitungen bei der Vorgangsweise der Datenerhebung für ein Umweltrechnungswesen. Zielgruppen waren nationale Regierungen, die eine einheitliche Methode, Terminologie und Vorgangsweise hinsichtlich des Ausweises von Umweltaufwand und -kosten schaffen wollten, sowie betriebsinterne Controlling- und Umweltmanagementabteilungen, die sich dieser weltweit akkordierten Terminologie bedienen.

Grundlagen des Umweltrechnungswesens

Environmental Management Accounting (EMA) versucht, die Entscheidungsgrundlagen für den betrieblichen Umweltschutz im Sinne einer effizienten Verwendung der eingesetzten Materialien zur Verfügung zu stellen. Das Hauptanwendungsgebiet von EMA liegt bei internen Kalkulationen und Entscheidungen und beinhaltet Messgrößen in zwei Dimensionen:

- Physikalische Messgrößen zum Material- und Energieeinsatz, zu Materialströmen, Produkten sowie Abfällen und Emissionen
- Monetäre Messgrößen zu Kosten, Einsparungen und Erträgen im Zusammenhang mit betrieblichen Aktivitäten mit potenziellen Umweltauswirkungen.

Das Umweltrechnungswesen kombiniert also monetäre und physikalische Daten.

Der in den Projekten repräsentierte Ansatz hat die zugrunde liegende Annahme, dass alle eingekauften Materialien aufgrund physischer Notwendigkeit den Betrieb entweder als Produkt oder Abfall und Emission verlassen müssen (und zwischengelagert werden). Abfall ist daher ein Zeichen ineffizienter Produktion. Bei der Kalkulation der Umweltkosten werden daher nicht nur die Entsorgungsgebühren betrachtet, sondern der verschwendete Material-

einkaufswert sowie die anteiligen Produktionskosten der Abfälle und Emissionen werden hinzugerechnet.

Durch die Hinzurechnung der Materialeinkaufswerte des Nicht-Produktoutputs (Abfälle, Abwasser und Emissionen) zu den Umweltkosten wird der Anteil der Umweltkosten an den Gesamtkosten relativ sehr viel höher. Es ist dabei aber nicht Ziel des Ansatzes zu zeigen, dass Umweltschutz teuer ist. Es ist auch nicht wesentlich, sehr viel Zeit in eine möglichst genaue Abgrenzung des Umweltanteils der verschiedenen Kostenblöcke zu investieren. Das wesentliche Ziel hingegen ist es, sicherzustellen, dass alle signifikanten Kosten bei betrieblichen Entscheidungen mit berücksichtigt werden. In anderen Worten, "Umweltkosten" sind nur ein Teil der Gesamtkosten, die für fundierte Entscheidungen vorbereitet werden müssen.

Der Aufbau eines Umweltrechnungswesens bedeutet daher die Verbesserung des bestehenden Rechnungswesens durch eine „Umweltbrille“, welche die Augen für versteckte Kosten und Materialströme öffnet. Der Fokus ist daher auch nicht der vollständige Ausweis der Umweltkosten, sondern ein System für die Erhebung und Bewertung der Materialströme aufzubauen, um zu nachvollziehbaren kalkulatorischen Produktions- und Produktkosten zu gelangen.

Begriff der Umweltkosten

Volkswirtschaftlich betrachtet spiegeln die Preise für knappe Rohstoffe, Verschmutzung und Entsorgung ihre wahren Werte und Kosten für die Allgemeinheit nicht adäquat wieder. Umweltkosten umfassen sowohl betriebsinterne als auch externe Kosten und beinhalten alle Kosten, die im Zusammenhang mit Umweltschäden und Umweltschutzmaßnahmen entstehen. Umweltschutzaufwendungen lassen sich in Vermeidungs-, Beseitigungs-, Planungs-, Überwachungs-, Ausweich- und Schadensaufwendungen aufteilen, die bei Unternehmen, Staat oder den BürgerInnen anfallen.

1. EMA – Fallstudienreihe

Fokus des Projekts war die Weiterentwicklung der bereits bestehenden Umweltkostenrechnungssysteme. Als vordringlich für die Verbreitung bei Betrieben und Beratern wurde die Abwicklung und Dokumentation einiger Referenzprojekte gesehen. Diese Referenzprojekte wurden in Form einer Beispielsammlung aufbereitet und dienten gleichzeitig einem Methodenreview. Weiters diente die Beispielsammlung dem Erfahrungsaustausch mit den bestehenden Anwendern von Methoden des betrieblichen Umweltrechnungswesens.

Für die Teilnahme wurden elf Unternehmen gewonnen, wobei darauf geachtet wurde, teilweise mehrere Firmen einer Branche zur Teilnahme zu motivieren. Außerdem handelte es sich hierbei um bilanzierende Betriebe, die aufgrund ihrer Branchenzugehörigkeit auch für spezielle Umweltrisiken Vorsorge in ihren Jahresabschlüssen treffen müssen. Alle Firmendaten wurden streng vertraulich behandelt.

Folgende elf Unternehmen wurden ausgewählt: Austrian Power Grid GmbH (Wien), Brau Union AG, Brauerei Puntigam (Graz); Ennskraftwerke AG (Steyr), Fischer Ski + Tennis (Ried), Heuberger Eloxieranstalt GmbH (Graz), Österreichische Elektrizitätswirtschaft AG, Verbund (Wien), Österreichische Nationalbank (Wien); Roto Frank (Kalsdorf bei Graz), SCA Laakirchen AG (Laakirchen), Raiffeisen Holding NÖ (Wien), SW Umwelttechnik Stoiser & Wolschner AG (Wien)

Ablauf in den Pilotbetrieben

In den ausgewählten Pilotbetrieben wurden zur Erhebung des jährlichen betrieblichen Umweltaufwands ein bis zwei Workshops samt Vor- und Nachbereitung durchgeführt. Es erfolgte eine umfangreiche Abgrenzung und Festlegung der umweltrelevanten Anlagen und Aktivitäten und in weiterer Folge die Erhebung der Umweltkosten des vergangenen Jahres. Darauf aufbauend konnten Verbesserungsmaßnahmen und Detailerhebungen geplant werden und das Einsparpotenzial sowie Investitionsprojekte nachberechnet werden.

Die dabei aufgetretenen Fragen und angewandten (Umwelt-) Informationssysteme wurden dokumentiert. Daraus wurden für die Veröffentlichung bestimmte Beispiele mit anonymisierten Daten entwickelt. Jeder Beispielsatz enthielt eine Beschreibung der Firma, Verfahren, Methoden der Emissions- und Abfallbehandlung sowie der Struktur der Informationssysteme, Aufgaben, die zu lösen/rechnen sind sowie eine vorgeschlagene Lösung, anhand derer die Methode und verschiedene Optionen der Abfallvermeidung diskutiert werden konnten.

Die Fallbeispiele wurden so aufgebaut, dass die Struktur der betrieblichen Informationssysteme und ihrer EDV-Auswertungen möglichst praxisgetreu nachempfunden wurde, um die Kluft zwischen theoretischen Anleitungen und de facto vorliegenden EDV-Listen und Eingabetechniken möglichst zu verkleinern. Die Firmenprojekte wurden in Form von Einzelaufgaben zusammengestellt, die von den TeilnehmerInnen wie Bilanzierungs- und Kostenrechnungsprobleme gelöst werden konnten.

Ergebnisse aus den Pilotprojekten

Aus den Pilotprojekten wurden in der Folge einige allgemein gültige Ergebnisse und Empfehlungen abgeleitet. Dabei ist zu beachten, dass die Ergebnisse der teilnehmenden Betriebe, insbesondere was die Kostenverteilungen anbelangt, nicht repräsentativ für die gesamte österreichische Industrie sind, gleichwohl aber eindeutige Tendenzen aufzeigen.

Die teilnehmenden Betriebe wurden getrennt nach produzierendem Gewerbe und Dienstleistungssektor ausgewertet, da die Unterschiede auch in der Struktur der Umweltkosten durchschlagen. Neben der Verteilung auf die einzelnen Kostenblöcke wurde auch die Verteilung der Kosten auf die einzelnen Umweltmedien (Luft & Klima, Abwasser, Abfall, Sonstiges) betrachtet. Weiters wurde eine Auswertung nach Branchen durchgeführt.

Als ein Ergebnis zeigte sich, dass die umweltrelevanten Kosten in den meisten Betrieben um ein Vielfaches unterschätzt wurden. In praktisch allen Betrieben führten die Umweltabteilungen und die technischen Abteilungen zusätzliche, nicht mit Buchhaltung und Kostenrechnung abgestimmte Aufzeichnungen, um Daten zu Mengen und Kosten aufzuzeichnen. Die Umweltkosten lagen um das 7-40-fache über den vor Projektbeginn bekannten Werten und um das 3-14-fache über den vom Betrieb im Workshop geschätzten Werten.

Es hat sich außerdem gezeigt, dass die Methode der Umweltkostenrechnung auf großes Interesse gestoßen war und die Erhebung in ein bis zwei Tagen machbar war. Aus der Erhebung ergaben sich jeweils Anregungen sowohl für die Verbesserung der Kostenrechnung, als auch zur Reduktion der Material- und Energieverlustwerte. Alle Betriebe wollten das Instrument fortführen.

Im Zuge der Arbeiten mit den Betrieben zeigte sich vor Ort auch, dass die Motivation für die Teilnahme an diesem Pilotprojekt gleichermaßen von internen und externen Nutzenüberlegungen beeinflusst war. Da fast alle Teilnehmer ein Umweltmanagementsystem hatten, war die externe Kommunikation über die Umwelterklärung, den Umweltbericht und über die Nennung als Firmenfallbeispiel in der Einschätzung durch die TeilnehmerInnen mindestens ebenso wichtig wie die erhöhte Transparenz der Umweltkosten und Informationssysteme. Diese Einschätzung war noch stärker bei den börsennotierten Teilnehmern, die bewusst versuchten, im Zusammenhang mit ethischen Investments ihr Nachhaltigkeitsprofil zu kommunizieren und ökologische mit ökonomischen Anforderungen zu verknüpfen.

Nutzen für die Pilotbetriebe

Für die Pilotbetriebe entstand folgender Nutzen:

- Kritische Durchleuchtung der Konsistenz bestehender Informationssysteme und Kalkulationsansätze
- Erfahrungsaustausch mit aktuellsten Entwicklungen in der Kostenrechnung
- Schwachstellenanalyse des Materialstrommanagements
- Überblick über die wesentlichen Umweltkostenblöcke nach Kostenarten und Umweltmedien
- Verbesserung der Kalkulationsgrundlage für Investitionen und Projekte
- Anregungen zur Verbesserung des Umweltmanagementsystems, der Informationssysteme und der Verfahrenstechnik (anhängig vom Stand der Technik im Betrieb)
- Öffentlichkeitswirksame Nennung auf allen Publikationen des Projekts
- Thema für die Umwelterklärung oder den Nachhaltigkeitsbericht

2. Weiterentwicklung zur Nachhaltigkeitskostenrechnung

Im Folgeprojekt „Was bedeutet Nachhaltigkeit für einen Industriecenter?“ wurde mit dem steirischen Automobilcluster AC Styria Autocluster GmbH eine Weiterentwicklung der Umweltkostenrechnung zu einem konsistenten, nachhaltigen Rechnungswesen erprobt, welches neben der Umwelt auch die Bereiche Gesundheit und Sicherheit, MitarbeiterInnen, Forschung und Risikomanagement abdeckt. Das Projekt basiert auf der in der politischen und wissenschaftlichen Diskussion üblichen Definition von „Nachhaltiger Wirtschaftsentwicklung“ auf den drei Standbeinen „Ökologie“, „Ökonomie“ und „sozial/ethischen Aspekten“.

Ziele des nachhaltigen Rechnungswesens

Das nachhaltige Rechnungswesen hat zum Ziel, methodische Ansätze, bei denen alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit berücksichtigt werden, zu entwickeln und in Pilotprojekten umzusetzen. Ausgehend von der Frage nach der Bedeutung des Begriffs Nachhaltigkeit für ein ausgewähltes Netzwerk in der Automobilindustrie und dessen Mitgliedsbetriebe wurde in diesem Projekt in einem ersten Schritt der Begriff Nachhaltigkeit für den Cluster und den Industriesektor konkretisiert und darauf aufbauend ein umfassender Plan zu notwendigen Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen für die MitarbeiterInnen erstellt. Diese Qualifizierungsmaßnahmen, gemeinsam mit einem ExpertInnenaustausch und der Errichtung einer Informati-

onsplattform, bildeten die Grundlage für die späteren Module und für die weitere Operationalisierung der aus einer nachhaltigen Entwicklung abgeleiteten Anforderungen an den Cluster.

Der Einsatz des nachhaltigen Rechnungswesens in diesem Projekt hatte zum Ziel, die Methoden für derartige integrierte Ansätze weiter zu entwickeln und in Pilotprojekten umzusetzen. Die Einführung von Umwelt- und Arbeitnehmerschutzmaßnahmen über das gesetzlich verlangte Maß hinaus wird auch heute noch als zusätzlicher Kostenfaktor in den meisten Betrieben gesehen, den sich in Anbetracht der momentanen Wirtschaftslage kaum ein Unternehmen leisten kann. Das Konzept des nachhaltigen Wirtschaftens geht jedoch noch einen Schritt weiter, hin zu einem langfristig angelegten Handeln, das auch soziale und ökologische Verantwortung übernimmt und in Betrieben große Effizienz- und Innovationspotentiale freisetzen kann.

Ziel der Nachhaltigkeitskostenrechnung

Das zentrale Ziel der Nachhaltigkeitskostenrechnung ist es, sicherzustellen, dass ALLE signifikanten Kosten bei betrieblichen Entscheidungen mit berücksichtigt werden. Mit anderen Worten: Nachhaltigkeitskosten sind nur ein Teil der Gesamtkosten, die für fundierte Entscheidungen vorbereitet werden müssen, sie sind ein Teil eines integrierten Systems von Material- und Geldströmen durch einen Betrieb und kein eigener Kostenfaktor.

Diese Methode zur Berücksichtigung bestehender sozialer und ökologischer Kosten stellt den Betrieben ein Instrument zur Verfügung, das zeigt, dass diese Kosten für unternehmerische Entscheidungsprozesse durchaus relevant sind. Dies gibt den Unternehmen die Möglichkeit, betriebliche Nachhaltigkeitsmaßnahmen als Steigerung des Unternehmenswerts zu sehen und damit zur Existenzsicherung des Unternehmens beizutragen.

Ziel der Nachhaltigkeitskostenrechnung ist es, die drei Nachhaltigkeitsdimensionen zu erforschen durch:

1. die Zerlegung der internen Kostenrechnung, um die Kosten und Erträge aus der ökonomischen und sozialen Performance sowie der Umweltperformance klar darzustellen und
2. die Erweiterung der Systemgrenzen in der Kostenrechnung zur Integration von monetarisierten, externen ökonomischen und sozialen Auswirkungen sowie Umweltauswirkungen.

Struktur der Nachhaltigkeitskostenrechnung

Die Umweltkostenrechnung bildet die ökologische Dimension der Nachhaltigkeitskostenrechnung.

Parallel zu den Umweltkosten werden auch die internen Kosten für soziale und gesellschaftliche Themen in einer Oberkategorie „Soziales“ zusammengefasst. Analog zu den Umweltmedien in der Umweltkostenrechnung wird auch in der gesellschaftlichen und sozialen Dimension eine Gliederung in verschiedene Spalten vorgenommen. Diese orientieren sich an den Sustainability Reporting Guidelines der Global Reporting Initiative (GRI), die gesellschaftliche und soziale Leistungsindikatoren aus den folgenden Bereichen nennen:

- Arbeitspraxis und Arbeitsqualität
- Menschenrechte
- Gesellschaft
- Produktverantwortung

Für die meisten österreichischen Klein- und Mittelbetriebe ist jedoch der Großteil dieser Indikatoren nicht relevant, daher wurden die Kosten in die Bereiche Gesundheit, Sicherheit, Schulungen, Gesellschaft, Produktverantwortung und Sonstiges unterteilt.

Die ökonomische Dimension der Nachhaltigkeitskostenrechnung gründet sich auf das Konzept der Wertschöpfungsrechnung, die aus der Gewinn- und Verlustrechnung abgeleitet wird. Dieser Ansatz wird auch in den GRI Guidelines vorgeschlagen. „Eine Wertschöpfungsrechnung stellt die finanziellen Flussgrößen aus der Gewinn- und Verlustrechnung so dar, dass erkennbar ist, welche Anspruchsgruppen von ihnen profitiert haben. [...] Die Wertschöpfungsrechnung ist ein integraler Bestandteil der Nachhaltigkeitskostenrechnung, da der Fokus nicht nur auf Shareholdern, sondern auf allen Anspruchsgruppen des Unternehmens liegt.“

Immaterielle Vermögenswerte sind identifizierbare, nicht monetäre Vermögenswerte ohne physische Substanz, die in der Verfügungsmacht des Unternehmens stehen und von denen erwartet wird, dass dem Unternehmen aus ihnen zukünftiger wirtschaftlicher Nutzen zufließt. Die immateriellen Vermögenswerte beinhalten z.B. Markenwerte, Marktposition, KundInnenbindung, qualifizierte Mitarbeiter. Alle diese Aspekte, die in ihrem Zusammenspiel den Wert des Unternehmens begründen, können gleichzeitig auch zukünftige Risiken darstellen. Die Nutzung von Marktchancen und die Bewältigung der damit verbundenen Risiken bestimmen maßgeblich den Erfolg eines Betriebs. Um potentielle Gefährdungen der Unternehmensentwicklung frühzeitig zu erkennen und Gegenmaßnahmen treffen zu können, werden Risikoanalysen durchgeführt.

Ein externer Effekt oder eine Externalität liegt vor, wenn die Aktivität eines Wirtschaftsakteurs (positive oder negative) Auswirkungen auf einen weiteren Wirtschaftsakteur, auf einen Haushalt oder auf die gesamte Bevölkerung einer Region hat und diesen Auswirkungen keine Kompensationszahlungen gegenüberstehen. In diesem Bereich der Nachhaltigkeitskostenrechnung wurde versucht, Auswirkungen eines Betriebs auf seine Region und auf die Allgemeinheit zu erheben. Soweit möglich, wurden die gewonnenen Informationen monetarisiert und so in externe Kosten, die in Geldwerten vorliegen, umgerechnet. Da jedoch in den meisten Betrieben die relevanten Daten nicht verfügbar waren, war meist eine rein qualitative Erfassung im Rahmen einer Diskussion mit den MitarbeiterInnen am sinnvollsten.

	Interne Kosten											Externe Effekte
	Umweltkosten						Gesellschaftliche und soziale Kosten				Wertschöpfungsrechnung abgeleitet aus der Gewinn- und Verlustrechnung	
	Luft & Klima (Energie)	Abwasser	Abfall	Boden	Lärm	Landsch. Pflege	Umweltmanagement	Gesundheit	Sicherheit	Schulungen		
1. Behandlung unerwünschter Resultate	z.B.: Abschreibung von end-of-pipe Anlagen, Abfallentsorgung und Behandlung						z.B.: Unterlassungskosten aus nicht umgesetzten Arbeitnehmerschutzmaßnahmen: (Unfälle,...)				Entstehung der Wertschöpfung	z.B.: Lebenszykluskosten, negative Effekte von Emissionen
2. Vermeidung	z.B.: F&E zur Emissionsvermeidung, Umweltmanagement und externe Consultants						z.B.: Anlagen zur Gesundheitsvorsorge, Sicherheitstraining, Brandschutzbeauftragter					
3. Materialströme	z.B.: Nichtproduktanteil des Materialeinsatzes						/				z.B.: Geschäftsbeziehungen	/
4. Erlöse	z.B.: Verkauf von Reststoffen						z.B.: Einnahmen aus Freizeiteinrichtungen					
5. Immaterielle Werte	z.B.: Umweltqualität am Standort						z.B.: Humankapital				/	
6. Risikoaspekte	z.B.: Störfallrisiken						z.B.: Haftungsrisiken					/

Abb.: Struktur der Nachhaltigkeitskostenrechnung

Anwendung der Nachhaltigkeitskostenrechnung im Automobilcluster

Im Jahr 2004 erfolgte die Erhebung der Nachhaltigkeitskosten in fünf Betrieben des steirischen Automobilclusters AC Styria. Zur Vorbereitung wurden die Daten und Informationen der ProjektpartnerInnen vorweg analysiert und mit ähnlichen Betrieben derselben Branche, sowie den Themen der Nachhaltigkeitsberichte der großen Automobilhersteller verglichen. Danach erfolgte im Rahmen von eintägigen Workshops vor Ort die detaillierte Erhebung.

Um die Datenerhebung effizient durchführen zu können, wurde eine Excelmaske erarbeitet, in der die unterschiedlichen Nachhaltigkeitsbereiche (Umwelt, Soziales, Forschung, etc.) in den Spalten aufscheinen. In den Zeilen wurden die möglichen Kostenarten strukturiert angeführt. Für jede Nachhaltigkeitsdimension wurde ein eigenes Tabellenblatt angelegt sowie ein Summenblatt, das die wichtigsten Informationen über die Struktur der Nachhaltigkeitskosten eines Betriebs auf einer Seite vermittelt. Zusätzlich erfolgte eine qualitative Beschreibung von immateriellen Werten und externen Effekten. Dieser methodische Rahmen wurde in den Firmenprojekten auf Anwendbarkeit im Unternehmen geprüft, mögliche Kostenarten und Bewertungsspielräume wurden diskutiert. Nach der Erhebung wurden noch offene Fragen

geklärt, das Excel-Tool mit eventuell noch fehlenden Daten vervollständigt und mit den Unternehmen besprochen.

Empfehlungen

Aus der Anwendung der Nachhaltigkeitskostenrechnung in den fünf Betrieben des Automobilclusters AC Styria ergaben sich einige Empfehlungen für die Weiterentwicklung bzw. Verbesserung der betrieblichen Informationssysteme. Folgende Empfehlungen zur Auffindung von weiterem Optimierungspotenzial konnten genannt werden:

- genauere Dokumentation des Materialbereichs in den betrieblichen Informationssystemen,
- Diskussion und abteilungsübergreifende Erhebung von Ausschusskennzahlen,
- Abtrennung von Umweltschutzausgaben und sozialen und gesellschaftlichen Ausgaben vom übrigen Aufwand.

Ein ausführliches Fallbeispiel zur Veranschaulichung der Anwendung der Nachhaltigkeitskostenrechnung ist im Projektendbericht dargestellt.

3. Harmonisierung der Berichtsansforderungen

Für IFAC, die International Federation of Accountants, New York, wurde 2005 auf Basis eines im Rahmen eines Fabrik der Zukunft-Projekts für die Vereinten Nationen, Division for Sustainable Development, UN DSD, erarbeiteten Strategiepapiers eine weltweite Leitlinie zur Umweltkostenrechnung erarbeitet. In den letzten Jahren wurde die IFAC Leitlinie in einigen Firmenprojekten umgesetzt und interne Verfahrensanweisungen für die Datenerhebung und das konzernweite Reporting erarbeitet. Daraus ergaben sich Anregungen zu einer weiteren Harmonisierung der betrieblichen Aufzeichnungs- und Berichtspflichten.

Nach der Definition der UN DSD umfasst die Umweltkostenrechnung zwei Kategorien von Informationen, nämlich physische und monetäre Daten. Physische Daten umfassen den Einsatz und die Ströme von Energie, Wasser, Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen sowie die entstehenden Abfälle und Emissionen. Die UKORE setzt einen besonderen Schwerpunkt auf physische Daten (Mengenerfassung) da der Einsatz von Energie, Wasser und Material sowie die entstehenden Abfälle und Emissionen direkt zu Umweltbelastungen durch Produktionsstandorte führen und die Kosten für den Materialeinsatz in vielen Organisationen ein wesentlicher Kostenfaktor sind. Monetäre Daten der UKORE umfassen die verschiedenen Umweltkostenkategorien, wie Kosten im Zusammenhang mit Materialeinsatz und Produktion, Umweltschutzkosten, etc.

GRI, die Global Reporting Initiative, veröffentlicht Leitlinien zum Inhalt von Nachhaltigkeitsberichten und Kennzahlen. Bei der aktuell im Oktober 2006 veröffentlichten Version G3 nimmt die Kennzahl Umweltinvestitionen und Aufwendungen EN 30 direkt Bezug auf die UN DSD Publikation und die IFAC Leitlinie Umweltkostenrechnung. Die Anforderungen für Betriebe sind damit weltweit ident.

Im Rahmen des gegenständlichen Projekts soll aufgrund einer Anfrage der statistischen Abteilung der Vereinten Nationen ein Abgleich der IFAC und GRI Leitlinien mit den Dokumenten der statistischen Abteilung der Vereinten Nationen, von Eurostat und des österreichischen statistischen Zentralamts erfolgen, um eine besserer Konsistenz der abgefragten Da-

ten mit dem betrieblichen Rechnungswesen zu gewährleisten. Zusätzlich werden Empfehlungen für die anstehende Revision der EMAS Verordnung und die dort normierte Umwelterklärung erarbeitet, die auch mit den Anforderungen der Erklärungen nach dem Emissionszertifikatesgesetz abgestimmt werden. Die Grundlagen für den Aufbau harmonisierter betrieblicher Informationssysteme und eine Vereinheitlichung und Vergleichbarkeit der Informationsanforderungen werden damit geschaffen.

Die in der Folge zu erwartende verbesserte Datenqualität ist sowohl für Betriebe, als auch für die aggregierten statistischen Auswertungen von entscheidendem Vorteil, da die Entscheidungsgrundlagen für Investitionsvorhaben, Forschungsprojekte sowie für politische Instrumente dadurch auf einer wesentlich fundierteren Basis getroffen werden können und die Vergleichbarkeit verbessert wird. Zusätzlich reduziert sich der Zeitaufwand für die Datenerhebung und Aggregation sowohl auf Mikro, als auch auf Makroebene.

Einzelprojekte

16 Umweltverträgliche Kälteerzeugung

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Der ständig steigende Bedarf an Kälte im umgebungsnahen Temperaturbereich (ca. - 50° C bis + 20° C) erfordert eine umweltschonende und energieeffiziente Kälteerzeugung. Derzeit wird dieser Bedarf zum größten Teil (über 90 %) mittels Kaltdampf-Kompressions-Kälteprozesse gedeckt. Hierfür werden „Sicherheitskältemittel“ (also Substanzen, die nicht gesundheitsschädlich, nicht explosiv, unbrennbar und nicht korrosiv sind) eingesetzt. Diese Kältemittel sind Hauptursache des Ozonabbaus in der oberen Stratosphäre und leisten einen Beitrag zum künstlichen Treibhauseffekt. Um die negativen Umweltauswirkungen der konventionellen Kälteerzeugung zu vermeiden, ist es notwendig, umweltverträglichere Systeme zur Kälteerzeugung zu entwickeln.

