

# Trocknung von Bananen im solaren Tunneltrockner mit photovoltaischem Direktantrieb

Thailand, April - Mai 1995



## ERGEBNISSE UND DISKUSSION

4.1	Verfahrensablauf der	Royal Chitralada Projects	71
4.1.1	Reifen	Chitralada Palace	22
4.1.2	Schälen	Dusit, Bangkok	25
4.1.3	Trocknung und Perforation		26
	Institut für Agrartechnik	Faculty of Science	30
	in den Tropen und Subtropen	Department of Physics	31
	Universität Hohenheim	Silpakorn University	32
4.1.7	Stuttgart	Nakhon Pathom	32
4.1.8	Lagerung		33
4.1.9	Verkauf		34
4.2	Bewertung des solaren Tunneltrockners		35
4.2.1	Betriebsverfahren		35
4.2.1.1	Strahlung und Temperatur		35

Finanziert durch freundliche Unterstützung der Vater und Sohn Eiselen Stiftung, Ulm  
und der Fa. Gewürzmüller GmbH, Stuttgart

vorgelegt von Petra Schirmer - Hohenheim im Dezember 1995

Projekt 94/09

## KURZFASSUNG

In Thailand werden Trockenbananen vornehmlich von Kleinbauern im traditionellen Verfahren der Bodentrocknung erzeugt. Die hierbei auftretenden Probleme der unmittelbaren Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen sowie starker Kontamination mit Insekten und Mikroorganismen führen zu einer zumeist sehr geringen Produktqualität und hohen Ausschußraten. Öl- oder gasbefeuerte Trocknungsanlagen finden aufgrund der hohen Investitions- und Betriebskosten nur geringe Verwendung.

In diesem Zusammenhang bietet der vom Institut für Agrartechnik in den Tropen und Subtropen der Universität Hohenheim, Stuttgart entwickelte solare Tunneltrockner mit photovoltaischem Direktantrieb die Möglichkeit, qualitativ hochwertige Trockenprodukte in Form eines ökonomisch und energetisch günstigen Konservierungsverfahrens zu erzeugen. Eine Vorstudie hat bereits ergeben, daß mit diesem solaren Tunneltrockner qualitativ hochwertige Trockenbananen erzeugt werden können.

Im Rahmen eines von der Vater und Sohn Eiselen Stiftung, Ulm und der Fa. Gewürzmüller GmbH, Stuttgart finanzierten Forschungsprojektes wurde im März 1995 eine derartige Trocknungsanlage in wissenschaftlicher Zusammenarbeit mit den thailändischen Royal Chitralada Projects, Bangkok und dem Department of Physic der Silpakorn University, Nakhon Pathom auf dem Areal des königlichen Chitralada Palastes in Dusit, Bangkok installiert. Anläßlich des "Thai Farmer's Day" wurde der solare Tunneltrockner am 10.05.1995 an HRH The King Rama IX übergeben.

Ziel der in den Monaten März bis Mai 1995 durchgeführten Untersuchungen war die Bestimmung des Verfahrensablaufs zur Herstellung landestypischer Trockenbananen unter besonderer Berücksichtigung der Trocknungsverhältnisse im solaren Tunneltrockner sowie seine Anpassung an die thailändischen Rahmenbedingungen.

Die Untersuchungen zeigten, daß der solare Tunneltrockner in der Trockenzeit sehr gut zur Erzeugung von Trockenbananen höchster Qualität geeignet ist. Um den angestrebten witterungsunabhängigen Betrieb auch in der Regenzeit zu gewährleisten sind jedoch Modifikationen notwendig.

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Mangels ausreichender Konservierungsverfahren verderben in tropischen Ländern große Mengen an landwirtschaftlichen Produkten. Bedingt durch starke Kontamination mit Mikroorganismen und Insekten werden mittels dem herkömmlichen Verfahren der Bodentrocknung qualitativ und quantitativ minderwertige Produkte erzeugt. Der vom Institut für Agrartechnik in den Tropen und Subtropen der Universität Hohenheim entwickelte solare Tunneltrockner mit photovoltaischem Direktantrieb stellt eine verlustreduzierende sowie investitions- und energiesparende Alternative zur Produktion qualitativ hochwertiger Trockenprodukte dar. In wissenschaftlicher Zusammenarbeit der thailändischen Royal Chitralada Projects, Bangkok und dem Department of Physics der Silpakorn University, Nakhon Pathom konnte eine derartige Trocknungsanlage im März 1995 auf dem Gelände des königlichen Chitralada Palastes in Bangkok installiert werden. Finanzielle Unterstützung wurde von Seiten der Vater und Sohn Eiselen Stiftung, Ulm und der Fa. Gewürzmüller GmbH, Stuttgart gewährt.

