

Kerzen aus nachwachsenden
Rohstoffen von heimischer
Landwirtschaft
„Die Biokerze“

J. Lueger, W. Bachleitner, W. Auer

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

70/2006

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

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

Kerzen aus nachwachsenden Rohstoffen von heimischer Landwirtschaft „Die Biokerze“

Johann Lueger, Walter Bachleitner, Werner Auer

Hofer Kerzen VertriebsGmbH
OFI Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und
Technik
Technologie und Dienstleistungszentrum Ennstal GmbH

Weyer, Dezember 2006

Ein Projektbericht im Rahmen der Programmlinie



Impulsprogramm Nachhaltig Wirtschaften

Im Auftrag des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie

Vorwort

Der vorliegende Bericht dokumentiert die Ergebnisse eines Projekts aus der Programmlinie FABRIK DER ZUKUNFT. Sie 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. Anfragen bezüglich internationaler Kooperationen 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 und die Schriftenreihe gewährleistet wird.

Dipl. Ing. Michael Paula

Leiter der Abt. Energie- und Umwelttechnologien

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung (1 Seite)	Seite 9
Abstract (1 Page)	Seite 10
Kurzfassung (4 Seiten)	Seite 11
Abstract (2 Pages)	Seite 15
1) Einleitung	Seite 17
2) Ziele des Projektes	Seite 18
3) Inhalte und Ergebnisse des Projektes	Seite 20
4) Detailangaben zu den Zielen der Fabrik der Zukunft	Seite 33
5) Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen	Seite 35
6) Ausblick / Empfehlungen	Seite 37
7) Literaturverzeichnis	Seite 39

Kurzfassung (1 Seite)

Für die Kerzenherstellung war in vergangenen Jahrhunderten Bienenwachs die Hauptrohstoffquelle. Im Zuge der industriellen Entwicklung der letzten Jahrhunderte wurde auf Paraffinrohstoff aus fossilen Quellen umgestellt, welches heute praktisch 100 % der Kerzenrohstoffe ausmacht. Im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung und vor dem Hintergrund der absehbaren Engpässe bei Rohstoffen aus fossilen Quellen (Rohstoffpreisentwicklung, Treibhausgasbeitrag, ...) sollen nachwachsende Rohstoffe wieder vermehrt als Rohstoffquellen dienen, auch auf dem Kerzensektor.

Es sollte daher in dieser Machbarkeitsstudie untersucht werden, ob Kerzen auf Basis von Rohstoffen aus Rapsfetten aus landwirtschaftlichen Quellen mit den heutigen gängigen Fertigungstechniken „Granulieren, Pressen, Extrudieren, Ziehen“ vollautomatisch (d.h. mit dem bestehenden Maschinenpark der Kerzenindustrie) hergestellt werden können bzw. welche Modifikationen (an Rohstoffen, Maschinen und Produkten) für eine erfolgreiche Anwendung erforderlich sind.

Es konnte in dieser Machbarkeitsuntersuchung eine Kerze mit den vorhandenen Maschinen hergestellt werden, die aus nachwachsenden Rohstoffen besteht, gutes Abbrandverhalten zeigt und für welche nun die Markteinführung vorbereitet wird. Bei dieser Kerze handelt es sich um den Typ Stabkerze (etwa 1 – 2 cm Durchmesser, Länge etwa 15 – 20 cm). Diese Kerze ist aufgrund der derzeitigen Rohstoffsituation (hoher Ölpreis bedingt hohe Paraffinpreise) auch hinsichtlich Rohstoffkosten etwa gleichpreisig mit den herkömmlichen Produkten. Stumpenkerzen konnten ebenfalls erfolgreich hergestellt werden, wobei bei diesen Kerzen vor Markteintritt noch Optimierungsbedarf hinsichtlich Abbrandverhalten, Dochtabstimmung und Oberflächenbehandlung besteht.

Abstract (1 Page)

For centuries beeswax has been the main raw material for the production of candles. During the development of the last centuries production was switched over to paraffin, which is now used nearly 100 % as the basic raw material. In order to pursue sustainable development of economy and according to foreseeable problems in terms of resource management (development of prices, green house gas emissions), renewable raw materials should be used in today's business even for candles.

In this project a feasibility study was performed with the aim of finding raw materials based on rape, which are able to be processed in existing machinery such as granulating, pressing, extruding and drawing.

It was possible to produce a candle with the existing machinery, which has shown good burning characteristics and is ready for customer market. Some other types of candles need more optimization according to problems in burning and surface.

Kurzfassung (4 Seiten)

Für die Kerzenherstellung war in vergangenen Jahrhunderten Bienenwachs die Hauptrohstoffquelle. Im Zuge der industriellen Entwicklung der letzten Jahrhunderte wurde auf Paraffinrohstoff aus fossilen Quellen umgestellt, welches heute praktisch 100 % der Kerzenrohstoffe ausmacht. Im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung und vor dem Hintergrund der absehbaren Engpässe bei Rohstoffen aus fossilen Quellen (Rohstoffpreisentwicklung, Treibhausgasbeitrag, ...) sollen nachwachsende Rohstoffe wieder vermehrt als Rohstoffquellen dienen, auch auf dem Kerzensektor.

Aus eigenen Versuchen und laufenden Kontakten mit der internationalen Kerzenindustrie ist bekannt, dass am Kerzensektor bereits einige Nischenprodukte (verschiedene Öllichter in kleinen Behältnissen) auf Basis erneuerbarer Rohstoffe hergestellt werden, ebenso auch vereinzelt Kerzen aus Stearin aus tierischen Quellen.

Es sollte daher in dieser Machbarkeitsstudie untersucht werden, ob Kerzen auf Basis von Rohstoffen aus Rapsfetten aus landwirtschaftlichen Quellen mit den heutigen gängigen Fertigungstechniken „Granulieren, Pressen, Extrudieren, Ziehen“ vollautomatisch (d.h. mit dem bestehenden Maschinenpark der Kerzenindustrie) hergestellt werden können bzw. welche Modifikationen (an Rohstoffen, Maschinen, Produkten) für eine erfolgreiche Anwendung erforderlich sind.

Der Vorteil gegenüber dem Ist-Stand ist die Umstellung auf nachwachsende Rohstoffe, die regionale Wertschöpfung ermöglichen. Durch die Paraffinsubstitution ist somit ein (wenn auch global gesehen nur kleiner) Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemission möglich. Durch den direkten Bezug des Endverbrauchers liegt jedoch ein hohes Identifikationspotenzial für jeden einzelnen Menschen vor, sodass durch kleine Schritte jeder zur Erreichung des Kyotozieles beitragen kann. Der zweite Vorteil liegt in der Erlangung einer Unabhängigkeit von Erdöl und der Schaffung einer regionalwirtschaftlichen Einkommensmöglichkeit für Produzenten des Rohstoffes.