Ziele und Herausforderungen

Im Projekt „Untersuchung des Stirlingprozesses für eine umweltverträgliche Kälteerzeugung – Systemanalyse“ wurde der Stirling-Kälteprozess für den Einsatz im umgebungsnahen Temperaturbereich (ca. - 50 bis + 20° C) untersucht. In die Anwendungsbereiche Klimatechnik, Kühltechnik, Gefriertechnik und Schockgefriertechnik sollte die Stirling-Kältetechnik, die keine problematischen Arbeitsstoffe verwendet, mit der konventionellen Kältetechnik im Hinblick auf Umwelt, Technik und Wirtschaftlichkeit, verglichen werden.

Projektdaten

Untersuchung des Stirlingprozesses für eine umweltverträgliche Kälteerzeugung - Systemanalyse

Projektleitung:

DI Dr. Rudolf Stiglbrunner
JOANNEUM RESEARCH, Institut für Energieforschung
Elisabethstraße 5, A-8010 Graz

Tel.: +43 (0)316 876-1366

Fax: +43 (0)316 876-1320

E-Mail: rudolf.stiglbrunner@joanneum.at

Endbericht: Nr. 17/2003 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Stirlingprozess als umweltverträgliche Alternative

Im Projekt „Untersuchung des Stirlingprozesses für eine umweltverträgliche Kälteerzeugung – Systemanalyse“ wurde der Stirling-Kälteprozess, dessen traditionelles Einsatzgebiet in der Tieftemperaturtechnik (z.B. zur Luftverflüssigung bei -196°C) liegt, für den Einsatz im umgebungsnahen Temperaturbereich (ca. -50 bis $+20^{\circ}\text{C}$) untersucht. Der umgebungsnahen Temperaturbereich wird in folgende vier Anwendungsbereiche unterteilt:

- Klimatechnik mit Nutzttemperaturen zwischen ca. $+10$ und $+20^{\circ}\text{C}$
- Kühltechnik mit Nutzttemperaturen zwischen ca. 0 und $+10^{\circ}\text{C}$
- Gefriertechnik mit Nutzttemperaturen zwischen ca. -40 und 0°C
- Schockgefriertechnik mit Nutzttemperaturen zwischen ca. -50 und -20°C .

Für alle vier Anwendungsbereiche wurde die Stirling-Kältetechnik mit der konventionellen Kältetechnik im Hinblick auf Umwelt, Technik und Wirtschaftlichkeit verglichen.

Grundlagen der Kältetechnik

Bei der Kälteerzeugung wird Wärme bei niedriger Temperatur aufgenommen und bei höherer Temperatur wieder abgegeben. Zur Kälteerzeugung ist eine Kältemaschine erforderlich, der Arbeit bzw. Energie zugeführt werden muss. Die gebräuchlichsten Kälteprozesse sind:

1. Kompressions-Kälteprozesse (unter Zufuhr mechanischer Energie):
 - Kaltdampf-Kompressions-Kälteprozesse (Verwendung von Kältemitteln, welche bei den Arbeitstemperaturen den Aggregatzustand zwischen Dampfphase und Flüssigkeitsphase ändern)
 - Kaltgas-Kompressions-Kälteprozesse (Gase als Kältemittel ohne Aggregatzustands-änderung)
 - Dampfstrahl-Kompressions-Kälteprozess (z.B. mit Wasserdampf als Treibmittel und Wasser als Kältemittel)
2. Absorptions-Kälteprozesse (Kältemittel wird mittels eines Lösungsmittelkreislaufs in einem Absorber absorbiert und unter Zufuhr von Wärme im Austreiber wieder ausgetrieben)
3. Thermoelektrischer Kälteprozess (Nutzung des Peltier-Effekts)

Der Kaltdampf-Kompressions-Kälteprozess hat mit über 90 % aller installierten Anlagen zur Zeit die größte Bedeutung in der Kälte- und Klimatechnik.

Stirling-Kältemaschinen

Beim Stirling-Prozess wird ein Arbeitsgas über einen Regenerator zwischen einem „kalten“ und einem „warmen“ Raum hin und her geschoben. Im Fall von Stirling-Kältemaschinen muss Arbeit bzw. Energie zugeführt und Wärme abgeführt werden.

Prinzipiell ist zwischen mechanisch (in der Regel elektrisch) und thermisch betriebenen Maschinen zu unterscheiden. Die überwiegende Anzahl der Stirling-Kältemaschinen wird me-

chanisch (elektrisch) betrieben. Bei thermisch betriebenen Stirling-Kältemaschinen wird Wärme als Antriebsenergie genutzt.

Der Einsatz der Stirling-Kältetechnik im umgebungsnahen Temperaturbereich befindet sich im Stadium der Konzeption bzw. Erprobung. Es gibt derzeit keine „Standard-Stirling-Kältemaschinen“. Eine Ausnahme ist eine Pilotserie von 100 Stück Freikolben-Stirling-Kältemaschinen von der Fa. Sunpower für den Einsatz in Kühlschränken. Von den theoretischen Möglichkeiten der Stirling-„Kälteerzeugung“ können, aufgrund des derzeitigen Entwicklungsstandes, nur die mechanisch betriebenen Systeme als Erfolg versprechend eingeschätzt werden. Eine Ausnahme davon könnten mit Brenngas betriebene Vuilleumier-Wärmepumpen/Kältemaschinen als Klimageräte, die sowohl zum Beheizen als auch zur Kühlung von Gebäuden genutzt werden könnten, bilden.

Ergebnisse

Systemvergleich

Die Ergebnisse des Systemvergleichs der Stirling-Kältetechnik mit der konventionellen Kältetechnik für die vier wichtigsten Anwendungsbereiche im umgebungsnahen Temperaturbereich (Klimatechnik, Kühltechnik, Gefriertechnik, Schockgefriertechnik) sind in der folgenden Tabelle zusammengefasst. Verglichen wird die Stirling-Kältetechnik mit der konventionellen Kältetechnik in Bezug auf Umwelt, Technik und Wirtschaftlichkeit.

Anwendung	Nutztemperatur	konventionelle Kältetechnik	Bewertung der Stirling-Kältetechnik betreffend		
			Umwelt	Technik	Wirtschaftlichkeit
Klimatechnik	> +10 °C	KKK (SK)	++	--	--
Kühltechnik	> 0 und < +10 °C	KKK	++	-	-
Gefriertechnik	> -40 und < 0 °C	KKK (SK)	++	++	+
Schockgefriertechnik	< -20 °C	KKK (SK)	++	++	+/-

Abkürzungen:

KKK Kaltdampf-Kompressions-Kälteprozesse
(SK) Sorptions-Kälteprozesse (Sonderanwendungen)

Bewertungen:

++ weit überlegen - unterlegen
+ überlegen -- weit unterlegen
+/- gleichwertig

Tab.: Systemvergleich Stirling-Kältetechnik – konventionelle Kältetechnik

Die größten Umwelteinflüsse der Kälteerzeugung werden durch die Bereitstellung der Antriebsenergie für die Kältemaschinen sowie die Freisetzung der eingesetzten Arbeitsmittel (Kältemittel) verursacht. Im Unterschied zur konventionellen Kälteerzeugung sind beim Stirling-Kälteprozess keine umweltbeeinträchtigenden Arbeitsmittel erforderlich. Der einzige Beitrag zum künstlichen Treibhauseffekt besteht im indirekten Anteil, der durch die Bereitstellung der Antriebsenergie verursacht wird und durch den Einsatz erneuerbarer Energieträger nahezu vermieden werden kann. Der Vergleich in Bezug auf die Umwelt fällt damit immer zugunsten der Stirling-Kältetechnik aus. Wegen der Kältemittelproblematik und den besseren Leistungszahlen der Stirling-Kältetechnik bei niedrigen Temperaturen (unter ca. – 30° C), wodurch weniger Energie zum Antrieb der Kältemaschinen erforderlich ist, ist die Stirling-Kältetechnik wesentlich vorteilhafter.

Der technische Vergleich ergibt ein etwas differenzierteres Bild. Allen Einsatzbereichen gemeinsam ist, dass sich die Stirling-Kältetechnik im gesamten umgebungsnahen Temperaturbereich im Stadium der Laborversuche bestenfalls (bei Kühlschränken) bei Pilotserien befin-

det. Im Bereich der Klimatechnik ist der Einsatz der Stirling-Kältetechnik aufgrund der hohen Nutzttemperaturen der konventionellen Kaltdampf-Kompressions-Kältetechnik deutlich unterlegen. Eine gewisse Chance könnte der Einsatz von Vuilleumier-Wärmepumpen/Kältemaschinen haben. Etwas höhere Chancen werden der Stirling-Kältetechnik im Bereich der Kühltechnik eingeräumt. Dies ist auch der einzige Bereich der Stirling-Kältetechnik, in dem Versuche über das Laborstadium hinaus durchgeführt wurden. Das Problem in diesem Einsatzbereich sind allerdings die relativ schlechten Leistungszahlen. Die aus der Sicht der Technik Erfolg versprechendsten Einsatzbereiche liegen in der Gefrier- und Schockgefrieretechnik. Einerseits sind niedrige Temperaturen erforderlich, andererseits müssen die Anwendungen ein großes Leistungsspektrum (von der Haushalts-Gefriertruhe über die Kühlung in Supermärkten bis zur Tiefgefrier-Lagerhalle) abdecken.

In Bezug auf die Wirtschaftlichkeit der beiden Prozesse war nur eine sehr grobe Abschätzung möglich, da es fast keine praktischen Erfahrungen mit der Stirling-Kältetechnik gibt. Es ist zu erwarten, dass die Stirling-Kältetechnik in den Anwendungen Klima- und Kühltechnik den derzeit verwendeten Techniken in wirtschaftlicher Hinsicht unterlegen sein wird. Die besten Chancen, eine Wirtschaftlichkeit zu erreichen, werden in der Gefrieretechnik gesehen. Selbst im Bereich der Schockgefrieretechnik werden aufgrund der hohen erforderlichen Kälteleistungen die Chancen auf Wirtschaftlichkeit niedriger eingeschätzt.

Fallbeispiel

In einem Fallbeispiel (Annahmen: Industrielle Kälteanlage für -40°C , Kälteleistung 50 kW, Kältebedarf 250 MWh/a) wurde eine Stirling-Kältemaschine (Arbeitsgas Helium) mit einer entsprechenden Kaltdampf-Kompressions-Kältemaschine (Kältemittel: R134a) hinsichtlich Energiebedarf, Betriebskosten, Beitrag zum Ozonabbau in der Stratosphäre und zum anthropogenen Treibhauseffekt verglichen.

Es zeigte sich, dass der erforderliche Energieeinsatz (elektrischer Strom) zum Betrieb der Stirling-Kältemaschine 241,5 MWh_{el}/a, jener zum Betrieb der Kaltdampf-Kompressions-Kältemaschine etwa 422,8 MWh_{el}/a beträgt. Dies bedeutet, dass bei Verwendung einer Stirling-Kältemaschine anstelle einer Kaltdampf-Kompressions-Kältemaschine pro Jahr etwa 181,3 MWh bzw. 43 % an Strom eingespart werden können. Wenn man davon ausgeht, dass als Betriebskosten vor allem Stromkosten anfallen, wirkt sich dieser Vorteil im gleichen Maß auf die Betriebskosten aus. Die Stirling-Kältemaschine bringt eine jährliche Stromkosten-Einsparung um etwa 43 %.

Der Vergleich hinsichtlich des Ozonabbaus in der Stratosphäre ergibt keinen Unterschied und ist bei beiden Kältemaschinen Null, da weder das Kältemittel R134a noch das Arbeitsmittel Helium ein Ozonabbaupotential aufweist.

Hinsichtlich der Treibhausgasemissionen ist sowohl für die Stirling-Kältemaschine, als auch für die Kaltdampf-Kompressions-Kältemaschine der Stromverbrauch ausschlaggebend, da der Beitrag des Kältemittels R134a vernachlässigbar gering ist. Damit entspricht auch die jährliche Reduktion der Treibhausgasemissionen bei der Verwendung einer Stirling-Kältemaschine anstelle einer Kaltdampf-Kompressions-Kältemaschine etwa 43 %.

Damit ist die Variante Stirling-Kältemaschine aufgrund des geringeren Energieeinsatzes deutlich günstiger als die Kaltdampf-Kompressions-Kältemaschine. Für den betrachteten Fall der industriellen Kälteanlage stellt die Stirling-Kältemaschine eine attraktive Lösung dar.

Interesse der Industrie

Zur Abschätzung des Interesses der österreichischen Industrie an der Stirling-Kältetechnik bzw. an einer Kooperation bei Folgeprojekten wurde eine Befragung bei 13 österreichischen Betrieben durchgeführt. Dabei konnte ein sehr Erfolg versprechender Kontakt hergestellt werden.

Schlussfolgerungen

Durch den Verzicht auf Umwelt beeinträchtigende Kältemittel und den niedrigeren Energieeinsatz im tieferen Temperaturbereich der umgebungsnahen Kälteanwendung (unter - 30° C) entspricht der Einsatz der Stirling-Kältetechnik zur Bereitstellung der Dienstleistung „Kälte“ generell sehr gut den Prinzipien der Nachhaltigkeit.

Aufgrund der durchgeführten Arbeiten werden die Chancen der Stirling-Kältetechnik in den Bereichen Gefrier- und Schockgefrieretechnik als aussichtsreich eingeschätzt. Für diese beiden Einsatzbereiche kann grundsätzlich zwischen „Massenanwendungen“ und „Spezialanwendungen“ unterschieden werden. Unter „Massenanwendungen“ werden Anwendungen verstanden, für welche nur wenige, standardisierte Typen von Kältemaschinen, meist mit kleiner Kälteleistung, dafür aber großer Stückzahl erforderlich sind. Beispiele dafür sind Gefriertruhen in Supermärkten und Haushalten. Unter „Spezialanwendungen“ werden alle anderen Anwendungen verstanden, welche speziell für jeden Anwendungsfall ausgelegt werden. Beispiele dafür sind Schockgefrieretunnel in Lebensmittel Fabriken, die Kälteversorgung von Gefrier-Lagerhallen oder eine zentrale Kälteversorgung für einen großen Supermarkt. Dafür werden meist große Kälteleistungen benötigt, die dafür erforderlichen Kältemaschinen müssen für jeden einzelnen Anwendungsfall speziell dimensioniert werden. Daher werden Kältemaschinen für diesen Anwendungsfall eher in kleineren Stückzahlen erforderlich sein. Für die beiden unterschiedlichen Anwendungsfälle sind unterschiedliche Umsetzungsstrategien für den praktischen Einsatz der Stirling-Kältetechnik erforderlich.

Als nächster Schritt wird eine „Marktanalyse“ des österreichischen Kältemarkts vorgeschlagen, wobei Daten über den Bedarf an Kälte in Österreich für die Bereiche Gefrierlagerung und Schockgefrieren erhoben werden sollen. Das Ergebnis dieser Marktanalyse sollte zeigen, in welchem der beiden Anwendungsfälle die Marktchancen der Stirling-Kältetechnik am größten sind.

Nach Abschluss der Marktanalyse sollte ein Business-Plan erstellt werden, in dem ein möglicher Weg zum praktischen Einsatz der Stirling-Kältetechnik, beginnend bei der Spezifikation und dem Bau eines Labormusters bis hin zur Serienproduktion und Vermarktung, aufgezeigt wird. Alle diese Schritte sollten mit entsprechenden KooperationspartnerInnen der österreichischen Wirtschaft durchgeführt werden.

17 Ölsaaten in der Lack- und Bindemittelindustrie

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Der Anbau von Ölsaaten stellt in einigen Teilen Österreichs einen wichtigen Einkommenszweig der Landwirtschaft dar. Jedoch werden heimische Öle aus Ölsaaten vorwiegend für die Lebensmittelindustrie und am Biotreibstoffsektor genutzt. Bekannt sind Produkte wie Speiseöl, Margarine oder Biodiesel. Bei der Verarbeitung von Lack- und Bindemitteln greift man größtenteils auf synthetische Öle zurück. Als Hemmnis für die Verwendung von natürlichen und nachwachsenden Ressourcen wird von den Herstellern die Nicht-Verfügbarkeit von raffiniertem und entschleimtem Öl in Österreich gesehen. Die angebotenen Ölqualitäten sind für die Nutzung in der Bindemittelindustrie kaum geeignet, es fehlt an Raffinationsmöglichkeiten für Öle in technischen Mengen. Dazu kommt, dass Ölsaaten nur begrenzt angebaut werden und viele Ölmühlen sehr spezialisiert sind. Ein großes Problem ist zudem die fehlende Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft und Industrie. Nur über eine enge Kooperation könnte eine gemeinsame Problemlösung im Sinne eines nachhaltigen Wirtschaftens angestrebt werden.

Ziele und Herausforderungen

Um den Anbau von Ölsaaten für landwirtschaftliche ProduzentInnen attraktiver zu machen, bedarf es maßgeblicher Veränderung hinsichtlich der Rahmenbedingungen. Ziel des Projekts „Ölsaaten in der Lack- und Bindemittelindustrie“ war es, ein entsprechendes Konzept zu entwickeln.

Eines der wichtigen Anliegen war die Initiierung und der Ausbau der Zusammenarbeit zwischen Landwirtschaft und Industrie. Eine verstärkte Nutzung heimischer Ölsaaten im Bereich der technischen Öle und Bindemittel macht eine enge Zusammenarbeit aller AkteurInnen – ÖlsaatenproduzentIn (LandwirtIn), ÖlproduzentIn (Ölmühlen) und Lack- und Bindemittelindustrie – notwendig. Die Planung der gemeinsamen Maßnahmen, die Festlegung der Vorgehensweise, erste technische Untersuchungen und die Entwicklung eines Demonstrationsvorhabens waren daher Inhalte des Projekts.

Es sollte außerdem nachgewiesen werden, dass die österreichische Lack- und Bindemittelindustrie mit österreichischen Rohstoffen in ausreichender Menge und Qualität beliefert werden könnte. Eine Studie sollte einen Überblick über die Ölpflanzenkulturen in Österreich liefern. Berücksichtigen wollte man neben den drei Hauptölfrüchten Raps, Sonnenblume und Sojabohne auch die Pflanzen Ölkürbis, Öllein, Saflor, Leindotter und Marienkratzdistel. Auch die Frage nach möglichen zusätzlichen Anbauflächen und Pflanzenöl produzierenden Unternehmen in Österreich sollte geklärt werden.

Projektdaten

Verbesserung des Absatzes von pflanzlichen Ölen aus österreichischen Ölsaaten durch Steigerung der technischen Qualität im Hinblick auf die Anforderungen in der Lack- und Bindemittelindustrie

Projektleitung:

DI Dr. Michael Gann
HOLZFORSCHUNG AUSTRIA
Fachbereich Zellstoff und Papier
Franz Grill Straße 7, A-1030 Wien

Tel.: +43 (0)1 7982623-22

Fax: +43 (0)1 7982623-50

E-Mail: m.gann@holzforschung.at

Internet: www.holzforschung.at

Endbericht: Nr. 34/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Ölsaaten ist der Überbegriff für eine Gruppe von Nutzpflanzen, die hauptsächlich wegen ihres Gehalts an natürlich vorkommenden Ölen angebaut werden. Die bekanntesten Ölsaaten sind Sonnenblume, Raps, Lein (Öllein), Soja, Mais, Rizinus, Oliven, Baumwolle, Sesam, Palmkerne, Kokos, Erdnuss oder Kopra. Für Europa haben lediglich die ersten sieben der genannten Pflanzen Bedeutung.

Für die Lackherstellung von Bedeutung sind trocknende Öle. Ein großer Bindemittelhersteller verarbeitet jährlich etwa 1000 Tonnen Soja-, Sonnenblumen- und Leinöl und 2000 Jahrestonnen Fettsäuren, ebenfalls aus gepressten Ölen.

Projektdesign

Im Zentrum des Projekts standen zwei Workshops, die mit den Projektpartnern abgehalten wurden. Im ersten Workshop wurden die Erfordernisse der Industrie hinsichtlich der Qualität der Rohstoffe formuliert. Im zweiten Workshop wurden die Möglichkeiten der Landwirtschaft hinsichtlich der Verfügbarkeit der Rohstoffe aufgezeigt.

Eigenschaften unterschiedlicher Ölsorten

Bereits in einem sehr frühen Projektstadium wurden Untersuchungen hinsichtlich der Eigenschaften unterschiedlicher Ölsorten durchgeführt. Man kam dabei zu folgenden Ergebnissen:

Ölsorte	Farbzahl nach Umesterung	Farbzahl nach Alkydsynthese	Bemerkungen
Mariendistelöl <i>Silybum marianum</i>	40	9	Ausgangsfarbzahl schlecht, später Verbesserung der Farbzahl, aber weit außer der Norm, nach Alkydsynthese unter Katalyse Farbzahl 9
Sonnenblumenöl <i>Helianthus</i>	< 10	6 - 7	gute Eigenschaften bei der Harzsynthese, nach Umesterung leicht außerhalb der durchschnittlichen Farbzahlwerte, weniger gute Applikationseigenschaften (Verlauf),
Leinöl <i>Linum usitatissimum</i>	27	27	Ausgangsfarbzahl schlechter als Sonnenblumenöl, nach Umesterung weit außerhalb der Norm. Leinöl ist sowohl in der Alkydharzsynthese, als auch in Umesterung zu hoch in der Farbzahl

Tab.: Untersuchungen von Rohölen von Fa. Waldland bei UCB Surface Specialties

Um Öle für Lack- und Bindemittel verwenden zu können, müssen sie jedoch gereinigt und entschleimt bzw. gebleicht sein. Es mussten daher für die Pilotversuche Möglichkeiten zur Entschleimung von kleinen Ölmengen gefunden werden. Dieser Prozess war mit Projektende noch nicht abgeschlossen. Die Suche könnte in einem Demonstrationsprojekt direkt weitergeführt werden.

Marktsituation

Im Projekt wurde der mögliche Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen als Bindemittelstoffe erhoben. Auch wenn Alkydharze – zum Teil aus nachwachsenden Rohstoffen – am vielfältigen Markt der Lack- und Anstrichmittel heute einen weniger bedeutenden Platz einnehmen als früher, ganz verdrängt wurden sie nicht von rein auf Basis fossiler Rohstoffe produzierten Bindemitteln. Markterhebungen zeigten, dass reine Ölprodukte am Auslaufen und Öl- bzw. Lösungsmittelbasierte Systeme ebenfalls rückläufig sind. Der Trend geht zu wasserverdünnbaren Lacken, High-Solids-Systeme könnten sich in Zukunft verstärkt durchsetzen. Ebenso wie wässrige Produkte benötigen sie vor allem Fettsäuren als Rohstoffe. Einbrennlacke auf Basis von Rizinenöl und Erdnussöl werden bereits erzeugt. Bei Alkydharzen aus Mohnöl und Rizinenöl sind die Eigenschaften noch nicht genau bekannt.

Als wichtigste natürliche Rohstoffquellen sind in diesem Zusammenhang pflanzliche Öle, Fettsäuren (aus natürlichen Ölen), Polyole (Sorbit) und Glycerin zu nennen. Für die Produktion von Alkydharzen etwa werden gesättigte und ungesättigte Öle entweder direkt oder in Form von Fettsäuren eingesetzt. Wird pflanzliches Öl direkt verwendet, hat das bei wässrigen Produkten eine relativ geringe Bedeutung. Jedoch haben Öle für die Pfropfung (Crafting) mit Acrylaten gewisse Bedeutung. Auch Fettsäuren haben für die Pfropfung mit Acrylaten als Intermediate große Bedeutung (Kunstharzsynthese).

Als Rohstoffbasis haben sich verschiedene Öltypen bewährt:

Sojaöl	Preis, gute Allroundeigenschaften
Sonnenblumenöl	Gute Gilbungsresistenz
Safloröl	Sehr gute Trocknung bei guter Gilbungsresistenz
Leinöl	Korrosionsschutz, Do-it-yourself-Bereich, hohe Reaktivität, gute Pigmentbenetzung
Holzöl	Für Korrosionsschutzgrundierungen
Rizinusöl	hydroxyfunktionelles Öl, rizinfrei, Dehydratisierung führt zu Ricinenöl
Kokosfett, Palmöl, Palmkernöl	gesättigt, wenig bedeutsam in lufttrocknenden Lacken.
Rüböl, Baumwollsaatöl, Fischöl	Verschnittöle in der Alkydharzsynthese

Tab.: Öle als Rohstoffbasis

Auch Fettsäuren aus pflanzlichen Ölen haben vielfältige Anwendung:

Sonnenblumenölfettsäuren	Gute Gilbungsresistenz
Sojaölfettsäuren	Preis, gute Allroundeigenschaft
Leinölfettsäuren	Schlüsselposition für wässrige Produkte
Konjugierte Sonnenblumenölfettsäuren	Technisch isomerisiert, gute Gilbungsresistenz und Durchtrocknung
Rizinenfettsäuren	Spaltung und Dehydratisierung, sehr hoher Gehalt an konjugierter Linolsäure, gute Glanzhaltung und gute Durchtrocknung
Tallölfettsäuren	Günstige Fettsäurequelle, ähnlich Sojaölfettsäure
Kokosölfettsäuren, Palmkernölfettsäuren	Einbrennlacke, Härterharze, kurzkettige Fettsäuren, hohe Gilbungsresistenz

Tab.: Fettsäuren als Rohstoffbasis

Die 2007 in Kraft getretene neue Zubereitungsrichtlinie besagt, dass der Lösungsmittelanteil im Lack max. 10 % betragen darf. In Benzin gelöste Alkydharze werden dann verboten sein. Weiters sollen die VOC Gehalte auf 300 g/l begrenzt werden. Bei Alkydharzen soll der Festkörperanteil 70 % betragen, der Ölanteil wird steigend sein.

