

Abschlussbericht (Kurzfassung)

Zusammenarbeit zur Entwicklung und Erprobung eines neuen Futtermittels auf der Basis von Öllein- und Rapssaat

Die Qualität von Produkten, wie Milch und Fleisch sowie die Gesundheit landwirtschaftlicher Nutztiere, kann durch den Einsatz von Spezialfuttermitteln verbessert werden. Wertvolle Bestandteile von Futtermitteln werden durch thermische Behandlungsverfahren für die Tiere besser nutzbar und antinutritive Inhaltsstoffe minimiert. Die Mikrowellentechnologie besitzt das Potential bestehende Verfahren der thermischen Behandlung von Futtermitteln wirksam zu ergänzen. Der energetische Umsatz der Mikrowellen in Wärme findet direkt im Produkt statt und ist deshalb hoch effizient. Die Kurzzeitbehandlung bei Temperaturen um 110°C führt zu einer spontanen Wasserdampfbildung im Produkt, was mit mikrostrukturellen Veränderungen an den Zellmembranen verbunden ist. Die Dichte wird reduziert.

In einem ersten Schritt des Projektes konnten in Kooperation mit der ROSOMA GmbH 8 t mittels Mikrowellen behandelte und mit Futterfett ummantelte Leinsaat produziert werden. Sowohl chemisch-physikalische Untersuchungen der unbehandelten, mittels Mikrowellen behandelten bzw. zusätzlich mit Fett ummantelten Leinsaat als auch zwei Fütterungsversuche mit behandelter pansengeschützter Leinsaat wurden unter wissenschaftlicher Begleitung durch die Humboldt-Universität zu Berlin, Department für Nutzpflanzen- und Tierwissenschaften durchgeführt. Die Mikrowellenbehandlung von Leinsaat führte zu quantitativen und qualitativen Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung und in den chemisch-physikalischen Eigenschaften. In der behandelten Leinsaat waren die Gehalte der Faserfraktionen und die Löslichkeit des Proteins tendenziell im Vergleich zu unbehandelter Leinsaat reduziert.

In Fütterungsversuchen wurde die behandelte Leinsaat an insgesamt 335 Milchkühe in der Transitphase bzw. Frühlaktation in zwei Milchviehbetriebe gefüttert. Die Milchleistung blieb durch die Leinsaatfütterung unbeeinflusst. Eine tendenzielle Verbesserung der Fruchtbarkeit konnte nachgewiesen werden. Die Trächtigkeitsrate aus der Erstbesamung war bei Fütterung in der Frühlaktation im Vergleich zu den Kontrolltieren bei geringem Besamungsaufwand erhöht. Diese Wirkung ist mit Einsatz von 700 g behandelte Leinsaat in der Ration erreicht worden. Vergleichbare Wirkungen von roher bzw. gequetschter Leinsaat sind in der Literatur für Einsatzmengen von 1,3 bis 2,0 kg pro Kuh und Tag beschrieben.

Eine Mikrowellenerhitzung von Futtermitteln, wie z.B. Raps- und Leinsaat, lässt sich schonend und hoch effizient durchführen, weil die Erhitzung exakt steuerbar ist und im Prozess vorrangig das Behandlungsgut erhitzt wird. Für die Herstellung großer

einheitlicher Produktchargen in einem kontinuierlichen Prozess ist eine geeignete Mikrowellenanlage erforderlich. In Zusammenarbeit mit der ROSOMA GmbH wurden auf der Grundlage der vorliegenden Erfahrungen die Anforderungen an die Behandlung von Ölsaaten in einer Mikrowellenanlage definiert. Um eine spontane Wasserdampfbildungen zu erreichen und die damit verbundenen und angestrebten strukturellen Veränderungen an den Zellmembranen im Produkt hervorzurufen, muss die Saat innerhalb von 1 Minute auf bis zu 120°C erhitzt werden. Die Dichte des Behandlungsgutes soll so bei geringem Feuchteverlust auf einen Wert von kleiner 1 g/cm³ reduziert werden. Die Maschine sollte die variablen Eigenschaften des biologischen Materials in der Prozessführung berücksichtigen und eine gleichmäßige Erhitzung gewährleisten. Überhitzungen des Behandlungsgutes und damit die Schädigung wertvoller Inhaltsstoffe sollten somit verhindert werden. Außerdem ergaben sich Anforderungen an die Höhe und Variabilität der Feuchte des Behandlungsgutes. Der Prototyp sollte die Anpassung an unterschiedliche Produktionskapazitäten ermöglichen. Im Praxiseinsatz kommen weitere Anforderungen, wie Einordnung in bestehende automatische Prozessabläufe, Bedienerfreundlichkeit und Durchsatzleistung hinzu.