Zielerreichung

- 1) Es konnte in dieser Machbarkeitsuntersuchung eine Kerze mit den vorhandenen Maschinen hergestellt werden, die aus nachwachsenden Rohstoffen besteht, gutes Abbrandverhalten zeigt und für welche nun die Markteinführung vorbereitet wird. Bei dieser Kerze handelt es sich um den Typ Stabkerze (etwa 1 – 2 cm Durchmesser, Länge etwa 15 – 20 cm). Diese Kerze ist aufgrund der derzeitigen Rohstoffsituation (hoher Ölpreis bedingt hohe Paraffinpreise) auch hinsichtlich Rohstoffkosten etwa gleichpreisig mit den herkömmlichen Produkten. Stabkerzen sind jedoch nur ein kleiner Teil der Kerzentypen, die mengenmäßig überwiegende Type sind Stumpen mit verschiedenen Durchmessern (größer 3 cm bis etwa 10 cm). Diese Stumpenkerzen konnten mit dem optimierten nachwachsenden Rohstoff ebenfalls hergestellt werden, ein Markteintritt ist jedoch damit noch nicht möglich. Bei diesen Kerzen zeigen sich noch Probleme mit dem Abbrandverhalten (weitere Optimierungen hinsichtlich Docht-Stärke-Verhältnis erforderlich). Aus heutiger Sicht ist es auch erforderlich bei diesen Stumpenkerzen Tauchmassen als Außenhüllen aufzubringen und eventuell Einfärbungen vorzunehmen. Diese Arbeiten sollen nun fortgeführt werden, da es aus Marktgründen unbedingt erforderlich ist, ein breites Sortiment einer Kerzenart anzubieten (Stabkerzen, verschiedene Stumpen, Spitzkerzen, verschiedene Farben). Für alle diese Kerzen sind Feinabstimmungen durchzuführen um perfektes Abbrandverhalten sicherzustellen.

- 2) Bezüglich Rohstoffherkunft aus heimischer Landwirtschaft konnte das Projektziel nur bedingt erreicht werden, da dieser Rohstoff in Österreich derzeit nicht verfügbar ist und daher „heimisch“ im weiteren Sinne, d.h. EU-Raum, zu betrachten ist.

Ökologischer Vorteil der Rohstoffbasis Raps

Ein wesentliches Antriebsmoment für diese Projektarbeit ist die Herstellung eines ökologisch orientierten Produktes (wie bereits vor Jahrhunderten Kerzen aus Bienenwachs), nämlich die Herstellung aus einem kostenmäßig konkurrenzfähigen Rohstoff der Rapsschiene. Dieser nachwachsende Rohstoff erfüllt hinsichtlich Kreislaufwirtschaft (Abfallsituation) und CO₂-Bilanz vollständig diese Zielsetzung und ermöglicht ein vollständiges Ersetzen der bisherigen fossilen Rohstoffe.

Zusammenfassung

Die durchgeführte Machbarkeitsstudie war sehr erfolgreich und zeigte die technische Machbarkeit des alternativen Rohstoffeinsatzes auf den vorhandenen Maschinen und Anlagen. Es konnte sogar nur aufgrund der Machbarkeitsstudie eine bereits jetzt marktfähige Kerzentype (Stabkerze) gefunden werden. Für die gesamte Palette der Kerzenprodukte (verschiedene Stumpen, Spitzkerzen) bzw. Bearbeitungsschritte (Tauchmasseaufbringung, Farbgebung, Fräsen, ...) sind weitere Optimierungsarbeiten notwendig, damit die gesamte Produktpalette - aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt – am Markt eingeführt werden kann.

Aufgrund des erfolgreichen Verlaufs der bisherigen Versuche werden die Chancen für eine erfolgreiche Etablierung des gesamten Produktsortiments auf Basis von Rapsrohstoffen als sehr hoch eingeschätzt. Damit ist ein qualitativ hochstehendes Naturprodukt möglich, welches als Nischenprodukt (eigene Käufergruppe) eingeführt werden kann und auch eine Entkoppelung vom Preis für Massenware denkbar erscheinen lässt.

Das Projektteam plant eine Fortführung der Arbeiten zur Durchführung sämtliche Optimierungen und Folgearbeiten (auch mit neuen Partnern), um alle Erfordernisse der Kerzenparameter für diese neue Rohstoffquelle zu optimieren und ein abgerundetes Sortiment auf den Markt bringen zu können (Dochtabstimmungen, Mischungsoptimierungen, Tauchungsmassen, Färbung, mechanische Bearbeitung – z.B. Fräsen, Ziehen von Kerzen, Maschinenoptimierungsprogramme, ...). Vor allem

soll nun in Großserien die Langfristtauglichkeit für den neuen Rohstoff abgesichert bzw. optimiert werden (Aufbau der Rohstofflogistik / vorgemischte Chargen nach Anforderung, Lagermanagement zwischen fossilen und nachwachsenden Rohstoffen, Optimierung der Umstellungs- und Reinigungsprozesse zwischen fossilen und nachwachsenden Chargen, Sicherstellung der Langfristeignung der vorhandenen Maschinen (z.B. Schmierungsverhalten), etc.).

Abstract (2 Pages)

For centuries beeswax has been the main raw material for the production of candles. During the development of the last centuries production was switched over to paraffin, which is now used nearly 100 % as the basic raw material. In order to pursue sustainable development of economy and according to foreseeable problems in terms of resource management (development of prices, green house gas emissions) renewable raw materials should be used in today's business even for candles.

On the candle market some special products are made of renewable raw materials, especially oil lights in small baskets or some candles of stearin out of animal sources.

In this project a feasibility study was performed with the aim of finding raw materials based on rape, which are be able to be processed in existing machinery such as granulating, pressing, extruding and drawing.

One advantage of the new approach is the possibility of regional production. Furthermore the substitution of paraffin will lead to a very little reduction of green house gas emissions. Secondly the new raw material source will lead to independence of oil based feedstock and the possibility of some income for regional producers of this renewable raw material.

Results

- 1) In this study a type of candle could be produced with existing machinery, which has shown good burning characteristics and can be brought to customer market. This type of candle is the taper candle (about 1-2 cm diameter, length about 15-20 cm). According to actual prices of raw materials this product has about the same cost for feedstock as candles made of paraffin do. Most candles on the market are pillar candles, which have also been successfully produced in this project. For this type of candles some optimization work is necessary in order to get the product fit for the market (burning problems,

coating, colouring ...). Optimization work should be processed now in order to get the whole assortment ready for customer (taper candles, several pillar candles, dinner candles, different colours). For all these types parameters need to be fixed for good burning performance.