Während der Untersuchungen im März bis Mai 1995 wurde ein allgemeiner Verfahrenshinweis zur Produktion landestypischer Trockenbananen erarbeitet, wobei der Schwerpunkt in der Untersuchung des Verfahrensschrittes der Trocknung mit dem eingesetzten solaren Tunneltrockner lag. Es wurde der Einfluß des Reifegrades auf die Qualität der Trockenware untersucht. Als Qualitätskriterien wurden Farbe, Textur und Geschmack herangezogen. Desweiteren wurden das Betriebs- und Trocknungsverhalten des solaren Tunneltrockners sowie seine Eignung für spezielle Fruchterfordernisse im Praxistest ermittelt.

Zur gezielten Reifung wurden die grüngernteten Bananen mit Zeitungspapier bedeckt an einer sonnenbeschienenen Hausmauer gelagert. Es wurden vollreife Früchte ausgewählt und von Hand geschält. Sowohl zu unreife wie auch zu überreife Bananen eignen sich nicht zur Erzeugung qualitativ hochwertiger Trockenfrüchte. Aufgrund des hohen Stärkegehaltes ergeben grünreife Bananen ein in der Textur zu hartes, in der Färbung zu weißes und im Geschmack zu fades Produkt. Demgegenüber erzeugen überreife Früchte, bedingt durch den hohen Zuckergehalt, ein zu weiches, dunkles und bitteres Produkt.

Zum Feuchteausgleich und zur Ausbildung der typischen Geschmackstoffe wurden die Bananen im Verlauf der Trocknung während zweier Nächten für je 14 - 16 h einer Fermentation in Plastikbehältern unterzogen.

Bei einem Gutfeuchtegehalt von 30 % erfolgte manuelles Pressen. Bei höheren Feuchtegehalten sind die Bananen noch zu weich, bei niedrigeren Feuchtegehalten hingegen bereits zu hart für eine Formgestaltung.

Bei gesichertem Produktverzehr innerhalb des nächsten Monats wurden die Früchte anschließend direkt nach Qualitäten und Größenklassen sortiert und abgepackt. Zur kontaminationsfreien Lagerung von mehr als einem Monat erfolgte eine Nachtrocknung auf einen Gutfeuchtegehalt von 20 %.

Der mittels den anfänglich eingebauten zwei Ventilatoren erzeugte Luftdurchsatz war nicht ausreichend um sicherzustellen, daß die für die Trocknung von Bananen kritische Temperatur von 65 °C nicht über einen längeren Zeitraum überschritten wurde. Durch die Installation dreier anderen Ventilatoren konnte dieses Problem beseitigt werden. Die Untersuchungen haben gezeigt, daß der photovoltaische Direktantrieb zur Erzeugung qualitativ hochwertiger Trockenbananen hervorragend geeignet ist.

Bei einer mittleren Belegdichte von 13 kg/m<sup>2</sup> wurden zur vollen Beladung der 18,6 m<sup>2</sup> Trocknungsfläche 250 kg geschälte Frischware benötigt. Der Anfangsfeuchtegehalt betrug im Mittel 69 %, bei einem durchschnittlichen Gehalt an gelösten Feststoffen von 27 °Brix. In Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen konnte die Trocknung nach 2,5 - 5 Tagen beendet werden. Bei einem Endfeuchtegehalt von 30 % wurden durchschnittlich 110 kg Trockenware erzielt, mit einem mittleren Gehalt an gelösten Feststoffen von 55 °Brix. Es wurden Trockenbananen höchster Qualität erzeugt, welche von den Konsumenten gerne verzehrt wurden.

Im Vergleich hierzu benötigten die im traditionellen Verfahren der Sontrocknung getrockneten Früchte 1 - 3 Tage länger zum Erreichen des Endfeuchtegehaltes. Sie waren stark verunreinigt und durchweg minderer Qualität bezüglich Textur, Farbe und Geschmack.

Zur besseren Integration in den spezifischen Vefahrensablauf der Produktion von Trockenbananen sollte das bislang fest installierte Drahtgitter des Trocknungsbereiches durch mobile Horden ersetzt werden. Desweiteren sollte anstelle der in Thailand nur als Importware erhältlichen Noppenfolie lokal verfügbare PE-Folie zur Eindeckung des Trocknungsbereiches verwendet werden. Versuche zu Beginn der Regenzeit zeigten, daß der Einbau einer Zusatzheizung angebracht wäre, um den angestrebten witterungsunabhängigen, ganzjährigen Betrieb zu gewährleisten.

Künftige Forschungstätigkeiten sind in der Entwicklung einfacher Methoden der Lagerreifung als auch eines chemischen Schnelltests zur Bestimmung des Reifegrades zu sehen. Neben Untersuchungen über den Einfluß verschiedenen Vorbehandlungsmethoden sollten Haltbarkeits- und Lagerungstests durchgeführt werden. Der Bau einer Walzenpresse, die Optimierung der Verfahrensschritte hinsichtlich Arbeitszeitbedarf und Hygiene sowie Analysen zur Aufstellung eines Qualitätssicherungskonzepts bilden weitere Forschungsmöglichkeiten. Schließlich sollte noch das Trocknungsverhalten anderer wirtschaftlich wichtiger landwirtschaftlicher Produkte ermittelt werden.