Der Prototyp einer Mikrowellenbandanlage wurde in Modulbauweise und ausreichend großem Applikationsraum schrittweise entwickelt. Das erforderte die Erprobung mehrerer Entwicklungsmuster. Dieser Entwicklungsprozess wurde begleitet und es wurde Behandlungsgut bereitgestellt. Für die Steuerung der Anlage wurde eine gängige SPS-Lösung genutzt. Das entwickelte Programm ist sowohl für den Hand- als auch für den Automatisierungsbetrieb erstellt worden.

Zur Eingliederung der Mikrowellenanlage in die Futtermittelherstellung sollte die Anlage möglichst kompakt und wartungsfreundlich gestaltet werden. Die verschiedenen erprobten Anordnungen der Magnetrons führten zu Unterschieden in der Anlagengeometrie, die Einfluss auf die Ausbreitung der Mikrowellen und die Behandlungsintensität hatten. Eine Modulbauweise mit paarweiser Anordnung der Magnetrons führte zu den besten Ergebnissen.

Über ein Förderband wird die Saat durch den Applikationsraum transportiert. Diese Förderung ermöglicht eine gleichmäßige Verteilung der Saat auf der Fläche. Die Abstimmung von Mikrowellenleistung und Saatmenge wird über die Regelung von Bandgeschwindigkeit und Schichtdicke realisiert. Das hat den Vorteil, dass die Mikrowellenleistung vollständig genutzt kann.

Im Anschluss an die Mikrowellenbehandlung wird die erhitzte Saat in einem Schneckenförderer mit Futterfett vermischt werden. Die Dosierung des Trockenfettes erfolgt

mit einem Feindosierer. In Abbildung 1 ist der Prozess der Mikrowellenbehandlung dargestellt.