- 2) In case of raw materials from local agriculture the feedstock rape is not available in Austria but in other countries of **EC**.

Ecological Advantage of Rape

The renewable raw material rape fulfils all targets of sustainable economics. Especially waste management (100 % recyclable) and CO₂-balance as the main problems of today's development will be best practice for this kind of industry. So it is possible to return to biological feedstock as it was performed centuries ago by the use of beeswax.

Summary

This feasibility study has been very successful showing the possibility to switch raw material sources for candles from conventional to the renewable line. A type of candle could be produced with existing machinery on base of rape (taper candle). Optimization work is necessary in order to bring all types of candles to the high standards of today's products (burning, surface, and colouring).

Because of the good results it is estimated that all products can be made of rape-based raw material, which can be forced in a distinct market line.

It is planned that work on this topics will be continued by the project team to check all parameters of the common automatic production processes (logistics, constant raw material parameters, storage management, cleaning procedures, long term machinery performance, ...).

1) Einleitung

Für die Kerzenherstellung war in vergangenen Jahrhunderten Bienenwachs die Hauptrohstoffquelle. Im Zuge der industriellen Entwicklung der letzten Jahrhunderte wurde auf Paraffinrohstoff aus fossilen Quellen umgestellt, welches heute praktisch 100 % der Kerzenrohstoffe ausmacht. Im Sinne einer nachhaltigen Wirtschaftsentwicklung und vor dem Hintergrund der absehbaren Engpässe bei Rohstoffen aus fossilen Quellen (Rohstoffpreisentwicklung, Treibhausgasbeitrag, ...) sollen nachwachsende Rohstoffe wieder vermehrt als Rohstoffquellen dienen, auch auf dem Kerzensektor.

Aus einer Marktforschungsstudie (Sensor Marktforschung Wien, August 2003) geht hervor, dass 50 % der befragten Personen angeben, es wäre bei einer Kerze wichtig, dass es sich um einen nachwachsenden Rohstoff handelt.

Aus eigenen Versuchen und laufenden Kontakten mit der internationalen Kerzenindustrie ist bekannt, dass am Kerzensektor bereits einige Nischenprodukte (verschiedene Öllichter in kleinen Behältnissen) auf Basis erneuerbarer Rohstoffe hergestellt werden, ebenso auch vereinzelt Kerzen aus Stearin aus tierischen Quellen.

Es sollte daher in dieser Machbarkeitsstudie untersucht werden, ob Kerzen auf Basis von Rohstoffen aus Rapsfetten aus landwirtschaftlichen Quellen mit den heutigen gängigen Fertigungstechniken „Granulieren, Pressen, Extrudieren, Ziehen“ vollautomatisch (d.h. mit dem bestehenden Maschinenpark der Kerzenindustrie) hergestellt werden können bzw. welche Modifikationen (an Rohstoffen, Maschinen, Produkten) für eine erfolgreiche Anwendung erforderlich sind.

Die Einpassung dieser Arbeit fällt in den Schwerpunkt „Verbesserung und Neuentwicklung marktfähiger Werkstoffe und Grundchemikalien auf Basis nachwachsender Rohstoffe“ der Programmlinie Fabrik der Zukunft.

2) Ziele des Projektes

Ziel des Projektes war, eine Machbarkeitsstudie durchzuführen, ob und unter welchen Bedingungen nachwachsende Rohstoffe auf Rapsbasis aus heimischer Landwirtschaft zur Substitution von Paraffin als Kerzenrohstoff in preßtechnischen Anlagen geeignet sind bzw. welche chemisch-technischen Modifikationen an diesen Rohstoffen oder an den gängigen Fertigungstechniken erforderlich sind, um diesen Einsatz zu ermöglichen. Zusätzlich sollen diese Rohstoffe hohe qualitative Eigenschaften der Kerze hinsichtlich Abbrandverhalten und Sicherheitsverhalten gewährleisten.

Zielerreichung

- 3) Es konnte in dieser Machbarkeitsuntersuchung eine Kerze mit den vorhandenen Maschinen hergestellt werden, die aus nachwachsenden Rohstoffen besteht, gutes Abbrandverhalten zeigt und für welche nun die Markteinführung vorbereitet wird. Bei dieser Kerze handelt es sich um den Typ Stabkerze (etwa 1 – 2 cm Durchmesser, Länge etwa 15 – 20 cm). Diese Kerze ist aufgrund der derzeitigen Rohstoffsituation (hoher Ölpreis bedingt hohe Paraffinpreise) auch hinsichtlich Rohstoffkosten etwa gleichpreisig mit den herkömmlichen Produkten. Stabkerzen sind jedoch nur ein kleiner Teil der Kerzentypen, die mengenmäßig überwiegende Type sind Stumpen mit verschiedenen Durchmessern (größer 3 cm bis etwa 10 cm). Diese Stumpenkerzen konnten mit dem optimierten nachwachsenden Rohstoff ebenfalls hergestellt werden, ein Markteintritt ist jedoch damit noch nicht möglich. Bei diesen Kerzen zeigen sich noch Probleme mit dem Abbrandverhalten (weitere Optimierungen hinsichtlich Docht-Stärke-Verhältnis erforderlich). Aus heutiger Sicht es auch erforderlich bei diesen Stumpenkerzen Tauchmassen als Außenhüllen aufzubringen und eventuell Einfärbungen vorzunehmen. Diese Arbeiten sollen nun fortgeführt werden, da es aus Marktgründen unbedingt erforderlich ist, ein breites Sortiment einer Kerzenart anzubieten (Stabkerzen, verschiedene Stumpen, Spitzkerzen,

verschiedene Farben). Für alle diese Kerzen sind Feinabstimmungen durchzuführen um perfektes Abbrandverhalten sicherzustellen („Vermeidung des sog. Popcorneffektes“ / siehe Kapitel 3)

- 4) Bezüglich Rohstoffherkunft aus heimischer Landwirtschaft konnte das Projektziel nur bedingt erreicht werden, da dieser Rohstoff in Österreich derzeit nicht verfügbar ist und daher „heimisch“ im weiteren Sinne, d.h. EU-Raum, zu betrachten ist. Weitere detaillierte Ausführungen zur momentanen Situation bezüglich Raps und Rapsverwertung finden sich im folgenden Kapitel

3) Inhalte und Ergebnisse des Projektes

Ausgangspunkt für die Projektarbeiten waren die vor Beginn der Arbeiten bereits vorhandenen Rohstoffmuster und dazugehörigen technischen Produktdatenblätter für Rohstoffe auf Rapsbasis. Diese Rohstoffe wurden unserem Wissen nach bisher nur zum Vergießen (Herstellen von „Lichtern“ in einem kompakten Außenbehälter) verwendet, nicht aber zum Herstellen von gepressten oder gezogenen Kerzen.

