

Optimierung Dehydratisierungstechnologie

R. Dietrich, C. Krotscheck, G. Schwärzler

Berichte aus Energie- und Umweltforschung

25/2004

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>
oder unter:

Projektfabrik Waldhör
Nedergasse 23, 1190 Wien
Email: versand@projektfabrik.at

Optimierung Dehydratisierungstechnologie

Evaluierung der derzeit praktizierten Verfahren
Einsatz erneuerbarer Energieträger und
Steigerung der Energieeffizienz
Entwicklung einer Strategie für die
Weiterentwicklung dieses Technologiebereichs

DI Dr. Richard Dietrich,
DI Christian Krotscheck, Ing. Günther Schwärzler

Österreichische Vereinigung für Agrar- Lebens- und
Umweltwissenschaftliche Forschung

Wien, Juni 2004

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG.....	1
2. EINLEITUNG	9
3. TROCKNEN MIT ERNEUERBAREN ENERGIETRÄGERN	11
3.1. TROCKNUNG ALS NUTZUNGSKONZEPT THERMISCHER ENERGIE AUS ERNEUERBAREN ENERGIEQUELLEN	11
3.2. WICHTIGE BEGRIFFE FÜR DIE QUALITÄTSSICHERUNG VON DÖRRFRÜCHTEN	13
3.3. KOPPELUNGSARTEN VON TROCKNERN MIT ERNEUERBAREN ENERGIESYSTEMEN	15
3.4. EINSATZ VERSCHIEDENER TROCKNERBAUARTEN.....	19
4. ERHEBUNG VON TROCKNUNGSANLAGEN IN ÖSTERREICH	26
4.1. AUSGANGSITUATION.....	26
4.2. BESCHREIBUNG DER TROCKNUNGSANLAGEN	28
4.2.1. <i>Übersicht und Erhebungsumfang</i>	28
4.2.2. <i>Haushaltstrockner</i>	31
4.2.3. <i>Traditionelles holzbeheiztes (Mostviertler) Dörrhaus</i>	31
4.2.4. <i>Verbessertes Mostviertler Dörrhaus</i>	34
4.2.5. <i>Durchströmungstrockner</i>	38
4.2.6. <i>Kasten-Umlufttrockner</i>	40
4.2.7. <i>Umluft-Trockenschrank</i>	42
4.2.8. <i>Begehbare Umluft Trockenräume</i>	44
4.2.9. <i>Reiner Überströmrockner in Containerbauweise</i>	47
4.2.10. <i>Konvektionstrockner in Containerausführung</i>	50
4.2.11. <i>Industrieller Bandrockner</i>	54
5. TECHNISCHE BEURTEILUNG BESTEHENDER TROCKNUNGSANLAGEN	56
5.1. VOLUMEN BZW. GRÖÖE DER TROCKNUNGSANLAGEN.....	56
5.2. FÜLLMENGE DER TROCKNUNGSANLAGEN	57
5.3. SPEZIFISCHE DICHTEN DER BEFÜLLUNG	57
5.4. TROCKNUNGSDAUER	58
5.5. VERARBEITUNGSMENGE PRO ZEITEINHEIT	60
6. WIRTSCHAFTLICHKEIT DER TROCKNUNGSANLAGEN IN ÖSTERREICH	62
6.1. ABLAUF DER OBST- UND GEMÜSETROCKNUNG.....	62
6.1.1. <i>Übersicht</i>	62
6.1.2. <i>Bereich Vorbereitung</i>	63
6.1.3. <i>Bereich Trocknung</i>	63
6.1.4. <i>Bereich Konditionierung</i>	64
6.1.5. <i>Zur Abgrenzung des Arbeitsprozesses in der Praxis</i>	64
6.2. PREISE FÜR DÖRRROBST	65
6.3. QUALITÄTSANFORDERUNGEN	67
6.4. WIRTSCHAFTLICHE ANALYSE DER FALLBEISPIELE.....	69

7.	ÖKOLOGISCHE SPI-ANALYSE DER ÖSTERREICHISCHEN FALLBEISPIELE	77
8.	ZUSAMMENFASSENDE EVALUIERUNG UND AUSWAHL EINER TECHNOLOGIESTRATEGIE	80
8.1.	EVALUIERUNG MITTELS KENNDATEN.....	80
8.2.	STRATEGIEN FÜR DIE FÖRDERUNG DER DEHYDRATISIERUNGSTECHNOLOGIE IN ÖSTERREICH	81
9.	EMPFEHLUNGEN ZUR UMSETZUNG IN ÖSTERREICH.....	83
9.1.	ANSÄTZE FÜR EIN BERATUNGSPROGRAMM	83
9.1.1.	<i>Optimierung der Trocknung in kleinen und mittleren dezentralen Anlagen.....</i>	<i>83</i>
9.1.2.	<i>Festgestellte Technische Mängel der Anlagen.....</i>	<i>85</i>
9.1.3.	<i>Beispiele umgesetzter Innovationen bei bestehenden Trocknungsanlagen.....</i>	<i>86</i>
9.2.	KONVEKTIONS- UMLUFTTROCKNER ALS KOMPAKTANLAGE FÜR DEN MITTLEREN BEREICH ..	88
9.2.1.	<i>Erzeugerresearche für Kompaktanlagen</i>	<i>88</i>
9.2.2.	<i>Wirtschaftlichkeit von Kompaktanlagen bei steigenden Mengen.....</i>	<i>89</i>
9.3.	MODELL EINER GROßANLAGE FÜR DIE STEIERMARK MIT BIOGASKOPPELUNG	92
9.3.1.	<i>Ökologischer Vergleich zwischen Groß- und Kompaktanlagen</i>	<i>95</i>
10.	RESÜMEE.....	97
10.1.	BEZUG ZU DEN ZIELSETZUNGEN DES PROJEKTES	97
10.2.	STRATEGISCHER AUSBLICK.....	99
11.	LITERATUR.....	101
12.	ANHANG.....	102
12.1.	FRAGEBOGEN FÜR DIE AUFNAHME DER TROCKNUNGSANLAGEN	102
12.2.	HERSTELLER VON TROCKNUNGSANLAGEN IN ÖSTERREICH	103
12.3.	HERSTELLER INTERNATIONAL.....	103

ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1:	NETTO PRODUKTIONSKOSTEN VON TROCKENFRÜCHTEN MIT UNTERSCHIEDLICHEN ANLAGEN IN ÖSTERREICH.....	3
ABBILDUNG 2:	ÖKOLOGISCHER FUßABDRUCK VON TROCKENFRÜCHTEN AUS UNTERSCHIEDLICHEN ANLAGEN IN ÖSTERREICH.....	4
ABBILDUNG 3:	KASTEN-UMLUFTTROCKNER FÜR CA. 200 KG ROHWARE AUF 88 HORDEN (95,5 x 60 CM) (QUELLE: WWW.UNTROMA.DE).....	5
ABBILDUNG 4:	EIN- UND AUSFUHREN VON TROCKENOBST FÜR DIE JAHRE 2002/03.....	9
ABBILDUNG 5:	SCHEMA EINES EINFACHEN TROCKNERS.....	12
ABBILDUNG 6:	ENERGIE AUS BIOGASANLAGEN FÜR DIVERSE TROCKNUNGSVERFAHREN	15
ABBILDUNG 7:	SOLARENERGIE FÜR DIVERSE TROCKNUNGSVERFAHREN (GRAU: TEURE, BISHER NICHT IN DER REALITÄT AUSGEFÜHRTE SYSTEME).....	17
ABBILDUNG 8:	ENERGIE AUS BIOMASSE FÜR DIVERSE TROCKNUNGSVERFAHREN (GRAU: TEURE, BISHER NICHT UMGESETZTE SYSTEME)	18
ABBILDUNG 9:	SCHEMA DER WÄRMERÜCKGEWINNUNG AUS DER ABLUFT UND DER WÄRMESPEICHERUNG (STRICHLIERTE PFEILE SIND LUFTSTRÖME)	24
ABBILDUNG 10:	GRÖßENKLASSEN DER BESTEHENDEN TROCKNUNGSANLAGEN.....	26
ABBILDUNG 11:	GEOGRAFISCHE VERTEILUNG VON DÖRRANLAGEN IN ÖSTERREICH	27
ABBILDUNG 12:	HÄUFIGKEIT BESTEHENDER TROCKNERTYPEN	28
ABBILDUNG 13:	SYSTEMSKIZZE DER GEBRÄUCHLICHEN HAUSHALTSTROCKNER.....	31
ABBILDUNG 14:	SYSTEMSKIZZE EINES TRADITIONELLEN DÖRRHAUSES.....	32
ABBILDUNG 15:	TRADITIONELLES MOSTVIERTLER DÖRRHAUS UMGEBEN VON STREUOBSTBÄUMEN	33
ABBILDUNG 16:	LÄNGS- UND QUERSCHNITT EINES VERBESSERTEN DÖRRHAUSES	34
ABBILDUNG 17:	NACHTRÄGLICH EINGEBAUTER RAUCHROHR-KAMIN BEIM VERBESSERTEN DÖRRHAUS	36
ABBILDUNG 18:	SKIZZE EINES EINFACHEN DURCHSTRÖMUNGSSTROCKNERS	38
ABBILDUNG 19:	SKIZZE EINES KASTEN-UMLUFTTROCKNERS AUS DER STEIERMARK	40
ABBILDUNG 20:	SKIZZE EINES UMLUFT-TROCKENSCHRANKES.....	42
ABBILDUNG 21:	SKIZZE EINES BEGEBBAREN UMLUFT-TROCKENRAUMES	44
ABBILDUNG 22:	ANSICHTEN EINES BEGEBBAREN UMLUFT-TROCKENRAUMES (LINKS) MIT FAHRBAREM HORDENGESTELL IM VERGLEICH ZU EINEM TROCKENSCHRANK (RECHTS).....	46
ABBILDUNG 23:	LÄNGSSCHNITT EINES ÜBERSTRÖMTROCKNERS	48
ABBILDUNG 24:	KOLLEKTORFELD FÜR DEN SOLARBETRIEB EINER TROCKNUNGSANLAGE	48
ABBILDUNG 25:	EDELSTAHL-HORDENBLECHE VIERREIHIG.....	49
ABBILDUNG 26:	SKIZZE EINES KONVEKTIONSTROCKNERS IN CONTAINERBAUWEISE.....	51
ABBILDUNG 27:	NEBENEINANDER ANGEORDNETE CONTAINER-TROCKNER FÜR BIRNEN-GANZFRÜCHTE MIT EINER AM ROLLGESTELL HERAUSGEZOGENEN HORDE	52
ABBILDUNG 28:	SKIZZE EINES BANDTROCKNERS.....	54
ABBILDUNG 29:	PRODUKTIONSABLAUF BEI TROCKENFRÜCHTEN	62
ABBILDUNG 30:	NETTO PREISE VON TROCKENFRÜCHTEN FÜR DEN ENDVERBRAUCHER (STAND 2003) IN ÖSTERREICH	66

ABBILDUNG 31: ENDVERBRAUCHER NETTO PREISE PRO KILOGRAMM FÜR VERSCHIEDENE PRODUKTE (STAND 2003) IN ÖSTERREICH	68
ABBILDUNG 32: DER ARBEITSAUFWAND DURCH HÄNDISCHES UMSCHICHTEN VON ZWETSCHKEN KANN NICHT ERWIRTSCHAFTET WERDEN.....	72
ABBILDUNG 33: VERGLEICH DER NETTO-PRODUKTIONS-KOSTEN BEI EINEM CONTAINER-ÜBERSTROMTROCKNER MIT 38 % SOLARENERGIEANTEIL, OHNE SOLARENERGIE UND MIT MECHANISIERTER VORBEREITUNG DER WARE (APFELTROCKNUNG)	74
ABBILDUNG 34: ÖKOLOGISCHER FUßABDRUCK (SPI IN M ² A PRO KILOGRAMM PRODUKT) VON TROCKENFRÜCHTEN BEI UNTERSCHIEDLICHEN HERSTELLUNGSVERFAHREN IN ÖSTERREICH	78
ABBILDUNG 35: ÖKOLOGISCHER FUßABDRUCK (SPI IN M ² A PRO KILOGRAMM PRODUKT) VON TROCKENFRÜCHTEN MIT SOLARENERGIEEINSATZ	79
ABBILDUNG 36: HERSTELLUNGSKOSTENVERGLEICH VON KONVEKTIONS- UND VAKUUMTROCKNER BEZOGEN AUF KG PRODUKT UND BETRIEBSTAGE IM JAHR	92
ABBILDUNG 37: BERECHNETE PRODUKTIONS-KOSTEN IN RELATION ZUR PRODUZIERTEN JAHRESMENGE (APFEL, ENTSTEINTES OBST).....	94
ABBILDUNG 38: ÖKOLOGISCHER FUßABDRUCK (SPI IN M ² A/KG) VERSCHIEDENER DÖRRÖSTANLAGEN (EIGENE BERECHNUNG)	96
TABELLE 1: EVALUIERUNGSMATRIX FÜR TROCKNUNGSANLAGEN IN ÖSTERREICH	4
TABELLE 2: VOR- UND NACHTEILE VON ERNEUERBAREN ENERGIESYSTEMEN FÜR DIE TROCKNUNG VON OBST UND GEMÜSE (ÜBERBLICK)	11
TABELLE 3: WASSERGEHALT UND WASSERAKTIVITÄT AUSGEWÄHLTER LEBENS- UND FUTTERMITTEL.....	14
TABELLE 4: TROCKNERTYPEN FÜR UNTERSCHIEDLICHES TROCKENGUT	19
TABELLE 5: FRAGEBOGEN FÜR DIE AUFNAHME DER TROCKNUNGSANLAGEN.....	29
TABELLE 6: TROCKNUNGSANLAGEN NACH IHREN RÄUMLICHEN ABMESSUNGEN	56
TABELLE 7: FÜLLMENGEN DER UNTERSUCHTEN DÖRRANLAGEN.....	57
TABELLE 8: SPEZIFISCHE DICHTEN DER ROHWARENMENGE	58
TABELLE 9: TROCKNUNGSDAUER VON GESCHNITTENER WARE (SPALTEN)	59
TABELLE 10: TROCKNUNGSDAUER VON GANZEN FRÜCHTEN (KLETZEN, BIRNEN, ZWETSCHKEN) ..	59
TABELLE 11: LEISTUNG UNTERSCHIEDLICHER TROCKNUNGSANLAGEN BEI GESCHNITTENE WARE .	60
TABELLE 12: LEISTUNG UNTERSCHIEDLICHER TROCKNUNGSANLAGEN BEI GANZFRÜCHTEN.....	61
TABELLE 13: ZUSAMMENFASSENDE EVALUIERUNG DER TROCKNUNGSANLAGEN	80
TABELLE 14: INVESTITIONSKOSTEN VON TROCKNERN PRO M ² HORDENFLÄCHE.....	88
TABELLE 15: KONVEKTIONS-TROCKNUNG IM STREUOBSTGEBIET FÜR 12.000 KG FRISCHOBST IM JAHR	90
TABELLE 16: KONVEKTIONS-TROCKNUNG IM STREUOBSTGEBIET FÜR 72.000 KG FRISCHOBST IM JAHR	90
TABELLE 17: VAKUUM-TROCKNUNG IM STREUOBSTGEBIET FÜR 6.000 KG FRISCHOBST IM JAHR ...	91
TABELLE 18: VOLLAUTOMATISCHE TROCKNUNG IM GROBGEWERBLICHEN BETRIEB: 3-SCHICHTIG, MIT 600 KW UND 3000 TONNEN ROHWARE IM JAHR	93

1. ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Studie untersucht den Stand der Dehydratisierungstechnologie in Österreich, evaluiert diese nach technischen, wirtschaftlichen und ökologischen Kriterien und legt die weiteren möglichen Entwicklungspfade des Sektors dar.