Landwirtschaftliche Situation

Die Zukunft natürlicher Öle ist sicher nur dann Erfolg versprechend, wenn die mit pflanzlichen Rohstoffen hergestellten Produkte technisch und finanziell mit den synthetischen Produkten konkurrieren können. Die Landwirtschaft müsste natürliche Rohstoffe in zugesicherter Menge zu einem zugesicherten, über mehrere Jahre gleich bleibenden Preis liefern können. Außerdem müsste die Rohstoffindustrie die Entwicklung von Lackrohstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe ernsthaft vorantreiben.

Bei den Ölsaaten liegt heute in Österreich das Hauptaugenmerk bei Raps. Ölrap wurde 2002 auf 45.384 ha angebaut, 2003 auf 35.367 ha. Zusätzlich wird noch Raps auf Stilllegungsflächen angebaut. Die Entscheidung für den Rapsanbau wird aufgrund einzelbetrieblicher Beurteilungen des Rapses im Wettbewerb mit den sonstigen landwirtschaftlichen Ackerkulturen (vor allem Getreide) getroffen. Aufgrund schwankender Rapssaatpreise und der generellen laufenden Reduktion von Flächenprämien der EU ist das Interesse zum Anbau von Raps aus Sicht der Landwirte derzeit eher als bescheiden zu beurteilen. Es hat sich aber gezeigt, dass bei entsprechenden wirtschaftlich lukrativen Rahmenbedingungen die Bereitschaft zum Anbau aber immer wieder ansteigt.

Der Anbau von Raps konzentrierte sich bislang auf Biodiesel und Speiseöl. Ein Produkt mit Zukunft könnte Sonnenblumenöl mit bis zu 60 % Linolsäuregehalt sein. Ebenfalls im Kommen ist das Leindotteröl, wobei bis dato noch zu wenig industrielles Interesse besteht. Die Fa. Waldland („Verein zur Förderung von Sonderkulturen“) investiert bereits seit 20 Jahren in Nischenbereiche. Begonnen hat Waldland mit dem Anbau von Mohn. Vor einigen Jahren wurde ein Mariendistelprojekt gestartet: Im Zuge der Herstellung des leberstärkenden Medikaments Silimarin fallen als Koppelprodukt pro Jahr 400 Tonnen Mariendistelöl an. Fettsäuren und Glycerin werden derzeit noch nicht von Waldland angeboten. Der Bedarf an Fettsäuren wird jedoch als Zukunftsstrategie gesehen.

Bereits heute sind entsprechende Flächen mit Ölpflanzenanbau vorhanden. Laut Waldland werden Nischenprodukten wie z.B. Mariendistelöl schon zu ca. 300 Tonnen erzeugt, 400 bis 500 Tonnen wären möglich. Bei entsprechenden wirtschaftlich günstigen Rahmenbedingungen könnte auch der Anbau weiterer heimische Ölpflanzen ausgeweitet werden.

Eine Ausweitung der Fläche wird langfristig nur durch attraktive Rohstoffpreise möglich sein. Die zur Verfügung stehende Fläche kann nur genutzt werden, wenn die 10 % Stilllegungsverpflichtung seitens der EU aufrechterhalten bleibt. Aus derzeitigen Diskussionen über Stilllegungsflächen und Flächenprämien war zu erfahren, dass die Stilllegungsfläche auf 5 % reduziert werden soll und die Flächenprämie vom Ertrag unabhängig wird. Darüber hinaus wird erwogen, für Energiepflanzen eine Prämie von 45 Euro pro Hektar zu bezahlen. Diese werden aber unter den Stilllegungsflächen nicht mehr gefördert. Aus diesen Gründen ist eine seriöse Abschätzung über ein zukünftiges Flächenpotenzial zurzeit nicht möglich. Die Flächen, die heute zur Verfügung stehen, sind jedoch als relativ gesichert anzusehen.

Entwicklung eines Demonstrationsprojekts

Abschluss des Projekts „Ölsaaten in der Lack- und Bindemittelindustrie“ war die Skizzierung eines Demonstrationsprojekts. Im Zuge eines solchen Projekts könnten die Grundlagen für notwendige technische Konstruktionen zur Reinigung und Entschleimung der Öle geschaffen werden: Eine Technikumsanlage, aufgestellt bei einem Ölproduzenten, könnte eine regionale

und überregionale Anlaufstelle für Ölsaatenabnahme und -reinigung darstellen. Die Techniksanlage müsste für die Verarbeitung von wenigstens 5000 Tonnen Ölen pro Jahr ausgelegt werden. Damit verbliebe die gesamte Wertschöpfung im regionalen Bereich. Das für die Umsetzung dieses Konzepts wichtige Vertrauen der landwirtschaftlichen ProduzentInnen wäre geschaffen, die nötige wirtschaftliche Sicherheit geboten.

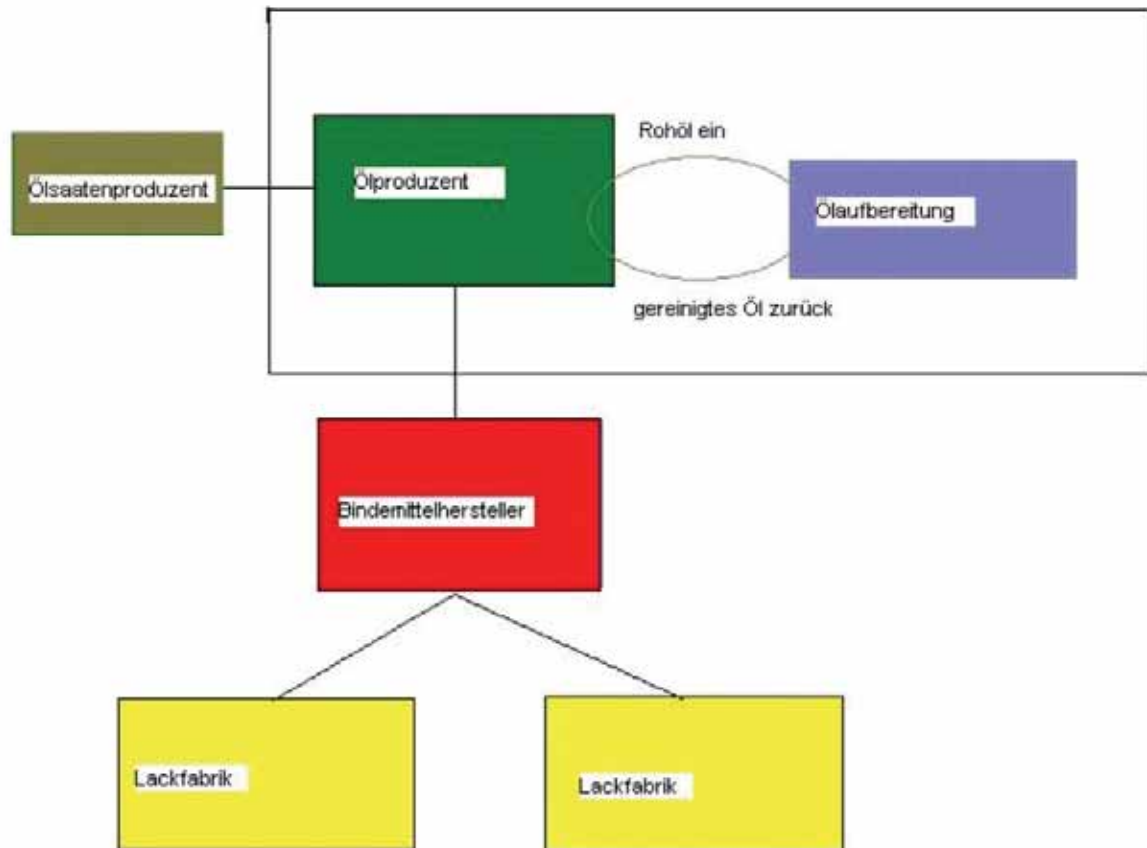


Abb.: Konstruktion für eine Kooperation der Landwirtschaft und der Industrie im Ölsaatenbereich

Das wichtigste Instrument zur Umsetzung der Strategie wäre also die Clusterbildung im landwirtschaftlichen Bereich. Ein Demonstrationsprojekt müsste sich also neben technischen Aspekten auch dieser agrarpolitischen Frage widmen. Nur ein starker Cluster kann die Versorgungssicherheit mit Rohstoffen sicherstellen. Vielfach könnte mit Sicherheit auch auf schon vorhandenen Netzwerken aufgebaut werden.

Ergebnisse

Wie das Projekt zeigen konnte, können Koppelprodukte im Lichte einer neuen Anwendung größere Bedeutung erlangen als dies bisher der Fall war. Es konnte weiters nachgewiesen werden, dass die österreichische Lack- und Bindemittelindustrie mit österreichischen nachwachsenden Rohstoffen in ausreichender Menge und Qualität beliefert werden kann.

Im Laufe der Beratungen mit der Industrie und den landwirtschaftlichen ProduzentInnen hat sich herausgestellt, dass die Themenstellung des Projekts sehr zukunftsorientiert ist. Sie geht parallel mit den Interessen der Industrie und der Landwirtschaft. Nicht zuletzt aufgrund der restriktiveren Politik der EU gegenüber Chemikalien werden Rohstoffe natürlicher Her-

kunft aufgrund ihrer günstigeren toxikologischen Eigenschaften in Zukunft einen Vorteil haben.

Wenn weitere Untersuchungen von entschleimten Proben des bisher untersuchten Rohöls positiv verlaufen, besteht eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine enge Kooperation zwischen den Projektpartnern in diesem Konzeptprojekt. Voraussetzung dafür ist die technische Eignung des gereinigten und entschleimten Mariendistelöles und die Erfüllung sämtlicher Anforderungen für Rohstoffe von Lackbindemitteln. Der Ölproduzent wäre dann in der Lage, die Herstellung von Mariendistelöl selbst zu übernehmen, das Öl zu reinigen und qualitätsgesichert an den Bindemittelhersteller zu liefern. Dieser könnte seinerseits die daraus erzeugten Bindemittel direkt an die Lack- und Farbenindustrie weiter verkaufen.

Die für die Erfüllung der gestellten Aufgaben „Qualitätssicherung“ und „Verfügbarkeit“ wichtigen Schlagworte sind technischer und agrarpolitischer Natur. Sie heißen „Technikumsanlage“ und „Clusterbildung“. Seitens der Industrie und der landwirtschaftlichen ProduzentInnen besteht großes Interesse an einer direkten Kooperation unter Ausschluss von ZwischenhändlerInnen. Eine Umsetzung des neuen Konzepts könnte der Beginn der gewünschten Direktbelieferung der Industrie mit Produkten aus der Landwirtschaft sein.

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Jahrhunderte lang war Bienenwachs die Hauptrohstoffquelle für die Kerzenherstellung. Im Zuge der industriellen Entwicklung wurde sukzessive auf Paraffinrohstoff aus fossilen Quellen umgestellt. Heute macht Paraffin praktisch 100 % der Kerzenrohstoffe aus. Im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung und vor dem Hintergrund der zukünftigen Engpässe bei Rohstoffen aus fossilen Quellen sollten nachwachsende Rohstoffe wieder vermehrt genutzt werden. Schon jetzt werden einige Nischenprodukte auf Basis erneuerbarer Rohstoffe (etwa verschiedene Öllichter in kleinen Behältnissen) hergestellt. Diese Entwicklung gilt es voranzutreiben.

Ziele und Herausforderungen

Ziel des Projekts war es, festzustellen, ob und unter welchen Bedingungen nachwachsende Rohstoffe auf Rapsbasis für die Kerzenproduktion in presstechnischen Anlagen geeignet sind. Es sollte erhoben werden, welche chemisch-technischen Modifikationen an diesen Rohstoffen oder an den gängigen Fertigungstechniken „Granulieren, Pressen, Extrudieren, Ziehen“ erforderlich sind. Der für die Kerzenherstellung bestehende Maschinenpark sollte ohne größere Adaptionen für die Produktion genutzt werden können. Die neue Biokerze sollte unter anderem hohe qualitative Eigenschaften hinsichtlich Abbrandverhalten und Sicherheitsverhalten aufweisen. Weiters sollte eine sofortige Vermarktung des neuen Produkts ermöglicht werden.

Anders als bei Erdöl wären bei einer Umstellung der Kerzenproduktion auf Rapsbasis keine weltweiten Transportvorgänge notwendig, zumindest EU-weit wäre die lokale Verfügbarkeit des Rohstoffs gegeben. Kerzen auf Rapsbasis leisten zudem einen Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemission und erfüllen hinsichtlich Kreislaufwirtschaft und CO₂-Bilanz vollends die Zielsetzungen der Nachhaltigkeit.

Projektdaten

Kerzen aus nachwachsenden Rohstoffen von heimischer Landwirtschaft

Projektleitung:

Johann Lueger

Aktueller Kontakt:

Herbert Hofer
HOFER Kerzen GmbH
Unterer Markt 42, A-3335 Weyer

Tel.: +43 (0)7355 8731-23

Fax: +43 (0)7355 8731-57

E-Mail: office@hofer-kerzen.at

Internet: www.hofer-kerzen.at

Endbericht: Nr. 70/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Ausgangspunkt für die Projektarbeiten waren bereits vorhandene Rohstoffmuster und die dazugehörigen technischen Produktdatenblätter für Rohstoffe auf Rapsbasis. Rohstoffe auf Rapsbasis wurden bis dato nur zum Vergießen verwendet, also z.B. für die Herstellung von „Lichtern“ in kompakten Außenbehältern. Zur Herstellung von gepressten oder gezogenen Kerzen wurde Raps bisher noch nicht eingesetzt.

Stand der Technik



Abb.: Kerzenmuster nach ersten Optimierungsschritten beim Pressvorgang

Stand der Technik für die Kerzenherstellung sind Press- und Ziehverfahren. Der Rohstoff Paraffin wird zu diesem Zweck im flüssigen Zustand (ca. 85 – 90° C) mit Tankwagen von Raffinerien angeliefert und in beheizten Tanks zwischengelagert. Zum Kerzenpressen wird flüssiges Paraffin auf Sprühtrommeln aufgebracht, wo ein feines Pulver (Granulat) erzeugt wird. Das Pulver wird sodann zu Formpressen oder Extruderpressen weitergeleitet. Beim Ziehverfahren wird ein Docht (Endlosband) im Kreis geführt und durch ein Paraffinbad gezogen. In einem Wasserbad folgt die Kühlung, bis der gewünschte Kerzendurchmesser erreicht ist. Bei jedem Umlauf läuft der Kerzenstrang durch eine Kalibrierbohrung, an der überschüssiges Paraffin abgestreift wird. Ist der gewünschte Durchmesser erreicht, geht der fertige Kerzenstrang zur Abschneideanlage und weiter zu Fräseinrichtung, wo Kerzenkopf- und

Kerzenfußausbildung entstehen. Die Farbgebung erfolgt schließlich durch Tauchung.

Um eine optimale Farboberfläche zu erhalten, werden vor den Färbungsprozessen die Kerzenrohlinge in ein Paraffinbad mit etwa 90° C getaucht. Durch die hohe Temperatur wird die Oberflächenkontur hinein geschmolzen, die Poren schließen sich. Die Farbtauchmasse ist von einer etwas höher schmelzenden Paraffinqualität, damit die Kerze am Ende formstabiler wird. Daraus ergibt sich eine etwas härtere Oberfläche, was zu einer ausgeprägten Brennschüssel beim Abbrandverhalten führt.

Projektverlauf

Schon bei den ersten Projektschritten wurde klar, dass theoretische Arbeiten, also Literaturrecherchen, und Laborergebnisse wenig Aussagekraft hinsichtlich des Projektziels besitzen. Der Arbeitsschwerpunkt wurde daher auf Produktionsversuche mit kleineren Chargen verschoben. Im Labor wurden nur grundlegende Arbeiten zu Schmelzpunkt, Erstarrungspunkt und Brennwert von bisher verwendeten Rohstoffen auf fossiler Basis sowie alternativen Rohstoffen auf Raps- und Palmölbasis durchgeführt. Diese Arbeiten stellten einerseits eine gute Basis für die folgenden Betriebsversuche dar und dienten andererseits als Erklärung für nicht erfolgreiche Tests.

Zur Charakterisierung von Schmelz- und Erstarrungsvorgängen eignet sich die dynamische Differenzkalorimetrie (DSC). Die Prüfmethode wurde aufgrund der gewonnenen Ergebnisse sukzessive auf die angewendeten Prüfmuster hin adaptiert und optimiert.

Die Rapsmuster zeigten im Vergleich zu fossilen Brennstoffen ein ganz anderes, dennoch sehr charakteristisches Schmelzverhalten auf. Für die Kerzenanwendung von zentraler Bedeutung war die Tatsache, dass bei der Abkühlung aus dem geschmolzenen Zustand Rekristallisationsvorgänge auftreten, die zu einem so genannten „Popcorneffekt“ führen. Gemeint ist damit eine Art Aufquellen der ursprünglich einheitlichen Masse. Diese hohe Dimensionsinstabilität führt dazu, dass der Abbrand aufgrund der ständigen Schmelz- und Erstarrungsvorgänge in der Brennschüssel und am äußeren Rand nicht ausreichend homogen erfolgt.

Wesentliche Grundlage für die weiteren Versuche war ein Ergebnis aus den DSC-Untersuchungen mit fossilen Rohstoffmustern: Wachsmaterial weist zwei Schmelzpeaks auf. Die Arbeitsgruppe formulierte daraus die sogenannte „Kitt-Theorie“: Der niedriger schmelzende Wachsanteil wird bei der Verarbeitung in der Presse zumindest teilweise verflüssigt und bildet somit den optimalen Kitt bzw. das Haftungsmittel für die große Masse an Wachs. Auf diesem Wege kann ein perfekter homogener Kerzenkörper erzielt werden.

Testserien

Parallel zu diesen Versuchen wurden erste Tests an den Produktionsmaschinen durchgeführt. Es zeigte sich, dass Aussagen über Brauchbarkeit und Unbrauchbarkeit von Wachsen bzw. Wachsmischungen nur an der Maschine getroffen werden können. Dadurch war es notwendig, die gesamten Prozess-Schritte von der Sprühtrommel über die Granulation bis zum Verpressen in der Maschine zu durchlaufen, um brauchbare Mischungen zu entwickeln. Folgende Mischungen wurden dabei getestet:

- Verschiedenen Rapsmuster,
- Palmfette und Palmkernfette,
- Kokosfette,
- Glycerinprodukte und
- fossile Paraffinprodukte mit unterschiedlichen Eigenschaften.

Im Kooperation mit der Fa. Rauh aus Neuss, Deutschland, (Rohstofflieferant für Hofer-Kerzen) wurde voll ausgehärtetes Rapsfett (etwa 62° C Schmelzpunkt) als das am besten geeignete Produkt für die Grundsubstanz erarbeitet und in umfangreichen Testserien optimiert. Durch Zumischen von kleinen Mengen nicht voll ausgehärteter Rapsfette erhielt man Kerzen, die ein akzeptables Abbrandverhalten aufwiesen. Auf dieser Basis konnten schließlich Dochtabstimmungen vorgenommen werden. Diese sind erforderlich, da Raps im Vergleich zu Paraffin einen etwas geringeren Brennwert besitzt. Der Prozess des Schmelzens in der Brennschüssel der Kerze bis hin zum Kapillareffekt im Docht und Vergasung zum Brennvorgang verläuft bei Kerzen auf Rapsbasis anders, wodurch eine Optimierung notwendig wurde.

Ergebnis

Der so genannte „Popcorn-Effekt“ tritt bei allen voll ausgehärteten Pflanzenölen auf. Durch die Zudotierung von teilgehärteten Fetten wurde das Problem gelöst. Letztendlich wurden Mischungen aus verschiedenen Rapsrohstoffen sowie Mischungen mit Zugabe von bis zu 20 % Palmfetten als Optimum bestimmt. Das Produkt „Stabkerze“ wurde auf diesem Weg auch hinsichtlich Dochtabstimmung und Oberfläche so weit optimiert, dass der Markteintritt bereits vorbereitet wurde.

Für die mengenmäßig wesentlich bedeutendere Produktgruppe „Stumpenkerze“ wurde noch kein Optimum gefunden. Aufgrund der größeren Durchmesser der Brennschüsseln ergaben sich insbesondere Probleme im Abbrandverhalten. Ungelöst blieb auch die Oberflächentauchmasse sowie die richtige Vorgangsweise zum Färben der Kerzen. Auch die Nachbearbeitung der bereits erfolgreich produzierten Stabkerze durch Fräsprozesse zu Spitzkerzen, ist noch offen. Inwieweit sich die Mischung für die Produktion von gezogenen Kerzen eignet, ist ebenfalls zu überprüfen.

Schlussfolgerungen

Das Projekt zeigt, dass Raps für die Produktion von Kerzen geeignet ist. Damit ist eine sukzessive Umstellung der bestehenden Kerzenproduktion auf Basis regionaler und nachwachsender Rohstoffe möglich, für die Herstellung können auch die gängigen Maschinenparks genutzt werden.

Aufgrund der guten Ergebnisse beim Produkt „Stabkerze“ ist nunmehr die Markteinführung mit diesem neuen Produkt geplant. Um das gesamte Produktsortiment auf nachwachsende Rohstoffe umzustellen, also auch Stumpen- und Spitzkerzen bzw. Ziehkerzen herzustellen, sind weitere Forschungsarbeiten notwendig.

Da österreichischer Raps nicht, wie für die Herstellung von Kerzen notwendig, raffiniert wird, ist es nicht möglich, die Rohstoffversorgung lokal, also österreichweit, zu gestalten. EU-weit ist Raps jedenfalls in ausreichender Menge verfügbar. Es ist damit zu rechnen, dass innerhalb der EU in den nächsten Jahren massive Bewegungen auf diesem Rohstoffmarkt entstehen. Durch die Nachfrage an technischen Rapsfettprodukten, wie in diesem Fall als Kerzenrohstoff, entstünde eine zusätzliche Belebung der Sparte.

Da kaum Preisunterschiede im Rohstoff bestehen, ist die Effizienz dieser Produktstrategie auch bei finanzieller Bewertung gegeben. Bei permanent hohen Ölpreisen könnte dieser Rohstoff, nach Optimierung aller Prozessschritte, sogar günstiger sein als Rohstoffe aus fossilen Quellen.

19 Aufbereitung und Wiederverwendung von Einweg-Medizinprodukten

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Ressourcenschonung und Abfallvermeidung hatten im Gesundheitswesen bislang nur geringe Priorität. Dies zeigt sich etwa im Bereich der Medizinprodukte, deren Verbrauch nicht nur ständig ansteigt, sondern sich massiv von Mehrweg (wiederverwendbar) zu Einweg-Produkten verlagert.

Obwohl es genügend Erkenntnisse gibt, die allgemein das ökonomische und ökologische Einsparpotenzial von Aufbereitungstechnologien in den verschiedensten Branchen zeigen, gelingt es oft nicht, diese in der Praxis durchzusetzen. Der Nachweis, dass die technischen und organisatorischen Anforderungen erfüllt und Kosteneinsparungen erzielt werden können, genügt zumeist noch nicht, um eine Systemänderung zu initiieren.

Erfahrungen aus anderen Ländern in Europa, den USA und Australien zeigen, dass die Aufbereitung und Wiederverwendung von Einweg-Medizinprodukten grundsätzlich gut und sicher funktioniert. In Österreich ist diese gemäß der Auslegung der einschlägigen Gesetze durch die Behörde de facto verboten. Dadurch bleiben bedeutende ökologische und ökonomische Einsparpotenziale ungenutzt.

Ziele und Herausforderungen

Vieles deutet darauf hin, dass nicht allein die Frage der Aufbereitung von als Einweg deklarierten Medizinprodukten das Problem ist, sondern im gesamten System der Inverkehrbringung, Verwendung und Entsorgung von Medizinprodukten – gleich ob Einweg oder Mehrweg – ein großer Bedarf an Klarheit, Einheitlichkeit der Regelungen und letztlich auch Information bei allen Beteiligten (Gesetzgeber, Hersteller, Handel, Krankenhäuser, PatientInnen etc.) besteht.

Ein zentrales Ziel dieses Projekts war es, umfassend zu analysieren, warum derzeit die Aufbereitung (Reinigung, Funktionsprüfung, Desinfektion und Sterilisation) und Wiederverwendung von als Einweg deklarierten Medizinprodukten in Österreich nicht praktiziert wird sowie geeignete Lösungsansätze aufzuzeigen und Umsetzungsstrategien zu entwickeln, um nachhaltige Wertschöpfungsketten im Gesundheitswesen zu ermöglichen.

Projektdaten

SUPROMED - Aufbereitung und Wiederverwendung von Einweg-Medizinprodukten unter Nachhaltigkeitsaspekten - Einführung in Österreich

Projektleitung:

Mag. Michaela Truppe
ETA Umweltmanagement GmbH
Gusshausstrasse 21/19, A-1040 Wien

Tel.: +43(0)1 5037208-0

Fax: +43(0)1 5037208-30

E-Mail: truppe@eta.at

Internet: www.eta.at

Endbericht: Nr. 09/2007 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Am Beispiel der Aufbereitung medizinischer Einweg-Produkte wurde analysiert, wie der Umstieg von der bisherigen, ressourcenintensiven Versorgungskette hin zu einer nachhaltigen Wertschöpfungskette (= Verlängerung des Lebenszykluses von Medizinprodukten durch die Wiederverwendung) möglich werden kann.

Projektverlauf

In der ersten Projektphase, der Ist-Analyse, wurde eine umfangreiche Literaturrecherche durchgeführt und im Hinblick auf die Forschungsfragestellungen ausgewertet. Unterstützt wurde diese durch Kontakte mit ExpertInnen in Europa und den USA.

In der zweiten Phase wurde ein Stakeholder-Prozess initiiert um die wesentlichen Aspekte und Ansprüche zu identifizieren und die Ergebnisse zu reflektieren. Als Stakeholder wurden jene Personen einbezogen, die in der Diskussion um die Aufbereitung und Wiederverwendung von Medizinprodukten und bei der möglichen Einführung in Österreich eine wichtige Rolle spielen.