Stand der Technik für die Kerzenherstellung sind Preß- und Ziehverfahren. Dabei wird der Rohstoff Paraffin mit Tankwagen im flüssigen Zustand (ca 85-90°C) 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:

- a) Formpressen: Das Pulver wird mit Schneckenförderern von der Sprühtrommel zu den jeweiligen Stumpenpressen gefördert und unter hohem Druck verpresst. Mit dieser Methode werden Stumpenkerzen und Grabware hergestellt. Die Stumpenpressen sind rein hydraulische Anlagen mit Drücken von 80 – 160 bar. Die gepressten Stumpenrohlinge werden sodann in die Farbtauchmaschine weitergeleitet (Aufbringung einer Hülle – Tauchmasse – und verschiedene Farbgebung). Für Grabware werden Drücke bis zu 1000 bar verwendet, hier erfolgt keine weitere Bearbeitungsstufe mehr.
- b) Extruderpressen: In diesen Anlagen werden Stab- und Spitzkerzen mittels hydraulischen Extruderpressen hergestellt. Dazu wird das Pulver aus den Sprühtrommeln durch zylindrische Vorrichtungen als Endlosstrang durchgepresst und anschließend auf die gewünschten Längen mittels Abschneidmesser abgelängt. Auf der Vorfrästation werden Kerzenfuß und Kerzenkopf gefräst (für Stabkerze) bzw. in der Warmfräsanlage die konische Spitzkerze hergestellt. Nach dem Fräsvorgang erfolgt ebenfalls die Tauchung (Tauchmassenaufbringung, Farbgebung).

Zum Kerzenziehen wird ein Docht (Endlosband) im Kreis geführt und durch ein Paraffinbad gezogen und anschließend durch ein Wasserbad zur Kühlung, bis der gewünschte Kerzendurchmesser erreicht ist. Der Kerzenstrang läuft bei jedem Umlauf durch eine Kalibrierbohrung, an der überschüssiges Paraffin abgestreift wird. Ist der gewünschte Durchmesser erreicht, läuft der fertige Kerzenstrang zur Abschneideanlage und weiter zur Fräseinrichtung (Kerzenkopf-, Kerzenfußausbildung) und Tauchung/Farbgebung.

Vor den jeweiligen Färbungsprozessen werden die Kerzenrohlinge in ein Paraffinbad getaucht (etwa 90°C). Durch diese hohe Temperatur wird die Oberflächenkontur reingeschmolzen und die Poren schließen sich um eine optimale Farboberfläche zu erhalten. Weiters ist die Farbtauchmasse eine etwas höher schmelzende Paraffinqualität, damit die Kerze formstabiler wird, eine etwas härtere Oberfläche ergibt und eine ausgeprägte Brennschüssel beim Abbrandverhalten zeigt.

Neuerungen im gegenständlichen Projekt

Bisher wurden für die oben beschriebenen Verfahren ausschließlich Rohstoffe aus fossilen Quellen (Paraffin) eingesetzt. In der Machbarkeitsstudie dieses Projektes sollte untersucht werden, ob ein Ersatz der verwendeten Rohstoffe durch Rohstoffe aus nachwachsenden Quellen (namentlich auf Rapsbasis) unter Beibehaltung des verwendeten Maschinen- und Anlagenparks bzw. der verwendeten Arbeitsparameter möglich ist bzw. welche allfälligen Modifikationen am heutigen Fertigungsprozess erforderlich sind.

Der Vorteil gegenüber dem Ist-Stand ist die Umstellung auf nachwachsende Rohstoffe, die regionale Wertschöpfung ermöglichen. Durch die Paraffinsubstitution ist somit ein (wenn auch global gesehen nur kleiner) Beitrag zur Reduktion der Treibhausgasemission möglich. Durch den direkten Bezug des Endverbrauchers liegt jedoch ein hohes Identifikationspotenzial für jeden einzelnen Menschen vor, sodass durch kleine Schritte jeder zur Erreichung des Kyotozieles beitragen kann. Der zweite Vorteil liegt in der Erlangung einer Unabhängigkeit von Erdöl und der Schaffung einer regionalwirtschaftlichen Einkommensmöglichkeit für Produzenten des Rohstoffes.

Arbeitsdurchführung und Ergebnisse

Ursprünglich wurde folgender Projektansatz gewählt:

- a) Arbeitspaket 1: Literaturrecherchen (zur Verfügbarkeit und zum Eigenschaftsprofil von Rapsfetten im Vergleich zu herkömmlichen Rohstoffen; Viskosität, Flammpunkt, Zündtemperatur, Schmelzpunkt, Erweichungspunkt, Kristallisationsverhalten, Wärmeleitfähigkeit, brenntechnische Eigenschaften, Russbildung)
- b) Arbeitspaket 2: Detailbearbeitung hinsichtlich der experimentellen Charakterisierung sowie verarbeitungstechnische Auswertung von Laborergebnissen; technische Umsetzungsüberlegungen und orientierende Tests an den bestehenden Anlagen

Sehr schnell zeigte sich bei der Projektbearbeitung, dass theoretische Arbeiten (Literaturrecherchen) und Laborergebnisse nur wenig Aussagekraft hinsichtlich Projektziel besitzen, es wurde daher der Arbeitsschwerpunkt verschoben auf Produktionsversuche mit kleineren Chargen. Dies führte auch zu einer deutlich längeren Projektlaufzeit, da die Versuche immer nur in kurzen Intervallen gefahren werden konnten, wenn die Maschinen aufgrund des aktuellen Produktionsprogramms zur Verfügung standen. Im Labor wurden in der Beginnphase grundlegende Arbeiten zu Schmelzpunkt / Erstarrungspunkt / Brennwert von bisher verwendeten Rohstoffen auf fossiler Basis sowie alternativen Rohstoffen auf Raps- und Palmölbasis durchgeführt. Diese Arbeiten ergaben gute Aufschlüsse für die folgenden Betriebsversuche bzw. Erklärungen für nicht erfolgreiche Tests. Insbesondere der sog. „Popkorneffekt“ wurde durch Laborarbeiten erklärbar (Rekristallisationsverhalten beim Abkühlen von Rapsfett).