Bei der Trocknung wird Wasser aus feuchten Gütern entfernt. Dies dient zur Konditionierung, Haltbarmachung oder der Gewichtsreduktion bzw. Volumenreduktion von Gütern die gelagert und transportiert werden müssen.

Die thermische Trocknung setzt sich aus Wärmezufuhr (zum Verdampfen der Flüssigkeit), dem Flüssigkeitstransport (an die Guts Oberfläche) und deren Abtransport von der Oberfläche zusammen.

Einsatz erneuerbarer Energieträger

Im Wesentlichen gibt es drei relevante erneuerbare Energiequellen zur Trocknung von Früchten und Gemüse:

1. Biogas
2. direkte Nutzung der Solarwärme
3. Hackschnitzel und Scheitholz

In Österreich werden Trocknungsanlagen bereits mit Biogasanlagen kombiniert. Dabei wird immer nur die Abwärme als günstige Energiequelle genutzt. Eine neu entstehende Anlage zur Obst- und Gemüsetrocknung im Steirischen Vulkanland, wird darüber hinaus den Abgaswärmetauscher der Biogas Motoren nutzen, um das Abwärmenniveau zu heben (max. 120°C).

Es gibt nur wenige private Anlagen, die mit Solarwärme (Niedertemperatur) trocknen. Die Trocknung durch die Nutzung der Solarwärme wird zumeist aus Image-Gründen (trotz höherer Kosten) eingesetzt. Der Betreiber muß daneben zusätzlich eine Ausfallsheizung haben.

Biomasse kann alle erdenklichen Trocknungsvarianten unterstützen. In Österreich üblich ist hauptsächlich die Energiefreisetzung über Öfen (Dörrhäuser) und Heizkessel im Niedertemperaturbereich. Alle anderen Möglichkeiten sind derzeit kostspielig und mit hohen Verlusten verbunden, die durch die heutigen Stromerlöse nicht gedeckt sind.

Recherche ausgewählter Trocknungsanlagen in Österreich

In einer Felderhebung wurden Trocknungsanlagen in Österreich genauer untersucht und erfaßt. Dabei konnten folgende Trocknungsanlagen unterschieden werden:

- ↓# Traditionelle Mostviertler Dörrhaus
- ↓# Verbessertes Mostviertler Dörrhaus
- ↓# Durchströmungstrockner
- ↓# Kasten-Umlufttrockner
- ↓# Umluft-Trockenschrank

- ↓# Begehbarer Umluft Trockenraum I
- ↓# Begehbarer Umluft Trockenraum II
- ↓# Container-Überströmtrockner (ges.)
- ↓# Container-Konvektionstrockner
- ↓# Bandtrockner

Die häufigsten festgestellten **technischen Mängel** bei den Anlagen in der Praxis waren:

- ↓# unkontrollierte Strömungsverhältnisse
- ↓# ungleichmäßige Temperaturverteilung
- ↓# unkontrollierte Zu- und Abluftmenge
- ↓# schlechte Feuchteabführung
- ↓# keine Messung der Temperaturverteilung
- ↓# keine Feuchtemessung
- ↓# schlechte Trockenraumausnutzung
- ↓# geringe Mechanisierung bei geschnittener Ware

Evaluierung der Trocknungsanlagen

Die Evaluierung erfolgte für drei Bereiche, die wiederum verschiedenste Teilaspekte abdeckten:

- ↓# Technische Ausführung und Effizienz
- ↓# Wirtschaftlichkeit
- ↓# Ökologie

Die oben aufgezählten Trocknungstypen wurden ausführlich beschrieben und technisch evaluiert. Dabei wurde die **Durchsatz-Dichte ($\text{kg}/\text{m}^3 \cdot \text{h}$)** als Maß definiert, welches die Leistungsfähigkeit einer Anlage unabhängig von der absoluten Größe am besten ausdrückt. Die Anlagen wurden nach der eingesetzten Trocknungsware in Ganzfrüchte und Spalten/Ringe unterschieden.

Die weitere Evaluierung der untersuchten Anlagen setzte sich aus einem wirtschaftlichen und ökologischen Teil zusammen. Als Referenzanlage wurde auch eine gewerbliche Großtrocknungsanlage mit in die Evaluierung aufgenommen.

Grundsätzlich unterscheidet sich die Wirtschaftlichkeit (und die Produktionskosten) der Trocknungsanlagen bei Ganzfrucht (Kletzen, Zwetschken) und geteilten Früchten mit hohem Wassergehalt (z.B. Apfelwürfel, -spalten, Kirschen, Chips).

Als Richtpreise für den Markt geteilter Früchte können **15 EUR/kg** im Direktvertrieb und **4,5 EUR/kg** über den Handel gelten. Bei einem Rohwareneinsatz über 10.000 kg im Jahr wird der Direktvertrieb zunehmend schwierig und man konkurriert zunehmend mit anderen europäischen Anbietern. Für den Export kommen daher nur

mehr vollautomatische Bandtrockneranlagen in Frage, bei denen die Produktionskosten um 4 EUR/kg liegen (entspricht einem Produktvolumen von über 250 t/a).

Über spezielle Produktinnovationen (z.B. mit Honig und Zimt gecoatete Apfelringe, Bioobst) kann man durchaus mit 30 bis 60 % Erlöszuwachs rechnen. Hier ist der Markt erst im entstehen und wird sich in den nächsten Jahren noch vergrößern.

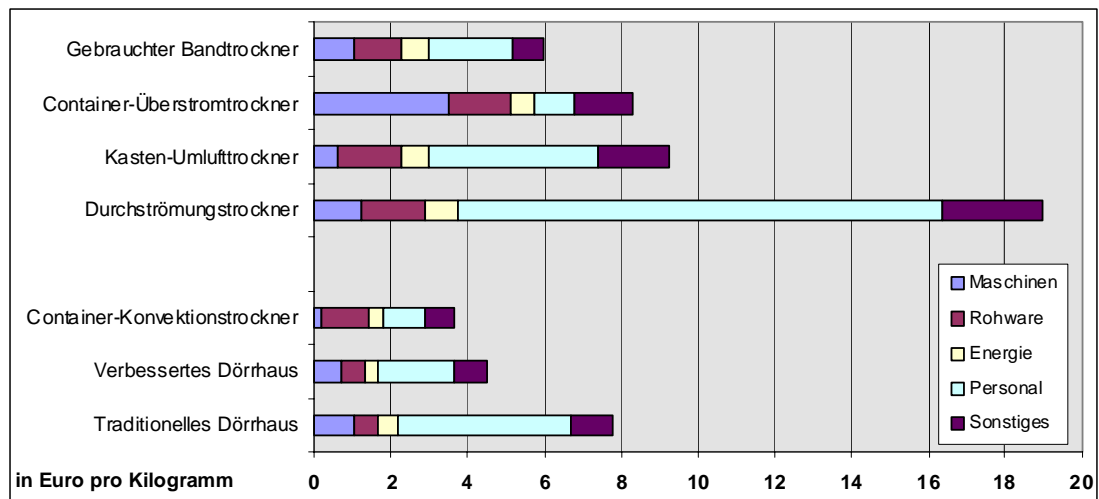


Abbildung 1: Netto Produktionskosten von Trockenfrüchten mit unterschiedlichen Anlagen in Österreich

Aus der Abbildung wird der Löwenanteil der Personalkosten offensichtlich, wenn die Vorbereitung der Frischware manuell abläuft. Wird der Trockner nur ca. einen Monat im Jahr betrieben, sind auch die Kosten für die Trockner wesentlich (vgl. Konvektionstrockner, Dörrhaus). Die Energiekosten spielen eine untergeordnete Rolle. Der Einsatz von erneuerbaren Energieträgern ist in Österreich in fast allen Fällen Stand der Technik. Das beliebteste Heizmedium in Österreich ist Biomasse, die in automatischen Hackschnitzelheizungen gefeuert wird.

Ähnliche Größen gehen auch in die ökologische Bewertung ein. Eine Degression der ökologischen Belastungen findet mit zunehmendem Durchsatz statt.

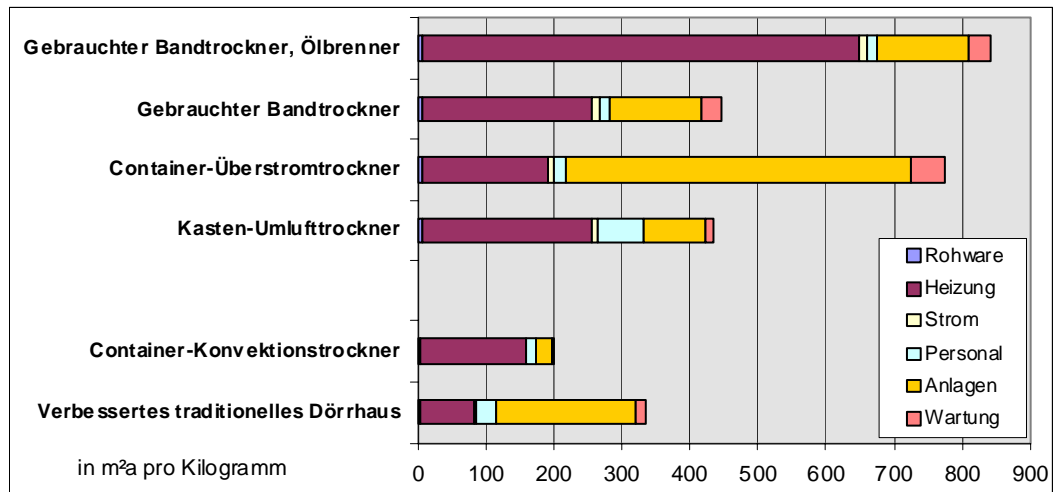


Abbildung 2: Ökologischer Fußabdruck von Trockenfrüchten aus unterschiedlichen Anlagen in Österreich

Die zusammenfassende Evaluierung mit einer Einstufung in eine dreistufige Skala ergibt folgendes Ergebnis.

Tabelle 1: Evaluierungsmatrix für Trocknungsanlagen in Österreich

Effizienz	Durchsatz-Dichte	Wirtschaftlichkeit	Ökologie	Gesamt
Typ	kg/Rm³/h	EUR/kg	SPI/kg	
	Level TEC	Level EUR	Level ÖKO	Schnitt
Traditionelle Dörrhaus	3	2	3	2,7
Verbessertes Dörrhaus	1	2	2	1,7
Durchströmungstrockner	1	3	3	2,3
Kasten-Umlufttrockner	1	2	2	1,7
Umluft-Trockenschrank	2	2	2	2,0
Umluft-Trockenraum (Horden)	3	3	3	3,0
Umluft-Trockenraum (Wagen)	2	2	2	2,0
Container-Überströmtrockner	2	2	3	2,3
Konvektionstrockner Birnen	1	1	2	1,3
Gebrauchter Bandrockner	3	1	2	2,0
Großgew. Bandrockner, Biogas	1	1	2	1,3

1 Beste Bewertung; 2 Mittlere Bewertung; 3 Unterdurchschnittliche Bewertung

Folgende bestehende Dörranlagen ragen bei der obigen Evaluierung heraus:

- ↓# **Verbessertes Dörrhaus**: kompakte Bauweise, kurze Trocknungszeit, Einsatz von Biomasse hohe Durchsatzleistung
- ↓# **Kasten-Umlufttrockner**: hohe Durchsatzleistung, geringer Aufwand - gute Wirtschaftlichkeit, Anschluß an Biomasseheizung
- ↓# **Konvektionstrockner** für Birnen: hohes Chargengewicht durch dichte Lagerung = sehr gute Durchsatzleistung, günstige Bauweise hoher Jahresdurchsatz = sehr gute Wirtschaftlichkeit und Ökologie

Diese drei Anlagen sind für unterschiedliche Einsatzzwecke (Menge, Art der Rohware) gedacht. Wirtschaftlich und ökologisch schneiden Großanlagen wegen des hohen Durchsatzes besser ab. Derartige Anlagen werden aber auf einige wenige Standorte in Österreich beschränkt bleiben. Somit bleibt für Neueinsteiger der Kasten-Umlufttrockner als empfehlenswerte Lösung. Folgende Abbildung zeigt ein derartiges Modell.



Abbildung 3: Kasten-Umlufttrockner für ca. 200 kg Rohware auf 88 Horden (95,5 x 60 cm) (Quelle: www.untroma.de)

Die Herstellungskosten für Apfelspalten betragen bei diesem Trockner bei einer Rohwarenmenge von 12.000 kg und 60 Tagen Auslastung pro Jahr **7,93 EUR/kg**. Steigt die Verarbeitungsmenge bis auf 72.000 kg an so sinken die Stückkosten **auf 6,05 EUR/kg** Endprodukt.

Die Erzeugerforschung ergab für derartige mittlere Anlagen Investitionskosten zwischen 800 und 1155 EUR/m² Hordenfläche. Auf 25 m² Hordenfläche können ca. 100 kg Rohware pro Charge getrocknet werden.

Strategischer Ausblick und Resumee

Die Studie behandelt die Optimierung der Dehydratisierung von Kern- und Steinobst in Österreich und schlägt dazu mehrere Wege vor:

- ↓# Aufgrund der festgestellten **technischen Mängel** vieler selbstgebauter Anlagen wird ein individuell abrufbares Beratungsprogramm zur Verbesserung der bestehenden Anlagen empfohlen
- ↓# Im Intensivobstgebiet bietet sich die Umsetzung einer **Großanlage** (Stmk) mit Export der Produkte (3.000.000 kg Rohware) an. Daran sollte in einem zweiten Schritt weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeit in einer wissenschaftlich geförderten Versuchsanlage zur Erzeugung besonderer Qualitäten (Crispeigen-schaften, Aroma) angeschlossen werden.
- ↓# Im Streuobstgebiet kann die Umsetzung mehrerer **Kompaktanlagen** für den mittleren Bereich (ca. 12.000 kg Rohware) empfohlen werden. Diese Anlagen sind groß genug um die notwendigen Investitionen zu erwirtschaften.

Neben technischen Empfehlungen sind einige unterstützende Strategien zur Aufbereitung des Umfeldes für kleine und mittlere Kompaktanlagen zu nennen:

- ↓# Sicherung der Menge und **Qualität des Rohstoffes** von Hochstämmen durch ausreichende Pflege der Bestände, Kooperationen in der Region und Einrichtung von Kühllagerkapazitäten
- ↓# Hilfestellung bei der regionalen **Marktaufbereitung**

Die organisatorische Entwicklung der Dörrobsterzeugung (Weiterbildung, Erfahrungsaustausch, etc.) z.B. in Form der Gründung einer Erzeugerorganisation kann nicht von außen verordnet werden, sondern muß aus eigenem Antrieb der Erzeuger entstehen. Als Paten könnten die Landwirtschaftskammern fungieren.

- ↓# Fachschulen als **Kompetenzzentren**: Einsatz einer professionellen Kompaktanlage als Demonstrationsanlage und für den überbetrieblichen Einsatz (oder Lohntrocknung) in Kombination mit einem Obstbearbeitungszentrum zur Rohstoffaufarbeitung; Angebot eines funktionierenden Selbstbausatzes für den Unterricht und als Experimentieranlage (für Schüler und Fortbildungskurse);

Die Erzeugung von Dörrobst steht für nachhaltige Entwicklung im ländlichen Raum. Vorhandene Ressourcen werden besser genutzt und neue Wertschöpfung entsteht. Einsatzfähige Trocknungstechnik ist auch im mittleren Bereich verfügbar; d.h. der technische Entwicklungsbedarf bezieht sich vor allem auf die Verbesserung bestehender Anlagen.

Wirtschaftlich gesehen lohnen sich Investitionen zur **Rationalisierung der Handarbeit**, da erheblich kostengünstiger produziert werden kann. Dies setzt allerdings Mindestmengen von ca. 10.000 kg Rohware voraus.