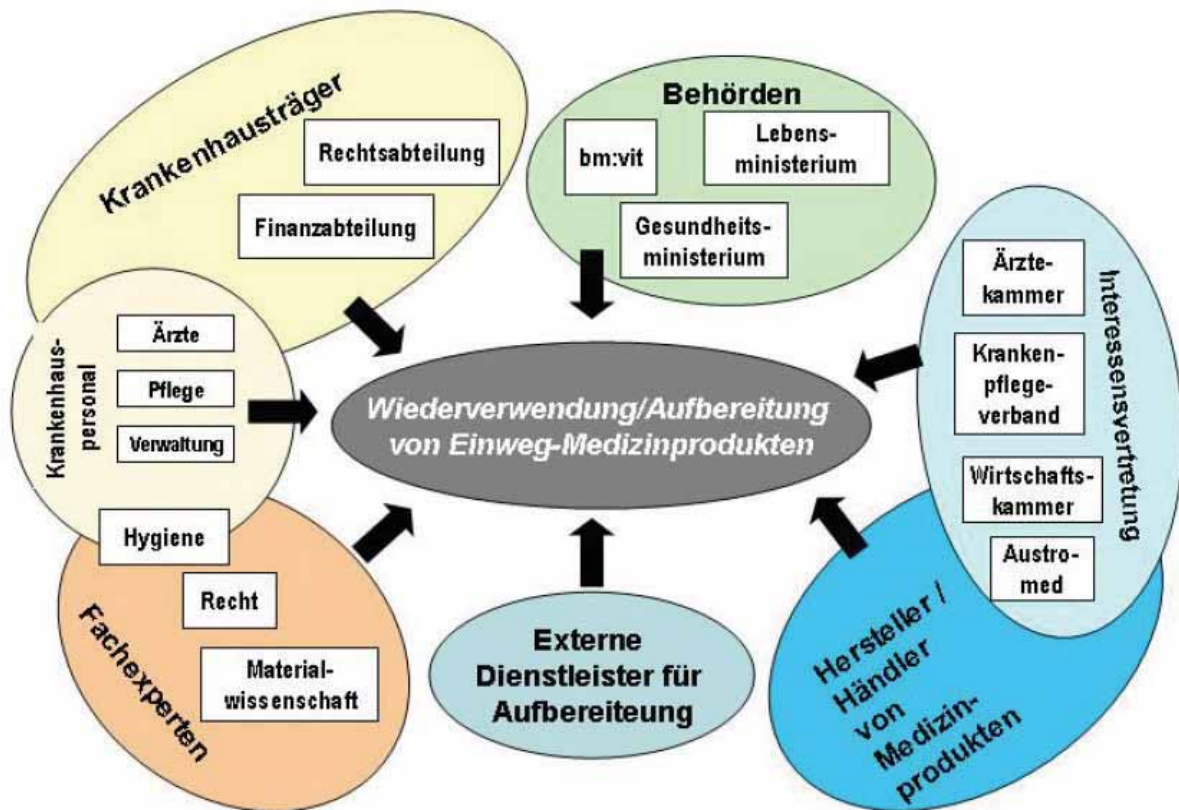


Abb.: AkteurlInnen, die in der Diskussion um die Aufbereitung und Weiterverwendung von Einweg-Medizinprodukten eine wichtige Rolle spielen

Rund 40 Personen wurden persönlich befragt und eingeladen, ihre subjektive Einschätzung zu Chancen und Risiken und zu möglichen Systemveränderungen zu geben. Die Interviews wurden anschließend qualitativ ausgewertet und anhand der Forschungsfragen/-hypothesen verdichtet.

Ergänzend dazu flossen die Ergebnisse einer umfassenden Befragung aus Deutschland ein, die Ende 2003 im Auftrag des Bundesverbandes Medizintechnologie (BVMed) gemeinsam mit der Gesellschaft für Versicherte und Patienten (DGVP) unter ausgewählten ärztlichen Fachdisziplinen und der Bevölkerung durchgeführt wurde.

Auf Basis der Recherchen, Auswertungen und Interviews wurde ein vorläufiger Bericht über die ökologischen, ökonomischen und sozialen Potenziale erstellt, sowie Umsetzungsstrategien für eine Systemänderung entwickelt.

Um die Ergebnisse nochmals zu verifizieren, wurde eine ausgewählte ExpertInnengruppe zu einem Roundtable eingeladen. Dabei wurden nochmals die wichtigsten Aspekte im Zusammenhang mit der Aufbereitung und Wiederverwendung von Einweg-Medizinprodukten herausgearbeitet und zukünftige Systemänderungspfade vor allem im Hinblick auf die österreichische Situation skizziert.

Auf Basis der Ist-Analyse und des Stakeholder-Dialogs wurde ein Konzept für ein Systemdesign der Aufbereitung von Medizinprodukten in Österreich erstellt sowie Handlungsmöglichkeiten und Änderungspfade für die beteiligten AkteurlInnen entworfen.

Ist-Situation

Rund 730 Millionen Euro werden in Österreich für Medizinprodukte ausgegeben, Tendenz weiterhin steigend. Neben steigenden medizinischen Anforderungen ist auch ein Grund dafür, dass immer mehr Medizinprodukte verkauft werden, die nach einmaligem Gebrauch weggeworfen werden. Diese Einwegprodukte lassen auch den Müllberg ständig wachsen. Rund 100 Millionen Kilogramm Abfälle pro Jahr produzieren die österreichischen Krankenhäuser.

Gerade in diesem Bereich lässt sich ein hohes Optimierungspotenzial feststellen. Bereits in der Vergangenheit und auch heute gab und gibt es Medizinprodukte, die nach Gebrauch gereinigt, desinfiziert, sterilisiert und nach dieser Aufbereitung wieder verwendet werden. Auch viele der als Einweg deklarierten Medizinprodukte können ohne Qualitätsverlust aufbereitet werden. In der Regel können diese Produkte zwischen zwei und zwölf Mal aufbereitet werden.

Mehr als 90 % aller Medizinprodukte sind mittlerweile als Einweg deklarierte Medizinprodukte, der Trend geht weiter in Richtung „Einweg“. Aber die Deklaration eines Produkts als Einweg bedeutet nicht a priori, dass es nicht aufbereitet werden kann. Einweg-Medizinprodukte sind und müssen aus Sicherheitsgründen so ausgelegt sein, dass sie funktionell mehrfach verwendbar sind. Aufbereitbar sind einfache Produkte wie Absaugschläuche, Beatmungsschläuche, Sauerstoffmasken, Einwegklemmen ebenso wie komplexe Instrumente, etwa endoskopische Scheren, Herzkatheter und verschiedene Instrumente für die Mikrochirurgie.

Die Aufbereitung kann entweder in der Gesundheitseinrichtung, die die Produkte verwendet, erfolgen (interne Aufbereitung) oder bei einem Unternehmen außerhalb (externe Aufbereitung). Die wesentlichsten Phasen im Aufbereitungsprozess sind:

- Sammlung und Vorbehandlung,
- Reinigung,
- Kontrolle (Reinigungserfolg/Funktionsprüfung),
- Sterilisation und Verpackung.

Vor- und nachgelagert sind bei externer wie interner Aufbereitung Logistikprozesse, wie etwa Übernahme, Transport, Identifikation, Lagerung etc.

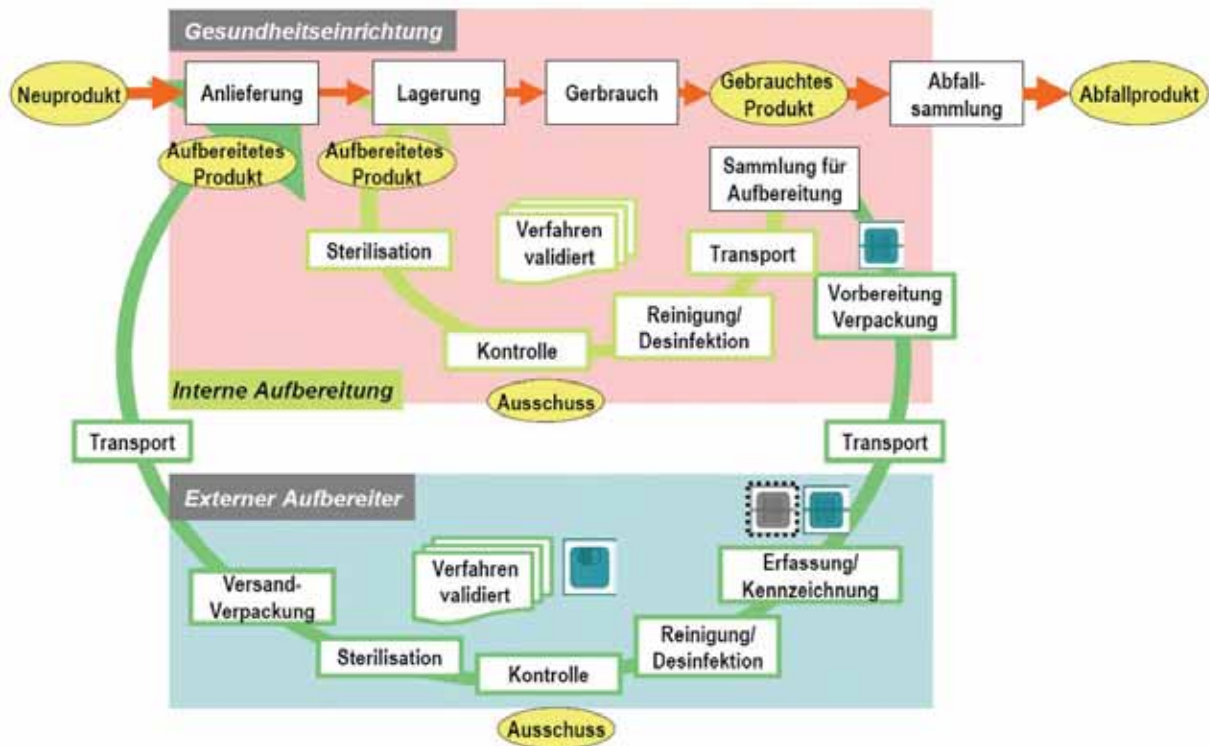


Abb.: Medizinproduktkreislauf – vom gebrauchten zum aufbereiteten Produkt (intern bzw. extern)

Wie aus einigen Untersuchungen hervorgeht findet die Aufbereitung von medizinischen Einwegprodukten in fast allen Ländern statt. In einigen Ländern mit klaren Spielregeln, in den meisten in einer Grauzone und in einigen, wie beispielsweise Österreich, wahrscheinlich außerhalb des gesetzlichen Rahmens. Eine gesetzlich klar geregelte und überwachte Aufbereitung von Medizinprodukten trägt natürlich zur Stärkung des Prinzips der Fehlertoleranz und Risikovorsorge bei. Eine Aufbereitung mit den Herstellern würde den diesbezüglichen Beitrag noch zusätzlich stärken.

Ergebnisse

Die Aufbereitung von als Einweg deklarierten Medizinprodukten ist in Österreich verboten. Anders als beispielsweise in Deutschland und den USA, wo die Aufbereitung von Einwegprodukten sowohl in Gesundheitseinrichtungen, als auch durch externe Aufbereiter erlaubt und geregelt ist.

Ob ein Produkt als Einweg auf den Markt kommt, entscheidet derzeit allein der Hersteller. Damit bestimmen die Hersteller in Österreich, ob die Medizinprodukte aufbereitet werden dürfen oder nicht. Der Hersteller ist nicht dazu verpflichtet, seine Entscheidung zu begründen. In diesem Zusammenhang ist festzuhalten, dass aus Herstellersicht fast alles für die Einweg-Deklaration spricht: höhere Stückzahlen, höhere Umsätze und keine Verantwortung für den Aufbereitungsprozess.

Aufbereitung ist sicher: Damit dieser ökonomische Nutzen nicht so offensichtlich ist, wird oftmals das Wohl der PatientInnen vorgeschoben: Einweg sei sicher, Aufbereitung nicht. Natürlich gab und gibt es immer wieder Fälle, wo aufbereitete Produkte nicht den Qualitäts-

anforderungen entsprachen. Das gilt aber auch für Neu- und Mehrwegprodukte. Ein erhöhtes Risiko für den Patienten durch eine professionelle Aufbereitung von Einweg-Medizinprodukten nach validierten Verfahren ist aus den verfügbaren Studien nicht ableitbar.

Aufbereitung schont die Umwelt: Durch das Verbot der Aufbereitung von Einweg-Medizinprodukten in Österreich bleiben – entgegen den politischen Zielsetzungen zur Nachhaltigkeit – bedeutende ökologische Potenziale zur Einsparung von Ressourcen, Abfällen und Emissionen ungenutzt. Durch die Aufbereitung können pro Wiederverwendung durchschnittlich 80 % der Abfälle eingespart werden, die gesamte Einsparung an Ressourcen ist deutlich höher.

Aufbereitung spart Geld: Durch die Aufbereitung von Einwegprodukten könnten in Österreich jährlich etwa 60 bis 100 Millionen Euro gespart werden. Bis dato reicht dieses ökonomische Potenzial aber nicht aus, um die Aufbereitung in Österreich zu etablieren.

Aufbereitung funktioniert: Wie die Beispiele aus Ländern wie Deutschland und den USA zeigen, lässt sich ein System aufbauen, das hohe Qualitätsstandards und Sicherheit garantiert. Davon profitiert auch die Aufbereitung von Mehrwegsystemen, die derzeit in vielen Gesundheitseinrichtungen noch nicht optimal gestaltet ist. Was für die Aufbereitung von Einwegprodukten in Österreich vor allem fehlt, ist der klare Wille des Gesetzgebers und der vollziehenden Behörden.

Auf europäischer Ebene ist eine einheitliche Regelung vorerst nicht in Sicht. Es gilt, national zu handeln, wenn die ökologischen und ökonomischen Potenziale rasch genutzt werden sollen. Alle dafür notwendigen Systemelemente sind in anderen Kontexten erprobt.

In Österreich könnte ein System, das eine Aufbereitung nach qualitätsgesicherten Verfahren und Wiederverwendung aller dafür geeigneten Medizinprodukte auf hohem Niveau ermöglicht, rasch realisiert werden.

20 Ganzheitliche Bewertung von Unternehmen

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Moderne Unternehmen müssen sich nicht nur mit Fragen des wirtschaftlichen Erfolgs und der Standortsicherung befassen, sondern auch mit Fragen der gesellschaftlichen und sozialen Entwicklung, der MitarbeiterInnenentwicklung und des sozialen Friedens. Und natürlich müssen direkte und indirekte Umweltauswirkungen aller Aktivitäten auf ein Mindestmaß reduziert werden. Es geht dabei nicht nur um einen guten Ist-Stand, nachhaltige Unternehmensentwicklung bedeutet, dass auch zukünftige Chancen und Risiken in den Bereichen Umwelt und Gesellschaft erkannt werden. Einerseits können damit intern die Weichen in Richtung Zukunft gestellt werden. Andererseits kann nach außen kommuniziert werden, dass das Unternehmen Verantwortung für die Zukunft übernimmt. Um eine entsprechende Weiterentwicklung der Unternehmenswerte und der Unternehmenskultur zu ermöglichen, sind allerdings Werkzeuge notwendig. Zugleich entsteht der Bedarf nach Bewertungsmodellen, die den Beitrag unternehmerischer Entscheidungen zu diesen Zielen messen können.

Ziele und Herausforderungen

Das Leitziel des Projekts „INABE“ war die Entwicklung eines ganzheitlichen Bewertungsmodells, das eine Zusammenführung der emotional wertorientierten Prioritäten des Managements mit den rational und wertneutral ermittelten Wirkungen von Aktivitäten ermöglicht. Für eine nachhaltige Entwicklung und zur Steigerung der Zukunftsfähigkeit von Unternehmen ist diese Integration notwendig. Nur wenn beide Perspektiven in die Bewertung einfließen, können Lösungen erarbeitet werden.

Das neue Modell sollte es möglich machen, die Wirkungsschwerpunkte der Aktivitäten in den einzelnen Themenbereichen der Nachhaltigkeit darzustellen. Abdeckung oder auch Abweichung von den Unternehmensprioritäten sollten auf diesem Weg erkannt werden können. Die Verbindung mit verwendeten Indikatoren sollte den Konnex der Zielsetzungen zu den aktuellen Entwicklungen des Unternehmens in allen Dimensionen der Nachhaltigkeit erleichtern. Somit sollte das Modell zu einer Konkretisierung der Zielsetzungen und der Zielannäherung in der Nachhaltigkeitsberichterstattung beitragen können.

Die Entwicklung eines praxisorientierten Leitfadens für Unternehmen war eine ganz konkrete Zielsetzung im Rahmen des Projekts. Das neue Bewertungsinstrument und seine Methode sollten schließlich in vier Unternehmen getestet werden: Agrana (Bereich Zucker), Austropapier – Österreichische Papierindustrie, Wopfinger sowie Wietersdorfer und Peggauer.

Projektdaten

Zum Themenbereich „Ganzheitliche Bewertung von Unternehmen“ liegt im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ das Projekt „INABE - Entwicklung einer ganzheitlichen Bewertung der Aktivitäten von Unternehmen auf Nachhaltigkeitsrelevanz und Praxistest in führenden Industriebetrieben“ vor. Neben dem Projektendbericht wurde auch der praxisorien-

tierte Leitfaden für Unternehmen „Ganzheitlicher Strategie-Check - Strategische Unternehmensplanung für eine nachhaltige Zukunft mit dem Nawi-Graph“ in der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit publiziert.

INABE - Entwicklung einer ganzheitlichen Bewertung der Aktivitäten von Unternehmen auf Nachhaltigkeitsrelevanz und Praxistest in führenden Industriebetrieben

Projektleitung:

Doz. Dr. Andreas Windsperger
Institut für industrielle Ökologie
Rennbahnstraße 29 C, A-3100 St. Pölten

Tel.: +43(0)2742 9005-15162

Fax: +43(0)2742 9005-15165

Email: andreas.windsperger@noe-lak.at

Internet: www.noe-lak.at

Endbericht: Nr. 39b/2005 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

Praxisorientierter Leitfaden für Unternehmen „Ganzheitlicher Strategie-Check - Strategische Unternehmensplanung für eine nachhaltige Zukunft mit dem Nawi-Graph“: Nr. 39a/2005 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

InaBe-Matrix als Bewertungsinstrument

Die Vielfalt der Themen und deren Zusammenhänge machen für Unternehmen die Beschäftigung mit nachhaltiger Entwicklung zu einer hoch komplexen Aufgabenstellung. Im Rahmen des Projekts wurde, basierend auf der "InaBe-Matrix", ein Bewertungsinstrument entwickelt.

Die „InaBe-Matrix“ ist eine weiterentwickelte Form der mittlerweile vielfach erprobten Projekt-Innovations-Matrix (PIM), die ursprünglich für Aktivitäten von Regionen entwickelt wurde und bereits für die Bewertung der Entwicklungen im Industriebereich erfolgreich angewendet werden konnte. Die Matrix erlaubt eine vollständige und ausgewogene Darstellung der Nachhaltigkeit durch mehrfache Unterteilung der Dimensionen der Nachhaltigkeit in Zielbereiche und weiter in Themenfelder. Den Themenfeldern sind übliche Indikatoren wie z.B. jene der GRI zugeordnet, es können aber auch betriebsinterne Parameter einbezogen werden.

Es wurde ein Instrument entwickelt, das unterschiedliche Detailstufen aufweist (Dimensionen – Zielbereiche – Themenfelder – Indikatoren-Kennzahlen). Dadurch konnte gewährleistet werden, dass sich das Instrument in der dualen Bewertung sowohl in der Erhebung der Prioritäten, als auch im Einsatz mit dem Managementteam und in der Arbeit mit den ExpertInnen in den Fachbereichen der Unternehmen eignet. Die im Rahmen des Modells entwickelte Methodik beschreibt die Anwendung der Matrix für die beiden Perspektiven der Bewertung. Das Modell gewährleistet die konsistente Zusammenführung der erhaltenen Prioritäten und Wirkungsprofile.

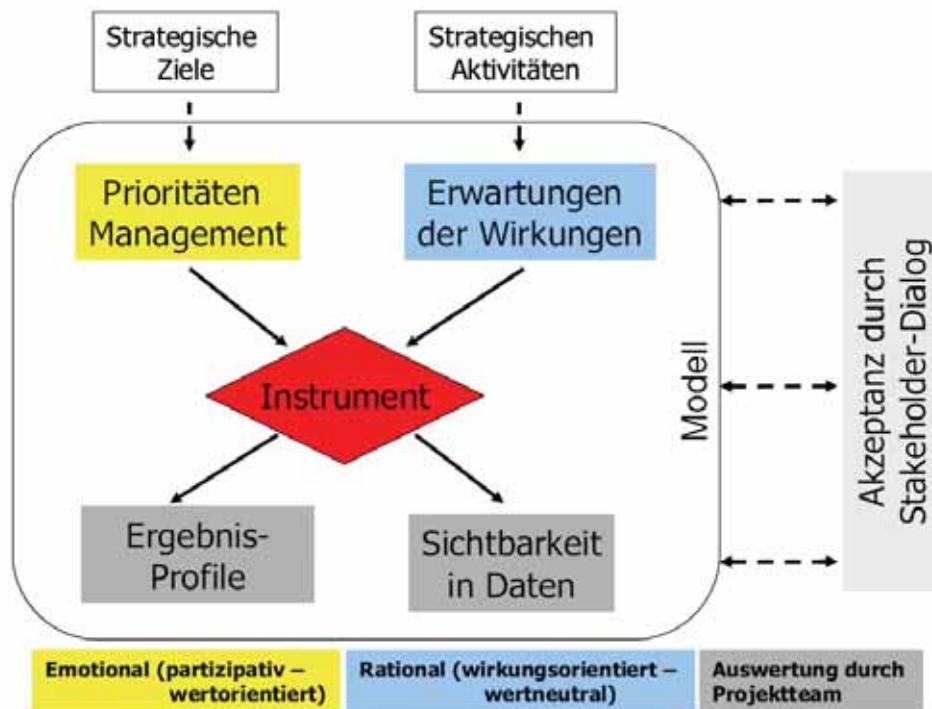


Abb.: Struktur des Modells

Praxisorientierter Leitfaden für Unternehmen

Im Rahmen des Projekts wurde ein praxisorientierter Leitfaden für Unternehmen verfasst. Der praktische Check soll Unternehmen und Organisationen als Navigationshilfe auf dem Weg der nachhaltigen Entwicklung dienen. Managementteams, Führungskräften und „Nachhaltigkeits-Umwelt-Kommunikations-Health&Safty-Qualitäts“-Beauftragten wird mit dem Leitfaden eine konkrete Hilfestellungen in die Hände gegeben.

Der Leitfaden besteht aus vier aufeinander aufbauenden Modulen. Je nachdem, welche Module des ganzheitlichen Strategie-Checks in Anspruch genommen werden, kann der Leitfaden unterschiedlichen Nutzen für ein Unternehmen bringen.

Schritt 1 - Themen finden

„Welche Themen sind aus Sicht nachhaltiger Entwicklung für das Unternehmen wichtig?“

Eine ganzheitliche Betrachtung der Auswirkungen des unternehmerischen Handelns soll hier im Zentrum stehen. Themen der nachhaltigen Entwicklung, die das Unternehmen in den Dimensionen Wirtschaft, Gesellschaft und Ökologie direkt oder indirekt betreffen, sollen herausgefiltert werden.

Schritt 2 - Prioritäten identifizieren

„Welche Themen werden die größten Anstrengungen benötigen?“

Der Soll-Zustand in den Bereichen Wirtschaft, Soziales und Umwelt soll festgelegt werden, Prioritäten für die Zukunft identifiziert und gesetzt werden. Maßstab ist eine besondere Relevanz für die nachhaltige Entwicklung des Unternehmens. Die identifizierten Prioritäten sollen in zukünftige Strategieprozesse einfließen.

Schritt 3 - Strategische Aktivitäten bewerten

„Reicht die Strategie, um den gewünschten Soll-Stand in drei Jahren zu erhalten?“

Bereits gesetzte strategische Aktivitäten sollen einer Bewertung aus der Sicht der nachhaltigen Entwicklung unterzogen werden. Negative Wirkungen sollen erkannt und angepasst werden.

Schritt 4 - Einzelmaßnahmen bewerten:

„Ist die Strategie mit genügend Maßnahmen hinterlegt?“

Bereits gesetzte Einzelmaßnahmen (operative Umsetzung) sollen einer Nachhaltigkeitsbewertung unterzogen und mit den Wirkungen der Aktivitäten verglichen werden.

Der ganzheitliche Strategie-Check kann an verschiedenen Stellen in den Unternehmens-Prozess eingebaut werden. Er kann beim Erstellen von Nachhaltigkeitsberichten unterstützen („Welche Themen sollen behandelt werden? - Schritt 1) und er kann zur Visualisierung von Leitbild und Strategie in Nachhaltigkeitsberichten dienen (Schritte 2 bis 4). Genauso gut kann er aber auch als wichtiges Werkzeug bei der jährlichen Überprüfung von Prioritäten und Strategie in einer Management-Team-Klausur helfen (Schritte 2 und 3). Weiters kann er Abstimmungen bei den Planungen zwischen Management-Team und Fachabteilungen unterstützen (Schritt 4) und die Durchführung von Stakeholder-Dialogen (Anspruchsgruppen können in den Schritten 1 und 3 eingebunden werden).

Das wichtigste Werkzeug zur Anwendung des Leitfadens ist der Nawi-Graph. „Nawi“ ist eine Abkürzung für „nachhaltig Wirtschaften“. Die Bezeichnung „Graph“ wurde deshalb gewählt, weil das Instrument dazu dient, Prioritäten und Effekte graphisch darzustellen. Für die Durchführung des ganzheitlichen Strategie-Checks steht der Nawi-Graph im Internet als programmierte Excel-Datei zur Verfügung (www.indoek.noelak.at bzw. www.nachhaltigberaten.at/nawigraph).

Entwicklungspartnerschaft mit Unternehmen

Im Rahmen der Entwicklungspartnerschaft sollte schließlich die Praktikabilität des entwickelten Modells in den Partnerbetrieben geprüft werden. Außerdem sollten Rückmeldungen über notwendige Veränderungen geliefert werden. Als entscheidend zeigte sich bei der Entwicklung des Modells in Abstimmung mit den Betrieben vor allem die Übertragung der Leitziele der nachhaltigen Entwicklung aus der gesellschaftlichen Sphäre in die Wirtschaftswelt durch einen Perspektivenwechsel. Hierbei mussten die betrieblichen Zielsetzungen mit den ökonomischen, sozialen und ökologischen Zielen in Verbindung gebracht werden. Die Gesamtziele der Nachhaltigkeit wurden in eine Auswahl von Themenfeldern unterteilt, die für die betriebliche Tätigkeit relevant sind und das Spektrum der nachhaltigen Entwicklung möglichst ausgewogen abdeckt. Die einzelnen Themenfeldern wurden vom Umfang charakterisiert und gegeneinander abgegrenzt.