Zusammenfassung der Laborergebnisse

Zuerst wurden einschlägige Literaturrecherchen durchgeführt, die jedoch nur wenig Aufschluss hinsichtlich der Zielsetzung ergaben. Es wurden daher thermoanalytische Analysen durchgeführt, um die grundsätzliche Eignung diverser Mischungen auf Basis von Rapsmustern im Vergleich zu fossilen Wachsmustern auf Basis von

Schmelz- und Erstarrungskurven zu untersuchen. Zur Charakterisierung von Schmelz- und Erstarrungsvorgängen eignet sich aufgrund der dabei vielfach begleitend auftretenden endothermen und exothermen Effekte die dynamische Differenzkalorimetrie (DSC). Die eingesetzte Prüfmethode wurde aufgrund der gewonnenen Ergebnisse sukzessive auf die angewendeten Prüfmuster hin adaptiert und optimiert. Dabei zeigte sich, dass die Rapsmuster ein charakteristisches Schmelzverhalten besitzen, welches deutliche Unterschiede zu fossilen Rohstoffen besitzt. Für die Kerzenanwendung von wichtigster Bedeutung war die Tatsache, dass bei der Abkühlung aus dem geschmolzenen Zustand Rekristallisationsvorgänge auftreten, die zu einem sog. „Popcorneffekt“ führen (ein Art Aufquellen der ursprünglich einheitlichen Masse, damit hohe Dimensionsinstabilität. Dies führt zu dem Problem, dass der Abbrand von Kerzen nicht ausreichend homogen erfolgt aufgrund der ständigen Schmelz- und Erstarrungsvorgänge in der Brennschüssel und am äußeren Rand. Wesentliche Unterstützung für die weiteren Versuche war ein Ergebnis aus den DSC-Untersuchungen von fossilen Rohstoffmustern: es zeigen sich 2 Schmelzpeaks des Wachsmaterials. Die Arbeitsgruppe formulierte daraus die sog. „Kitt-Theorie“: der niedriger-schmelzende Wachsanteil wird bei der Verarbeitung in der Presse zumindest teilweise verflüssigt und bildet somit den perfekten Kitt bzw. das Haftungsmittel für die große Masse an Wachs, sodass ein perfekter homogener Kerzenkörper entsteht.



Abb. 1: Testmischungen am Beginn der Arbeiten, bei denen der sog. Popcorneffekt nach dem Abkühlen der Mischung eingetreten ist



Abb. 2: Beispiel für Kerzen, die keine ausreichende „Kittsubstanz“ in der Rohstoffmischung beinhalten und daher keinen kompakten Kerzenkörper ergeben

Zusammenfassung der ersten Anlagenversuchsphase

Parallel wurden erste Tests an den Produktionsmaschinen durchgeführt. Dabei sah man sehr schnell, dass echte Aussagen über Brauchbarkeit/Unbrauchbarkeit von Wachsen/Wachsmischungen nur an der Maschine und nicht im Labor getroffen werden können. Es ist notwendig, die gesamten Prozess-Schritte von der Sprühtrommel, Granulation bis zum Verpressen in der Maschine zu durchlaufen, um brauchbare Mischungen entwickeln zu können.

Dazu wurden Mischungen getestet von:

- verschiedene Rapsmuster (sog. Hartfett, Weichfett – verschiedene Raffinations- und Aushärtungsprodukte),
- Palmfette und Palmkernfette,
- Kokosfette,
- Glycerinprodukte,
- fossile Paraffinprodukte mit unterschiedlichen Eigenschaften.

In dieser Projektphase war es erforderlich die Fa. Walter Rauh aus Neuss / Dtl. intensiv in die Projektbearbeitung einzubeziehen. Diese Firma ist Rohstofflieferant der Fa. Hofer und besitzt umfangreiches Knowhow am Wachs- und Fettsektor.



Abb. 3: Kerzenmuster nach ersten Optimierungsschritten beim Pressvorgang



Abb. 4: Kerzenmuster nach Optimierungsstand von Abb. 3, jedoch noch mit unbrauchbarem Abbrandverhalten (bedingt durch den „Popcorneffekt“)

Zusammenfassung der optimierten Anlagenversuchsphase

Im Zuge der Zusammenarbeit mit der Fa. Rauh wurde voll ausgehärtetes Rapsfett (etwa 62°C Schmelzpunkt) als das am besten geeignete Produkt (als Grundsubstanz) erarbeitet und in umfangreichen Testserien hinsichtlich Zumischungen (Dotierung im unteren Prozentbereich) mit nicht voll ausgehärteten Rapsfetten optimiert.

Dabei wurden Kerzen erhalten, die auch akzeptables Abbrandverhalten ergaben, sodass auch Dochtabstimmungen vorgenommen werden konnten. Diese Abstimmung ist erforderlich, da Raps im Vergleich zu Paraffin etwas geringeren Brennwert besitzt, sodass der Prozess des Schmelzens in der Brennschüssel der Kerze bis hin zum Kapillareffekt im Docht und Vergasung zum Brennvorgang anders verläuft und damit neu zu optimieren ist.



Abb. 5: Kerzenmuster nach weiteren Optimierungsschritten an den Mischungsverhältnissen – führte sukzessive zu besserem Abbrandverhalten

Der sog. „Popcorn-Effekt“ tritt bei allen voll ausgehärteten Pflanzenölen auf und kann nur durch die Zudotierung von teilgehärteten Fetten umgangen werden.

Letztendlich wurden Mischungen aus Rapsrohstoffen (vollständig) sowie Mischungen mit Zugabe von bis zu 20 % Palmfetten als das Optimum erhalten. Damit konnten das Produkt Stabkerze auch bereits hinsichtlich Dochtabstimmung und Oberfläche so weit optimiert werden, dass dafür der Markteintritt vorbereitet werden kann (siehe Fotos). Für die mengenmäßig wesentlich bedeutendere Produktgruppe Stumpenkerze konnte das Optimum noch nicht gefunden werden. Insbesondere ergeben sich dort (aufgrund der größeren Durchmesser der Brennschüssel) noch Probleme im Abbrandverhalten. Ungelöst in dafür auch noch die Oberflächentauchmasse sowie die Vorgangsweise zum Färben der Kerzen. Weiters offen ist die Nachbearbeitung der bereits erfolgreich produzierten Stabkerze durch Fräsprozesse zu Spitzkerzen, welche gerade im Gastronomiesektor die bestimmende Absatzgruppe darstellen. Die Eignung der Mischung für die Produktion von gezogenen Kerzen wurde ebenfalls noch nicht untersucht.