Eine erfolgreiche Vermarktung ist der Schlüssel. Dies kann durch eine bestmögliche Vermarktungsplanung und Marktrecherche vorbereitet werden. Aus Sicht der vorliegenden Arbeit, die ihren Fokus auf die Bewältigung technischer Probleme hat, kann trotzdem festgestellt werden, dass der Markt erst teilweise erschlossen ist und somit von einer möglichen **Verbrauchssteigerung** ausgegangen werden kann.

Diese Studie kann nur Grundlagen aufzeigen und Empfehlungen geben. Die Herausforderung liegt in der erfolgreichen Umsetzung durch mutige (bäuerliche) Unternehmer in den ländlichen Regionen. Dörrobst kann Teil einer Betriebsentwicklungsstrategie sein, wobei sich von vornherein eine überbetriebliche Zusammenarbeit zur Kostensenkung und Sicherung der Rohware aufdrängt.

Einzelnen Interessierten und Interessensgemeinschaften auf regionaler Ebene können heute maßgeschneiderte **Beratungsdienstleistungen** angeboten werden. Dafür sind auch öffentliche Förderungen abrufbar.

Mögliche Förderwege für Fortsetzungsprojekte jenseits der Technik:

- ↓# Kofinanziertes Österreichisches Programm für die Entwicklung des ländlichen Raumes (Marketing, Planung, Investitionsförderung)
- ↓# LFI als Partner für die Weiterbildung von Interessenten
- ↓# HBLA Wieselburg für das Thema Marketing (Schulprojekt)
- ↓# Sonderbudgets bei den Landesregierungen für Demonstrationsanlagen und Gemeinschaftsprojekte

2. EINLEITUNG

Das vorliegende Projekt hat sich mehrere Ziele im Hinblick auf die Optimierung der Trocknung in kleinen und mittleren dezentralen Anlagen vorgenommen. Dazu gehörten vor allem die Themenbereiche:

↓# Energieeffizienz steigern und den Einsatz erneuerbarer Energieträger prüfen

↓# Erzeugung hoher Produktqualitäten

↓# Investitions- und Betriebskosten

Insgesamt sollen Strategien für die Weiterentwicklung dieses Technologiebereichs aufgezeigt werden.

Da Trockenobst aufgrund des Rohfaserdefizites in der üblicherweise konsumierten Nahrungspalette ein ernährungsphysiologisch wünschenswerter Bestandteil ist, kann bei entsprechender Information und Werbung eine erhebliche Erweiterungsfähigkeit des Marktes angenommen werden (z.B. Obstmehl als Beiprodukt der Trocknung als Faseranteil in functional-food). Dafür sprechen Gründe wie ein erkennbarer Gesundheitstrend in der Ernährung, und dass der Absatz derzeit hauptsächlich auf Stammkunden (ohne viel Werbung) beschränkt ist sowie der deutlich erkennbare zunehmende Absatz sowohl von Dörrobstimporten als auch von österreichischen Erzeugnissen in den letzten drei Jahren.

Auch die letzte verfügbare Import/Export - Statistik zeigt hier erhebliche Spielräume für eine inländische Produktion auf, die genutzt werden könnten.

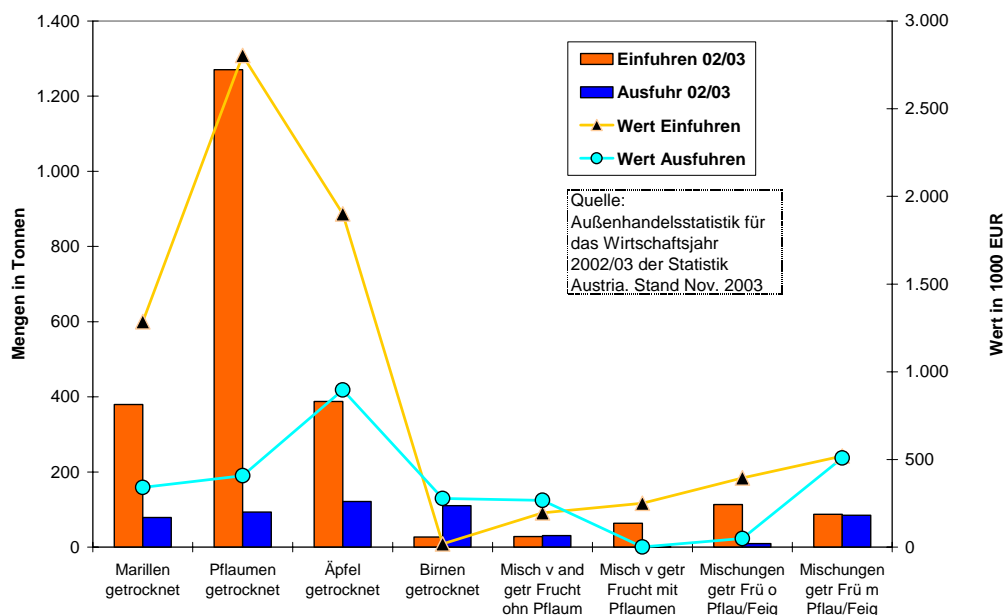


Abbildung 4: Ein- und Ausfuhren von Trockenobst für die Jahre 2002/03

Besonders bei Äpfel und Zwetschken (Pflaumen) wäre eine Substitution von Importen wünschenswert. Bei Birnen ist Österreich bereits Nettoexporteur.

Der Studie liegt eine Recherche von Fallbeispielen zu Grunde. Diese wurden einer genaueren technischen Evaluierung unterzogen. Dabei zeigt sich auch die Breite der in Österreich verwendeten Anlagen.

Die anschließende wirtschaftliche und ökologische Evaluierung liefert wichtige weitere Anhaltspunkte für Empfehlungen zur Entwicklung dieses Sektors. Dieser Teil der Arbeit mündet in eine Gesamtevaluierung bzw. dem Versuch die unterschiedlichen Kriterien in vergleichbarer Form darzustellen und so zu Anlagenempfehlungen zu kommen.

Abschließend werden auf Basis der Recherche und der Bewertungen verschiedene Wege zur Entwicklung des Sektors aufgezeigt. Dabei steht der Produktionsaspekt im Mittelpunkt, wobei während der Arbeiten deutlich klar wurde, dass Rohstoffbeschaffung, Logistik und Marktaufbereitung bedeutende Hürden für jeden Neueinsteiger bilden.

An dieser Stelle sei allen, die durch ihre Auskünfte zum Gelingen dieser Studie beigetragen haben, herzlich gedankt.

3. TROCKNEN MIT ERNEUERBAREN ENERGIETRÄGERN

3.1. TROCKNUNG ALS NUTZUNGSKONZEPT THERMISCHER ENERGIE AUS ERNEUERBAREN ENERGIEQUELLEN

Im Wesentlichen gibt es in Österreich drei relevante erneuerbare Energiequellen zur Trocknung von Früchten und Gemüse:

↓# Biogas

↓# direkte Nutzung der Solarwärme

↓# Hackschnitzel und Scheitholz

Andere erneuerbare Energieträger wie Pflanzenöl, Wind-/Wasserkraft oder Photovoltaik haben zu hohe Entstehungskosten und sind deshalb für eine Trocknung (die in der Regel energieintensiv ist) zu teuer. Die Verwendung von Biogas hat den Vorteil, dass auch elektrische, erneuerbare Energie am Standort zur Verfügung steht (KWK). Damit können auch kombinierte Trocknungsverfahren (Mikrowelle, Vakuum, Infrarot) energetisch versorgt werden.

Tabelle 2: Vor- und Nachteile von erneuerbaren Energiesystemen für die Trocknung von Obst und Gemüse (Überblick)

Energiesystem	Vorteile	Nachteile
Biogas	Günstige Wärme, auch Stromproduktion mittels KWK am Standort für kombinierte Trocknungssysteme, Regelung	noch keine kleintechnischen Lösungen (>400 KW), hygienische Trennung der Trocknung
Solarwärme	Keine Brennstoffkosten, auch kleinste Anlagen	Nur bei direktem Sonnenschein, schlechte Auslastung, teuer
Hackgut/Scheitholz	Gut verfügbarer Brennstoff, auch kleine Anlagen, Regelung	relativ teurer Brennstoff, Staubemissionen

Bei der technischen Trocknung werden Wasser oder andere Flüssigkeiten aus feuchten Gütern entfernt. Dies dient zur Konditionierung, Haltbarmachung oder der Gewichtsreduktion bzw. Volumenreduktion von Gütern die gelagert und transportiert werden müssen. Neben der qualitativen Veränderung (z.B. Geschmack, Härte) ermöglicht trocknen eine vereinfachte (und zumeist billigere) Lagerung von Gütern. Die darauf folgende Verteilung von Gütern kann konzentriert erfolgen und vergünstigt auch diesen Schritt in Produktionsketten (oder Entsorgungsketten).

Die thermische Trocknung setzt sich aus Wärmezufuhr (zum Verdampfen der Flüssigkeit), dem Flüssigkeitstransport (an die Guts Oberfläche) und deren Abtransport von der Oberfläche zusammen. Der Wärme- und Stoffübergang (besonders der

Diffusionsvorgang) sind voneinander abhängig und daher für die meisten Güter (mit Zellstrukturen) nicht im Voraus ohne praktische Tests zu berechnen.

Die Phasen des Trocknungsvorganges laufen in etwa so ab: zu Beginn wird das Gut erwärmt (die Trocknungsgeschwindigkeit steigt) bis die Beharrungstemperatur erreicht ist. Danach setzt die maximale Trocknungsgeschwindigkeit ein, solange die Oberfläche des Gutes feucht ist. Das ist jener Abschnitt in der Trocknung, in der sich Verdunstungskälte und Energiezufuhr die Waage halten. Trocknet die Oberfläche aus nimmt die Trocknungsgeschwindigkeit ab und die Verdunstung verlagert sich in die Poren (zuerst in die großen danach in die kleinen) bis schließlich ein Punkt erreicht wird, ab dem die Trocknung praktisch zum Erliegen kommt. Dieser Punkt ist bei biogenen Stoffen (z.B. Maiskörner, Äpfel, Tomaten) ausgeprägter als bei mineralischen Gütern (nichthygroscopische Stoffe wie Schotter, Sande oder Kalk), die meistens sogar mit vertretbarem Aufwand vollständig getrocknet werden können.

Im Gegensatz zu *atmosphärischen Trocknern*, die im Bereich vom Außendruck (schwacher Überdruck) arbeiten (die Luft oder ein Trocknungsgas wird über einen Ventilator zum Gut transportiert) wird bei *Vakuumtrocknern* der Gasdruck reduziert, um die Gutsflüssigkeit bei niedrigeren Temperaturen zum Verdampfen zu bringen. Vakuumtrockner sind überall dort nötig, wo besonders schonend getrocknet werden muss. Die Aufwendungen zur Befüllung und Entleerung sowie die Gasdichtheit der Apparatur (Hygiene) machen diese Trockner besonders teuer und schwierig im Betrieb. Vakuumtrockner sind daher nur für hochwertige Güter rentabel.

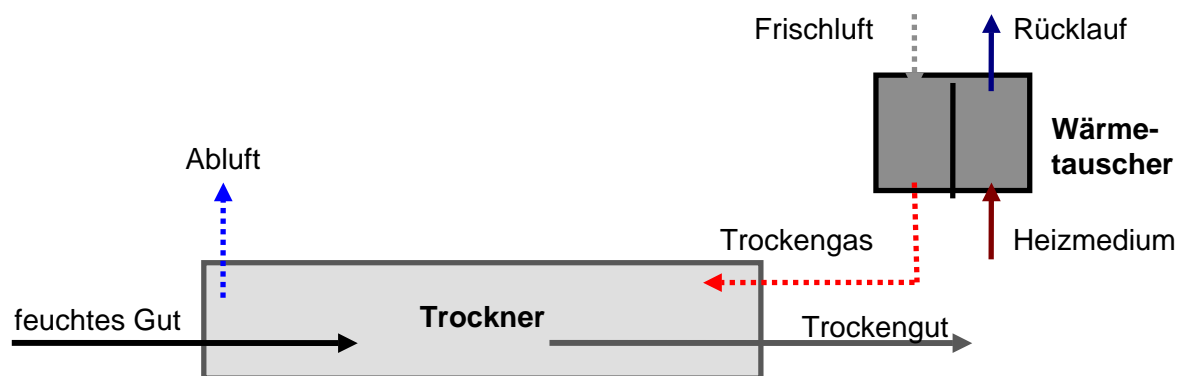


Abbildung 5 Schema eines einfachen Trockners

Die Abbildung 5 zeigt das prinzipielle Schema eines der gängigsten Trockner. Frischluft wird über ein Heizmedium in einem Wärmetauscher erhitzt und gelangt in eine Kammer, in der sich Trockengut befindet. Durch die niedere Beladung der Luft mit Wasserdampf verdunstet Wasser an der Oberfläche und wird durch den Gasstrom abgeführt. Die Abluft enthält damit die Wassermenge, die dem Gut im Trockner entzogen wird. Diese Bauart wird Konvektionstrockner genannt, weil die Feuchte über einen Luftstrom abgeführt wird. In speziellen Fällen erlaubt es das Trockengut auch, daß z.B. die Rauchgase einer Verbrennung direkt in den Trockner geleitet werden. Dann wird kein Wärmetauscher benötigt und die Rauchgase sind gleichzeitig das Trocknungsmedium. Oftmals enthält die Abluft auch noch viel Energie, mit der man die Frischluft über einen zweiten Wärmetauscher vorwärmen kann. Auch

die teilweise Rückführung von Abluft in den Trockengasstrom ist denkbar, wenn es das Klima im Trockner oder die Trocknungsgeschwindigkeit begünstigt (z.B. höhere Anfangsfeuchte, schnellere Gasgeschwindigkeiten).

3.2. WICHTIGE BEGRIFFE FÜR DIE QUALITÄTSSICHERUNG VON DÖRRFRÜCHTEN

Um den Energiebedarf von Trocknungsanlagen ermitteln zu können, muss man sich über die Endfeuchte der Produkte im Klaren sein. Hier werden Grundbegriffe zur Trocknung von Früchten gegeben, um ein Gefühl für den Produkt- oder Lagerzustand zu bekommen.

Frische, Größe (Vorbereitungsverluste)

Die Nachfrage der Konsumenten geht heute im Obstbereich eindeutig in Richtung entsteinter und wenn möglich geschälter Früchte. Die mechanische Herauslösung des Fruchtfleisches fordert große Verluste an der Rohstoffmenge. Diese liegen zwischen 50% (bei kleinen Früchten) und 20% bei großen Qualitätsklassen (in der Regel zwischen 30 und 40%). Schlechte Qualität kann damit die Rohstoffkosten, die im Allgemeinen einen großen Teil der Herstellungskosten ausmachen, verdoppeln.

Die Dörre konserviert Früchte durch Wasserentzug. Geschmack und Qualität werden quasi konzentriert. Schlechte (faule oder unreife) Früchte ergeben damit ebensolche Endprodukte, die zudem noch intensiver schlecht schmecken. Um verlorenen Trocknungsaufwand von vornherein zu vermeiden, ist auf die Qualitätskontrolle **vor** der Fruchtzubereitung höchster Wert zu legen. Die Trockenobstgewinnung kann damit niemals die Verwertung von Abfallfrüchten (oder Gemüseabfällen) sein.

Bei der Trocknung werden Proteine und Mineralstoffe kaum verändert. Das Vitamin A und die Vitamine der B-Gruppe bleiben weitgehend erhalten. Ab einer Trocknungstemperatur von 70°C wird jedoch Vitamin C im größeren Ausmaß geschädigt. Unter Darren im klassischen Sinn versteht man eine schonende Trocknung unter 40°C (max. 50°C) bei der die höchste Produktqualität sichergestellt wird. Diese Qualität kann ein wesentliches Verkaufsargument für vollwertige Lebensmittel darstellen.