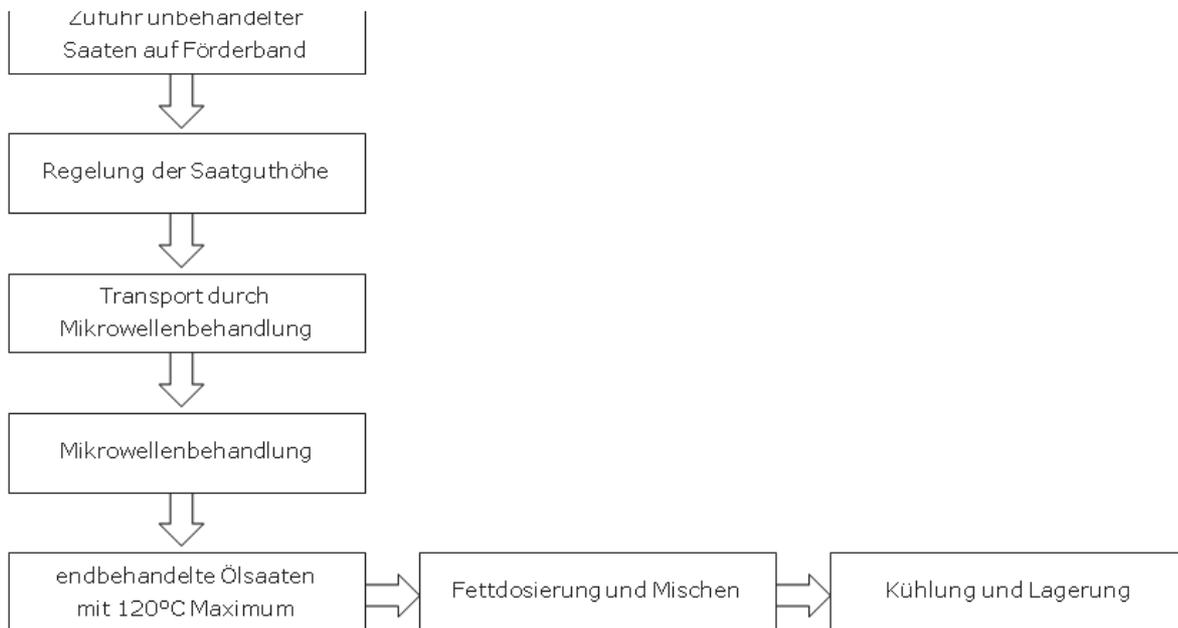


Abbildung 1: Prozessführung der Mikrowellenbehandlung

Um die Risiken einer Überhitzung bzw. unzureichenden Behandlung zu minimieren, waren die variablen Eigenschaften von Ölsaaten zu berücksichtigen. Die Mikrowellenstrahlung koppelt vorrangig an Wasser, aber auch an Fett im Produkt, an. Der Feuchtegehalt der Ölsaaten bestimmt somit maßgeblich die dielektrischen Eigenschaften des Behandlungsgutes. Ein Feuchtegehalt der Saaten von unter 7 % erwies sich in den durchgeführten Versuchen als weniger geeignet für die Mikrowellenerhitzung.

Nach Festlegung von Anforderungen an die Behandlung von Ölsaaten sowie der daraus resultierenden Leistungsdichte für die Mikrowellenanlage wurden von ROSOMA GmbH unter Einbeziehung externer Expertise mögliche Gefährdungspotentiale im Prozessablauf untersucht. Die hohen Anforderungen an die Arbeitssicherheit erforderten besondere Beachtung der zu verwendeten Materialien sowie eine angepasste Konstruktion der Bereiche für die Zu- und Abführung des Behandlungsgutes als mögliche Austrittsstellen der Mikrowellenstrahlung. Schmale Ein- und Austrittsöffnungen, geeignetes Absorptionsmaterial und ein System zur Reflektion der Mikrowellen in den Applikationsraum wurden konzipiert, um den hohen Sicherheitsstandards gerecht zu werden (Abbildung 2).



Abbildung 2: Prototyp

Die Planung und Durchführung von manuellen Versuchen führte zu wesentlichen Erkenntnissen und praktischen Erfahrungen. Untersuchungen mit Rapssaat unterschiedlicher Feuchtegehalte ergaben beispielsweise, dass die Regelung der Bandgeschwindigkeit auch bei unterschiedlich feuchten der Saaten in Abhängigkeit von der nach der Behandlung gemessenen Temperatur geeignet ist, eine gleichmäßige Erhitzung zu sichern. Ein Regler minimiert die Differenz zwischen Soll- und Ist-Temperatur, indem über die Bandgeschwindigkeit die zugeführte Produktmenge angepasst wird.

Die Bandgeschwindigkeit beeinflusst maßgeblich die Temperatur im Applikationsraum. Bei einer gewünschten Temperatur des Behandlungsgutes von z.B. 110°C an der Abführung muss die Bandgeschwindigkeit bei Unterschreitung vermindert und bei Überschreitung erhöht werden.

Die Variabilität der Feuchte im Behandlungsgut hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Erhitzung. Außerdem variieren Ölsaaten in der Größe der Samen. Die Schichtdicke des Behandlungsguts ist nach Korngröße der Ölsaat variabel einstellbar. Die Menge an Behandlungsgut und die Mikrowellenleistung werden durch eine permanente Regelung der Bandgeschwindigkeit aufeinander abgestimmt, um die Soll-Temperatur zu

erreichen. Die Funktionalität der Hardware-Komponenten ist in umfangreichen Tests erprobt worden.

Die Softwareentwicklung erfolgte parallel zu den praktischen Tests. Die vorliegenden Erfahrungen konnten berücksichtigt werden. Die Oberfläche der Software ermöglicht den Zugriff auf alle Steuerungselemente der Mikrowellenanlage (Abbildung 3). Eine schnelle Problemdiagnose und -lösung ist somit gegeben.