Die teilnehmenden Betriebe waren Wopfinger Baustoffe und Agrana Zucker, außerdem der Fachverband der Papierindustrie, der während der Laufzeit zum Projekt hinzugekommen ist. Voest-Alpine Stahl Linz konnte aus Zeitgründen nur an der Entwicklung des Modells teilnehmen, und Wietersdorfer und Peggauer nahm an der Entwicklung des Modells und an einem Teil der Modellanwendung teil.

Stakeholder-Dialog

Das entwickelte und mit den Betrieben abgestimmte Modell wurde dann den Stakeholdern vorgestellt. Durch diesen Stakeholderdialog sollte sichergestellt werden, dass die Erwartungen aus den unterschiedlichsten Bereichen der Gesellschaft an das Unternehmen in dem entwickelten Modell ausreichend abgebildet werden konnten. Letztendlich sollte der Beitrag nachhaltigkeitsorientierter Aktivitäten der Betriebe zum Gesamtnutzen der Gesellschaft im Sinne der österreichischen Nachhaltigkeitsstrategie dargestellt werden. Der Stakeholderdialog ermöglichte es, Abweichungen in den Erwartungen und Zielen der InteressensvertreterInnen und der jeweiligen Unternehmen zu diskutieren.

Im Rahmen eines moderierten Round-Table-Gesprächs wurden InteressensvertreterInnen aus den oben genannten Bereichen eingeladen, um über deren Erwartungen an die nachhaltige Entwicklung der einzelnen Unternehmen zu diskutieren.

Anwendungen des Modellkonzepts in den Betrieben

Die Betriebe sollten schließlich bei der konkreten Anwendung ihre Werthaltungen und Einschätzungen im Instrument abbilden. In Strategiegelgesprächen mit dem Management der teilnehmenden Betriebe wurde die Bedeutung der einzelnen Nachhaltigkeitsziele für den Betrieb ermittelt und in der Bewertungsmatrix dargestellt. Aus diesen Aktivitäten sollten die jeweiligen Entwicklungsschwerpunkte des Betriebs aufgezeigt werden.

Im Zuge der Projektdurchführung wurden mehrere Varianten getestet, wie das Modell am besten zur praktischen Anwendung in Industrieunternehmen gebracht werden kann. Die Dualität zwischen Prioritäten der Geschäftsführung bezüglich der Themen nachhaltiger Entwicklung in den nächsten Jahren und den Wirkungen der geplanten strategischen Aktivitäten/Maßnahmen wurde auf unterschiedliche Art und Weise erhoben. Einerseits auf Ebene der Geschäftsführung (GF), andererseits mit dem Managementteam (MMT). Die zu erwartenden Wirkungen der strategischen Aktivitäten wurden im Managementteam (Themenfeldebene) bewertet, die zu erwartenden Wirkungen von Einzelmaßnahmen von ExpertInnen in den Fachabteilungen (Parameterebene).

Prioritäten	GF	◆	◆		
	MMT			◆	◆
Wirkungen	MMT	◆	◆	◆	◆
	SB	◆	◆		
		Wopfinger	Agrana	Papier-industrie	Wiiertersdorfer u. Peggauer

Abb.: Darstellung Vorgehensvarianten in den Projekt-Partnerunternehmen

Wie die Abbildung zeigt, konnten bei dem Partnerunternehmen Wopfinger die Bewertungen der Einzelmaßnahmen durch die Sachbearbeiter - durchgeführt auf Ebene der Kennzahlen/Indikatoren - den Abschätzungen der Wirkungen der strategischen Aktivitäten durch das Management und den Prioritäten der Geschäftsführung gegenübergestellt werden. Bei der

Agrana bestand die Dualität aus den identifizierten Prioritäten der Geschäftsführung und den Bewertungen der strategischen Aktivitäten, welche vom Managementteam durchgeführt wurden.

Besonders wichtige Einzelmaßnahmen wurden bei der Agrana ebenfalls auf SachbearbeiterInnenenebene auf die verschiedenen Aspekte der Nachhaltigkeit hin analysiert. Beim Verband der Österreichischen Papierindustrie wurden sowohl die Prioritäten, als auch die zu erwartenden Effekte der strategischen Aktivitäten im Managementteam diskutiert. Um zu verhindern, dass es hier zu einer Vermischung der Ebenen kommt, wurden die Bewertungen an unterschiedlichen Terminen vorgenommen. Das Baustoffunternehmen führte ebenfalls Prioritätensetzung und Bewertung der strategischen Aktivitäten im Managementteam durch. Es ist allerdings festzuhalten, dass nicht alle Aktivitäten, sondern nur eine Auswahl der wichtigsten bewertet wurden.

Die Anwendungsvarianten der dualen Bewertung in den verschiedenen Unternehmen wurden dann in internen Projektteamworkshops analysiert und verglichen. Bei der Geschäftsführung lagen die höchsten Prioritäten in ökonomischen Themenfeldern. Auf sozialer Seite wurden vor allem die Themenfelder, in denen MitarbeiterInnen betroffen sind, als bedeutend beurteilt. Insgesamt gesehen wurde ökologischen Themen die geringste Priorität gewidmet. Bedeutendste Themenfelder waren dabei allerdings der „absolute Energie- sowie Rohstoff- und Wassereinsatz“ und die „Energie und Ressourceneffizienz“.

Bei den strategischen Aktivitäten wurden vom Management die höchsten Wirkungen in der Zieldimension „Ökonomie“ erwartet. Die größte Bedeutung hatte der Zielbereich „Nicht monetäre Ziele“ mit den Themenfeldern „Zukunftssicherung und qualitatives Wachstum“, „Identifikation, Identität und Image“ sowie „Produktqualität“. Die detaillierte Bewertung auf Maßnahmenebene zeigte ebenfalls den Schwerpunkt in der ökonomischen Zieldimension. Der Abstand der ökologischen und sozialen Themen war aber deutlich geringer, die Wirkungen in diesen beiden Dimensionen etwa gleich groß. Tendenziell wurde die größte Wirkung im Zielbereich „Monetäre Ziele“ mit den Themenfeldern „Rentabilität und Shareholderincome“, „Umsatz und Marktanteil“ sowie „Eigenkapital und Verschuldung“, erzielt.

Ergebnisse

Das in diesem Projekt entwickelte ganzheitliche Bewertungsmodell INABE bildet den methodischen Rahmen für die Zusammenführung der emotional Wertorientierten ermittelten Prioritäten des Managements mit den absehbaren Wirkungen von Aktivitäten in Richtung nachhaltiger Entwicklung in qualitativer oder quantitativer Art. Mit INABE wird eine duale Bewertung mit einer umfassenden Überprüfung der Strategien/Ziele/Maßnahmen eines Unternehmens ermöglicht.

Es konnte im Rahmen des Projekts ein praxisorientierter Leitfadens für Unternehmen entwickelt werden. Das neue Bewertungsinstrument und seine Methode wurden in vier Pilot-Unternehmen getestet. Die Ergebnisse wurden im Stakeholder-Dialog besprochen, bei dem richtungweisende Impulse für die weitere Anwendung der dualen Bewertung erarbeitet werden konnten. Eine Weiterentwicklung zu einem Technologieinnovationsinstrument wäre im Falle einer noch stärkeren Einbindung der Technologiebewertung in die duale Bewertung erstrebenswert.

Die duale Bewertung könnte zukünftig einen wertvollen, ausgewogenen Beitrag zur Verbesserung der strategischen Ausrichtung von Unternehmen leisten. Strategische Maßnahmebündel für die mittelfristige Planung könnten abgeleitet werden, der ökonomische Nutzen stärker kommuniziert werden. Methode und Instrument könnten in laufende Managementprozesse der Unternehmen integriert werden. Indem alle Dimensionen verstärkt berücksichtigt werden, könnten bereits bestehende Projekte optimiert werden. Die duale Bewertung könnte somit also auch eine Methode zur Effizienzsteigerung darstellen.

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Der Begriff Nachhaltigkeit hat in Politik und Gesellschaft inzwischen einen gewissen Bekanntheitsgrad erlangt. Auch viele Unternehmen haben erste Versuche unternommen, Nachhaltigkeit in ihren Unternehmensalltag einfließen zu lassen. Ein systematischer Einbau in Unternehmensstrukturen und -prozesse wurde aber noch kaum erreicht. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen haben Probleme mit dem Begriff Nachhaltigkeit. Von einer Umsetzung im betrieblichen Alltag sind sie, bis auf wenige Ausnahmen, weit entfernt. Auch fehlte es bisher an einer flächendeckenden Anwendung des Nachhaltigkeitsgedankens. Erst in jüngerer Vergangenheit wurde damit begonnen, konkrete Instrumente zur Umsetzung von Nachhaltigkeitsaspekten auf Unternehmensebene zu entwickeln und damit das Leitbild Nachhaltigkeit in seiner Vielschichtigkeit zu operationalisieren.

Ziele und Herausforderungen

Ziel des Projekts „FABRIKregio“ war die Entwicklung, Erprobung und Verbreitung eines Modells zur Beurteilung von Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene. Das Projekt setzte inhaltliche Schwerpunkte bei den Themen „Selbstbewertung“ und „Regionale Nachhaltigkeit“.

Selbstbewertung bedeutet, dass die Beschäftigten selbst das eigene Unternehmen anhand von Kriterien aus den Bereichen Ökonomie, Ökologie, Soziales und Kommunikation bewerten und daraus Verbesserungsmaßnahmen ableiten. Hintergrund des Konzepts ist, dass die MitarbeiterInnen auf diesem Weg zu HauptakteurInnen bei der Ausrichtung ihres Unternehmens in Richtung Nachhaltigkeit werden. Sie bestimmen die notwendigen Schritte und Maßnahmen aktiv mit und sind an einer Erfolg versprechenden Umsetzung federführend beteiligt.

Da viele Ansätze für eine nachhaltige Entwicklung, etwa eine Erhöhung der Wertschöpfung, die Schließung von Stoffkreisläufen, die Nutzung nachwachsender Rohstoffe, eine Verbindung von Produktion und Dienstleistung und eine Verringerung des Transportaufkommens, erst durch eine regionale Ausrichtung der Wirtschaft gefördert werden können, fanden regionale Aspekte im Projekt besondere Beachtung.

Durch das Modell FABRIKregio sollten österreichische Unternehmen in Hinblick auf ihre Nachhaltigkeitsleistung und eine nachhaltige Unternehmensentwicklung unterstützt werden. Außerdem sollte die innerbetriebliche Kommunikation sowie das Innovationspotenzial durch die Beteiligung aller Beschäftigten eines Unternehmens bei der Implementierung von Nachhaltigkeit gestärkt werden. Nicht zuletzt sollten neue Impulse für den Aufbau nachhaltiger Regionalwirtschaften im direkten Umfeld von Unternehmen entwickelt werden.

Projektdaten

FABRIKregio: Weiterentwicklung, Erprobung und Verbreitung von Modellen zur Selbstbewertung betrieblicher Nachhaltigkeitspotenziale unter besonderer Berücksichtigung regionaler Erfolgsfaktoren

Projektleitung:

DI Christopher Manstein
Faktor 10 Institut
Lindengasse 2/14, A-1070 Wien

Tel.: +43 (0)1 958 03 30
Fax: +43 (0)1 524 68 47-20
E-Mail: manstein@chello.at

Endbericht: Nr. 20/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Modell zur Selbstbewertung betrieblicher Nachhaltigkeitspotenziale

Im Mittelpunkt bei der Erarbeitung des neuen Modells stand neben der integrativen Betrachtung von sozialen, ökologischen und ökonomischen Faktoren einer nachhaltigen Unternehmensentwicklung die Weiterentwicklung regionaler Gestaltungspotenziale. Erreichen wollte man eine aktivere Beteiligung und Einbindung aller Beschäftigten und eine bessere Verbindung („Verlinkung“) regionaler und betrieblicher Ansätze. Das Modell sollte sich vor allem für die Umsetzung in Klein- und Mittelbetrieben eignen.

Bestandsaufnahme

Am Beginn des Projekts stand die Bestandsaufnahme bekannter Modelle zur Selbstbewertung von Nachhaltigkeit auf Unternehmensebene sowie die Erhebung bekannter Regionalkonzepte und Regionalindikatoren. Es wurden dabei jüngere Erfahrungen aus bereits bestehenden Selbstbewertungs-Modellen (insbesondere aus Deutschland) genutzt und auf Österreich übertragen. Ein „Kick-off“-Workshop mit den teilnehmenden Unternehmen und ProjektpartnerInnen war schließlich der Startschuss für das Projekt.

Projektlauf

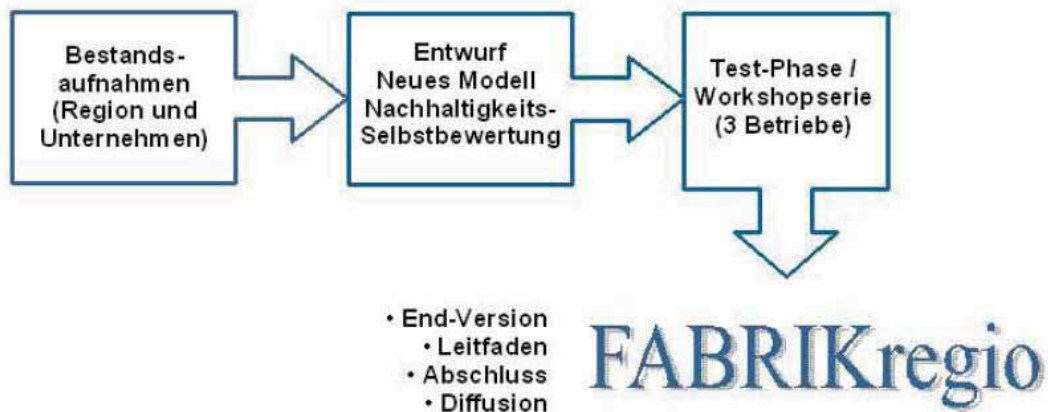


Abb.: Projektlauf

Modellentwicklung

Auf Basis der Ergebnisse aus den Bestandsaufnahmen und dem Entwicklungsworkshop wurde im nächsten Projektschritt „FABRIKregio“ ein neues Modell zur Selbstbewertung betrieblicher Nachhaltigkeitspotenziale entworfen. Die wichtigsten Arbeitsschritte waren die Festlegung der Gesamtstruktur, die Planung des Ablaufs, die Ausgestaltung der Workshops, die Festlegung der zu bewertenden Aspekte und der Entwurf von Arbeitsmaterialien. Im Rahmen einer In-house-Workshop-Serie mit den Pilotbetrieben Umlauf Textilservice GmbH, Pago Fruchtsäfte GesmbH sowie Rogner-Bad Blumau GmbH wurde das Modell schließlich getestet.

Das Kernstück des neuen Modells FABRIKregio waren die zu bewertenden Aussagen in zehn zentralen Unternehmensbereichen (insgesamt 55 Einzelfragen). Ein Beispiel für den Bereich „Regionales Umfeld des Unternehmens“ ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

Auswertungsbogen für den Bereich 9) Regionales Umfeld des Unternehmens										Nachweise, Begründungen																						
a) Zur Aussage liegt eine planvolle systematische Vorgehensweise vor.			b) Die Vorgehensweise ist entsprechend umgesetzt.			c) Die Vorgehensweise und die Umsetzung werden gemessen/ bewertet und ggf. verbessert																										
trifft voll zu	trifft halbwegs zu	trifft überhaupt nicht zu	zu 100%	zu 50%	zu 0%	trifft voll zu	trifft halbwegs zu	trifft überhaupt nicht zu																								
Kreuzen Sie für die nachfolgenden Aussagen bitte Ihre Bewertungen von 10 bis 0 an.																																
9.1 Wir kennen und nutzen die in der Region vorkommenden Rohstoffe (natürliche Ressourcen).																																
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
9.2 Unsere Geschäftstätigkeit trägt zur Aktivierung regionaler Potenziale (z. B. in den Bereichen Gesundheit/Wellness, Lebensqualität, Naturräume, Kultur, Nahversorgung) und zur Steigerung der Attraktivität des Standortes bei.																																
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
9.3 Wir entwickeln und vermarkten Regions-spezifische Produkte und Dienstleistungen (z. B. Lebensmittel aus der Region, Möbel aus heimischen Holzarten).																																
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
9.4 Durch unsere Geschäftstätigkeit wird die Wertschöpfung in der Region erhöht (z. B. durch den Ersatz von Regionsimporten durch eigene Produkte/Dienstleistungen).																																
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
9.5 Unser Unternehmen nutzt bevorzugt erneuerbare Energieträger aus der Region (z. B. Wasser, Holz, Biomasse, Sonne).																																
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
9.6 Wir pflegen den Kontakt zur Gemeinde / Region und berücksichtigen deren Ziele mit in unserer Arbeit. Dies kann z. B. umfassen: Regionales Leitbild, Maßnahmen gegen Abwanderung.																																
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Durchschnittswert der Bewertung a) <input type="text"/>			Durchschnittswert der Bewertung b) <input type="text"/>			Durchschnittswert der Bewertung c) <input type="text"/>																										
Gesamtwert der Durchschnittswerte: a) x 0,3 + b) x 0,4 + c) x 0,3 <input type="text"/>																																

Abb.: Bewertungsaussagen am Beispiel „Regionales Umfeld des Unternehmens“

Bewertung

Jede Aussage im Nachhaltigkeits-Check FABRIKregio wurde aus drei verschiedenen Blickwinkeln bewertet. Es galt zu bestimmen, inwieweit die Aussage auf das eigene Unternehmen zutrifft. Die drei Blickwinkel waren folgendermaßen definiert:

1. Zur Aussage liegt eine planvolle, systematische Vorgehensweise vor,
2. die Vorgehensweise ist entsprechend umgesetzt worden, und
3. die Vorgehensweise und die Umsetzung werden gemessen/bewertet und gegebenenfalls verbessert.

Zur Bewertung der Aussagen stand eine Skala von 10 bis 0 zur Verfügung. Die Skala reichte von „trifft voll zu“ bis „trifft gar nicht zu“. Für jede der Aussagen wurden also drei „Noten“ vergeben. Ein zusätzliches Feld „Nachweise/Begründungen“ ermöglichte es den Beschäftigten, Beurteilungen anhand von Beispielen und Erläuterungen zu untermauern. Diese Angaben dienen auch dazu, die spezifischen Einschätzungen später nachvollziehen zu können. Die abschließenden Bewertungen sollten auf jeden Fall im Team durchgeführt werden. Damit wollte man erreichen, dass sich möglichst alle TeilnehmerInnen mit der Bewertung und den daraus folgenden Maßnahmen identifizieren können.

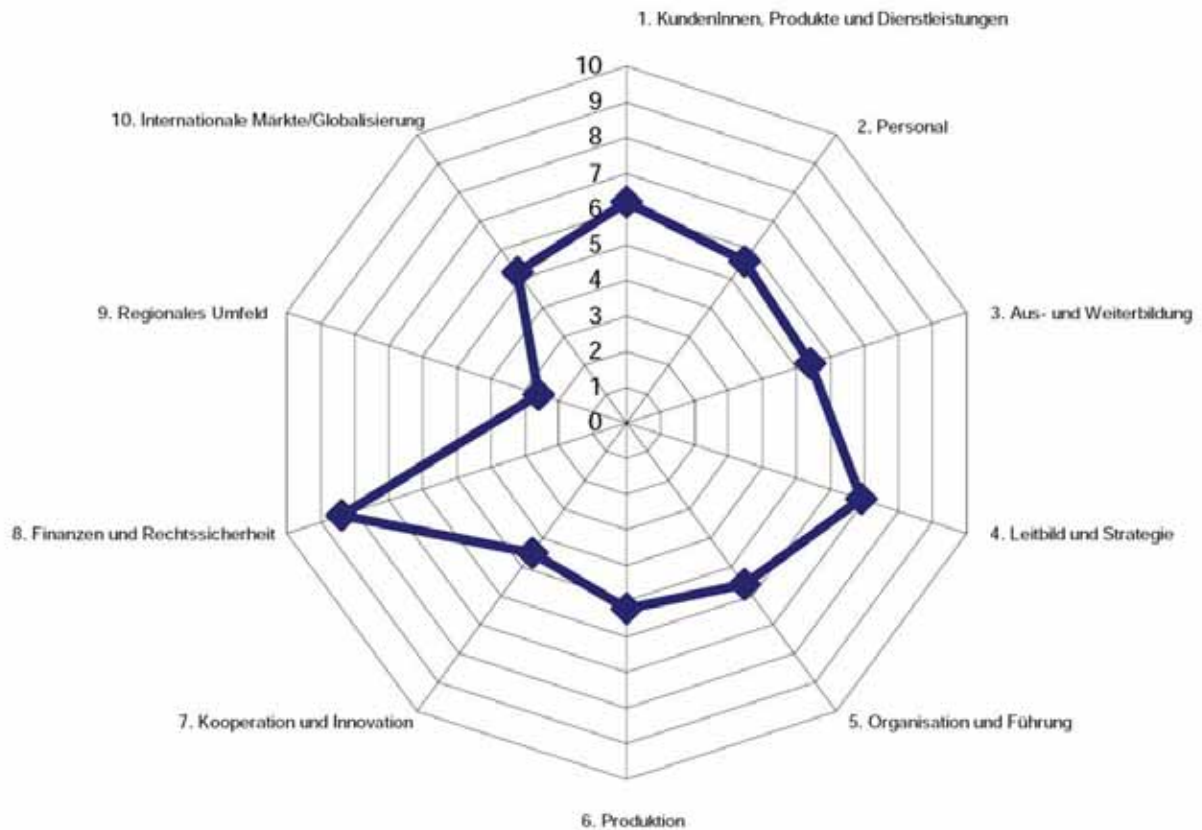


Abb.: Beispiel für eine Auswertungsgrafik in Form eines Spinnendiagramms

Aus den Erfahrungen bei der Anwendung von FABRIKregio in den Pilotunternehmen ließen sich als Ergebnisse sowohl hard facts, als auch soft facts ableiten. Zu den hard facts zählte man alle greif- und messbaren Ergebnisse einer Selbstbewertung. Es konnten im Bereich der hard facts eine Vielzahl von Verbesserungsmaßnahmen sowohl technischer, als auch organisatorischer Art entwickelt und realisiert werden. Neben der quantitativen Bewertung sowie einer detaillierten Analyse der Stärken und Verbesserungspotenziale ergaben sich aus den abgeleiteten Maßnahmen konkrete Ergebnisse. Durch das „Querschnittsthema Nachhaltigkeit“ ließen sich Verbesserungsmöglichkeiten in nahezu allen Unternehmensprozessen ableiten. Großes Potential, so zeigte es sich, lag in der Aufbau- und Ablauforganisation, in der Qualifizierung der Beschäftigten und bei der Einsparung von Ressourcen und Kosten in der Produktion. Zu den Soft facts zählten gesteigerte Motivation, verbesserte Kommunikation und Kommunikationsfähigkeit, erhöhte Eigeninitiative, Identifikation mit dem Unternehmen, gesteigerte Arbeitszufriedenheit und Ähnliches.

Ein weiteres wichtiges Ergebnispotenzial lag im Dialog und Erfahrungsaustausch mit den beteiligten Unternehmen. Bei vielen Workshops waren nicht nur die Unternehmen beteiligt, sondern es wurden auch Regional- bzw. KommunalvertreterInnen eingeladen, so beispielsweise im Rahmen eines Workshop mit dem Titel „Erfahrungsaustausch“.

Ergebnisse

Mit FABRIKregio konnte ein viel versprechendes Modell zur Selbstbewertung von Nachhaltigkeit in einem Unternehmen entwickelt werden. Als Erfolgsfaktoren für die Anwendung des Nachhaltigkeitschecks haben sich insbesondere die pragmatische und praxisorientierte Gestaltung des Instruments, die aktive Beteiligung der Beschäftigten, die methodische Ausgestaltung in Form von Einzel- und Gruppenarbeit in Workshops, eine zeitnahe Umsetzung unternehmensrelevanter Maßnahmen sowie eine externe Moderation und Prozessbegleitung herausgestellt.

Unternehmen können mit FABRIKregio eine messbare und damit transparente Nachhaltigkeits-Bewertung durchführen. Neben einer Vielzahl an technischen und organisatorischen Verbesserungsmaßnahmen (z.B. Effizienzsteigerung, Kosteneinsparung) führt die Einbindung der Beschäftigten zu einer erhöhten Mitarbeitermotivation. Arbeitsabläufe können weiter optimiert, Ideen und Wissen im Unternehmen besser genutzt werden. Gemeinsam können Stärken und Verbesserungspotentiale erhoben werden. Die quantifizierbaren Ergebnisse können für internes Ranking oder Controlling dienen.

Mit FABRIKregio kann die unternehmensinterne Dokumentation und Transparenz gestärkt und um relevante Informationen zur Nachhaltigkeit erweitert werden. Dabei können viele Synergien zu bestehenden Managementsystemen (Qualität, Umwelt, Arbeitssicherheit) genutzt werden. Durch die Verbesserung der internen Dokumentation (z.B. Nachweise, Messgrößen etc.) wird auch die externe Dokumentation (z.B. Nachhaltigkeitsbericht) unterstützt.

Unternehmen wird mit FABRIKregio ein individuelles Managementinstrument in die Hand gegeben, das sie und ihre MitarbeiterInnen auch nach Abschluss des Projekts weiterverwenden können. Das Bewertungsinstrument kann unternehmensintern individuell angepasst, weiterentwickelt und erweitert werden. Es hat sich herausgestellt, dass Unternehmen mit anderen bereits gut funktionierenden Managementsystemen (z.B. Qualitätsmanagement) Vorteile bei der Anwendung von FABRIKregio haben.

Durch die innovative Verbindung von Management- und Nachhaltigkeitsansätzen erhalten Unternehmen die Möglichkeit, Nachhaltigkeit als betrieblichen Aspekt zu managen – im Sinne sozialer, ökologischer und ökonomischer win-win-win-Situationen.