Wassergehalt

Bei der Trocknung von Lebensmittel wird in Trockenprodukte und Lebensmittel mittlerer Feuchte unterschieden. Bei der ersten Gruppe ist die chemische, mikrobiologische und enzymatische Aktivität weitestgehend gehemmt. Das Produkt ist hart und meistens unansehnlich, sodass es selten zum direkten Verzehr geeignet ist.

Wichtiger ist die Gruppe der teilweise getrockneten Lebensmittel. Hier liegt der Feuchtegehalt am Ende zwischen 20 und 50%. Diese Produkte sind unmittelbar verzehrfähig und haben die Kinetik biologischer Prozesse weitgehend herabgesetzt (stark verlangsamtes Bakterienwachstum). Lebensmittel mittlerer Feuchte stellen dadurch keine hohen Anforderungen an die Verpackung und sind meist mehrere Jahre lagerfähig. Als Maß für die Haltbarkeit getrockneter Lebensmittel ist jedoch

primär nicht deren Wassergehalt maßgeblich, sondern deren Wasseraktivität. Der Wassergehalt ist definiert als Gewichtsanteil des Wassers an der Gesamtmasse (Wasser / Wasser plus Trockensubstanz]).

Tabelle 3: Wassergehalt und Wasseraktivität ausgewählter Lebens- und Futtermittel

Wassergehalt [%]	Lebensmittel bzw. Futtermittel	Wasseraktivität
100		
	frisches Obst	0,97
90	frisches Gemüse	0,97
	Fruchtsäfte	0,97
80	Frischgras	
	Eier	0,97
70		
	Fleisch	
60		
50		
40	Käse	0,96
	Brot	0,96
30	Marmelade, Grassamen	0,82 - 0,94
	Sirup	0,90
20	Trockenfrüchte (verzehrfertig), Getreide,	0,85 - 0,70
	Rapssamen, Maiskörner, Körnererbsen	0,75
	Honig	
10	Dauerbackwaren	0,10
	Zucker	
0		

Wasseraktivität

Unter der Wasseraktivität hingegen versteht man den Wert der relativen Luftfeuchtigkeit, welche mit einem bestimmten Wassergehalt des Produktes im Gleichgewicht steht. Damit ist sie das Verhältnis des Dampfdruckes des Wassers im Produkt zum Sättigungsdruck des reinen Wassers (gemessen bei einer bestimmten Temperatur). Lebensmittel mittlerer Feucht haben eine Wasseraktivität zwischen 0,6 und 0,9 (in der Regel werden 0,75 bis 0,85 bevorzugt).

Von der Wasseraktivität sind das Ausmaß der Bräunung, die Oxidation, die Aktivität von Enzymen oder Mikroben abhängig. Bräunungsreaktionen sind auch durch sehr niedere Aktivitäten (kleiner 0,6) nicht zu stoppen und können am besten durch eine Schutzgasabfüllung unter Stickstoff auf ein Minimum reduziert werden. Als Grenzwerte für diverse Reaktionen können angegeben werden (Zaussinger, 1989): kaum Bakterienwachstum unter 0,9; niedriges Schimmelwachstum und mikrobielle Aktivität unter 0,8; verminderte Enzymaktivität unter 0,7.

3.3. KOPPELUNGSARTEN VON TROCKNERN MIT ERNEUERBAREN ENERGIESYSTEMEN

In diesem Abschnitt wird die Verknüpfung des Trockners mit dem erneuerbaren Energiesystem für Biogasanlagen, Solaranlagen und Biomassefeuerungen dargestellt.

Biogasanlagen

Bei der Koppelung von Trocknungsanlagen mit Biogasanlagen kann prinzipiell

1. Wärme aus der Abwärme der Motoren abgezogen werden
2. oder Biogas direkt zur Wärmeerzeugung verwendet werden
3. sowie der Strom für gutinterne Wärmeerzeugung (dielektrische Trocknung, Mikrowelle, u.ä.) eingesetzt werden (vgl. Abbildung 6).

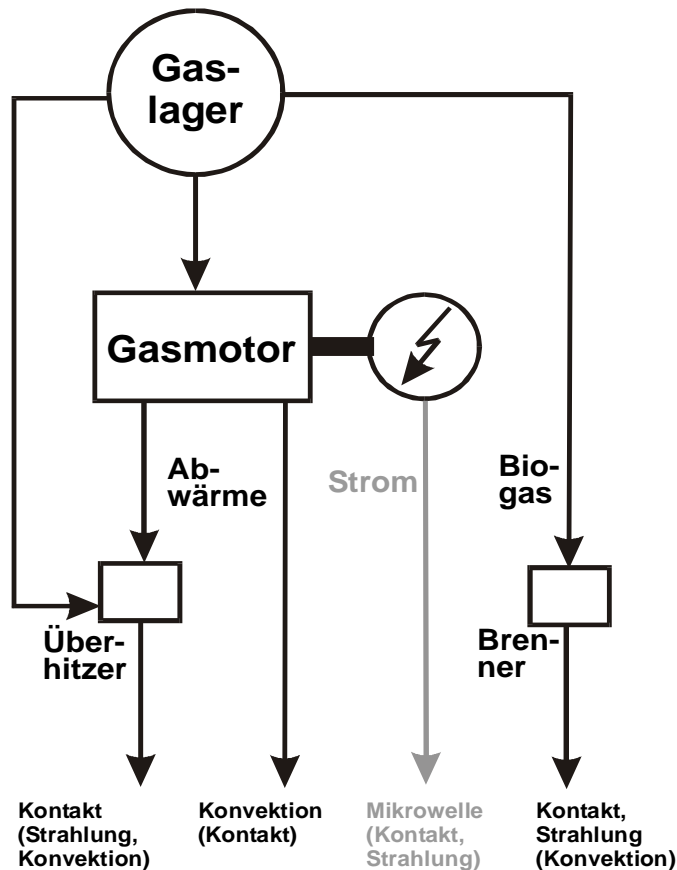


Abbildung 6: Energie aus Biogasanlagen für diverse Trocknungsverfahren

Auch Kombinationen dieser drei Verfahrensvarianten sind denkbar. Die beiden letzteren Varianten sollten jedoch immer nur Notlösungen in Trocknungsverfahren sein, wenn es die Qualität des Trockengutes erfordert oder wenn in Spitzenzeiten anfal-

lende Abwärme als Energiemenge nicht ausreicht. Grundsätzlich soll bei Biogasanlagen davon ausgegangen werden, die Abwärme der Gasmotoren optimal zu nutzen.

Bei der Kontakttrocknung wird die Wärme über heiße Oberflächen an das Gut übertragen. Ähnlich dem Rösten von Kartoffeln in einer Pfanne wird dadurch die Feuchte aus dem Gut getrieben. Kontakttrocknung braucht große Übertragungsflächen für die Wärme und meistens relativ heiße Oberflächen. Ein Beispiel für Kontakttrocknung ist die Entfeuchtung des Papiers in der Papiermaschine, deren Trockentrommeln heute direkt durch eine Gasflamme befeuert werden und so höchste Temperaturen aufweisen.

Für die Trocknung von biogenen Stoffen scheidet die Kontakttrocknung aufgrund der schlechten Wärmeleitungs- und Diffusionseigenschaften des Trocknungsgutes praktisch aus. Dadurch ist ein Röstvorgang in der Regel nicht zu vermeiden. Rösten bedeutet aber starke Denaturierung des Gutes an der Oberfläche - eine Qualität, die in der Regel nicht erwünscht ist.

Die Strahlungstrockner brauchen teurere Einbauten in den Trockenzellen und haben eine weit schlechtere Energieeffizienz als Konvektionstrockner. Die Trocknung über dielektrische Effekte ist noch teurer und wird bei Lebens- oder Futtermittel aufgrund qualitativer Eigenschaften nur selten angewendet. Außerdem wird hochwertige Energie in Form von Strom (z.B.: für Mikrowellen, Vakuum) gebraucht.

Das heißt, dass in der Trockenpraxis im land- und forstwirtschaftlichen Bereich von Konvektionstrocknern auszugehen ist, deren Wärmebedarf in der Regel durch die KWK Abwärme zu decken ist. Bei Leistungsspitzen könnte ein direkt mit Biogas befeuerter Hilfsbrenner zusätzliches Trocknungsgas aufwärmen (theoretisch könnte das Gas auch elektrisch erhitzt werden, was nicht im Sinne der Energieeffizienz ist).

In Österreich werden Trocknungsanlagen bereits mit Biogasanlagen kombiniert. Dabei wird immer nur die Abwärme als günstige Quelle genutzt. Eine neu entstehende Anlage zur Obst- und Gemüsetrocknung im Steirischen Vulkanland, wird darüber hinaus den Abgaswärmetauscher der Biogas Motoren nutzen, um das Abwärmenniveau zu heben (max. 120°C). Höhere Temperaturen werden bei der Trocknung von Lebensmittel i.d.R. nicht benötigt.

Solarenergie: thermische Solaranlagen und Fotovoltaik

Bei der Koppelung von Trocknungsanlagen mit Solaranlagen kann prinzipiell

1. Wärme über eine thermische Solaranlage erzeugt werden
2. Hochtemperatur-Wärme über spezielle Absorberbauarten (Vakuum-, Rinnenkollektoren, ..) gewonnen werden
3. sowie der Strom für gutinterne Wärmeerzeugung (dielektrische Trocknung, Mikrowelle, u.ä.) über eine Fotovoltaikanlage erzeugt werden (vgl. Abbildung 7).

Bei allen Solarsystemen empfiehlt es sich, Pufferspeicher einzusetzen, um die Verfügbarkeit der Energie über den Tageslauf, bzw. über Schlechtwetterperioden, auszuweiten. Fotovoltaiksysteme sind nach wie vor zu teuer. Der Vorteil der Solarenergienutzung ist ein absolut naturnaher Standort ohne Abgase oder Emissionen.

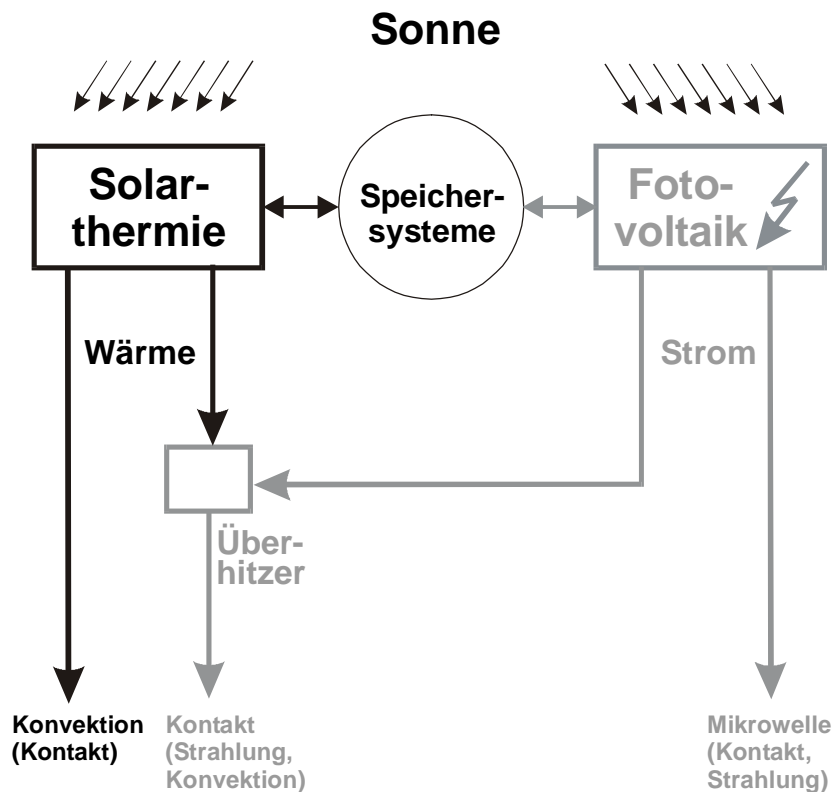


Abbildung 7: Solarenergie für diverse Trocknungsverfahren (grau: teure, bisher nicht in der Realität ausgeführten Systeme)

In Österreich gibt es nur wenige private Anlagen, die mit Solarwärme (Niedertemperatur) trocknen. Zumeist sind es Image-Gründe (trotz höherer Kosten) für den Betreiber, der daneben zusätzlich eine Ausfallsheizung haben muss.

Energie aus Biomasse

Biomasse kann (ähnlich Biogas) auf unterschiedlichsten Wegen zur Energiegewinnung verwendet werden. Bei der Koppelung von Trocknungsanlagen mit Biomasseanlagen kann prinzipiell

1. Wärme (Nieder- oder Hochtemperatur-Wärme) über einen Kessel (oder einen Ofen) erzeugt werden
2. über eine Holzvergasung kann Gas gewonnen werden, das wiederum in gleicher Weise wie Biogas eingesetzt werden kann: in einer Kraft-Wärme-Kupplung (KWK) zur Stromerzeugung oder direkt in einem Brenner
3. der Strom kann wiederum für die gutinterne Wärmeerzeugung verwendet werden (vgl. Abbildung 8).

Damit kann Biomasse alle erdenklichen Trocknungsarten unterstützen. In Österreich ist jedoch heute nur die Energiefreisetzung über Öfen (Dörrhäuser) und Heizkessel im Niedertemperaturbereich üblich. Alle anderen Wege sind derzeit kostspielig und mit hohen Verlusten verbunden, die durch die heutigen Stromerlöse nicht gedeckt

sind. Bei sehr großen Anlagen ist auch ein Dampfprozess (Turbine) zur Stromerzeugung denkbar.

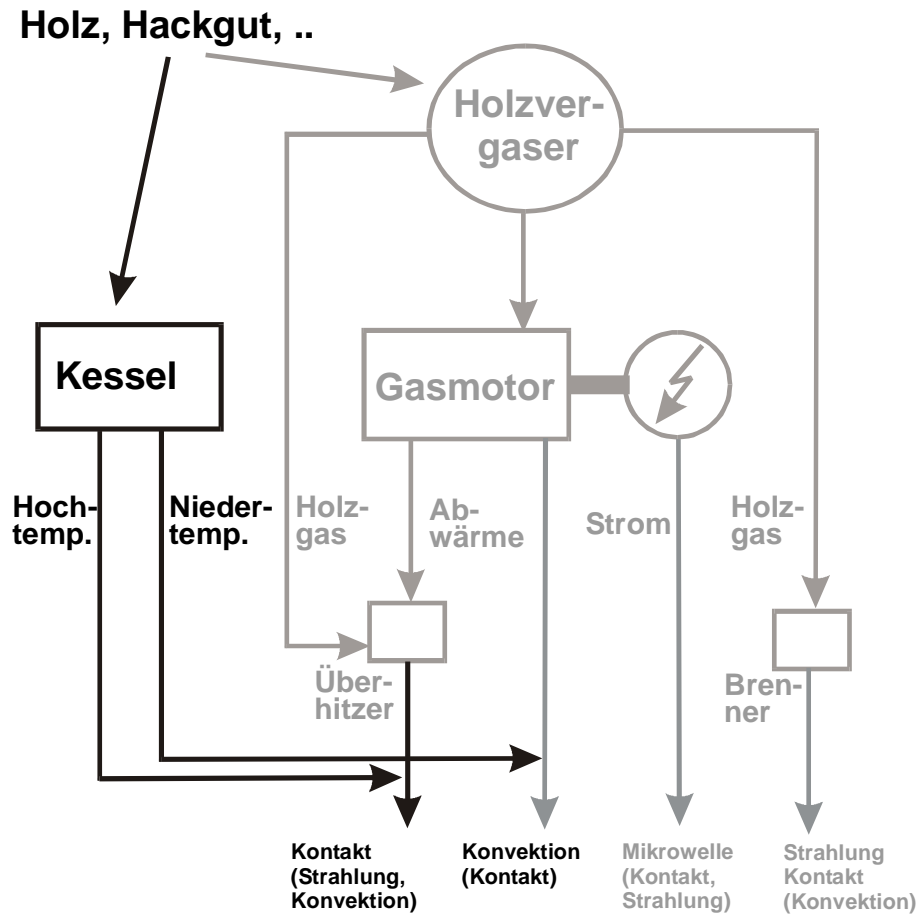


Abbildung 8 Energie aus Biomasse für diverse Trockungsverfahren (grau: teure, bisher nicht umgesetzte Systeme)

Auf die Wirtschaftlichkeit und Ökologie der hier vorgestellten Energievarianten wird später im Gesamtkontext der Trocknung eingegangen.