Abb. 6: Beispiel für Kerzenmuster mit verschiedenen Formen und Farbtauchungstests

Situation bezüglich Rohstoff Raps

Hinsichtlich Rohstoffherkunft ist derzeit eine Deckung aus der unmittelbaren Umgebung (d.h. Österreich) nicht möglich, da dieser Rohstoff hier nicht raffiniert wird. Eine Aufbringung aus dem EU-Raum ist jedoch gegenwärtig bereits möglich, wie die nachfolgende Zusammenfassung der Rohstoffsituation zeigt.

Zu Beginn der Projektarbeiten zeigte sich sehr schnell, dass Literaturstudien über diese Rohstoffsituation praktisch keine Ergebnisse lieferten, da keine Daten verfügbar sind. Hinsichtlich Rohstoffherkunft ergibt sich die Situation, dass Rapsstearin derzeit in Österreich nicht erzeugt wird und daher die Rohstoffversorgung während der Versuchsphase zur Gänze aus dem benachbarten Ausland gedeckt werden musste. Insbesondere in Deutschland ist dieser Rohstoff bereits verfügbar und am Markt angeboten. Dazu wurden anfänglich die beiden namhaftesten Öl- und Fettraffinerien von Deutschland kontaktiert (Fa. Rauh und Fa. Braake). Mit der Firma Rauh wurde sodann während der gesamten Versuchsserie intensiv zusammengearbeitet, die tiefes Wissen aus diesem Rohstoffmarkt eingebracht hat.

In Österreich sind derzeit nur wenig Daten hinsichtlich Raps für Fettanwendungen berichtenswert. Im Zuge der mittlerweile in Kraft getretenen Bestimmungen über die Biospritbeimischung erwarten befragte Fachleute der Landwirtschaftskammer eine deutliche Zunahme dieser Gewinnung und damit auch eine Etablierung von entsprechenden Verarbeitungsstufen in Österreich.

Österreich hat derzeit etwa 100000 t/a Rapsenernte. Der Großteil davon wird in Aschach/Donau für die Rapsöl-Gewinnung für die Lebensmittelindustrie verarbeitet (bei knapp unter 40 % gewinnbarem Ölanteil ergibt das heute eine Jahresproduktion von etwa 36000 t/a. Eine Gewinnung von Rapsstearin erfolgt nicht. Weiters gibt es in Bruck/Leitha ein Werk für die energiewirtschaftliche Verwendung von Raps (Produktion von RME – Rapsmethylester). Dort werden etwa 15000 t/a „Energieraps“ verarbeitet.

Die Anbauflächen für Raps in Österreich sind in den letzten Jahren insgesamt rückläufig. Im Jahr 2004 wurden insgesamt 35000 ha Raps geerntet, davon 1034 ha für die Biodieselproduktion, der Rest für die Lebensmittelindustrie. Für 2005 müsste der Rapsanbau für Biodiesel auf über 124000 ha erhöht werden, um die angestrebte Menge an Dieselmehr aus Österreich aufbringen zu können, im Jahr 2009 sogar auf 382000 ha. Um die angestrebten Beimischungsmengen für Biodiesel in Österreich zu erreichen, muss der Großteil des Rohstoffes importiert werden.

Die Situation in Deutschland stellt sich wie folgt dar (Daten aus 2003): 58 % des gewonnenen Öles gehen in die Biodieselproduktion, 22 % werden für weitere Rapsölkraftstoffe verwendet, 14 % als Futteröl, 5 % für technische und sonstige Öle und nur 1 % für Speiseöl.

Weitere Daten zu Raps

Weltmarktproduktion	ca. 35 – 40 Mio. t/Jahr
Haupterzeugungsländer	China, EU, Kanada, Indien (China: ca. 10 Mio. t, EU ca. 8 Mio. t, Indien ca. 4 Mio. t, Kanada ca. 3 Mio. t)
In der EU	hauptsächlich die Länder Frankreich, Deutschland, GB, Dänemark und Spanien

Der Marktpreis für pflanzliche Öle und Ölsaaten wird generell durch die große Menge Palmöl stark beeinflusst. Die Preise für Rapssaat innerhalb der EU haben sich von diesem Einfluss etwas lösen können. In der EU hat in letzter Zeit eine verstärkte Nachfrage nach Rapsöl eingesetzt (Biodieselproduktion und gestiegene Preise für Diesel generell)

In der Biokraftstoff-Richtlinie vom 8.5.2003 (2003/30/EG) werden die Mitgliedstaaten angehalten, einen Teil der Transportkraftstoffe durch Biokraftstoffe zu ersetzen. Bis zum 31.12.2005 sollten 2 % (gemessen am Energieinhalt) aller Otto- und Dieselkraftstoffe durch Biokraftstoffe oder andere erneuerbare Kraftstoffe ersetzt

werden. Bis zum Jahr 2010 soll dieser Anteil auf 5,75 % gesteigert werden. Als „Biokraftstoffe“ werden dabei alle flüssigen oder gasförmigen Verkehrskraftstoffe angesehen, die aus Biomasse hergestellt werden. Dazu zählen Bioethanol, Biodiesel (RME), Biomethanol, Biodimethylester, Bio-ETBE, Bio-MTBE, synthetische Biokraftstoffe, Biowasserstoff und reines Pflanzenöl.

Mit 4.11.2004 wurde die Kraftstoffverordnung 1999 geändert und festgehalten, dass in Österreich folgende Mengen an Biokraftstoffen, gemessen am gesamten fossilen Otto- und Dieselkraftstoffverbrauch pro Jahr, in Verkehr gebracht werden müssen:

- ab 1.10.2005 ein Anteil von 2,5 %
- ab 1.10.2007 ein Anteil von 4,3 %
- ab 1.10.2008 ein Zielwert von 5,75 %.

(Energieinhalt / unterer Heizwert des Biokraftstoffes / gilt als Bezugswert; für Biodiesel ist das ein Wert von 10,25 kWh/kg (= 36,9 MJ/kg = 32,6 MJ/L); das bedeutet, dass 1 Liter Diesel durch etwa 1,08 Liter Biodiesel ersetzt werden müssen)

Ökologischer Vorteil der Rohstoffbasis Raps

Ein wesentliches Antriebsmoment für diese Projektarbeit ist die Herstellung eines ökologisch orientierten Produktes (wie bereits vor Jahrhunderten Kerzen aus Bienenwachs), nämlich die Herstellung aus einem kostenmäßig konkurrenzfähigen Rohstoff der Rapsschiene. Dieser nachwachsende Rohstoff erfüllt hinsichtlich Kreislaufwirtschaft (Abfallsituation) und CO₂-Bilanz vollständig diese Zielsetzung und ermöglicht ein vollständiges Ersetzen der bisherigen fossilen Rohstoffe. Hinsichtlich ökologischer Elemente im Rohstoffaufbereitungsprozess ergeben sich ebenfalls deutliche Vorteile gegenüber den fossilen Quellen: dieser Rohstoff ist – zumindest bei EU-weiter Betrachtung – lokal verfügbar und erfordert keine weltweiten Transportvorgänge wie in der Erdölrohstoffschiene. Hinsichtlich Energieaufwand für die Rohstoffaufbereitung wird dieser Rohstoff in erster Näherung neutral mit fossilen Quellen eingestuft, da auch Rapsfette Raffinationsprozesse (Hydrierungsschritte, etc.) durchlaufen, die zumindest ähnlich zur Erdölraffination sind. Auch der

Rohstoffanlieferungsprozess (Transportaufwand) zwischen Raffinerie (Fett- bzw. Erdölraffinerie) und Produktionsanlage ist neutral eingestuft.