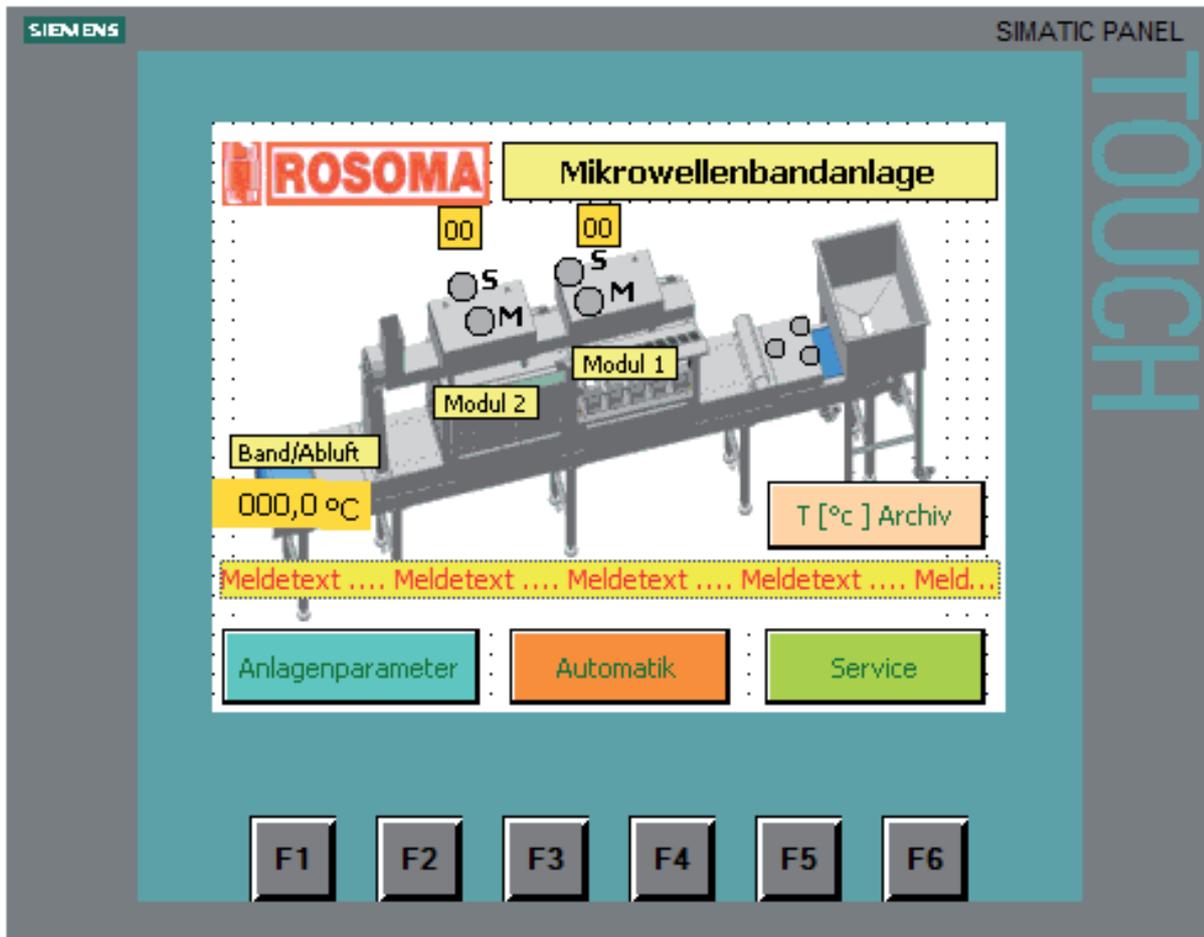


Abbildung 3: Startbild Software Mikrowellenanlage

Nach Abschluss von Softwareoptimierungen wurde der Prototyp der Mikrowellenanlage in den Produktionsprozess der Rügener Getreide- und Dienstleistungs- GmbH eingeordnet und mit Rapssaat im Dauerbetrieb getestet. Ein Thermoelement zur Bestimmung der Temperatur an der Abführung der Mikrowellenanlage lieferte die Information für den Steuerungsalgorithmus zur Regulation der Bandgeschwindigkeit und damit für die Temperatur des Behandlungsgutes im Applikationsraum (Abbildung 4). Mit der vorgegebenen Soll-Temperatur von 110°C im Applikationsraum konnten die gewünschten Veränderungen an der Saat innerhalb von 60 Sekunden hervorgerufen und der Feuchtegehalt um bis zu 2 % verringert werden.