3.4. EINSATZ VERSCHIEDENER TROCKNERBAUARTEN

Die Trocknung biogener Lebens- und Futtermittel dauert in der Regel länger als zehn Minuten (hohe Kapillarfeuchte). Diese hohen Verweilzeiten des Trocknungsgutes im Trockner vergrößert die Bauweise und verursacht Schwierigkeiten in der gleichförmigen Trocknung. Tabelle 4 gibt einen Überblick über apparative Varianten (kontinuierlicher Betrieb) für diesen Bereich:

Tabelle 4: Trocknertypen für unterschiedliches Trockengut

TROCKENGUT	flüssig	pastös	rieselfähig–fein	rieselfähig–grob
LANGE VERWEILZEIT	Zerstäubungstrockner	Tellertrockner	Tellertrockner	
â	Dünnschichttrockner	Bandtrockner	Wirbelschichttrockner	Tellertrockner
HOHE VERWEILZEIT			Bandtrockner, Kammertrockner	Bandtrockner, Kammertrockner

Beim **Zerstäubungstrockner** wird die Flüssigkeit über Düsen in den Trockenturm eingeblasen. Die entstehenden Tropfen dampfen ab und werden zu Pulver. Ein Beispiel für solche Trockner findet sich in der Trockenmilchherstellung. Bei der Dünnschichttrocknung rinnt ein dünner Film über plattenähnliche Oberflächen und wird dort eingedickt bis das Gut rieselfähig ist (Beispiel Eipulver).

Für pastöse Güter verwendet man **Teller- oder Bandtrockner**. Hier befördern Teller, Walzen oder Bänder das Gut durch den Trockner. Bei haftenden Gütern entfernen Messer das Gut vom Teller oder Band. Diese Bauart wird zum Beispiel zur Trocknung von Klärschlamm oder mineralischen Schlämmen verwendet.

In der Regel kann man davon ausgehen, dass kleine ähnlich-geformte Güter (Körnerarten wie Getreide und Mais) neben Band- oder Kammertrocknern auch in Wirbelschichten getrocknet werden können. In der so genannten Wirbelschicht ist der Gasstrom so schnell, dass er das Gut gegen die Schwerkraft im Trockner anhebt und verwirbelt („verflüssigt“). Dadurch liegt das Gut an keiner Oberfläche an und gewährleistet rundum ein gleichmäßiges Abtrocknen. Der Trockner hat den Vorteil, dass die Gutsbewegung über keine mechanischen Teile erfolgt aber auch den Nachteil, dass für die Gasbewegung viel Energie notwendig ist.

Bei größeren ungleichen Gütern biogenen Ursprungs (wie z.B. Apfelscheiben, Kletzen, Marillen, Feigen) kommen durch die notwendigerweise hohe Verweilzeit praktisch nur **Bandtrockner** in Frage. Bei Bandtrockner durchläuft das Gut auf durchlässigen Bändern, die auf Umlenkrollen gespannt sind, den Trockner.

Bei diskontinuierlichem Betrieb (d.h. dass der Trockner nicht fortlaufend arbeitet und während Befüll- und Entleerungszeiten abgestellt werden muss) kann man auch

Kammer- oder Hordentrockner bei langen Trocknungszeiten verwenden. Letztere haben gegenüber Bandtrocknern den Vorteil, dass sie billig in der Herstellung sind (keine bewegten Teile), jedoch den Nachteil eines arbeitsintensiven Betriebs haben. Hier ist für jeden Anwendungsfall die Wirtschaftlichkeit von Investitionskosten und Betriebskosten (Arbeit, Energie, Fläche) zu überprüfen. Bei den Kammer- oder Hordentrocknern liegt das Trockengut in einer bestimmten Schütthöhe auf waagrechten Lochblechen oder Gittern und wird von unten mit dem Trockengas durchströmt. Diese Art der Trockner eignet sich durchaus für den Selbstbau.

Der **Schubwendetrockner**, ursprünglich entwickelt zur Trocknung von sehr feuchtem Mais, ist ein bewährtes und sich oft im Einsatz befindliches universelles Trocknungsgerät. Die Firma Stela/Laxhuber hat ein spezielles Schubwendewerk entwickelt, mit dem sich auch Blattpflanzen, Kräuter, Gräser, Pellets, Granulate, Holzhackschnitzel, Trester und viele ähnliche Produkte trocknen lassen. Im mittleren Leistungsbereich von 50 bis ca. 600 kg/h Aufgabeeleistung stellt der Schubwendetrockner mit Wendewerk eine hervorragende Alternative zum Bandtrockner dar. Der Trockner

- ↓# ist sehr robust und langlebig,
- ↓# ist preiswert in der Investition und im Betrieb,
- ↓# ist flexibel - auch viele andere Produkte lassen sich damit trocknen, arbeitet sehr energiesparend,
- ↓# ermöglicht sowohl kontinuierlichen (Durchlauf-) wie diskontinuierlichen (Satz-) Betrieb,
- ↓# ermöglicht sehr variable Schütthöhen von 40 bis 500 mm,
- ↓# ist auch "steckerfertig" montiert in mobiler Ausführung lieferbar.

Die automatische Produktwendung erfolgt völlig ohne den Einsatz beweglicher Bänder. Das bedeutet:

- ↓# eine höhere Lebensdauer (kein Bandverschleiß möglich),
- ↓# beim Einsatz feinmaschiger Gitter auch die Trocknung sehr feiner Produkte möglich,
- ↓# 100 % fahrschlusssicher.

Beim Schubwendetrockner wird warme Luft durch einen doppelten Boden - einem Gitterboden - durch das Trocknungsgut geblasen. Ein fahrbares Schaufelwerk durchmischt und fördert während der gesamten Trocknungszeit die Ware. Dieses einfache Prinzip garantiert einen fast wartungs- und störungsfreien Trocknungsprozess. Das Schaufelrad wird von einem Fahrwerk während der gesamten Trocknung mehrmals über den Trockner bewegt. Der Richtungswechsel erfolgt über Endschalter und die entsprechende Steuerungsautomatik.

Diese Kombination gewährleistet eine optimale Durchmischen der Ware, und somit eine gleich bleibende und homogene Trocknung. Die Gefahr des Verklumpens wird bei diesem System selbst bei stark verschmutzter oder feuchter Ware vermieden.

Sowohl für kleine Mengen, als auch für mittelgroße Mengen Trocknungsgut ist der Schub-Wende-Trockner optimal einsetzbar. Erreicht wird dies durch 2 verschiedene Betriebsarten: Satzrocknung oder Durchlaufrocknung.

Bei kleinen Mengen wählt man die *Satzrocknung*, d.h. der Trockner wird gefüllt, anschließend startet das Trocknungsprogramm. Nach Erreichen des entsprechenden Trocknungsgrades kann bei Bedarf gekühlt werden, die Entleerung erfolgt wieder automatisch.

Die *Durchlaufrocknung* wird bei großen Mengen eingesetzt. Hierbei wird ständig Ware zu- und abgeführt. Am Trocknerende wird bei Bedarf Frischluft eingeblasen, um die Ware auf Lagertemperatur zu bringen. Ist eine Kühlung nicht erforderlich, kann diese Zone als zusätzliche Trocknungszone genutzt werden.

Kombinierte **Trockner mit Mikrowellen und Vakuum** nennt sich Mikrowellenvakuumtrocknung, die sich insbesondere für stückige Produkte aus Obst und Gemüse eignet. Die Volumenerwärmung mit Mikrowellen erlaubt die schnelle und produkt-schonende Trocknung insbesondere bei Produkten mit einer schlechten Wärmeleitung. Mikrowellentrocknung bietet den entscheidenden Vorteil, dass die Wärme durch die direkte Umwandlung elektromagnetischer in kinetische Energie der Moleküle, d.h. im Feuchtgut selbst erzeugt wird. Insbesondere in der Vakuumtrocknung kommt diesem Zusammenhang bei schlecht wärmeleitenden, stückigen und auch pastösen Produkten eine enorme Bedeutung zu. Im Vergleich zu den konventionellen Trocknungsverfahren besitzt die Mikrowellentrocknung eine wesentlich größere Eindringtiefe. Man spricht daher von Volumenerwärmung im Innern des Produktes.

Mikrowellen haben sich in vielen Bereichen der Industrie etabliert. Die gleichmäßige Ausbreitung elektromagnetischer Wellen innerhalb eines abgeschirmten Behälters, sowie die Absorption der Mikrowellenenergie direkt im Produkt, prädestiniert diesen Energieträger insbesondere auch für den Einsatz in der modernen Lebensmittelindustrie.

Findet dieser Prozess im Vakuum statt, erfolgt nicht nur eine schnelle und schonende Trocknung sondern, unter bestimmten Voraussetzungen, auch eine Expansion (Puffung) des Produktes. Bei einem Absolutdruck von z.B. 20 mbar beträgt die Siedetemperatur nur ca. 17°C, wodurch die nach diesem Verfahren hergestellten Produkte folgende Qualitätsmerkmale aufweisen:

- ↓# Farbe: natürlich; Geschmacks- und Wirkstoffanteile: hoch
- ↓# Wertstoffe (Vitamine, Enzyme, Mineralien, usw.): weitgehend erhalten
- ↓# Mikrobiologie: reduziert; Rehydrierbarkeit: ausgezeichnet
- ↓# Besonderheit: Instant-Charakter
- ↓# Geometrie: naturbelassen, geometrisch geschnitten oder Pulver

Meist wird atmosphärisch mittels Lufttrocknung vorgetrocknet und danach die Mikrowellen-Vakuum-Trocknung eingesetzt. Dadurch wirkt es sehr viel schonender auf Lebensmittel als herkömmliche Verfahren. Der erste Verfahrensschritt wird als konvektive Bandtrocknung ausgeführt, wobei die Oberfläche des Produkts ausgetrocknet und damit die Form stabilisiert wird (vgl. Trocknungsphase 1). Im zweiten Verfahrensschritt wird das Produkt in ein Mikrowellenfeld eingebracht und einem Unter-

druck ausgesetzt. Die Zellstruktur im Inneren wird aufgeschlossen (Puffing), das Produkt selbst hingegen bewahrt weitgehend seine Formstabilität. Schließlich erfolgt im dritten Verfahrensschritt der weitere Wasserentzug bis zur angestrebten Restfeuchte in einem konvektiven Bandtrockner oder einem Vakuum-Bandtrockner. Folgende Vorteile werden mit dem neuen Trocknungsverfahren, dem Mikrowellen-Vakuum-Puffing erzielt:

- ↓# Möglichkeiten zur Herstellung von Früchte- (z.B. Erdbeeren) und Gemüse-Snacks (mit Crispy-Eigenschaften)
- ↓# Verbesserung der Rehydratationseigenschaften für die Weiterverarbeitung oder Anwendung beim Verbraucher (Instant-Eigenschaften)
- ↓# Ansprechendes Produkt zum schnellen Verzehr
- ↓# Schnelle und wirtschaftliche Trocknung bei niedrigen Temperaturen
- ↓# Bewahrung von Geschmack und Aroma
- ↓# Erhalt der natürlichen Farbe

Nachdem dieses Modell 3 Verfahrenstechnologien integriert, ist die Anlage entsprechend aufwendig gestaltet. Kleinanlagen sind mit dieser Technik nicht zu realisieren.

Dasselbe gilt für **Molekularsiebtrockner**, die das Prinzip der Wasseradsorption (Dampfdruckerniedrigung in Poren um ca. 5 Angström) an speziellen Gesteinsmehlen und die Vakuumtrocknung kombinieren. Durch die Adsorption des Wasserdampfes sinkt der Partialdruck und beschleunigt so die Gutstrocknung. Wärmeenergie wird hier nur zur Entfeuchtung des Adsorbens benötigt. Der Rest der Trocknung läuft bei absolut schonenden Temperaturen ab. Die Anlagen sind heute in der Investition enorm kostspielig, haben aber geringe Betriebskosten und ein unglaublich gutes Produkt (Aroma, Textur, Crispy-Eigenschaft). Marktführer in diesem Bereich ist die französische Firma Bucher-Zedry (Zeolite Drying Systems).

Wichtige Auswahlkriterien bei der Wahl von Trocknern in der Lebensmittelwirtschaft sind:

- š` Produktionskapazität, Durchsätze bei standardisierten Produkten
- š` Investitions- und Betriebskosten (inklusive Wartung und Service)
- š` hygienische Ausstattung, Reinigungsfähigkeit
- š` Produktqualität und Betriebszustände; Produktflexibilität
- š` saisonbedingte Fahrweise; Energieart und -effizienz
- š` mechanische Ausstattung, Materialqualität, Prozessabläufe und Steuerung
- š` Integrationsfähigkeit in in-line Produktionen
- š` Bedienbarkeit, Regelungstechnik, Automatisierungsgrad

Wärmerückgewinnung und Wärmespeicherung bei Großanlagen

Die Abluft aus dem Trocknungsvorgang enthält nicht unwesentliche Energiemengen. Diese können dazu verwendet werden, die Frischluft aufzuheizen. Technisch gängige Möglichkeiten dazu sind

1. ein Gas-Gas Gegenstrom Wärmetauscher als Vorwärmer der Frischluft,
2. eine Kompressionswärmepumpe, die die Abwärme auf ein ca. 50 Grad höheres Temperaturniveau hebt.

Wärmepumpen, die direkt in die Abluft geschaltet sind (z.B. Brüdenkompressionsanlagen mit Zwischenkühlung bis ca. 90 bis 110°C), sind aufgrund der geringen Dampfmenge und der großen Luftmenge in der Abluft nicht sinnvoll (große Dampfmenge gibt es nur bei Anlagen ohne Frischluftzufuhr, bei denen mit hohen Temperaturen getrocknet wird und die Feuchte durch Kondensation entfernt wird). Bei einfachen und kleineren Anlagen werden in der Regel nur Wärmetauscher verwendet. Bei den Varianten mit Wärmepumpe ist mit hohen Investitionskosten zu rechnen und darauf Bedacht zu nehmen, dass diese Verfahren eines Kühlmediums bedürfen. Mögliche Kühlvarianten sind die Luftkühlung (teuer) oder die Kühlung über ein nahes Gewässer.

Ist der Trocknungsablauf gegenüber dem Betrieb der Biogas KWK zeitversetzt (einschichtig, kein Betrieb am Wochenende, etc.) dann empfiehlt sich

3. die Zwischenspeicherung von Wärme in großen Warmwasserspeichern, die im Bedarfsfall entladen werden können und so die momentane Leistung erhöhen.

Wird die Trockenanlage zeitlich nicht parallel zur Biogasanlage betrieben, so können auch bei kleineren Anlagen Wärmespeicher im System sinnvoll sein. Die Abbildung 9 zeigt schematisch die Möglichkeiten der Wärmerückgewinnung aus der Abluft und der Wärmespeicherung auf.