Diese Gesamtbetrachtung ergibt deutliche ökologische Vorteile für die neue Rohstoffquelle und ermöglicht den Ausbau von Nischenprodukten (im gesamten Rohstoff-Veredelungsprozess) für die nunmehr aufgrund der europäischen Biokraftstoffrichtlinie in starker Entwicklung befindlichen Rapsverarbeitungsindustrie.

Verwertung der Versuchsergebnisse

Aufgrund der guten Ergebnisse bei Stabkerzen („praktisch marktreifes Produkt liegt vor“) ist nunmehr geplant, eine Markeinführung mit diesem einen Produkt vorzunehmen. Dazu ist es erforderlich, spezielle Begleitmaßnahmen zu setzen (Bedienung eines speziellen Kunden- bzw. Absatzkreises, Trennung von der sonstigen Massenware, ...) um gezielt Informationen platzieren zu können und so die Verbrauchersensibilität für Produkte aus nachwachsenden Rohstoffen zu entwickeln. Parallel sollen in einem Folgeprojekt (siehe Kapitel Schlussfolgerungen und Ausblick) weiteren Arbeiten durchgeführt werden, um das gesamte Produktsortiment (Stumpenkerzen, Spitzkerzen, Kerzenziehen) auf den nachwachsenden Rohstoff umstellen zu können.

4) Detailangaben zu den Zielen der Fabrik der Zukunft

Mit dem vorliegenden Projekt wurde ein Konzept erarbeitet, welches auf die Bereitstellung von Gütern aus einer auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Wirtschaft basiert. Während heute Kerzen zu 100 % mit Rohstoffen aus fossilen Quellen versorgt werden, kann dies sukzessive auch auf Basis regionaler Rohstoffversorgung geschehen. Somit wurde das Projektziel 100 %-ig erreicht und auch dem Leitgedanken der Programmlinie Fabrik der Zukunft voll entsprochen. Die Machbarkeitsstudie hat gezeigt, dass Kerzen aus diesem Rohstoff mit den gängigen Maschinenparks hergestellt werden können. Bei einem speziellen Kerzentyp („Stabkerzen“), wurde das Projektziel sogar deutlich überschritten – dieser Kerzentyp ist rein auf Grundlage der Machbarkeitsuntersuchung schon marktreif und bedarf keiner weiteren technischen Verfeinerungsarbeiten mehr. Vor dem Hintergrund der oben dargestellten aktuellen Rohstoffsituation (Rapswirtschaft versus Biospritentwicklung) ist damit zu rechnen, dass in den nächsten Jahren massive Bewegungen auf diesem Rohstoffmarkt im heimischen Raum (EU-weit) entstehen. Durch eine Nachfrage nach technischen Rapsfettprodukten (wie in diesem Fall als Kerzenrohstoff) entsteht eine zusätzliche Belebung für diese Sparte, was voll dem Nachhaltigkeitsprinzip und den Zielsetzung der Programmlinie entspricht.

Die Nutzenorientierung ist am Endkunden ausgerichtet und ermöglicht ihm, Kerzen zu verbrennen, ohne damit einen (wenn auch nur kleinen) Treibhauseffektbeitrag zu leisten.

Die Nutzung erneuerbarer Ressourcen steht im Mittelpunkt des Projektes, durch den Einsatz von Rohstoffen, die zur Gänze aus erneuerbaren Quellen kommen.

Die Effizienz dieser Produktstrategie ist auch bei finanzieller Bewertung gegeben, da kaum ein Preisunterschied im Rohstoff besteht. Bei permanent hohen Ölpreisen könnte dieser Rohstoff (nach Optimierung aller Prozessschritte) sogar günstiger als die fossilen Quellen sein.

Die Verbrennungsprodukte von Kerzen aus nachwachsenden Rohstoffen sind CO₂ und Wasser und werden voll in den natürlichen Wachstumskreislauf zum Aufbau neuer Biomasse über Photosynthese eingebunden. Kerzenreste (die heute häufig im Abfall landen) auf Basis dieser neuen Rohstoffquelle sind biologisch abbaubar, sodass auch hier geschlossene Stoffkreisläufe entstehen.

Das Lernfähigkeitsprinzip als Ziel von Fabrik der Zukunft wird dadurch erfüllt, dass dem enormen Preisdruck durch Importe aus Billiglohnländern durch ein neues Produkt begegnet wird, welches in der Wertschöpfung 100 % regional angelegt ist. Die direkte Lernfähigkeit der Endkunden soll durch gezielte Marketingmaßnahmen gefördert werden, indem den Kunden einerseits an diesem einfachen Beispiel die Wichtigkeit von regionalen Wirtschaftskreisläufen und der kleine aber bewusste Beitrag des Einzelnen zur Erreichung des Kyotozieles sehr anschaulich vor Augen geführt wird.

Der Umstieg auf den nachwachsenden Rohstoff verschlechtert die aktuelle Situation hinsichtlich Risikoversorgung nicht.

Durch regionale Wertschöpfung über die gesamte Rohstoffgewinnungs- und aufbereitungskette ist ein direkter Beitrag zur Sicherung von Arbeit, Lebensqualität und Einkommen gegeben, auch wenn – wie bereits dargestellt – dieser Rohstoff derzeit in Österreich nicht verfügbar ist, zumindest aber im EU-Raum als größerer regionaler Einheit.

Die Kundengruppen wurden in dieses Projekt indirekt über Markumfragen eingebunden, aus denen abgeleitet wurde, dass Kunden bereit wären Kerzen aus nachwachsenden Rohstoffen denen aus fossilen Quellen vorzuziehen, wenn diese am Markt auch verfügbar wären. Sie sind bereit, etwa gleichpreisige Produkte als Substitutware zu kaufen, wie derzeit bereits am Öllichtermarkt realisiert.