22 Sozial nachhaltige Unternehmensführung

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Nachhaltigkeit bedeutet die Erfüllung gegenwärtiger Bedürfnisse bei gleichzeitiger Rücksichtnahme auf die Bedürfnisse zukünftiger Generationen. Auch wenn die drei Säulen der Nachhaltigkeit Wirtschaft, Ökologie und Gesellschaft/Soziales sind, standen in der Vergangenheit meist die ökologischen Aspekte im Vordergrund. Seit einiger Zeit verschiebt sich die Konzentration jedoch immer mehr in Richtung Soziales. In Zusammenhang mit Unternehmen wird Nachhaltigkeit seit einiger Zeit unter dem Begriff „CSR“ (Corporate Social Responsibility) diskutiert. CSR will Unternehmen motivieren, auf freiwilliger Basis soziale und ökologische Belange in ihre Unternehmenstätigkeit zu integrieren. Es geht dabei nicht um die Einhaltung gesetzlicher Richtlinien, sondern um eine darüber hinaus gehende freiwillige Investition in MitarbeiterInnen, Umwelt und Beziehungen zum Unternehmensumfeld. Hintergrund von CSR ist, dass eine freiwillige Übernahme von Verantwortung für MitarbeiterInnen und gesellschaftliches Umfeld eine win-win-Situation mit sich zieht.

Ziele und Herausforderungen

Neben den Programmen und Initiativen zu „Corporate Social Responsibility“ (CSR), die einen wesentlichen Beitrag zu Bewusstseinsbildung und Thematisierung von sozialer Verantwortung leisten, besteht nun die Notwendigkeit, adäquate Instrumente zu entwickeln, die Unternehmen dabei helfen, eine nachhaltige Unternehmensführung zu implementieren. Diese Instrumente sollen die Unternehmen dabei unterstützen, eine präzise Vorstellung über die Wirksamkeit ihrer bisherigen Maßnahmen zu bekommen, denn nur so kann etwaiger Verbesserungsbedarf erkannt und das Erfolgspotenzial von Maßnahmen eingeschätzt werden.

Ziel des Projekts „BLISS: Sozial nachhaltige Unternehmensführung – Guidelines für ein österreichisches Unternehmen“ war die Erarbeitung einer praxistaugliche Anleitung („Business GuideLines Inducing Social Sustainability – BLISS“) zur Integration der sozialen Nachhaltigkeitsdimension ins strategische und operative Management eines Betriebs.

Als Pilot-Unternehmen sollte die in der Oststeiermark ansässige Baufirma Strobl am Projekt teilnehmen. Neben der in Preding beheimateten Baufirma zählen zur Unternehmensgruppe die Zimmerei Strobl Holzbau und „DieNeuen“, eine seit 1989 gemeinsam mit der Firma Reisinger betriebene Firma, die Privaten und Gewerbetreibenden FullService und Gesamtlösungen für den Baubereich bietet. Die Unternehmensgruppe („Strobl Bau Weiz,“ „Strobl Holzbau“ und „DieNeuen“) beschäftigte im Jahr 2004 ca. 320 MitarbeiterInnen.

Projektdaten

BLISS: Sozial nachhaltige Unternehmensführung – Guidelines für ein österreichisches Unternehmen

Projektleitung:

Dr. Ulrike Seebacher

Interuniversitäres Forschungszentrum (IFZ)

Schlögelgasse 2, A-8010 Graz

Tel.: +43 (0)316 813909-25

E-Mail: seebacher@ifz.tugraz.at

Endbericht: Nr. 30/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Basis für alle weiteren Projektschritte waren die zu Projektbeginn entwickelten Thesen

- Auf dem Weg in eine High-Tech- und Wissensgesellschaft ist die Humanressource ein wichtiges Kapital.
- Wahrnehmen sozialer Verantwortung in Form von sozial nachhaltiger Unternehmensführung, Stärken von sozialer Kompetenz und Qualifizierung der MitarbeiterInnen in Unternehmen sind Voraussetzung für die Sicherung des Forschungs- und damit High-Tech-Standorts Österreich; nur dadurch kann im Wettbewerb um hoch qualifizierte MitarbeiterInnen gepunktet werden. Durch (sozial) nachhaltig wirtschaftende Unternehmen wird der Wirtschaftsstandort Österreich abgesichert, die Attraktivität des Standorts gesteigert und neue Zukunftspotenziale erschlossen.
- Ein Unternehmen darf neben der Stärkung seiner internen Sozialkompetenz („Sozioeffizienz“) seinen Beitrag zu regionaler und gesellschaftlicher Entwicklung wie z.B. Chancengleichheit, internationale Verteilungsgerechtigkeit („Sozioeffektivität“) nicht außer Acht lassen. Unternehmen sind also nur dann als sozial nachhaltig zu bezeichnen, wenn nicht nur ihr internes soziales Gefüge auf die Bedürfnisse ihrer MitarbeiterInnen ausgerichtet ist, sondern darüber hinaus alle Geschäftsaktivitäten und Produkte bzw. Dienstleistungen geeignet sind, Aspekte wie Arbeits- und Lebensqualität, soziale Stabilität und Entwicklungschancen auf zukunftsichernde Weise zu unterstützen.

Grundlegend für die Entwicklung für BLISS war das vom Projektpartner alpha nova zuvor entwickelte Modell der sozialen Unternehmensanalyse. Das Modell wurde weiter entwickelt, optimiert und schließlich im Partnerunternehmen getestet. Die Ergebnisse waren Grundlage für die BLISS Guidelines sowie für die geeigneten Indikatoren zur Messung der sozialen Nachhaltigkeit.

Projektverlauf

Der Projektablauf von BLISS umfasste drei Arbeitspakete. Im ersten ging es um die Weiterentwicklung des alpha nova-Modells, im zweiten um die Durchführung der Unternehmensanalyse und im dritten um die Entwicklung der Guidelines und Indikatoren.

Das ursprüngliche Modell von alpha nova wurde von den beiden anderen Projektpartnern einer wissenschaftlichen Evaluierung unterzogen. Durch das Ergänzen fehlender Teile konnte sichergestellt werden, dass (innerbetriebliche) soziale, regionale und gesamtgesellschaftliche Aspekte möglichst umfassend berücksichtigt werden. Das weiterentwickelte Modell wurde anschließend exemplarisch im Partnerunternehmen eingeführt. Die erhaltenen Ergebnisse stellen die Grundlage für die Entwicklung der unternehmensspezifischen Guidelines dar.

Modellentwicklung

Die mit der Modellentwicklung verbundene Literaturanalyse hatte einen dreifachen Fokus. Sie sollte Antworten auf die folgenden Fragen liefern.

1. Welche Konzepte und Begriffe spielen im Zusammenhang mit sozial nachhaltiger Unternehmensführung eine Rolle? Begriffe und Konzepte wurden auf ihre Bedeutung für BLISS untersucht: Corporate sustainability Stakeholdertheorie, Corporate Accountability, Corporate Citizenship, Corporate Responsibility, Corporate Social Responsibility. Es wurde entschieden, innerhalb des Projekts BLISS die beiden Begriffe „soziale Nachhaltigkeit“ und „Corporate Social Responsibility“ synonym zu verwenden.
2. Welche Instrumente existieren bereits, und was davon lässt sich für eine Modell-Erweiterung nutzen? Eine Fülle von CSR relevanten Materialien wurde gesichtet. Folgende Instrumente lieferten für BLISS gute Ansatzpunkte: Soziales Audit, SAFE (Sustainability Assessment for Enterprises), Dänischer Sozial-Index, Schweizer „kmusocialkit“, IMPULS.
4. Welche Schnittstellen zu gängigen Managementmodellen und Nachhaltigkeitsberichterstattung sind zu beachten? Bereits eingesetzte Instrumente lassen sich in Managementstandards und Instrumente für Nachhaltigkeitsberichterstattung untergliedern. BLISS hat die Managementsysteme EFQM (European Foundation for Quality Management) und BSC (Balanced Scorecard) sowie die Richtlinien der GRI (Global Reporting Initiative) für Berichterstattung näher betrachtet.

Die Ergebnisse der Recherche flossen in die Überarbeitung des alpha nova-Modells ein. Das Modell der mehrstufigen Erhebung wurde beibehalten, jedoch um die Erhebung der Außen-sicht ergänzt. Das neue Modell ging davon aus, dass - aufbauend auf den Ergebnissen der vorhergehenden Phase - die relevanten bzw. noch zu beantwortenden Fragestellungen immer weiter eingegrenzt und fokussiert werden können. Gleichzeitig sollten im Laufe der Zeit immer größere Personenkreise (auf der letzten Stufe möglichst alle MitarbeiterInnen) eingebunden werden. Nur auf diesem Weg kann deren Potenzial bestmöglich genutzt und das Unternehmen in Richtung soziale Nachhaltigkeit weiterentwickelt werden.

Man erkannte auch, dass regelmäßige Informationen über Projektverlauf und Zwischenergebnisse wichtige Rahmenbedingungen der Analyse sind. Daher erhob die neue Analyse nicht nur den Status quo im Unternehmen. Sie stellte bereits eine erste Maßnahme zur Wei-

terentwicklung des Unternehmens im Bereich sozialer Nachhaltigkeit dar. Das Ausgangsmodell wurde in Bezug auf inner- und vor allem auch außerbetriebliche Ansatzpunkte sozialer Nachhaltigkeit ergänzt und an das teilnehmende Pilot-Unternehmen, die Unternehmensgruppe Strobl, angepasst. Mögliche Schnittstellen zu bestehenden Management-Modellen sowie zur Nachhaltigkeitsberichterstattung wurden von Anfang an berücksichtigt.

Einige Projekt-Werkzeuge wurden überarbeitet und erweitert, so die statistische Datenerhebung, der Gesprächsleitfaden zur Befragung von Management und Führungskräften und der Fragebogen zur Mitarbeiterbefragung. Darüber hinaus wurden auch Materialien neu entwickelt: Es entstand ein neuer Fragebogen für die LieferantInnenbefragung und für die KundInnenbefragung, außerdem neue Interviewleitfäden für die Befragung von regionalen Meinungsbildnern.

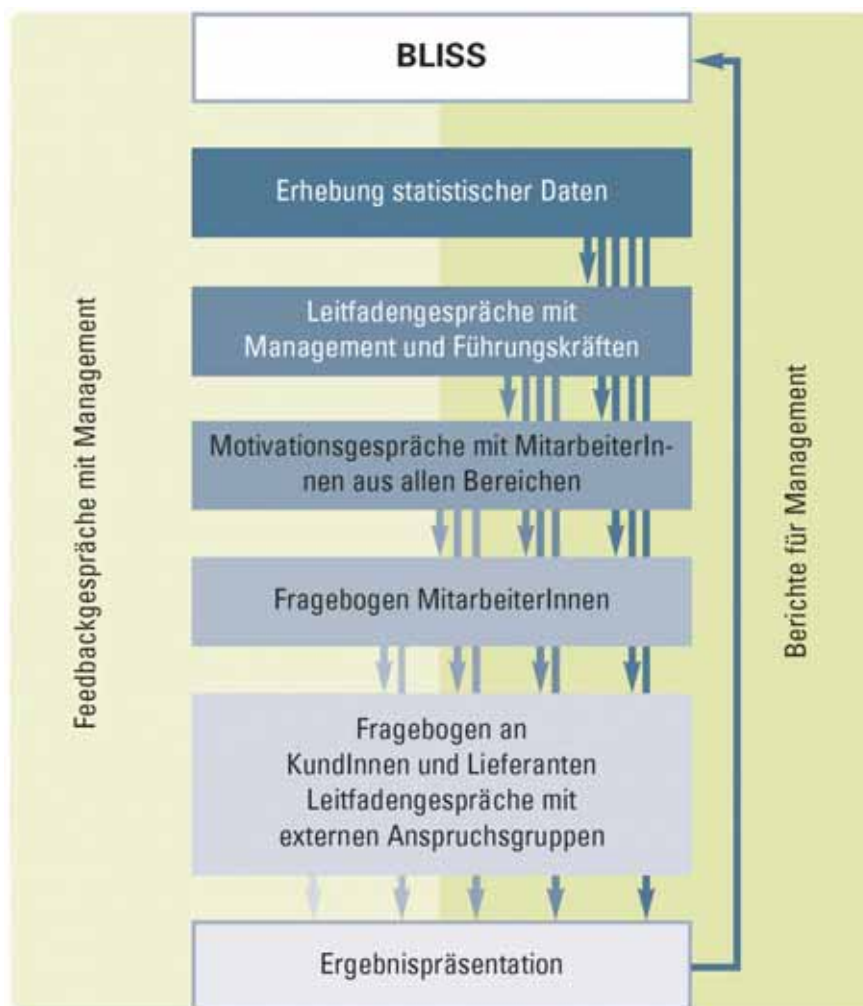


Abb.: Das BLISS-Analyse-Modell
Quelle: Projektfabrik

Unternehmensanalyse

Die Unternehmensanalyse fand im Zeitraum von September 2004 bis Februar 2005 statt. Das entwickelte Analyse-Instrumentarium wurde schließlich im Pilot-Unternehmen eingesetzt. Die mehrstufige Vorgangsweise umfasste die Erhebung von statistischen Daten, 16 Interviews, drei Workshops und eine schriftliche Befragung aller MitarbeiterInnen. Die statistischen Daten zu den Themen Beschäftigung, Gesundheit & Sicherheit, Training & Weiterbil-

dung, Vielfalt & Chancen wurden durch die Personalabteilung erhoben, wobei die saisonale Beschäftigungsschwankung durch die Heranziehung von drei Stichtagen berücksichtigt wurde.

Im Zuge der persönlichen Interviews wurden Mitglieder der Geschäftsführung, Abteilungsleiter und Meister, ein Betriebsrat und ein externer Berater befragt. Die Gespräche gaben einen guten Einblick in Unternehmensphilosophie und -kultur, Strukturen und Abläufe und umfassten Handlungsfelder sozialer Nachhaltigkeit in den Bereichen Arbeitspraxis und Arbeitsqualität, Beziehungen zu KundInnen, MitbewerberInnen, LieferantInnen, Region und Gesellschaft. Eine erste Analyse der Interviews ergab einige für die Unternehmensgruppe relevante Themenstellungen sozialer Nachhaltigkeit, die in Form von drei Workshops à vier Stunden mit insgesamt 40 MitarbeiterInnen aus allen Hierarchieebenen weiter bearbeitet wurden.

Mit der Initiierung der Workshops verfolgte das Projektteam mehrere Ziele. Man wollte MitarbeiterInnen aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen und Hierarchie-Ebenen aktivieren und einbinden. Die Workshops sollten außerdem eine Ergänzung bzw. Modifikation bringen. Der auf Basis der Interviews und statistische Datenerhebungen erstandene Befund sollte durch weitere Sichtweisen ergänzt werden. Die Workshops dienten aber auch einer Schwerpunktsetzung. Man wollte feststellen, was aus Sicht der MitarbeiterInnen wichtig und was weniger wichtig ist. Schließlich sollten im Zuge der Workshops Lösungsansätze für die als wesentlich identifizierten Handlungsfelder erarbeitet werden.

Die Fragebogen-Erhebung fand im Jänner 2005 statt und erreichte 319 MitarbeiterInnen. Die Bereitschaft zur Zusammenarbeit und die Motivation der MitarbeiterInnen, im Unternehmen gestalterisch mitzuwirken, war auf allen Hierarchieebenen außerordentlich hoch. Neben der hohen Rücklaufquote (70 %) zeigte sich das in der großen Anzahl an ergänzenden Kommentaren und Änderungsvorschlägen. Im Mai 2005 wurden 19 KundInnen und 13 LieferantInnen der Unternehmensgruppe mittels Fragebogen kontaktiert. Sieben KundInnen- und drei LieferantInnen-Fragebögen kamen ausgefüllt zurück. Zusätzlich wurden mit Hilfe eines strukturierten Interview-Leitfadens zwei Interviews mit BürgermeisterInnen der Region geführt.

Alle Informationen wurden nach der Erhebungsphase in einem Analysebericht zusammengefasst. Der 44-seitige Bericht orientiert sich an dem EFQM-Modell und wurde in einem eigenen Bericht um die Außensicht auf die Unternehmensgruppe ergänzt.

Praxisgerechte Anleitung

Auf Basis aller durchgeführten Erhebungen im Pilotunternehmen konnte schließlich dem Hauptziel des Projektvorhabens BLISS nachgegangen werden: Die Schaffung einer praxisgerechten Anleitung zur sozial nachhaltigen Unternehmensführung. Die Guidelines wurden entwickelt, damit die Unternehmensgruppe (Strobl Bau Weiz – Strobl Holzbau – DieNeuen) die initiierte Miteinbeziehung sozialer Verantwortung nun selbstständig und in Eigenregie weiterführen konnte.

Auf 84 Seiten wurde das Unternehmen in die Lage versetzt, selbstständig zielführende Schritte zur Steigerung seiner sozialen Nachhaltigkeit zu ergreifen. Am Anfang des Papers stand eine Einführung in das Thema Nachhaltigkeit und deren Nutzen. Einen Schwerpunkt bildete dabei die Darstellung der Prinzipien sowie der Vorteile der Übernahme sozialer Verantwortung für die Unternehmensgruppe (Strobl Bau Weiz – Strobl Holzbau – DieNeuen).

Danach folgte eine grundlegende Einführung in die Vorgehensweise und die Besonderheiten des Konzepts BLISS. Das anschließende Kapitel stellte den inhaltlichen Ablauf und die zeitliche Abfolge der BLISS-Untersuchung dar. Im nächsten Abschnitt wurden Ziele und Indikatoren definiert, die bei der Messung der Zielerreichung helfen und einen wichtigen Beitrag zur Erreichung von sozial relevanten Zielen liefern sollten. Indikatoren waren Kenngrößen, anhand derer die Unternehmensgruppe beurteilen konnte, in welchem Maß soziale Verantwortung bereits umgesetzt wurde. Konnte bei dem einen oder anderen Indikator ein bestimmtes, selbst festgesetztes Niveau nicht erreicht werden, so konnten geeignete Maßnahmen zur Steigerung der sozialen Nachhaltigkeit ergriffen werden. Die erhobenen Größen (Indikatoren) waren so gestaltet, dass ohne größere Mühe eine Integration in ein Managementmodell - wie etwa das der European Foundation for Quality Management (EFQM) oder Balanced Scorecard (BSC) - möglich war. Da sich die erhobenen Daten auch an bereits vorhandenen Instrumenten für die Nachhaltigkeitsberichterstattung orientierten, konnte problemlos zumindest der die soziale Nachhaltigkeit betreffende Teil der Nachhaltigkeitsberichterstattung erstellt werden.

Weil sich die Bedeutung einzelner sozialer Ziele für die Unternehmensgruppe im Laufe der Zeit verändern kann, ist mitunter eine spätere Anpassung der Indikatoren an veränderte unternehmensinterne bzw. -externe gesellschaftliche Rahmenbedingungen erforderlich. Die bereits durchgeführte Analyse müsste dann (zumindest in Teilen) wiederholt werden. Die bereits entwickelten Werkzeuge (Fragebögen, Gesprächsleitfäden) stünden dafür aber dann schon zur Verfügung.

Die Verwertung der Ergebnisse erfolgte durch die Weiterverwendung des entwickelten Leitfadens im Partner-Unternehmen. Die Unternehmensgruppe „Strobl Bau Weiz – Strobl Holzbau – DieNeuen“ hat durch die Ernennung eines Zuständigen in der Person des Qualitätsmanagers und der Einrichtung eines Arbeitskreises bereits erste Schritte in die Wege geleitet. Der Projektpartner alpha nova setzt heute die Ergebnisse als Weiterentwicklung seines Modells der sozialen Unternehmensanalyse auch in seinen Beratungstätigkeiten ein. Alpha nova ist in diesem Zusammenhang vom Zukunftsfonds des Landes Steiermark beauftragt, das Programm „SOZIALPROFIT“ zu entwickeln. Dieses Projektvorhaben wird vom IFZ wissenschaftlich begleitet und evaluiert.

Ergebnisse

Mit „BLISS - Guidelines für sozial nachhaltige Unternehmensführung“ konnte ein Konzept entwickelt werden, das die Integration sozialer Nachhaltigkeit in einem Betrieb sicherstellt. Die Praxistauglichkeit und einfache Umsetzung des Modells wurde in einem österreichischen Unternehmen (Unternehmensgruppe Strobl Bau Weiz – Strobl Holzbau – DieNeuen) demonstriert.

Diese Fokussierung auf ein Unternehmen und die damit verbundene unternehmensspezifische Ausrichtung der erarbeiteten Materialien stellten sicher, dass die erarbeiteten Guidelines sowohl maßgeschneidert, als auch umsetzungsrelevant sind. Die Kooperation mit einem Pilot-Unternehmen entsprach dabei dem von der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ verfolgten Leuchtturm-Charakter in dem Bereich sozialer Nachhaltigkeit im Unternehmen.

Ausblick

Ein weiterer wünschenswerter Schritt wäre die Anwendung von BLISS in fünf bis fünfzehn weiteren Unternehmen. Über eine Begleitung durch das Vorreiter-Unternehmen (Stichwort Vorbildwirkung) könnten viele Unternehmen dazu ermutigt werden, ebenfalls soziale Verantwortung systematisch in ihren Geschäftspraktiken zu verankern. Vergleichende Analysen könnten in weiterer Folge das Ableiten von allgemein gültigen Guidelines ermöglichen. So könnte der Prozess der Implementierung von „Corporate Social Responsibility“ auf systematische Art und Weise gefördert werden.

Gemeinsam mit bestehenden Initiativen könnten Unternehmensnetzwerke dazu angeregt werden, sich der Anwendung von BLISS zu „verschreiben“. In gleichem Maße wäre die Verwendung von BLISS in all den Unternehmen, die durch ihre Beiträge zur Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ als Leuchttürme fungieren, erstrebenswert. Weitere Entwicklungsmöglichkeiten bestünden darin, soziale Verantwortung entlang einer Produktkette oder für eine Region wahrzunehmen.

Ein zusätzlicher Ansatzpunkt wäre die Ausarbeitung von branchenspezifischen Leitfäden, etwa für öffentliche Einrichtungen. Durch ihren öffentlichen/gesellschaftlichen Auftrag hätten diese Stellen in vielen CSR-Bereichen große Handlungsmöglichkeiten (z.B. Beschaffung von nachhaltigen Produkten). Sie könnten dadurch ihre Vorbildwirkung entfalten.

Bei ausreichender Beteiligung von weiteren Unternehmen wäre die Schaffung einer unterstützenden EDV- bzw. Internetlösung ein wichtiger Schritt. Diese könnte die Ergebnisaufbereitung durch die Bereitstellung von Auswertungsroutinen erleichtern. Außerdem hätte sie den Ausbau in Richtung Benchmarking-Tool im Blick, welches den Vergleich des eigenen Unternehmens über mehrere Jahre bzw. den Vergleich mit anderen Unternehmen (evt. der gleichen Branche) ermöglichen würde.

23 Marktorientiertes, nachhaltiges ROI-Contracting als neues Geschäftsfeld

EINLEITUNG

Ausgangssituation

HerstellerInnen von Produkten sind bestrebt, ihre Prozesslösungen durch Verbesserungen der Managementprozesse sowie Anwendung von innovativen Technologien, neuen Umwelttechnologien, Steuerungs- und Regelungstechnik und Informationssystemen zu optimieren. Weiters zwingen sinkende Einnahmen, einbrechende Umsätze oder steigende Rohstoff- und Energiepreise viele Unternehmen zum Sparen. Erhebliche Einsparungs- und Innovationspotenziale, oftmals verbunden mit einer Reduktion der Energie- und Materialkosten, liegen in der Verbesserung von Technologien. Allerdings sind dazu Investitionen notwendig, um konventionelle Technologien und Verfahren zu ersetzen oder vorhandene Anlagen zu modernisieren. Eine mögliche Problemlösung wäre der Einsatz von ROI (Return on Investment)-Contracting. Der systemische Ansatz des nachhaltigen ROI-Contracting beinhaltet nicht nur den verstärkten Einsatz vom Stand der Technik, sondern auch die Förderung von neuen innovativen Technologien, die den Nachhaltigkeitskriterien besser entsprechen.

ROI-Contracting kann als ein vertraglich vereinbartes Modell zusammengefasst werden, bei dem z.B. eine Betriebsanlage oder ein technologisches Verfahren von der Contracting-Geberin/vom Contracting-Geber (EigentümerIn) der/dem Contracting-NehmerIn zur Nutzung überlassen wird. Die/der Contracting-GeberIn wird dafür an der Wertschöpfung beteiligt, unter besonderer Berücksichtigung von Nachhaltigkeitsaspekten und CSR.

Ziele und Herausforderungen

Der Paradigmenwechsel „Nutzen statt Kaufen“ hat sich in der Praxis noch nicht merkbar durchgesetzt. Ziel dieses Projekts ist es, Umsetzungsdefizite aufzuzeigen und Lösungsansätze vor allem im b2b Bereich (business to business, Kern- und unterstützende Prozesse in Betrieben) in Form von nachhaltigem ROI-Contracting anzubieten.

Das Konzept untersucht, inwieweit nachhaltiges ROI-Contracting die Transformierung vom reinen Produkt zum Produktdienstleistungssystem mit konsequenter Orientierung am Produktnutzen unterstützen kann. Das Konzept soll die grundsätzliche Machbarkeit des nachhaltigen ROI-Contractings als eigenes Geschäftsfeld analysieren. Die Zusammenführung der Ergebnisse dient der Vorbereitung von Demonstrationsprojekten mit SchlüsselkundInnen.

Ebenfalls wird untersucht, ob eine Nutzenoptimierung von Anlagen durch Know-how Vernetzung und neue Formen der Arbeitsteilung ökologische, ökonomische und soziale Verbesserungen erreichen kann. Vorrangiges Ziel ist, festzustellen, ob der Einsatz von nachhaltigem ROI-Contracting in Verbindung mit neuen innovativen Technologien am Beispiel der Maklad-Technologie möglich ist und wesentlich zur Diffusionsstrategie der Nachhaltigkeit beiträgt.

Projektdaten

Marktorientiertes nachhaltiges ROI-Contracting als neues Geschäftsfeld

Projektleitung:

Dipl.-Päd. DI Rosemarie Pippan

Institut für ökologische Bewusstseinsbildung und interkulturelle Zusammenarbeit

Gumpendorfer Str. 37, A-1060 Wien

Tel.: +43 (0)1 925 2433

E-Mail: rosemarie.pippan@oebiz.org

Internet: www.oebiz.org

Endbericht: Nr. 71/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Nachhaltiges ROI-Contracting stellt eine wertvolle Alternative für Finanzierungsformen von Neuinvestitionen dar und entspricht dem Ansatz des Produkt-Dienstleistungs-Prinzips. ROI-Contracting bzw. die Anwendung des Prinzips „Nutzen statt Kaufen“ ermöglicht die Schließung des Wirtschaftskreislaufs eines Produkts bzw. einer Produkt-Dienstleistung ohne komplizierte Schnittstellen, die bei Wiederverwendung, Weiterverwertung und Recycling von Anlagen und Komponenten notwendig sind. Ein geschlossener Kreislauf erspart Volkswirtschaften hohe Kosten.