Bei der konvektiven Trocknung, die wie oben beschrieben der häufigste Fall in landwirtschaftlichen Anwendungen ist, wird Wärme an das Trägermedium Luft abgegeben, die dann gleichzeitig die Feuchtigkeit aus dem Gut abtransportiert. Dazu wird Frischluft im Vorwärmer leicht erhitzt, gelangt dann in den Erhitzer und von diesem aus in den Trockner. Im Trockner gibt sie Energie zur Verdunstung der Flüssigkeit ab, nimmt den Dampf auf und befördert somit die Feuchtigkeit aus dem Trockner. Die Energie der Trocknerabluft kann wiederum im Vorwärmer genutzt werden.

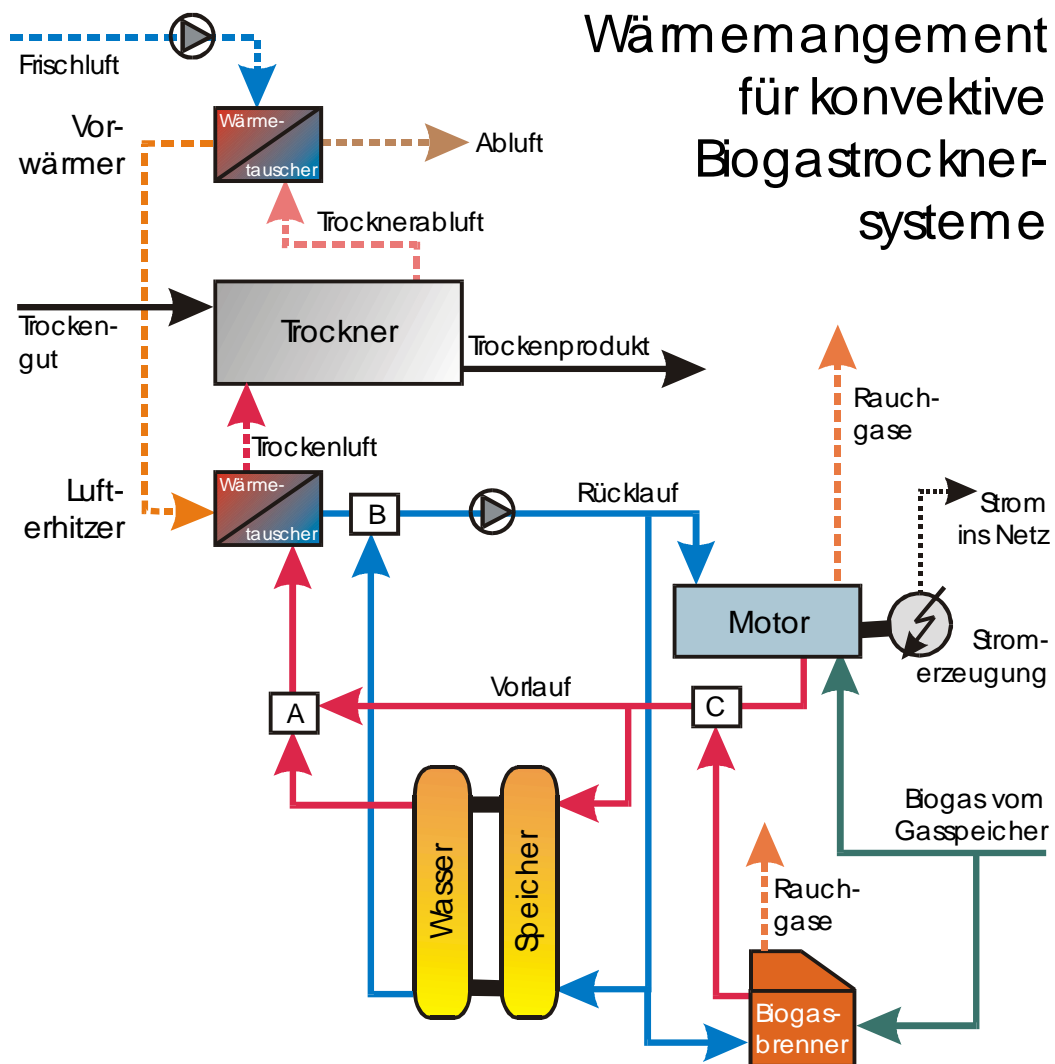


Abbildung 9: Schema der Wärmerückgewinnung aus der Abluft und der Wärmespeicherung (strichlierte Pfeile sind Luftströme)

Der dargestellte Vorwärmer ist im einfachen Fall ein Wärmetauscher, kann aber auch eine Wärmepumpe sein. In einer Wärmepumpe wird mit Hilfe von Strom (im Kompressor) das Temperaturniveau (über einen Carnot-Prozess) angehoben. Zum Beispiel hat die Trocknerabluft 50 °C und mithilfe der Wärmepumpe wird das Heizmedium im Vorwärmer auf 90 °C angehoben. Je höher das Niveau sein muss, desto mehr Strom braucht man dazu. Bei einer Leistungszahl (LZ) von 3 schafft man 35 bis 50 Grad Steigerung, bei einer LZ von 2,5 auch 55 bis 80 Grad. Die Leistungszahl stellt das Verhältnis der Wärmemenge am neuen Temperaturniveau zur eingesetzten Strommenge dar. Verwendet man z.B. 1.000 kWh Strom bei einer LZ von 3 hebt man 3.000 kWh Wärme auf ein höheres Temperaturniveau.

Der Einsatz einer Wärmepumpe hängt daher davon ab, ob Strom verfügbar und billig ist, viel Wärme benötigt wird (mehr als die Abwärme der KWK leistet) und ein hohes Temperaturniveau gebraucht wird.

Dem Lufterhitzer selbst kann Wärme über drei Arten zugeführt werden: die Motorabwärme gelangt direkt in den Wärmetauscher. Die Speicherwärme gelangt über Ventil A (Abbildung 9) zum Erhitzer, nachdem die Speicher über den Motor geladen wurden Ventil B (während einer Stillstandsphase des Trockners). Über Ventil C wird direkt Wärme aus dem Biogasbrenner in den Lufterhitzer gebracht, weil z.B. weder der Motor läuft noch die Speicher geladen sind, oder weil zusätzliche Energie notwendig ist. Die Schaltung über den Brenner könnte in vielen Anlagen die Sicherheitsschaltung bei Blockheizkraftwerk-(BHKW)-Ausfall sein. Klarerweise ist eine kombinierte Schaltung aller Wärmequellen machbar.

4. ERHEBUNG VON TROCKNUNGSANLAGEN IN ÖSTERREICH

4.1. AUSGANGSITUATION

Basierend auf den quantitativen Ergebnissen der Studie „*Marktpotential und Erzeugungsstrukturen von Dörrobst in Österreich*“¹ beschränkte sich die Vor-Ort-Erhebung der vorliegenden Studie auf Dörr-Anlagen mit einer nennenswerten Dörrobstproduktion und deren genaue technische Evaluierung oder auf besonders interessante technische Ausstattungen von Dörranlagen.

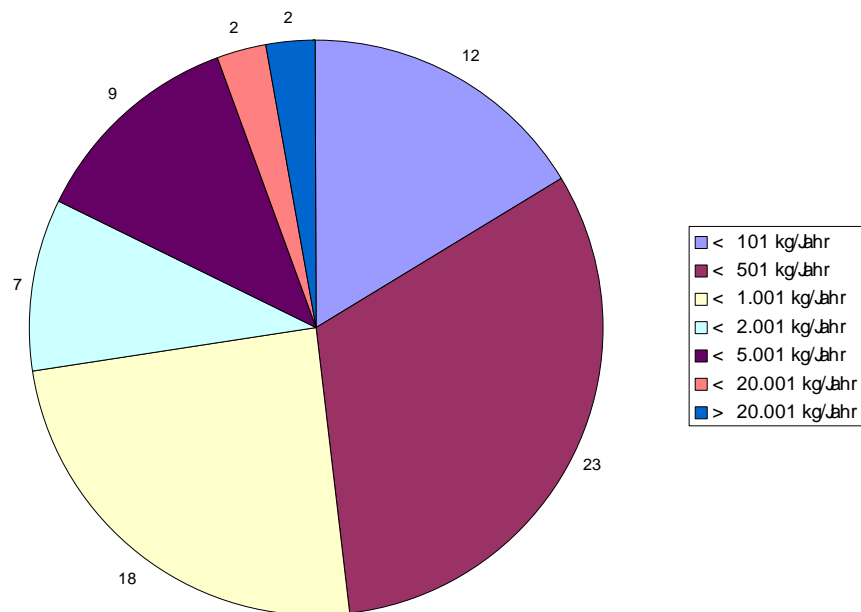


Abbildung 10: Größenklassen der bestehenden Trocknungsanlagen

Eine Analyse der Größenklassen in der Abbildung oben zeigt, dass mehr als die Hälfte aller bestehenden Trocknungsanlagen in Österreich in den Größenklassen bis 1000 kg Verarbeitungsmenge p.a. liegen, während die Zahl der Betriebe mit Verarbeitungsmengen über 5000 kg Frischware p.a. bei einem Anteil von nur 5 % aller Erzeuger liegt.

¹ Dietrich R., H. Dissemond, H. Wohlmeyer (2000)

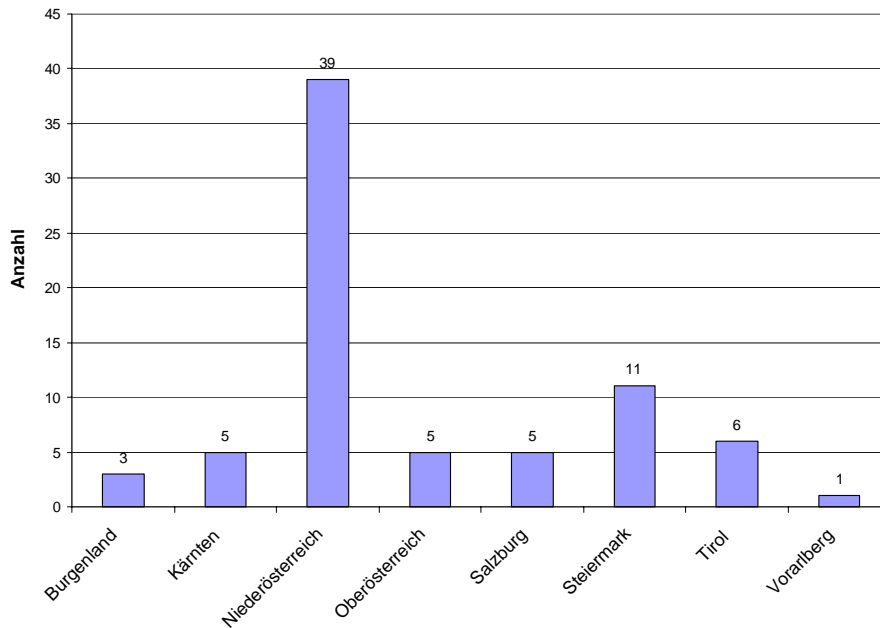


Abbildung 11: Geografische Verteilung von Dörranlagen in Österreich

Geographisch konzentrieren sich die Produktionsgebiete auf das niederösterreichische Mostviertel, die Steiermark und zu einem kleineren Teil Kärnten und Oberösterreich.

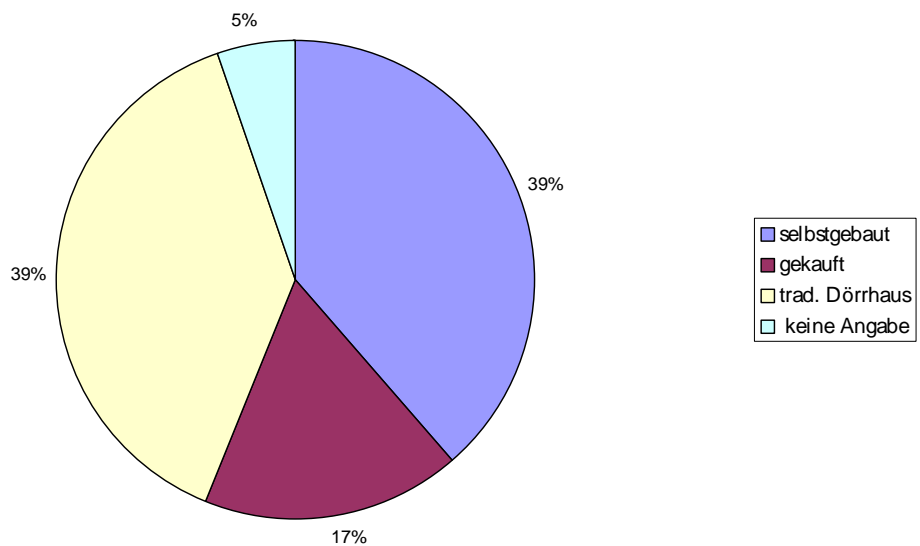


Abbildung 12: Häufigkeit bestehender Trocknertypen

Bei der Untersuchung der Häufigkeit des Einsatzes bestimmter Trocknertypen bilden die traditionellen Dörrhäuser sowie die selbstgebaute Konvektionstrockner mit jeweils fast 40 % die Hauptgruppen.

4.2. BESCHREIBUNG DER TROCKNUNGSANLAGEN

4.2.1. Übersicht und Erhebungsumfang

Die Charakterisierung des Trocknungsverfahrens kann einerseits nach Art der Energiezuführung auf das Trockengut und andererseits nach der äußeren Bauweise des Trockners erfolgen.

Nach Art der Energiezuführung auf das Trockengut:

- ↓# Strahlungstrockner
- ↓# Konvektionstrockner
- ↓# Kontaktstrockner

Bei den Konvektionstrocknern lassen sich folgende Typen unterscheiden:

- ↓# Umlufttrockner
- ↓# Durchströmrockner
- ↓# Überströmrockner

Nach der äußeren Bauweise unterscheidet man:

- ↓# Dörrhaus
- ↓# Kastentrockner
- ↓# Schrankrockner
- ↓# Containertrockner

Theoretisch wären weitere Differenzierungen nach Art der Gutsbeförderung, Beschaffenheit des Gutsträgers, Art der Vorbereitung und Beschickung, Art der Luftbewegung und deren Abführung oder Art des Heizmittels möglich.

Praktisch wird die Differenzierung und Benennung des Trocknungsverfahrens mittels einem oder der Kombination mehrerer Charakteristika erfolgen.

In der Praxis finden sich folgende Einrichtungen zur Obsttrocknung:

- ↓# Haushaltstrockner
- ↓# Traditionelle holzbeheizte (Mostviertler) Dörrhäuser
- ↓# Verbessertes Mostviertler Dörrhaus
- ↓# Konvektionstrockner
 - ↓# Durchströmungstrockner
 - ↓# Umluft-Trockner (in Kastenform oder als begehbare Raum)
 - ↓# Überström-Trockner (in Containerausführung)
- ↓# Bandtrockner im industriellen Maßstab

Zur Erhebung und Beschreibung der Trocknungsanlagen aus der Praxis wurde ein Fragebogen erarbeitet, der die wesentlich erscheinenden Kennzahlen erfasst. Die Erhebungen dienen auch als Grundlage für die anschließende Evaluierung der verschiedenen Trocknungsprozesse.