Abbildung 4: Produktabführung mit Temperaturmessung

Für eine effiziente energetische Nutzung der Mikrowellenstrahlung und erfolgreichen Behandlung werden nach vorliegenden Erfahrungen Feuchtegehalte von 8 - 9% in der Rapssaat angestrebt.

Gegenwärtig ist die regelmäßige Herstellung großer einheitlicher Chargen behandelter Raps- und Leinsaat für Langzeituntersuchungen an Milchkühen noch nicht möglich. Einerseits ist die technische Funktionalität der Mikrowellenanlage für den Praxiseinsatz zu optimieren und andererseits ist geeignetes Behandlungsgut aus der neuen Ernte bereitzustellen.

Gemeinsam mit der ROSOMA GmbH wurden die Ergebnisse des Praxiseinsatzes des Prototyps ausgewertet und folgende Schlussfolgerungen gezogen:

1. Der Prototyp ermöglicht die angestrebte Kurzzeit-Behandlung von Raps- und Leinsaat in einem kontrollierten Prozess.
2. Die vorliegenden Ergebnisse und Erfahrungen werden für die Verbesserung der Steuerung genutzt, um den Automatikbetrieb zu ermöglichen.
3. Die Modulbauweise ermöglicht die Vergrößerung der Anlage um mehrere funktionsfähige Einheiten.

Die Mikrowellenbehandlung von Ölsaaten und die Herstellung pansengeschützter Spezialfuttermitteln hat vor allem für die Milchkuhfütterung Bedeutung. Der Nutzen ergibt sich aus folgenden Wirkungen:

- Optimierte Pansenverdauung
- Effiziente Energie- und Nährstoffnutzung
- Gute Versorgung des Stoffwechsels mit essentiellen Fettsäuren
- Bessere Fruchtbarkeit durch gute Versorgung mit Energie und essentiellen Fettsäuren
- Höhere Konzentration funktioneller Fettsäuren in der Milch

Der erwartete wirtschaftliche Nutzen übersteigt den Mehraufwand für die Behandlung. Der Einsatz von 1,0 - 1,5 kg behandelte, pansengeschützte Ölsaaten kann zu

- 100 - 200 kg mehr Milch je Kuh und Jahr
- 10 Tagen kürzere Güstzeit und
- 3 - 5 % geringere Remontierung führen.

Die Anreicherung des Stoffwechsels und der Milch mit ungesättigten Fettsäuren, wie Ölsäure (C18:1) vorrangig aus Rapssaat und Linolensäure (C18:3) aus Leinsaat, ist bei entsprechenden Einsatzmengen möglich. Die positive Wirkung der ungesättigten Fettsäuren im Stoffwechsel verbessert die Gesundheit der Milchkühe und erhöht den ernährungsphysiologischen Wert der erzeugten Milch. Über entsprechende Ergebnisse verfügt die Herzgut Landmolkerei in Schwarzburg (Thüringen) seit mehreren Jahren. Hier wird in der Milch ein Verhältnis der Fettsäuren Ölsäure (C18:1) zu Palmitinsäure (C16:0) von größer gleich 1 angestrebt. Durch Senkung des Anteils gesättigter Fettsäuren wird das Fettsäureprofil der Milch verbessert.

Die Kombination von Mikrowellenbehandlung und Pansenschutz mit 2 - 6% Futterfett ermöglicht die o.g. Effekte mit vergleichsweise geringen Einsatzmengen. Eine Validierung der bisherigen Ergebnisse ist erforderlich. Nach Schaffung der Voraussetzung soll

mit der von ROSOMA GmbH entwickelten Mikrowellenbandanlage die Produktion größerer Chargen erfolgen.

"Diese Publikation wird im Rahmen des Entwicklungsprogramms für den ländlichen Raum Mecklenburg-Vorpommern 2007 - 2013 unter Beteiligung der Europäischen Union und des Landes Mecklenburg-Vorpommern, vertreten durch das Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz, erarbeitet und veröffentlicht."

Programm: Förderung der Zusammenarbeit bei der Entwicklung innovativer Produkte, Verfahren und Technologien in der Land- und Ernährungswirtschaft.

„Hier investiert Europa in die ländlichen Gebiete“