Konzeptentwicklung

Im ersten Schritt wurde das ROI-Contracting zu bestehenden Contracting-Modellen abgegrenzt, der Leistungsumfang beschrieben sowie die dreidimensionale Betrachtung der Nachhaltigkeit von ROI-Contracting aufgezeigt. Zur Erhebung der Marktpotenziale wurden mittels Fragebogen Bedarfswelder, Informationsstand sowie mentale Einstellungen zu Contracting ermittelt. Ergänzt wurde dies durch ExpertInneninterviews.

Um die Umsetzungschancen des Konzepts zu unterstreichen, wurden weiters die Bedarfswelder, Marktanalyse, Marketingkonzept nach dem TALC-Modell (Technology Adoption Life Cycle) sowie eine SWOT-Analyse aufgerollt. Die SWOT-Analyse (Stärken, Schwächen, Möglichkeiten, Risiken) wurde sowohl aus Sicht der Contracting-NehmerIn/des Contracting-Nehmers, als auch aus Sicht der Contracting-GeberIn/des Contracting-Gebers durchgeführt. Das TALC-Modell wurde für die Beschreibung der Phasen der Markteinführung des ROI-Contractings herangezogen. Dieses Modell beruht auf der psychodemographischen Einstufung der KundInnen und soll Aufschluss über die Akzeptanz einer ROI-Contracting-Vereinbarung geben. Fünf KundInnenprofile des fünfteiligen Technology Adoption Lebenszyklus haben sich dabei als konsistent erwiesen und wurden im Konzept beschrieben.

Marketingmaßnahmen

Das ROI-Contracting erfordert einen Paradigmenwechsel, um Vorbehalte der KundInnen gegenüber eigentumslosen Nutzungslösungen sowie neuen innovativen und diskontinuierlichen Technologien zu überwinden. Damit dieser Paradigmenwechsel stattfinden kann, müs-

sen daher Marketingmaßnahmen initiiert werden. Für das Marketingkonzept wurden in Anlehnung an das ÖGUT-Contracting-Strategiepapier folgende vier Schritte nachhaltigen ROI-Contractings herangezogen:

- Im ersten Schritt soll durch die Definition von Qualitätskriterien des ROI-Contractings bewusste Qualität vermittelt werden.
- Im zweiten Schritt soll durch kundenspezifische Öffentlichkeitsarbeit (Newsletter), Informationsvermittlung und ständige Präsenz in der Öffentlichkeit (Teilnahme an Messen und Konferenzen) der Markt intensiviert werden.
- Im dritten Schritt erfolgen die Vorbereitungen zur Erschließung neuer Märkte. Die Vorbereitungen werden mit Hilfe des TALC-Modells und mit der Durchführung und Dokumentation eines Demonstrationsprojekts vorgenommen.
- Im vierten und letzten Schritt erfolgt die Etablierung und Erweiterung des Contracting-Angebots. In diesem Stadium sollen die Ergebnisse der vorhergehenden Schritte gezielt zur Etablierung und Erweiterung des Dienstleistungs-Contracting als gängiges Modell in allen identifizierten Bedarfsfeldern eingesetzt werden.

Ablauf des ROI-Contractings

In der Ablaufbeschreibung des ROI-Contractings werden die allgemeinen Bewertungen für die Chancen der Umsetzung und die Phasen eines ROI-Contractings beschrieben. Der/dem potenziellen Contracting-NehmerIn wird bei der ersten Besprechung ein Fragenkatalog bezüglich Akzeptanz, Flexibilität, finanzieller Situation und Unternehmensausrichtung vorgelegt, um festzustellen, inwieweit sie/er „contractingfähig“ ist. Stellt sich heraus, dass das Unternehmen contractingfähig ist, werden die Kern- und unterstützenden Prozesse gemeinsam definiert, die möglichen Ausgangspunkte und Kosten der Grobanalyse festgestellt, die wichtigen Inhalte des Vorhabens (insbesondere Qualitätsanforderungen) in einem Entwurf des Vorvertrags festgehalten. Fragen zum Nutzen von ROI-Contracting für die Organisation sollen mögliche Ausgangspunkte feststellen. Kernfrage ist, ob es Gebiete bzw. Aktivitäten in der Organisation gibt, die von einem Contractor besser und kostengünstiger erbracht werden könnten.

Verlaufen die Verhandlungen positiv, beginnt der ROI-Contractor mit der Grobanalyse. Die Grobanalyse stellt die Angaben über Investitionshöhe, das Einspar- oder Unternehmenswert-Steigerungspotenzial, die Lauf- und Amortisationszeit und die empfohlenen Maßnahmen einander gegenüber. Beim ROI-Contracting ist zu beachten, dass die Anlage nicht in das Eigentum der/des Contracting-NehmerIn übergeht und demnach die Berechnungen entsprechend dieser Basis (Nutzen statt Kaufen) ausgerichtet sind. Aufbauend auf den Ergebnissen der Grobanalyse wird ein Contracting-Vorangebot erstellt. Wird bei den Verhandlungen über die Realisierung des Contracting-Projekts kein gemeinsamer Nenner gefunden, wird Contracting ausgeschlossen. Im anderen Fall wird das (revidierte) Vorangebot von der Kundin/vom Kunden angenommen und ein Vertrag über die Durchführung einer Feinanalyse und der damit verbundenen Kosten unterzeichnet. Wenn jedoch Sofortmaßnahmen eingeleitet werden, ist keine Feinanalyse notwendig.

Im Contracting-Angebot werden alle wesentlichen Informationen, die in der Grob- und Feinanalyse festgestellt worden sind, gelistet und die Maßnahmen und Bedingungen nach ihrer

Rangordnung schriftlich fixiert. Der Vertragsabschluss ist gekennzeichnet durch einen intensiven Diskussions- und Abstimmungsprozess zwischen den Beteiligten.

Beurteilung von Investitionsalternativen

Ein Problem bei der Beurteilung von verschiedenen Investitionsalternativen besteht darin, dass durch die Anwendung der traditionellen Wirtschaftlichkeitsanalyse die wichtigen qualitativen Aspekte, insbesondere jene der Nachhaltigkeit, kaum berücksichtigt werden. Dieses Thema tritt dann besonders stark in den Vordergrund, wenn für die Entscheidungsfindung nur betriebswirtschaftliche Kennzahlen wie Kapitalwert, interner Zinsfuß und Amortisationszeit herangezogen werden. Die Entscheidung für die nachhaltige Alternative „Nutzen statt Kaufen“ (ROI-Contracting) kann deshalb nur mittels einer erweiterten Wirtschaftlichkeitsanalyse durchgeführt werden, in der die sozialen und ökologischen Dimensionen von Prozessen miteinbezogen werden.

Fallbeispiel

MAKLAD innovative Fluid- & Systemtechnik GmbH wurde als Fallbeispiel für eine mögliche Contracting-Geberin herangezogen. MAKLAD entwickelte einen innovativen Direkt-Dampfstrahl-Injektor, der erhebliche Einsparungen im Bereich Energie- und Entsorgungskosten bringt. Diese neue aufkommende innovative Technologie zeichnet sich in der Herstellungs- und Gebrauchsphase, konträr zu konventionellen Technologien, durch eine sehr niedrige Material- und Energieintensität aus. Der MAKLAD-Injektor ersetzt bei der Haltbarmilchherstellung den mechanischen Homogenisator und den Wärmetauscher. Homogenisierung und Pasteurisierung bzw. UHT (Ultrahocherhitzung) werden gleichzeitig in einem Verfahrensschritt durchgeführt.

Ökologische Bewertung durch MIPS

Als ökologisches Bewertungsmodell wurde im Rahmen dieser Studie das so genannte MIPS-Konzept herangezogen. MIPS steht für Material Input Pro Service-Einheit und ist ein ökologischer Messindikator des vorsorgenden Umweltschutzes. Um die inputorientierte Umweltbelastung von Produkten, Dienstleistungen, Technologien oder Systemen bestimmen zu können, gibt MIPS an, wie viele Ressourcen insgesamt zu deren Herstellung über den gesamten Lebenszyklus verbraucht wurden (z.B. in Kilogramm oder Tonnen). Vergleichsberechnungen nach dem MIPS-Konzept wurden als Fallbeispiel für die Herstellung von H-Milch - konventionell versus MAKLAD-Technologie durchgeführt.

Nutzwertanalyse zur Bewertung von Alternativen

Wirtschaftlichkeitsanalysen zählen zu den wichtigsten Instrumenten der Unternehmensführung. Unter dem Managementansatz der Nachhaltigkeit bzw. CSR ist aber eine rein monetäre Betrachtungsweise nicht zielführend. Es werden über strategisch wichtige und innovative Investitionen entschieden, deren monetären Auswirkungen sich eher langfristig und oft nur sekundär entfalten. Die traditionellen Formen der Wirtschaftlichkeitsanalyse müssen daher für solche Investitionen erweitert werden.

Mit Hilfe der erweiterten Wirtschaftlichkeitsanalyse wurde aufgezeigt, wie eine nachhaltige Zielstruktur bzw. Zielhierarchie für die Bewertung von Alternativen (z.B. Modernisierung oder Ersatz der alten Anlage durch unterschiedliche Technologien) angelegt werden kann. Als zweites Beispiel wurde eine Zielstruktur bzw. Zielhierarchie für die Alternativen Kauf, Kredit-Kauf, Leasing und ROI-Contracting durchgeführt und mit Hilfe der nachfolgenden Nutzwert-

analyse die unterschiedlichen Zielerfüllungsgrade der Alternativen berechnet und interpretiert. Die Durchführung der Nutzwertanalyse als Teile der erweiterten Wirtschaftlichkeitsanalyse erfolgt mit dem Software-Programm „Neue, Erweiterte Wirtschaftlichkeitsanalyse (NE-WA)“ von Zangemeister&Partner.

Ergebnisse

Für das Bedarfsfeld b2b, den Bereich Anlagen bzw. technologische Verfahren, wurde im vorliegenden Konzept eine Ablaufplanung zum nachhaltigen ROI-Contracting erarbeitet und zu bestehenden Contracting- bzw. Leasing-Modellen abgegrenzt.

Gemäß dem Meinungsbild aus einer Fragebogenerhebung ergibt sich ein mittelmäßig starker Bedarf für ergebnisorientiertes Contracting (ROI-Contracting). Ob sich dieser Bedarf in eine reale verstärkte Nachfrage umsetzen lässt, ist ohne Durchführung eines Demonstrationsprojekts mit Vorzeigebispielen und damit Referenzen schwer möglich.

Lebenslange Garantie und die Möglichkeit des Vertragsrücktritts werden von möglichen Contracting-NehmerInnen in ihrer Beurteilung als sehr positiv eingestuft. Für die/den Contracting-GeberIn bedeuten diese Zugeständnisse ein Risiko, welches aber durch die Anwendung von Versicherungsmathematik berechenbar und kalkulierbar wird.

Um die Kosten des Nachhaltigen ROI-Contractings gering zu halten, soll die Konstruktion der Anlagen bzw. Komponenten den Eco-Design-Prinzipien entsprechen, d.h. einfacher und schneller Aufbau und Abbau der Anlage, hohe Wiederverwendbarkeit und Weiterverwertbarkeit (Restwert), Modularisierung, Standardisierung, Flexibilisierung, u.a.m.

Als wesentliches Hemmnis für nachhaltiges ROI-Contracting zeigt sich, dass Unternehmen Betriebsfremden ungerne Zutritt zu Produktions-Anlagen und Einsicht in ihr Controlling und ihre Kostenrechnung gewähren wollen. Analog zu Venture Capital sollten potenzielle Contracting-NehmerInnen den Contractor als Lern-PartnerIn bzw. als konstruktiv kritische/n BegleiterIn in betriebswirtschaftlicher, wie auch technischer Sicht betrachten. Vergleichbar mit dem Venture Capital Modell ist es notwendig, beim nachhaltigen ROI-Contracting eine solide Vertrauensbasis aufzubauen. Demonstrationsvorhaben und Vorzeigeprojekte sollen dazu beitragen, dass Vorbehalte von möglichen Contracting-NehmerInnen verringert werden.

Schlussfolgerungen

ROI-Contracting fördert den Management Ansatz für Nachhaltigkeit und CSR insbesondere durch die stärkere Berücksichtigung von Methoden wie MIPS, Eco-Design und die stärkere Einbindung der Belegschaft, Sicherheit und Gesundheit. Durch die stärker werdende Verbindlichkeit zu Umwelt- und Sozialregelungen gewinnt die Verknüpfung der drei Dimensionen Wirtschaft, Umwelt und Soziales an Bedeutung.

Zusammengefasst lassen sich bei nachhaltigem ROI-Contracting folgende positive Effekte ableiten. Nachhaltiges ROI-Contracting unterstützt,

- neue Geschäftsideen zu verwirklichen,
- Unternehmungen zu gründen,
- Expansionspläne umzusetzen,

- Unternehmungen und Arbeitsplätze zu sichern,
- Investitions- und Eigentumsrisiko für Contracting-NehmerInnen zu beschränken,
- Kommunale Projekte eher zu verwirklichen,
- Nachhaltigkeit und CSR zu fördern (über den Triple Bottom Line Ansatz) sowie
- regionale, wie auch internationale Volkswirtschaften zu verbessern

Für eine erfolgreiche Markterschließung und Umsetzung des Konzepts ist jedoch ein Demonstrationsprojekt notwendig, um die Machbarkeit bei innovativen Vorzeigeprojekten nachzuweisen.

24 Sustainability Reporting

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Die Nachhaltigkeitsberichterstattung hat in den letzten Jahren sowohl national, als auch international an Bedeutung gewonnen. Nachhaltigkeitsberichte sind ein wichtiges und innovatives Instrument der Unternehmenskommunikation, die es den Unternehmen ermöglichen, ein umfassendes und transparentes Bild in die Öffentlichkeit zu transportieren. Die Aktivitäten in den Bereichen Ökonomie und Ökologie der Unternehmen können durch Nachhaltigkeitsberichte glaubhaft kommuniziert werden, die Unternehmen signalisieren, dass sie bereit sind, auch gesellschaftliche Verantwortung zu übernehmen. Diese Umfeldorientierung und die hohe Relevanz, die die verschiedenen Stakeholder für die Unternehmen besitzen, können durch die Nachhaltigkeitsberichte dargestellt werden.

Die Vorteile, die Unternehmen durch die Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten generieren, liegen vor allem in der Verbesserung des Risikomanagements, da diese Berichte ökologische und gesellschaftliche Risiken abbilden können. Die Förderung von Innovationschancen und die Stärkung von Image und Wettbewerbsfähigkeit sind weitere positive Effekte.

Nachhaltigkeitsberichte werden auch zunehmend als Benchmarkinginstrumente im Zusammenhang mit nachhaltigen Investments eingesetzt. Die Inhalte von Nachhaltigkeitsberichten sind hier zentrale Elemente der Evaluierung, die für die Aufnahme von Unternehmen in Nachhaltigkeitsfonds entscheidend sind.

Ziele und Herausforderungen

In den letzten Jahren sind zahlreiche Initiativen [Global Reporting Initiative (GRI), Institut für Markt-Umwelt-Gesellschaft e.V. (imug) und Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW), etc.] entstanden, die um Standardisierung und Orientierung der Nachhaltigkeitsberichterstattung bemüht sind. Insbesondere werden dabei Prinzipien der Nachhaltigkeit und interner Aufbau des Berichts vermittelt. Hinsichtlich des tatsächlichen Prozesses, wie Unternehmen diesen Prinzipien entsprechen können, bleibt jedoch ein Informationsdefizit. Genau diese Wissenslücke wird vom Projekt „Sustainability Reporting“ geschlossen.

System-, Ziel- und Transferwissen, wie ein Unternehmen zu einer optimalen Form authentischer und nachhaltiger Berichterstattung finden kann, wurden erarbeitet. Aufgrund bestehender nationaler und internationaler Erkenntnisse wurden Methoden entwickelt, die im Anschluss mit den zwei Partnerunternehmen getestet wurden. Gemeinsam mit den Österreichischen Bundesforsten und der VA Technologie AG wurden Verfahren entwickelt, wie die Erstellung eines Nachhaltigkeitsberichts in den gesamten Unternehmensprozess Richtung Nachhaltigkeit eingebettet werden kann. Dabei ging man über die klassische Umweltberichterstattung hinaus, indem Aspekte wie Strategiebezug und Integration von Ökonomie, Ökologie und soziale Themen behandelt wurden. Ausgehend von diesen Praxiserfahrungen wurden die Konzepte evaluiert, überarbeitet und schließlich in einem Leitfaden zusammengefasst.

Projektdaten

Sustainability Reporting - Leitfaden zur Nachhaltigkeitsberichterstattung auf Basis der Reporting-Prozesse von VA Technologie AG und Österreichische Bundesforste AG

Projektleitung:

Mag. Karl Resel

ÖIN – Österreichisches Institut für Nachhaltige Entwicklung

Lindengasse 2/12, A-1070 Wien

Tel.: +43 (0)1 524 68 47-14

Fax: +43 (0)1 524 68 47-20

E-Mail: oin@boku.ac.at

Internet: www.boku.ac.at/oin

Endbericht: Nr. 17/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

Leitfaden: „Reporting about Sustainability: In 7 Schritten zum Nachhaltigkeitsbericht“ (2003), auf deutsch und englisch verfügbar, Download unter www.FABRIKderZukunft.at.

Methoden-Handbuch: „In 7 Schritten zum Nachhaltigkeitsbericht“ (2006), Download unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Ziel der Forschungsaktivitäten war es, Verfahren zu entwickeln, die das Erstellen von authentischen Nachhaltigkeitsberichten ermöglicht. Neben der Erstellung eines Basistools waren die Qualitätssicherung bei und Anregungen für die Partnerbetriebe bei der Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten sowie die Entwicklung eines Leitfadens zentrale Projekthinhalte.

Projektdesign

Ziel 1: Erstellung eines Basistools

Das ÖIN erstellte auf Grundlage einer Analyse bereits bestehender international vorliegender Nachhaltigkeitsberichte und Literatur zum Thema Sustainability Reporting ein erstes Tool, in dem Prozessschritte, Ziele und Inhalte der Berichterstattung beschrieben wurden. Dieses Basis-Tool bildete die Grundlage für die teilnehmende Forschung² im Zuge der Berichterstattungsprozesse der beiden Partnerunternehmen Österreichische Bundesforste AG (ÖBf) und VA Technologie AG (VA Tech).

² Die wissenschaftlichen ÖIN-MitarbeiterInnen des Projekts haben einerseits durch die Betreuung der Firmen am Prozess der Nachhaltigkeitsberichterstattung selbst teilgenommen, andererseits war dieser Prozess gleichzeitig Forschungsobjekt, um den Leitfaden über Sustainability Reporting zu entwickeln.

Ziel 2: Unterstützung und Qualitätssicherung bei der Berichterstattung von VA Tech und Österreichische Bundesforste

Das ÖIN begleitete die beiden Partnerunternehmen im Zuge ihrer Berichterstattung und setzte sich dabei zum Ziel, dass wichtige Prinzipien qualitativ hochwertiger Berichterstattung in der Vorbereitung berücksichtigt wurden.

Ziel 3: Anregungen für die VA Tech- und ÖBf-Berichte 2003

Nachhaltigkeitsberichterstattung ist eine Entwicklung, die nie abgeschlossen ist. Um diesem Umstand Rechnung zu tragen, war ein Ziel des Projekts Sustainability Reporting, weitere Entwicklungsmöglichkeiten der Berichte für die nächsten Jahre bei VA Tech und ÖBf aufzuzeigen. Diese wurden daher schon in der Planung der Reports 2002 einbezogen.

Dies wurde dadurch ergänzt, dass die Erstellung der Berichte 2002 und die tatsächlich vorliegenden Reports am Ende vom ÖIN evaluiert wurden, woraus weitere Verbesserungsmöglichkeiten abgeleitet und den Partnerunternehmen mitgeteilt wurden. In beiden Berichten wurden Bewertungen des Berichts durch das ÖIN in den Report 2002 aufgenommen. Durch Evaluation und vorausschauende Planung wird Nachhaltigkeitsberichterstattung zu einem lernenden, sich ständig weiterentwickelnden Instrument.

Ziel 4: Erstellung eines Leitfadens zur Nachhaltigkeitsberichterstattung

Ziel des Projekts Sustainability Reporting war es, die Erfahrungen, wie die in Ziel 2 beschriebenen qualitativen Anforderungen an nachhaltige Berichterstattung in der Unternehmenspraxis eingelöst werden können, auszuwerten. Diese Erkenntnisse flossen anschließend in den Leitfaden zur Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten ein. Der Leitfaden wurde unter dem Titel „Reporting about Sustainability. In 7 Schritten zum Nachhaltigkeitsbericht“ publiziert.

Dialog mit Anspruchsgruppen

Im Projekt wurde davon ausgegangen, dass eines der Probleme bei der Erstellung von Nachhaltigkeitsberichten darin besteht, dass zuviel Aufmerksamkeit auf das Endprodukt (den Report) und zuwenig auf den Erstellungsprozess gelegt wird. Wird aber der Prozess vernachlässigt, kann auch der gedruckte Bericht nur mehr mäßige Effekte erzielen, denn Reports werden dann die richtigen Themen ansprechen, wenn die Stakeholder nach ihren Informationsbedürfnissen gefragt werden. KonsumentInnen und Öffentlichkeit werden dem Report dann Glaubwürdigkeit schenken, wenn kritische Menschen beteiligt wurden. Shareholder werden dann auf die Zukunftsfähigkeit des Unternehmens vertrauen, wenn bei der Erstellung Zeit vorhanden war, auf zukünftige Bedrohungen einzugehen. MitarbeiterInnen werden erst dann am meisten motiviert werden, wenn sie bei der Erstellung mitarbeiten konnten. Eine verstärkte Zusammenarbeit in Bezug auf Nachhaltigkeit entlang der Wertschöpfungskette wird dann gewährleistet werden, wenn vor- und nachgelagerte Betriebe nicht nur passiv informiert, sondern im Gespräch beteiligt werden. Und der Bericht wird die Aufmerksamkeit einer Zielgruppe dann nicht verfehlen können, wenn schon der Erstellungsprozess deutlich sichtbar war.

„Sustainability Reporting“ initiierte unternehmensinterne und -externe Abstimmungsprozesse zur Berichterstattung, die dialogisch, ehrlich und fair ablaufen. So bleibt es nicht dabei, dass Anspruchsgruppen anhand der Reports Informationen über Unternehmen bekommen. Vielmehr wird der Berichterstattungsprozess so angelegt, dass auch das Unternehmen selbst

seine Stakeholder besser kennenlernt. „Sustainability Reporting“ analysierte, wie Berichterstattungsprozesse angelegt sein müssen, damit solche gegenseitigen Lernprozesse entstehen. Erst dieses Lernen erlaubt dem Unternehmen, frühzeitig auf Gefahren und Chancen zu reagieren, wodurch seine langfristige Existenz gewahrt werden kann.

Vor Projektbeginn Ende 2002 gab es in Österreich noch vergleichsweise wenige Nachhaltigkeitsberichte. „Sustainability Reporting“ hat hier für einen Innovationsschub gesorgt. Die Nachfrage nach dem Leitfaden „Reporting about Sustainability“ war enorm hoch und die Aktivitäten von Unternehmen in der Nachhaltigkeitsberichterstattung sind stark gestiegen.

Ergebnisse

Die Ergebnisse des Projekts „Sustainability Reporting“ ergeben sich aus der erfolgreichen Umsetzung der Projektziele:

Basis-Tool

Das Basis-Tool zur Nachhaltigkeitsberichterstattung wurde auf Basis der Recherche und Analyse internationaler Erfahrungen im Reporting erstellt und diente als Grundlage für die teilnehmende Forschung bei der Berichterstattung der beiden Partnerunternehmen ÖBf und VA Tech.

Nachhaltigkeitsberichte von ÖBf und VA Technologie AG

Weitere Ergebnisse des Projekts „Sustainability Reporting“ sind die Nachhaltigkeitsberichte der beiden Unternehmen VA Tech und ÖBf für das Jahr 2002, die den Qualitätsanforderungen aus Ziel 2 (wesentliche Nachhaltigkeitsaspekte, ganzheitliche Darstellung der Unternehmensaktivitäten, Integration der drei Säulen der Nachhaltigkeit, Langfristigkeit und Strategiebezug, Darstellung der Stakeholder) entsprechen. Beide Unternehmen haben mit ihrem Bericht in Österreich und darüber hinaus ein Benchmark gesetzt und haben mehrere Preise bei Auszeichnungen von Unternehmensberichten erhalten (AAA – Trend Austrian Annual Report Award, AERA-Preis). Beide Berichte können im Internet auf den Unternehmens-Websites herunter geladen werden (www.vatech.at, www.bundesforste.at).

Leitfaden zur Nachhaltigkeitsberichterstattung

Weiteres zentrales Ergebnis des Projekts ist der Leitfaden zur nachhaltigen Berichterstattung mit dem Titel „Reporting about Sustainability. In 7 Schritten zum Nachhaltigkeitsbericht“. In diesem Leitfaden wurden die Vorarbeiten aus dem Basis-Tool und Erkenntnisse aus den Erstellungsprozessen von ÖBf und VA Tech verknüpft, übersichtlich und gut verständlich aufbereitet sowie an ein breites wirtschaftliches Publikum weitergegeben. Mit dem Leitfaden erhielten andere Unternehmen eine Anleitung, wie sie selbst hochwertige Berichterstattung zu ihren Nachhaltigkeitsaktivitäten initiieren können. Der Leitfaden steht als pdf-Download auf der ÖIN-Website zur Verfügung: www.oin.at. Im Vergleich zu anderen Leitfäden, die vor allem darauf eingehen, was in einem Bericht enthalten sein soll, ist hier die Frage zentral, wie ein Nachhaltigkeitsbericht erstellt wird.