5) Schlussfolgerungen zu den Projektergebnissen

Die durchgeführte Machbarkeitsstudie war sehr erfolgreich und zeigte die technische Machbarkeit des alternativen Rohstoffeinsatzes auf den vorhandenen Maschinen und Anlagen. Es konnte sogar nur aufgrund der Machbarkeitsstudie eine bereits jetzt marktfähige Kerzentype (Stabkerze) gefunden werden. Für die gesamte Palette der Kerzenprodukte (verschiedene Stumpen, Spitzkerzen) bzw. Bearbeitungsschritte (Tauchmasseaufbringung, Farbgebung, Fräsen, ...) sind weitere Optimierungsarbeiten notwendig, damit die gesamte Produktpalette - aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt – am Markt eingeführt werden kann.

Weiters zeigte sich, dass die Rohstoffmischung weiteres Optimierungspotenzial besitzt. Hier ist eine intensive Zusammenarbeit mit dem bereits in der jetzigen Projektphase beigezogenen Rohstofflieferanten vorgesehen.

Das Projektteam plant eine Fortführung der Arbeiten zur Durchführung sämtliche Optimierungen und Folgearbeiten (auch mit neuen Partnern), um alle Erfordernisse der Kerzenparameter für diese neue Rohstoffquelle zu optimieren und ein abgerundetes Sortiment auf den Markt bringen zu können (Dochtabstimmungen, Mischungsoptimierungen, Tauchungsmassen, Färbung, mechanische Bearbeitung – z.B. Fräsen, Ziehen von Kerzen, Maschinenoptimierungsprogramme, ...). Vor allem soll nun in Großserien die Langfristtauglichkeit für den neuen Rohstoff abgesichert bzw. optimiert werden (Aufbau der Rohstofflogistik / vorgemischte Chargen nach Anforderung, Lagermanagement zwischen fossilen und nachwachsenden Rohstoffen, Optimierung der Umstellungs- und Reinigungsprozesse zwischen fossilen und nachwachsenden Chargen, Sicherstellung der Langfristleistung der vorhandenen Maschinen (z.B. Schmierungsverhalten), etc.).

Optimierungen

Der Rohling für Stumpenkerzen ist weitgehend fertig; Optimierungen sind erforderlich für Dochtfeinabstimmung (Docht/Dicke-Verhältnis), Tauchmasse für perfekte Brennschüssel bzw. Abbrandverhalten, Oberflächen-Finishing (Tauchmasse und Farbgebung), Russwertmessungen, Abgasverhalten nach RAL-Normen; Fräsverhalten für Spitzkerzenproduktion, Kerzen mit durchgehender Färbung (d.h. Farbgebung bereits im Rohstoffpulver und nicht durch Tauchung) Erst wenn die Stumpenproduktion optimiert ist, ist an eine Rohstoffumstellung im großen Stil („Massen“) zu denken.

Aufgrund der guten Ergebnisse dieser Machbarkeitsstudie für den Kerzenbereich sind aus Sicht des Projektteams diese Ansätze auch für andere technische Anwendungsgebiete zumindest überlegenswert. So sollten beispielsweise andere technische Paraffinanwendungsgebiete (Konservierungsindustrie, Verpackungstechnik, Beschichtungen, Anzündhilfen (z.B. Grillanzünder), etc.) für den Umstieg von fossilen Rohstoffquellen auf nachwachsende Rohstoffquellen hinterfragt werden.



Abb. 7: Endprodukt des Projektes für Stumpenkerzen – guter Kerzenkörper, weitere Oberflächenoptimierungen erforderlich, auch Abbrandverhalten noch zu verbessern

6) Ausblick / Empfehlungen

Wie bereits im Kapitel „Schlussfolgerungen“ dargestellt, war das Projekt für einen Teilbereich des heutigen Produktsegments sehr erfolgreich und ermöglicht rasche Anwendung am Markt. Für den erfolgreichen Marktauftritt am Kerzensektor ist es jedoch unbedingt erforderlich, das gesamte Produktsortiment (besonders den mengenmäßig wichtigen Bereich der Stumpenkerzen und Spitzkerzen) abdecken zu können, sowie verbesserte Oberflächen zu erzielen und verschiedenartige Färbungen der Kerzen anzubieten. Auf diesem Sektor ist weiterer Optimierungsbedarf gegeben.



Abb. 8: Endprodukt des Projektes für Stabkerzen – perfekter Kerzenkörper und gute Oberfläche; diese Kerzen zeigen ausgezeichnetes Abbrandverhalten

Dazu sollen die begonnenen Arbeiten mit den Rohstofflieferanten vertieft werden, ebenso die Durchführung weiterer Versuche und Abstimmungsarbeiten (z.B. Einsatz des neuen Produktes auf den Fräsmaschinen).

In diesem Projekt wurde bisher die Herstellung von Kerzen durch Pressverfahren untersucht, nicht jedoch das Ziehen von Kerzen. Dazu sind maschinenbedingt sehr große Rohstoffmengen (Mustermischungen) notwendig; schon bei Paraffinrohstoff erfordert das Ziehen von Kerzen besondere Fertigkeit des Personals und stellt hohe Anforderungen hinsichtlich exakter Rohstoffmischungen sowie Beachtung der Umgebungsparameter (aktuelle Temperaturen, Temperaturverlauf, Luftfeuchtigkeit). Wie oben dargestellt sollte das Ziehen von Kerzen in weiterer Folge jedoch auch untersucht werden, um ein vollständiges Sortiment an Biokerzen auf Rapsbasis am Markt anbieten zu können.

Aufgrund des erfolgreichen Verlaufs der bisherigen Versuche werden die Chancen für eine erfolgreiche Etablierung des gesamten Produktsortiments auf Basis von Rapsrohstoffen als sehr hoch eingeschätzt. Damit ist ein qualitativ hochstehendes Naturprodukt möglich, welches als Nischenprodukt (eigene Käufergruppe) eingeführt werden kann und auch eine Entkoppelung vom Preis für Massenware denkbar erscheinen lässt.

Die Risiken bei der Umsetzung zu einem Demonstrationsprojekt werden relativ gering eingeschätzt, da nur relativ geringe Investitionen erforderlich sind (bestehender Maschinenpark ist zu verwenden, Maßnahmen lediglich in der Rohstofflogistik erforderlich, teilweise durch organisatorische Maßnahmen abzudecken – in intensiver Zusammenarbeit mit dem Rohstofflieferanten).

7) Literaturverzeichnis

- 1) Fachbuch der Wachszieher und Wachsbildner, Bayrische Wachszieher-Innung, Augsburg 1998