Tabelle 5: Fragebogen für die Aufnahme der Trocknungsanlagen

Name:	
Adresse:	
PLZ/Ort:	
Tel.:	
<u>Anlagen-Typ</u> :	
Heizung:	
Leistung: kW	Brennstoff:
VL-Temp.: °C	Br.st.Verbrauch:/Charge
<u>Ventilator/Lüfter</u> :	

Leistung: kW
 Luftdurchsatz: m³/h
 Trocknungstemp.: °C
Horden:
 Bauweise: Holzrahmen +-Gitter ;
 Größe:x.....cm
 Anzahl übereinander:
Frischgewicht/Horde: kg (geschnitten, geputzt)
 à ergibt Trockenware/Horde:
 bei max. Hordenzahl:xkg =kg Frischware
 à kg Trockenware
Trocknungsdauer:
 bei Trocknungstemp.:°C
 Umschichten ?
 Vorbehandlung ? Zitrus., SO_x , Dampf
 Endfeuchte - kontrolle
 Zeitaufwand waschen/Schneiden:
 Verpackung/Absackung:
 Lagerung

<u>Obst-Angebot:</u>	Verarb.Menge	Verkaufspreis	Verpackung
Ä.:
B.:
Zw.:
.....:

 Streuobst // Intensivobstbau
 Eigene / Zukauf
 Lohn-trocknung
 Oder andere Produkte
Selbsteinschätzung:
 Lohnt sich, lohnt sich nicht
 Zeitaufwand
 Gesamtumsatz
 welcher Absatzmarkt
 Ausschuss / Fehlchargen
 Erforderliche Techn. Änderungen

4.2.2. Haushaltstrockner

Haushaltstrockner werden zumeist in Form einer der drei Grundtypen angeboten:

- ↓# Solartrockner
- ↓# Elektrotrockner
- ↓# Umlufttrockner

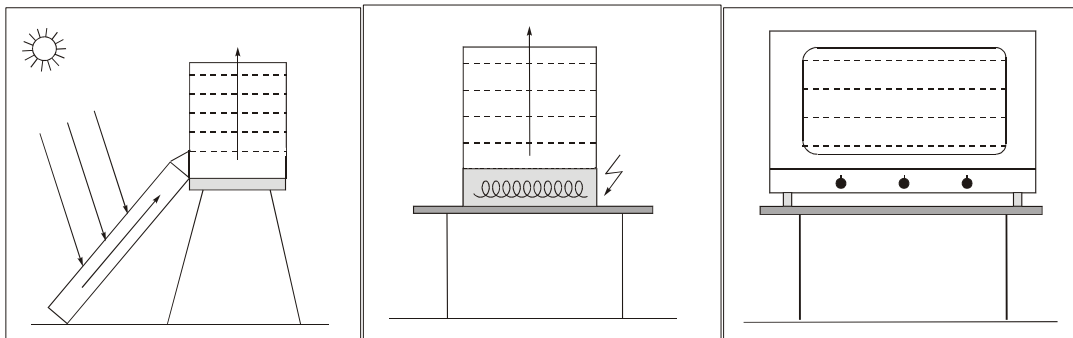


Abbildung 13: Systemskizze der gebräuchlichen Haushaltstrockner

Solartrockner arbeiten mit einem über einen Warmluftkollektor erwärmten Luftstrom, der die übereinander gestapelten Horden mittels Naturzug durchströmt. Angeboten werden diese Solartrockner in Holzbauweise entweder über vorgefertigte Bausätze oder in Form von Baukursen zur Fertigung in einer Selbstbaugruppe.

Elektrotrockner werden meist in der Form eines Tischrockners angeboten, die Wärmeerzeugung erfolgt über eine elektrische Heizspirale, die Luftzuführung erfolgt über einen Ventilator, der die erwärmte Trocknungsluft durch die übereinander gestapelten Trocknungssiebe (Horden) strömen lässt.

Umlufttrockner in der Bauweise eines Umluft-Küchenherdes sind besonders in den USA und in Canada bei Hobbygärtnern beliebt und werden dort in vielfältiger Ausführung angeboten. Aber auch das Backrohr eines konventionellen Umluft-Küchenherdes ist für die Obsttrocknung in kleineren Mengen geeignet.

4.2.3. Traditionelles holzbeheiztes (Mostviertler) Dörrhaus

Holzbeheizte Dörrhäuser wurden im niederösterreichischen Mostviertel wegen der bestehenden Brandgefahr bis zu 100 m weit weg vom Wohnhaus gebaut, haben durchschnittlich Außenabmessungen von etwa 8 x 3 m und besteht aus zwei Bauteilen, dem gemauerten Trocknungsraum und dem anschließenden Vorraum in Holzbauweise, der zur Manipulation (umschichten, befüllen, drehen) der Horden dient.

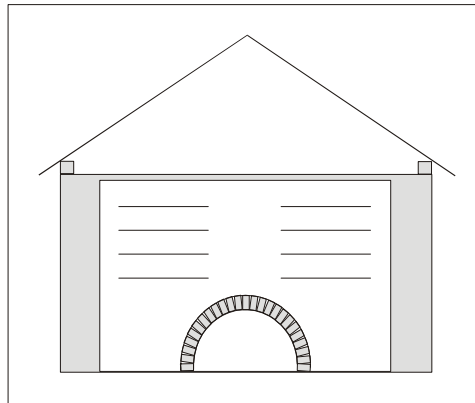


Abbildung 14: Systemskizze eines traditionellen Dörrhauses

Die Beheizung des Trockenraumes erfolgt über einen gemauerten Feuerungsdom am Boden, in der Mitte des Trockenraumes, der von außen beheizt wird und eine Strahlungsfläche darstellt, die zu einer natürlichen Konvektion über die Hordenebenen führt. Feuerungstechnisch stellt die traditionelle Bauweise des Feuerungsdomes – ein nach draußen offener Tunnel, durch den die Holzscheite eingelegt werden und gleichzeitig im oberen Teil die Rauchgase entweichen - eine „Steinzeit-technologie“ der Holzheizung dar.

Diese Art der Holzheizung ist gekennzeichnet durch nicht vorhandene Rauchgaszüge, eine viel zu geringe Verweilzeit der Verbrennungsgase, kein vorhandener definierter Kaminzug, keine gezielte Luftzuführung - und all dies führt zu unvollständigem Ausbrand.

Die traditionellen Horden wurden früher als Holzrahmen mit Weidengeflecht als Auflagefläche für das Trockengut in relativ großen Abmessungen von bis zu 2,90 m Länge und einer Breite von 80 cm gefertigt. Diese schwere Ausführung zusammen mit einer Beladung von bis zu 40 kg Frischware macht die Notwendigkeit für zwei Personen als Bedienungspersonal zur Manipulation und Beschickung der Horden klar.

Ein zentrales Problem ist damit der Arbeits(-zeit)aufwand:

- ↓# einerseits für die Bedienung der Scheiterheizung (Nachlegen alle paar Stunden)
- ↓# andererseits der Aufwand für Hordenumschichtung (zu hohe Trockentemperatur unten über dem Dom)



Abbildung 15: Traditionelles Mostviertler Dörrhaus umgeben von Streuobstbäumen

Hauptprobleme beim traditionellen Dörrhaus in Stichworten:

- ↓# Anheizphase von nahezu einem Tag erforderlich
- ↓# Lange Trocknungszeiten von 2 – 3 Tagen (Zwetschken, ganz)
- ↓# Alle vier Stunden nachlegen erforderlich
- ↓# Auch in der Nacht durchheizen erforderlich
- ↓# Hohe Abstrahlungstemperatur direkt über dem Feuerungsdom
- ↓# Ungleiche Temperaturverteilung von bis zu 30 °C in den Hordenebenen
- ↓# Mehrmaliges Umschichten der schweren Horden erforderlich
- ↓# Zentrales hygienisches Problem: bei Undichtheiten des Feuerungsdomes – Rauchgeschmack (Benzpyrene) am Dörrobst

Anlagen-Typ: Traditionelles holzbeheiztes (Mostviertler) Dörrhaus

Physikalisches Tr.-Verfahren: *Natur-Konvektion*
über abstrahlendem Feuerungsdom

Äußere Form: *freistehendes kleines Haus mit gemauertem Trockenraum*

Bauweise/Material: *Ziegel/Stein für Trockenraum, sonst Holz*

Maße (LxBxH): *8m x 3m x 1,9m*

Trockenraum innen (LxBxH): *3,10m x 2,10m x 1,80m*

Feuerungsdom: *90 cm Breite (Durchmesser) x 2,65 m Länge*

Heizung: *holzbeheizter Feuerungsdom*

Leistung: *N.N.* kW

Brennstoff: *Langholzscheite*

Ventilator/Lüfter: *keiner*

Leistung: kW
 Luftdurchsatz : m³/h
 Trocknungstemp.: °C

Horden:
 Bauweise: Holzrahmen + Weidengeflecht
 Größe: 2,50 m x 75 cm
 Anzahl übereinander: 4 Hordenebenen mit je 2 Stk.
Frischgewicht/Horde: kg (geschnitten, geputzt)
 bei max. Hordenzahl:xkg = 250-300 kg Frischware
 à 80 kg Trockenware

Trocknungsdauer: 2-3 Tage (bei ganzen Zwetschken)
 3 Tage (bei Kletzen)
 bei Trocknungstemp.: 60-70 °C
 Umschichten: mehrmals pro Tag
 Vorbehandlung mit Zitrus., SO_x, Dampf : nein
 Zeitaufwand waschen/Schneiden:
 Endfeuchte – kontrolle: nach Gefühl
 Lagerung: in Leinensäcken
 Verpackung/Absackung: offen

Obst-Angebot aus:
 Biolog. Anbau
 Streuobstwiesen x
 Intensivobstbau
 Eigene 50-100 %, je nach Erntejahr
 Zukauf % s.o.

Verarb.Menge (Rohware):
 Ä.: kg -> Spalten
 B.: 1000 kg -> Kletzen
 Zw.: 1000 kg -> ganz, mit Stein

4.2.4. Verbessertes Mostviertler Dörrhaus

Im Betrieb Bollwein in Wilhelmsburg wurde im Rahmen eines Dorferneuerungsprojektes nicht nur die äußere Sanierung des Dörrhauses, sondern vor allem der heizungstechnische Umbau der Trocknungsanlage vorgenommen.

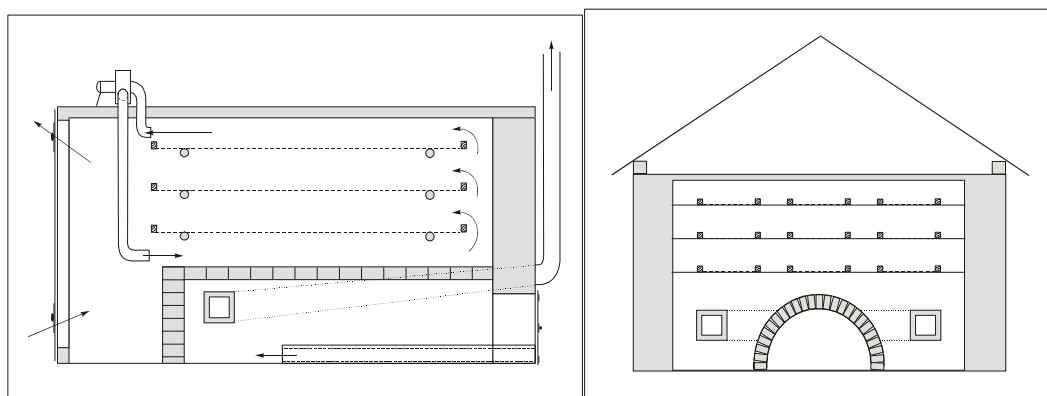


Abbildung 16: Längs- und Querschnitt eines verbesserten Dörrhauses

Der Umbau des Dörrhauses umfaßte drei Ebenen:

1. Sanierung und Umbau der Feuerungstechnik
2. Umstellung auf Umlufttrocknung im Trockenraum
3. Bau von neuen, leichteren Horden

Die Ergebnisse der heizungstechnischen Umbaus wurden im Rahmen einer Diplomarbeit am Institut für Landtechnik, BOKU Wien², messtechnisch erfaßt und analysiert und können wie folgt zusammengefaßt werden:

- ↓# Sanierung und Abdichtung des Feuerungsdomes
- ↓# Definierte Zugverhältnisse durch angebauten Rauchrohrkamin
- ↓# Erhöhung der Verweilzeit und des Ausbrandes durch schamottierte Rauchgaszüge links und rechts seitlich des Feuerungsdomes
- ↓# Vergrößerung der Abstrahlungsfläche um 140 % durch zusätzliche Oberfläche der Rauchgaszüge
- ↓# Gleichmäßigere Temperaturverteilung über die gesamte Grundfläche der Hordenanordnung
- ↓# Durch Umstellung auf Umlufttrocknung mittels Radialgebläse gleichmäßigere Temperaturverteilung über die drei vertikalen Ebenen von Horden
- ↓# Reduktion der Anheizphase von einem halben Tag auf 3 - 4 Stunden
- ↓# Reduktion der Trocknungszeit bei Zwetschken von 2 - 3 Tagen auf 20 - 24 Stunden.

² Herbst P. (1993)



Abbildung 17: Nachträglich eingebauter Rauchrohr-Kamin beim verbesserten Dörrhaus

<u>Anlagen-Typ:</u>	Verbessertes Mostviertler Dörrhaus	
Physikalisches Tr.-Verfahren:	<i>Umlufttrocknung</i>	
		<i>über abstrahlendem Feuerungsdom</i>
Äußere Form:	<i>freistehendes kleines Haus mit gemauertem Trockenraum</i>	
Bauweise/Material:	<i>Ziegel/Stein für Trockenraum, sonst Holz</i>	
Maße (LxBxH):	<i>8m x 3m x 1,9m</i>	
Trockenraum innen (LxBxH):	<i>3,10m x 2,10m x 1,80m</i>	
Feuerungsdom:	<i>90 cm Breite (Durchmesser) x 2,65 m Länge</i>	
<u>Heizung:</u>	<i>umgebauter Feuerungsdom</i>	
	<i>mit schamottierten Rauchgaszügen, Sekundärluftzuführung, Kaminzug</i>	Leis-
	<i>tung: N.N. kW</i>	
Brennstoff:	<i>Langholzscheite</i>	
<u>Ventilator/Lüfter:</u>	<i>Radialgebläse</i>	
Leistung:	<i>0,25 kW</i>	
Luftdurchsatz :.....	<i>110 m³/h -> Luftwechsel 8x/Std.</i>	
Trocknungstemp.:	<i>65°C</i>	
<u>Horden:</u>		
Bauweise:	<i>Holzrahmen + verz.Draht -Gitter</i>	
Größe:	<i>2,50 m x 50 cm</i>	
Anzahl übereinander:	<i>3 Hordenebenen mit je 3 Stk.</i>	
<u>Frischgewicht/Horde:</u>	<i>25–30 kg</i>	
bei max. Hordenzahl:	<i>xkg = 250 kg Frischware</i>	
	<i>à 80 kg Trockenware</i>	
<u>Trocknungsdauer:</u>	<i>20-24 Std. (bei Zwetschken, ganz)</i>	
	<i>..... Std. (bei)</i>	
bei Trocknungstemp.:	<i>65 °C</i>	
Umschichten:	<i>2x pro Tag</i>	
Vorbehandlung mit ZitrS., SO _x , Dampf :	<i>nein</i>	
Zeitaufwand waschen/Schneiden:		
Endfeuchte – kontrolle:	<i>nach Gefühl</i>	
Lagerung:	<i>in Leinensäcken</i>	
Verpackung/Absackung:	<i>offen</i>	
<u>Obst-Angebot aus:</u>		
Biolog. Anbau		
Streuobstwiesen	<i>x</i>	
Intensivobstbau		
Eigene	<i>100 %</i>	
Zukauf	<i>%</i>	
<u>Verarb.Menge (Rohware):</u>		
Ä.:	<i>kg</i>	
B.:	<i>kg -> Kletzen</i>	
Zw.:	<i>500-1000 kg -> ganz, mit Stein</i>	
<u>Angebot:</u>	<i>Lohntrocknung</i>	

4.2.5. Durchströmungstrockner

Durchströmungstrockner dieser Bauweise stellen die technisch einfachste Bauweise einer Trocknungsanlage dar.