Potenziale

Je nach Zielgruppenorientierung erlangt gut durchgeführtes Sustainability Reporting folgende Vorteile:

- neue Marktchancen durch erhöhten „emotionalen“ und „ethischen“ Wert,
- gesteigertes Vertrauen von AnlegerInnen und InvestorInnen aufgrund verstärkt wahrnehmbarer Zukunftskompetenz,
- gesteigerte MitarbeiterInnenmotivation und -identifikation,
- erhöhte gesellschaftliche Akzeptanz und Glaubwürdigkeit,
- erhöhte Innovationsbereitschaft und -kompetenz durch kontinuierliche und zielgerichtete Nachhaltigkeitskommunikation mit externen und internen Anspruchsgruppen,
- Verbindung organisationsinterner „operationaler Inseln“ durch verstärkte Zusammenarbeit in der Berichterstattung sowie
- verbesserte Wahrnehmung von win-win-Effekten bei integrierter Behandlung von ökologischen, sozialen und ökonomischen Aspekten.

Werden von Unternehmen regionale Anspruchsgruppen wahrgenommen (z.B. bezüglich Anlagensicherheit und lokalen Umweltschutz oder Kooperation mit regionalen LieferantInnen/AbnehmerInnen), können durch „Sustainability Reporting“ auch regionale Effekte erzielt werden.

Schlussfolgerungen

Bei der Nachhaltigkeitsberichterstattung handelt es sich um eine herausragende Innovation in der Unternehmenskommunikation. Dies zeigt sich auch in der stetig steigenden Anzahl an Nachhaltigkeitsberichten. Nachhaltigkeitsberichte befriedigen die modernen Anforderungen an Unternehmenskommunikation, da sie ein glaubhaftes, ganzheitliches und transparentes Bild der Unternehmen zeichnen.

Benchmarking durch Nachhaltigkeitsberichterstattung

Vor allem in Hinblick auf das nachhaltige Investment zeigt sich, dass sich Nachhaltigkeitsberichte zu einem wichtigen Instrument des Benchmarkings entwickeln, da deren Inhalte in die Evaluierung, die für die Aufnahme von Unternehmen in einen Nachhaltigkeitsfond ausschlaggebend ist, mit einbezogen werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass „gelebte“ Nachhaltigkeitsberichterstattung - damit ist eine Berichterstattung gemeint, die mit einem innerbetrieblichen Nachhaltigkeitsprozess und einem Dialog mit den Stakeholdern verknüpft ist - zur Einbindung des Umfelds eines Unternehmens und damit zu einer gemeinsamen/koevolutionären, nachhaltigen Entwicklung führt.

25 Industrielle Nachhaltigkeitsnetzwerke

EINLEITUNG

Ausgangssituation

Der politischen und wissenschaftlichen Definition nach basiert eine nachhaltige Wirtschaftsentwicklung auf ökologischen, ökonomischen und sozial/ethischen Aspekten. Die Bildung von Netzwerken, also der Zusammenschluss mehrerer Unternehmen, erleichtert nachhaltiges Wirtschaften für jeden Einzelnen und hilft, Synergien zu schaffen. Ganz nach dem Motto „Ein Ganzes ist mehr als die Summe seiner Teile“ ist dieser Weg aber nur dann Erfolg versprechend, wenn jeder Einzelbetrieb für diesen Weg zu einer nachhaltigen Wirtschaftsweise bereit ist und verantwortungsvoll seine Rolle übernimmt. Voraussetzung für den Erfolg ist eine rege Interaktion zwischen allen Beteiligten. Der Weg von einem typischen Unternehmen des 20. Jahrhunderts zu einem nachhaltig wirtschaftenden Unternehmen des 21. Jahrhunderts ist lang und erfordert eine Reihe von Anpassungen.

Ziele und Herausforderungen

Ziel des Projekts „Industrielle Nachhaltigkeitsnetzwerke“ war es, ein umsetzungsorientiertes Konzept für die Implementierung von industriellen Nachhaltigkeitsnetzwerken zu erstellen. In weiterer Folge sollten die ersten Schritte für eine konkrete Umsetzung erfolgen. Zwei Typen von Wertschöpfungsketten bzw. -netzen sollten dabei als Anknüpfungspunkte für Nachhaltigkeitsnetzwerke herangezogen werden: interorganisationale Kooperationen entlang von Wertschöpfungsketten im herkömmlichen Sinn (Typ A) bzw. der Zusammenschluss von Unternehmen innerhalb Recycling orientierter Wertschöpfungsketten bzw. -netzen (Typ B).

Projektdaten

Im Rahmen der Programmlinie „Fabrik der Zukunft“ wurde das Projekt „Industrielle Nachhaltigkeitsnetzwerke“ durchgeführt und ein praxisorientierter Leitfaden für Unternehmen erstellt.

Industrielle Nachhaltigkeitsnetzwerke (INNANET)

Projektleitung:

Dr. Alfred Posch

Karl-Franzens-Universität Graz, Institut für Innovations- und Umweltmanagement
Universitätsstraße 15/G2, A-8010 Graz

Tel.: +43 (0)316 380-3234

E-Mail: alfred.posch@uni-graz.at

Internet: www.uni-graz.at/inmwww

Endberichte: Nr. 56a/2006 und 56b/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

Leitfaden: Nr. 56c/2006 aus der Schriftenreihe "Berichte aus Energie- und Umweltforschung" des bmvit, Download bzw. Bestellung unter www.FABRIKderZukunft.at.

INHALT

Schichtmodell industrieller Nachhaltigkeitsnetzwerke

Ein industrielles Nachhaltigkeitsnetzwerk ist ein System freiwilliger, aber organisierter KooperationspartnerInnen mit dem gemeinsamen Ziel einer nachhaltigen Entwicklung der Gesellschaft innerhalb einer bestimmten Region.

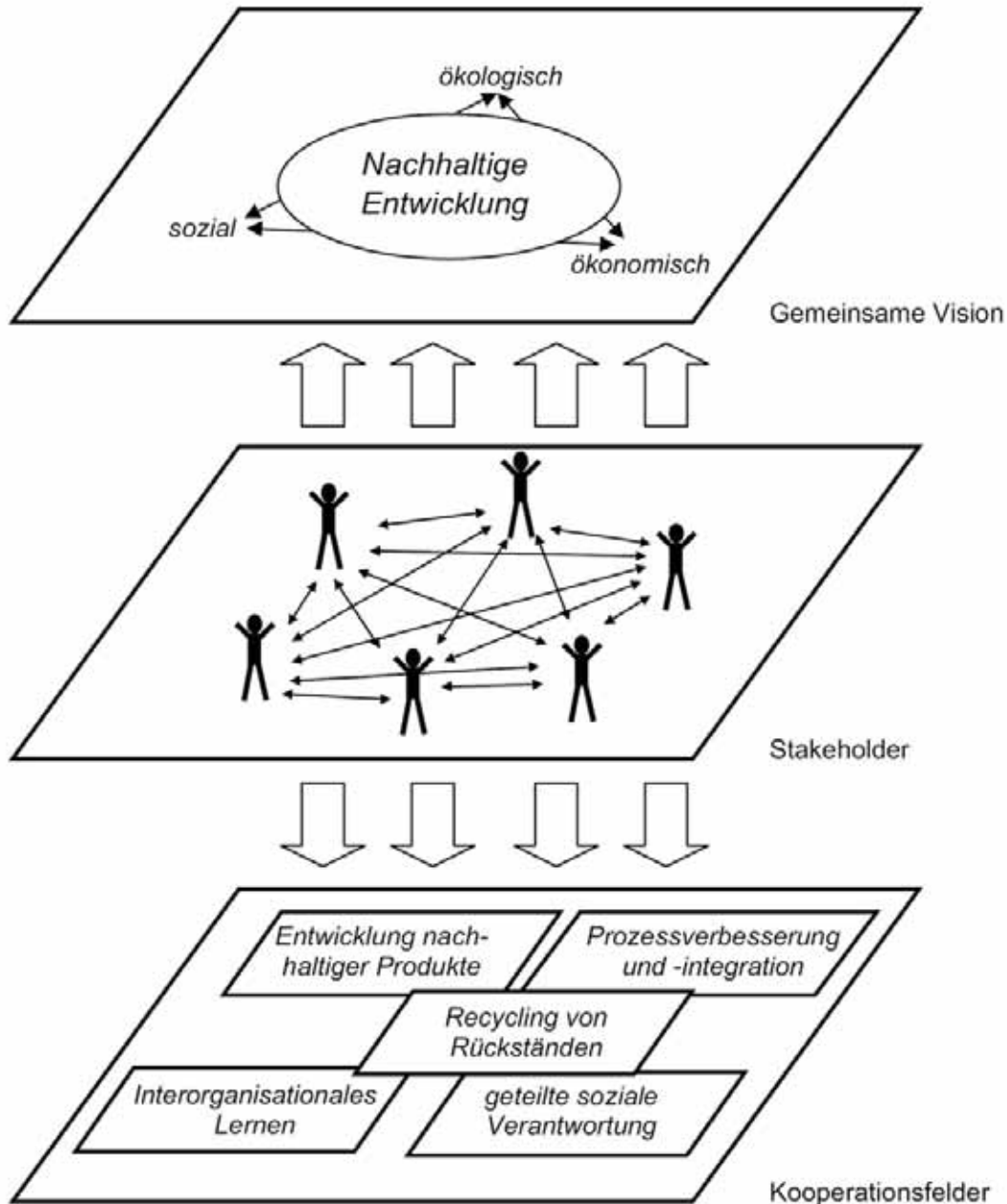


Abb.: Schichtenmodell für Nachhaltigkeitsnetzwerke

Innerhalb von Nachhaltigkeitsnetzwerken kann zwischen drei Ebenen unterschieden werden. Die wichtigste Ebene, die Stakeholder-Ebene, steht im Mittelpunkt des Schichtenmodells. Sie ist Ausgangspunkt für die Interaktion zwischen den Stakeholdern. Erst durch ständige Interaktion zwischen den Stakeholdern kann die gemeinsame Vision einer nachhaltigen Entwicklung – symbolisiert durch die oberste Ebene - erreicht werden. Nur wenn die Vision vor-

ab entwickelt und an alle PartnerInnen kommuniziert wurde, kann es zu konkreten Maßnahmen bzw. Kooperationen zwischen den Netzwerkunternehmen kommen. Die untere Ebene schließlich stellt mögliche Kooperationsfelder für eine interorganisationale Zusammenarbeit innerhalb eines Nachhaltigkeitsnetzwerks dar. Wie in der Abbildung zu sehen ist, sind Visionsebene und Kooperationsebene nicht direkt miteinander verbunden. Dazwischen ist als Brückenbilder die Stakeholderebene. Es bedarf also unbedingt der Interaktion zwischen den Stakeholdern, um die Ebene der gemeinsamen Vision einer nachhaltigen Entwicklung in konkrete Maßnahmen und Kooperationen zu transformieren. Diese strenge Ausrichtung an der Interaktion zwischen den Stakeholdern unterscheidet dieses Modell der Nachhaltigkeitsnetzwerke von anderen Darstellungen industrieller Verwertungsnetze.

Im Mittelpunkt des Schichtenmodells industrieller Nachhaltigkeitsnetzwerke steht also nicht mehr die Verwertung von Rückständen, sondern die Interaktion der Stakeholder. Diese ergreifen auf Basis der gemeinsamen Vision kooperative Maßnahmen, wie z.B. zwischenbetriebliche Recyclingaktivitäten. Unter Stakeholdern, also die mittlere Ebene im Schichtenmodell, sind Personen oder Personengruppen zu verstehen. Das ist ganz wichtig, denn nur Personen oder Personengruppen, niemals aber Institutionen, können Interessen vertreten und Entscheidungen treffen.

Die Teilnahme an einem Nachhaltigkeitsnetzwerk ist freiwillig. Eine verpflichtende Mitgliedschaft wäre offensichtlich kontraproduktiv. Gründe, warum Unternehmen an solchen Kooperation teilnehmen, können ökonomischer Natur sein. Das trifft zu, wenn durch die Vernetzung von Unternehmen Kosten reduziert oder zusätzliche Erlöse generiert werden können. Recyclingbeziehungen in industriellen Verwertungsnetzen beispielsweise basieren weitestgehend auf ökonomischen Vorteilen finanzieller Art oder in Form einer erhöhten Entsorgungs- bzw. Versorgungssicherheit der RecyclingpartnerInnen. Andererseits kann nicht behauptet werden, dass es immer ökonomische, ökologische und soziale win-win-win-Situationen für die beteiligten Stakeholder gibt. Das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung hat auch mit einer ethischen Grundeinstellung und mit der Übernahme von Verantwortung gegenüber der Umwelt zu tun.

Status quo

Durch empirische Erhebungen konnte der Status quo an Kooperationen zur nachhaltigkeitsorientierten Unternehmensführung in der österreichischen Industrie erfasst werden. Daraus ließen sich schließlich die Möglichkeiten und Potenziale für eine Verankerung des Konzepts ermitteln. Als primäre Untersuchungseinheit wurde die österreichische produzierende Industrie ausgewählt, wobei in der Grundgesamtheit nur Unternehmen mit über 100 MitarbeiterInnen ausgewählt und in einer Vollerhebung untersucht wurden. Ferner wurden in den empirischen Untersuchungen zu Netzwerken als Vertreter der österreichischen Wertschöpfungsnetzwerke der Autocluster Styria mit ca. 300 Mitgliedern, der Kunststoffcluster Oberösterreich mit ca. 200 Mitgliedern sowie die Austrian Aeronautics Industries Group AAI ausgewählt. Verwertungsnetze wurden durch das Verwertungsnetz Steiermark (Österreich), das Verwertungsnetz Oldenburger Münsterland (Deutschland) sowie durch ausgewählte finnische Verwertungsnetze repräsentiert. Insgesamt konnte so ein Rücklauf von 242 Fragebögen erreicht werden. 138 davon fallen auf das Vergleichssample der österreichischen produzierenden Industrie.

Implementierung eines industriellen Nachhaltigkeitsnetzwerks

Damit ein industrielles Nachhaltigkeitsnetzwerk erfolgreich implementiert werden kann, müssen den potentiellen Unternehmen die Vorteile einer Zusammenarbeit klar sein. Der Nutzen des Nachhaltigkeitsnetzwerks muss den Unternehmungen klar kommuniziert werden und mit den Bedürfnissen des Unternehmens in Einklang stehen. Das Vorgehen zur Implementierung industrieller Nachhaltigkeitsnetzwerke kann in zehn Schritten beschrieben werden. Die folgende Abbildung veranschaulicht diesen Prozess sehr gut.

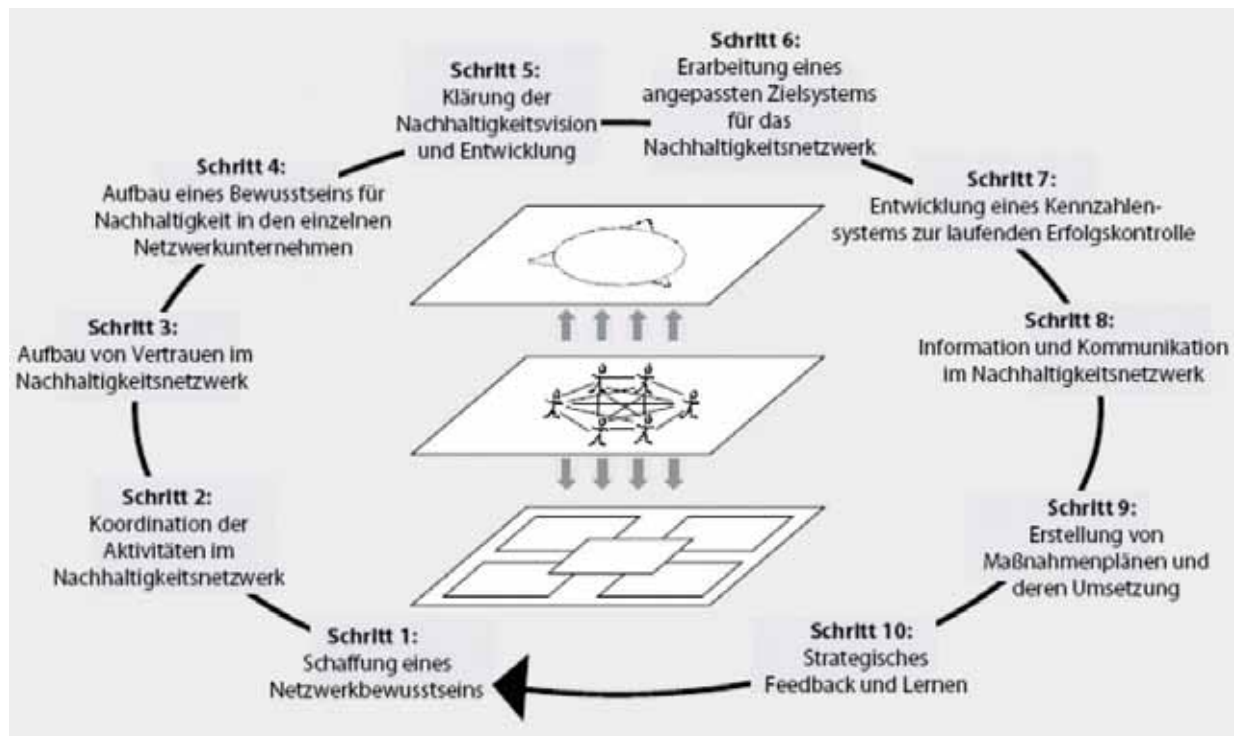


Abb.: Zehn Schritte zu einem Nachhaltigkeitsnetzwerk

Der erste Schritt ist die Schaffung eines Netzwerkbewusstseins. Die Unternehmungen müssen sich über ihre eigenen Bedürfnisse und Erwartungen hinsichtlich des Nachhaltigkeitsnetzwerks klar werden. Im zweiten Schritt geht es um die konkrete Koordination innerhalb des Netzwerks. Für Nachhaltigkeitsnetzwerke scheint eine Koordination durch eine zentrale Institution aus verschiedenen Gründen empfehlenswert, dennoch dürfen die Potentiale der Selbstorganisation nicht außer Acht gelassen werden. Der Aufbau von Vertrauen zwischen den NetzwerkakteurInnen (Schritt 3) ist für das effiziente Funktionieren eines Nachhaltigkeitsnetzwerks von zentraler Bedeutung. Darüber hinaus erfordert es die Implementierung eines Nachhaltigkeitsnetzwerks, dass die Unternehmen ein Bewusstsein für die Bedeutung des Nachhaltigkeitskonzepts entwickeln. Im vierten Schritt geht es daher insbesondere um eine Änderung der Denkweisen der AkteurInnen, sodass sich eine nachhaltigkeitsorientierte Netzwerkkultur etablieren kann. Als fünfter Schritt sind die Nachhaltigkeitsvision des Netzwerkes zu klären und netzwerkspezifische Strategien zu formulieren. Damit wird die „Richtung“ festgelegt, in der sich das Netzwerk weiterentwickeln soll. Auf dieser Basis können schließlich konkrete Ziele des Nachhaltigkeitsnetzwerks definiert werden (Schritt 6). Kennzahlen sind zur Messung der Zielerreichung, d.h. zur laufenden Erfolgskontrolle des Nachhaltigkeitsnetzwerks, zu definieren (Schritt 7). Der achte Schritt ist schließlich der Information und Kommunikation innerhalb des Netzwerks gewidmet. Diese Erfolgsfaktoren sind kritisch,

denn die Erzielung der Vorteile und Potenziale des Netzwerks hängen wesentlich davon ab, ob die notwendigen Informationen für alle Beteiligten zur Verfügung stehen. Schritt 9 beinhaltet die Erstellung und Umsetzung von Maßnahmenplänen in den verschiedenen Kooperationsbereichen. Strategisches Feedback und kontinuierliches Lernen schließen als zehnter Schritt das Implementierungskonzept für industrielle Nachhaltigkeitsnetzwerke ab.

Handlungsbereiche

Im Rahmen des Projekts konnten schließlich Handlungsbereiche erarbeitet werden. Es ergaben sich einige zentrale Maßnahmen, die für ein Unternehmensnetzwerk im Sinne der Nachhaltigkeit das größte Potential aufweisen.

Zum Ersten ist das die Recycling oder kaskadische Nutzung von Ressourcen. Überbetriebliche Kooperationen eröffnen zusätzliche Möglichkeiten, Kuppelprodukte aus der Produktion, aber auch Konsumrückstände zu recyceln. Dies ist vor allem in jenen Bereichen wichtig, in denen sich der Einsatz erschöpfbarer Ressourcen, beispielsweise durch Substitution mit erneuerbaren Rohstoffen, noch nicht oder nur schwer verringern oder vermeiden lässt. Überbetriebliche Kooperationen können hier sogar zusätzliche Möglichkeiten eröffnen, Kuppelprodukte wieder einer sinnvollen Verwendung zuzuführen, anstatt sie zu deponieren oder in Müllverbrennungsanlagen zu entsorgen. Das zwischenbetriebliche Recycling von Rückständen kann dabei entweder durch direkte Abgabe des Rückstands an das verwertende Unternehmen oder durch Abgabe an ein Entsorgungsunternehmen erfolgen.

Zum Zweiten sind Maßnahmen zur Verbesserung und Integration von Prozessen zu nennen. Durch ein besseres Abstimmen der Produktionsprozesse der NetzwerkpartnerInnen sowie gemeinsame Anstrengungen zur Prozessverbesserung lassen sich Potentiale zur Effizienzsteigerung nutzen. Durch die gemeinsame Nutzung von technischen oder organisatorischen Einrichtungen können nicht nur Kosten, sondern auch der Einsatz stofflicher und energetischer Ressourcen entlang einer Wertschöpfungskette sowie schädliche Outputs verringert werden. Möglichkeiten zur Schließung sowie zur Substitution erschöpfbarer Stoffkreisläufe durch erneuerbare Ressourcen ergeben sich oft erst durch die Zusammenarbeit mehrerer Unternehmen.

Zum Dritten sind Kooperationen zur nachhaltigkeitsorientierten Produktentwicklung zu nennen. Der Grundgedanke dieser Maßnahme ist, dass Produkte nicht mehr als technisch-physikalische Kombinationen ihrer Bestandteile verstanden werden, sondern als Bündel von Funktionen, die auf die Erfüllung bestimmter Bedürfnisse der NutzerInnen gerichtet sind. Bei einer nachhaltigkeitsorientierten Produktentwicklung geht es also darum, ein definiertes Funktionsbündel mit möglichst wenigen negativen ökologischen und sozialen Wirkungen entlang der Wertschöpfungskette zu kreieren. Ein Beispiel dafür ist die ‚Dematerialisierung‘ von Serviceleistungen. Eine überbetriebliche Zusammenarbeit ist hierfür in der Regel unerlässlich.

Gemeinsames Wahrnehmen sozialer Verantwortung ist eine weitere Maßnahme im Sinne einer nachhaltigen Orientierung. Indem soziale Effekte des Wirtschaftens berücksichtigt werden, können nicht nur defensive Kosten für das Gemeinwesen reduziert werden, sondern es kann auch zur nachhaltigen Steigerung des Unternehmenswertes beigetragen werden. Innerhalb eines Nachhaltigkeitsnetzwerks tragen Unternehmen in zweifacher Weise füreinander Verantwortung: einerseits durch ihre direkten Beziehungen als Geschäftspartner, ande-

rerseits beeinflussen ihre internen Praktiken indirekt die "soziale Leistung" entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Die Einsicht zu dieser doppelten Verantwortung erfordert nicht nur einzelbetrieblich verantwortungsvolles Handeln und Transparenz, sondern auch überbetrieblichen Austausch und Kooperation.

Eine zukunftsfähige Entwicklung setzt voraus, dass Organisationen innerhalb von dynamischen Netzwerkstrukturen Wissen austauschen, aufbauen und explizieren. Daher ist eine weitere potentielle Maßnahme das interorganisatorische Lernen und der Aufbau von Wissen, etwa in den Bereichen Technologien, Rahmenbedingungen oder aktuelle bzw. potentielle Entwicklungen. Um ein gemeinsames Verständnis im Sinne einer nachhaltigkeitsorientierten Unternehmensführung in Netzwerken zu erreichen, muss interorganisationales Lernen eine zentrale Stellung einnehmen. Der Austausch von Wissen darf nicht an der Unternehmensgrenze aufhören. Ein intensiver Informationsaustausch zwischen den Institutionen ist gefragt. Durch eine gesteuerte Kompetenzentwicklung der einzelnen NetzwerkakteurInnen kann eine Erhöhung des interorganisatorischen Wissens und des Innovationsvermögens in allen Subsystemen der „Wertschöpfungskette des Wissens“ erreicht werden.

Ergebnisse

Im Zuge des Projekts „Industrielle Nachhaltigkeitsnetzwerke (INNANET)“ wurde der gegenwärtige Stand des Wissens auf dem Gebiet der Wertschöpfungsketten aufgearbeitet. Aus den Erhebungen wurden schließlich Hypothesen abgeleitet, die die Basis der folgenden empirischen Forschung darstellen. Aus der Gegenüberstellung von Idealbild eines industriellen Nachhaltigkeitsnetzwerks und Ist-Zustand der Kooperationsbeziehungen entlang bzw. innerhalb der Wertschöpfungsketten konnte der Handlungsbedarf abgeleitet werden. Es konnte ein umsetzungsorientiertes Konzept zur Implementierung des Modells eines industriellen Nachhaltigkeitsnetzwerks erstellt werden. Das Konzept nimmt konkret auf die Situation der Unternehmen in den Wertschöpfungsketten Bezug. Indem es auf einer fundierten theoretischen und empirischen Analyse der gegenwärtigen Situation basiert, gewährleistet es, dass alle tatsächlich relevanten Faktoren und Barrieren für eine Implementierung berücksichtigt wurden. Moderne Managementansätze wurden herangezogen und auf die Netzwerkebene übertragen.

Konkret wurde im Rahmen des Projekts eine Task Force gegründet, deren Zweck es war, das Forschungsvorhaben bereits ab der Konzeption der empirischen Analyse zu begleiten und die Sicht der Praxis einzubringen. Ferner übernahmen es das Projektteam und die gegründete Task Force gemeinsam, die Ergebnisse der Arbeit im Rahmen eines praxisorientierten Leitfadens zu verbreiten und bekannt zu machen. Damit wurde bereits ein erster und wesentlicher Schritt hin zu einem Demonstrationsnetzwerk für ein nachhaltiges Wirtschaften entlang von Wertschöpfungsketten getätigt. Zur Stärkung und Positionierung der österreichischen Forschungs- und Entwicklungskompetenz im Bereich nachhaltiger Entwicklung wurden Vorträge an einschlägigen Fachveranstaltungen abgehalten und wissenschaftliche Publikationen sowohl in Deutsch, als auch in Englisch verfasst.