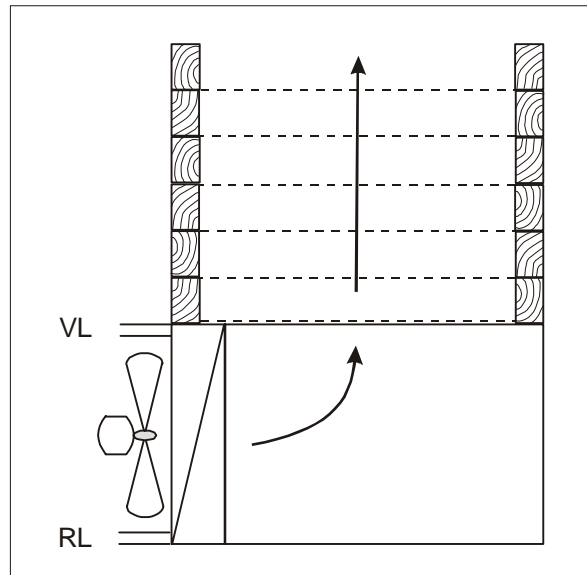


Abbildung 18: Skizze eines einfachen Durchströmungstrockners

Sie bestehen im Grunde aus einem Untersatz, in dem der Wärmetauscher mit dem Ventilator untergebracht ist und darüber übereinander geschichtet bis zu zehn Horden, die das Trockengut aufnehmen.

Der tragende Körper des Trockners ist komplett in Holz gebaut, hat eine quadratische Grundfläche von in etwa 60 x 60 cm und nimmt an der Rückwand den Wärmetauscher und Ventilator eines Hallenheizgerätes auf. Die Anschlüsse des Wärmetauschers werden direkt (oder flexibel) an den Vorlaufverteiler der bestehenden Hauszentralheizung, in unserem Falle eine Hackschnitzel Vorofen Anlage, angeschlossen.

Die Horden sind aus Profilholzleisen gebaut, die an die quadratische Grundfläche von 60 x 60 cm angepasst sind und das Trockengut auf einem weitmaschigen NiRo – Gitter mit 1,4 cm Gittermaschen tragen. Diese direkt übereinander stehenden Horden werden durch den kräftigen Ventilator vertikal durchströmt und damit einerseits das zu trocknende Gut mit frisch erhitzter Warmluft durchströmt und gleichzeitig damit die aufgenommene Feuchtigkeit abtransportiert.

Das heißt natürlich, daß der Durchsatz an Trocknungsluft, der nach oben durchgeblasen wird, ständig neu über den Wärmetauscher erhitzt werden muss und die abgeblasene (feuchte) Trocknungsluft einen ständigen Energieverlust darstellt – außer in unserem Falle, wenn die Abluft aus dem Trockner gleichzeitig den ganzen Arbeitsraum heizt.

Im praktischen Betrieb wird der Wärmetauscher des eingebauten Hallenlüfters mit einer Vorlauftemperatur von 75 °C aus der Hackschnitzelheizung angespeist, was in

unserem Fall eine Temperatur der durchströmenden Trocknungsluft von 42 °C vor dem Eintritt durch das Trockengut der erste Horde ergibt. Über den hohen Luftdurchsatz des Ventilators in Verbindung mit einem vollständigen Abtransport der Feuchtluft kann selbst bei dermaßen niedriger Trocknungstemperatur eine Charge von 25 kg Apfelspalten Frischware aufgeteilt auf zehn übereinander liegenden Hor-den in 12 Stunden Laufzeit zu bruchtrockenen Spalten getrocknet werden.

Abgesehen von den ständigen Wärmeverlusten durch das offene Durchströmverfahren stellt die einfache Bauweise zweifellos die kostengünstigste Variante eines Trocknungsgerätes dar, das ohne weiteres mit etwas handwerklichem Geschick selbst gebaut werden kann.

<u>Anlagen-Typ:</u>	Durchströmungstrockner
Physikalisches Tr.-Verfahren:	<i>vertikale Durchströmung</i>
Äußere Form:	<i>Kasten</i>
Bauweise/Material:	<i>Holzbauweise</i>
Maße (LxBxH):	<i>0,6 x 0,6 x 1,2</i>
<u>Heizung:</u>	<i>Fröling Hackschnitzel-Vorofen Heizung</i>
Leistung:	<i>kW</i>
Brennstoff:	<i>Hackschnitzel</i>
VL-Temp.:	<i>75 °C</i>
Br.st.Verbrauch/Charge:	<i>N.N.</i>
<u>Ventilator/Lüfter:</u>	<i>Hallen-Lüfter-Heizung mit W/L-Wärmetauscher</i>
Leistung:.....	<i>N.N. kW</i>
Luftdurchsatz:.....	<i>N.N. m³/h</i>
Trocknungstemp.:.....	<i>42°C</i>
<u>Hor-den:</u>	
Bauweise:	<i>Holzrahmen + NiRo-Gitter</i>
Größe:	<i>60 x 60 cm</i>
Anzahl übereinander:	<i>10 Stk.</i>
<u>Frischgewicht/Horde:</u>	<i>.....2,5 kg (geschnitten, geputzt)</i>
bei max. Hordenzahl:	<i>.....xkg = 25 kg Frischware</i> <i>à 3 kg Trockenware</i>
<u>Trocknungsdauer:</u>	<i>..... 12 Std. (bei A-Spalten)</i> <i>..... Std. (bei)</i>
bei Trocknungstemp.:	<i>42°C</i>
Umschichten:	<i>kaum notwendig</i>
Vorbehandlung mit ZitrS., SO _x , Dampf :	<i>nein</i>
Zeitaufwand waschen/Schneiden:	<i>3,5h/25kg</i>
Endfeuchte – kontrollen:	<i>bruchtrocken</i>
Lagerung:	<i>in geschl.Kunststofftonnen</i>
Verpackung/Absackung:	<i>Cellophan 100gr., Papier 500gr.</i>
<u>Obst-Angebot aus:</u>	
Biolog. Anbau	
Streuobstwiesen	<i>x</i>
Intensivobstbau	<i>-</i>
Eigene	<i>85-90 %</i>
Zukauf	<i>10-15 %</i>
<u>Verarb.Menge (Rohware):</u>	
Ä.:	<i>2000 kg -> Spalten</i>
B.:	<i>2000 kg -> Spalten</i>
Zw.:	<i>1000 kg -> halbiert, entsteint</i>

4.2.6. Kasten-Umlufttrockner

Der dargestellte Kasten-Umlufttrockner der Landwirtschaftlichen Fachschule Gleisdorf war ursprünglich mit einer Elektroheizung ausgestattet, die später vom Betreiber mit einem W/L-Kompaktwärmetauscher ersetzt wurde, der an die Hackschnitzelheizung der Hauszentralheizung angeschlossen ist.

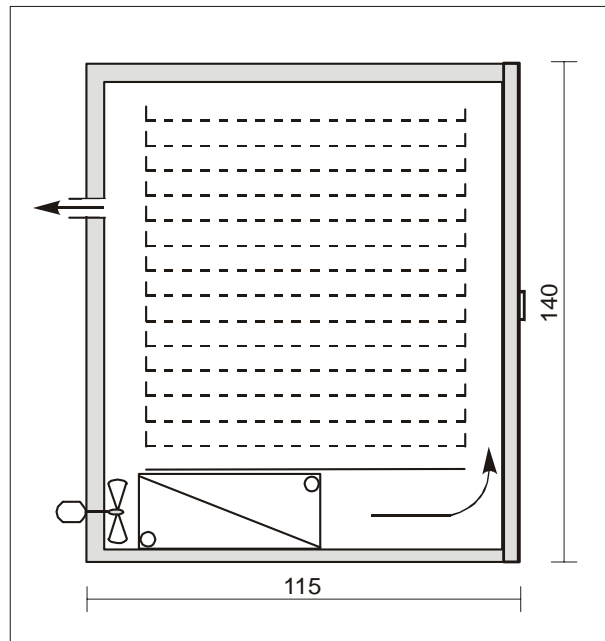


Abbildung 19: Skizze eines Kasten-Umlufttrockners aus der Steiermark

Die äußere Bauweise entspricht der eines größeren Kühlschranks mit 8 cm starken Isolierpaneel-Wänden. Der extrem flache W/L-Kompaktwärmetauscher ist in der untersten Ebene, unter der ersten Horde untergebracht, wird von hinten vom Ventilator durchströmt und die erwärmte Luft gegen die Isoliertüre und von dort durch bzw. zwischen die 14 übereinander angeordneten Hordenlagen gelenkt. Die Abführung der Feuchtluft nach außen erfolgt über ein Abluftrohr DN120 von der Rückwand aus.

Als Horden werden gitterförmige Kunststoffboxen mit relativ geringer Höhe der Seitenwände aus der Lebensmittelindustrie eingesetzt, wobei jeweils zwei solcher Horden von 66 x 44 cm pro Hordenetage Platz haben. Die relativ dichte Stapelung der Horden ermöglicht eine beachtliche Verarbeitungsmenge von 100 kg Frischware (5 Kisten Äpfel) pro Trocknungscharge.

<u>Anlagen-Typ:</u>	Kasten-Umlufttrockner
Physikalisches Tr.-Verfahren:	<i>Umlufttrocknung</i>
Äußere Form:	<i>Kasten (wie ein großer Kühlschrank)</i>
Bauweise/Material:	<i>8 cm Isolierpaneel</i>
Maße (BxTxH):	<i>0,85 x 1,15 x 1,40</i>
<u>Heizung:</u>	<i>Hackschnitzel Zentralheizung</i>
Leistung:	<i>kW</i>
Brennstoff:	<i>HS</i>
VL-Temp.:	<i>80 °C</i>
Br.st.Verbrauch/Charge:	<i>N.N.</i>
<u>Ventilator/Lüfter:</u>	<i>W/L-Kompaktwärmetauscher mit Ventilator</i>
	<i>(Antriebsmotor außen)</i>
Leistung:	<i>6 kW (geschätzt)</i>
Luftdurchsatz :	<i>m³/h</i>
Trocknungstemp.:	<i>60 °C</i>
<u>Horden:</u>	
Bauweise:	<i>Kunststoffhorden (gitterförmig)</i>
Größe:	<i>66 x 44 cm je 2 hintereinander (gibt 66 x 88 tief)</i>
Anzahl übereinander:	<i>14 Stk.</i>
<u>Frischgewicht/Horde:</u>	<i>kg (geschnitten, geputzt)</i>
bei max. Hordenzahl:	<i>xkg =100 kg Frischware (5 Steigen Äpfel)</i>
	<i>à 10 kg Trockenware</i>
<u>Trocknungsdauer:</u>	<i>12 Std. (bei A-Spalten)</i>
	<i>..... Std. (bei)</i>
bei Trocknungstemp.:	<i>60 °C</i>
Umschichten:	<i>nein</i>
Vorbehandlung mit ZitrS., SO _x , Dampf :	<i>nein</i>
Zeitaufwand waschen/Schneiden:	<i>2Pers.x 2,5 Std.</i>
Endfeuchte – kontrolle:	<i>bruchtrocken</i>
Lagerung:	<i>Karton</i>
Verpackung/Absackung:	<i>Cellophan 100gr, 250gr.</i>
<u>Obst-Angebot aus:</u>	
Biolog. Anbau	
Streuobstwiesen	
Intensivobstbau	<i>x</i>
Eigene	<i>100 %, Verarbeitung 2.und 3. Qualität</i>
Zukauf	<i>%</i>
Absatz über	<i>ab Hof, Bauernläden, Apfelstrasse</i>
	<i>(etwa 10.000 Sackerln)</i>

Verarb.Menge (Rohware):	
Ä.:	10.000 kg -> Spalten
B.:	5 % -> Spalten
Zw.:	1000 kg -> ganze, bei Lohntrockner

4.2.7. Umluft-Trockenschrank

Der hier beschriebene Umluft-Trockenschrank in Blechbauweise wurde ursprünglich zur Trocknung von Tabletten in der Pharmaindustrie verwendet. Ursprünglich voll elektrisch beheizt, wurde der Trockenschrank vom jetzigen Betreiber aus Kostengründen mit einem Zentralheizungskörper – Wärmetauscher ausgestattet, der aus der hauseigenen Hackschnitzelheizung angespeist wird.

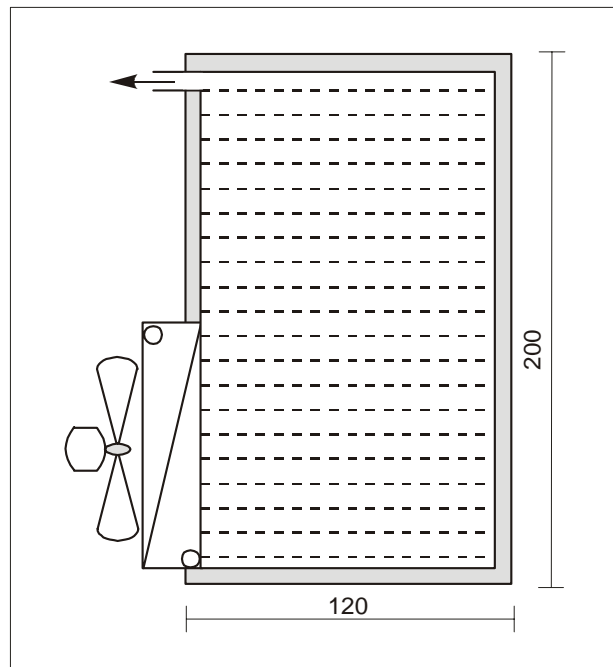


Abbildung 20: Skizze eines Umluft-Trockenschrankes

Die Größe des Trockenschrankes entspricht in etwa der Größe eines traditionellen Kleiderschranks und mißt von der Türseite gesehen eine Breite von 1,20 m, Höhe 1,90 m, Tiefe 1,15 m. Die Horden haben eine Größe von 1 x 1 m, sind aus NiRo oder verzinktem Stabgitter mit 3 mm Gitterstäben in einer Maschenweite von 4 x 4 cm gefertigt. Zusätzlich werden waschbare Kunststoffnetze zur Auflage des geschnittenen Trocknungsgutes verwendet.

Bei maximaler Beschickung von 20 Horden können in etwa 80 kg Frischware in Form von Apfelingen aufgebracht bzw. getrocknet werden, wobei die durchschnittliche Trocknungsdauer bei geschnittener Ware in etwa 20 Std. pro Charge beträgt. Ganze Birnen (Kletzen) brauchen in etwa 2 – 3 Tage.

Der Betrieb des Trockenschrankes mit einem Zentralheizungskörper als durchströmten Wärmetauscher in Kombination mit einem außen aufgebauten Luftentfeuchter zur Wärmerückgewinnung ergibt einen gemischten Umluft- / Durchströmungsbetrieb mit etwas längeren Trocknungszeiten.

Eine Besonderheit des besuchten Betriebes sind die Produktinnovationen zur Weiterverarbeitung des Dörrobstes zu Müsliriegel mit 40 % Dörrobsteil („Birnenriegel“ in zwei Varianten, Natur und in Schokolade getunkt) oder zur Verarbeitung zu Dörrobst – Pralinen.

<u>Anlagen-Typ:</u>	<i>Umluft-Trockenschrank</i>
Physikalisches Tr.-Verfahren:	<i>Umluft- / Durchströmung</i>
Äußere Form:	<i>Trockenschrank</i>
Bauweise/Material:	<i>Stahlblech</i>
Maße (BxHxT):	<i>1,20 x 1,90 x 1,15 m</i>
<u>Heizung:</u>	<i>an Hackschnitzelheizung angeschlossen</i>
Leistung:	<i>kW</i>
Brennstoff:	<i>HS</i>
VL-Temp.:	<i>75 °C</i>
Br.st.Verbrauch/Charge:	<i>N.N.</i>
<u>Ventilator/Lüfter:</u>	<i>Luftentfeuchter + Zentralheizungskörper im Schrank</i>
Leistung:	<i>kW</i>
Luftdurchsatz :.....	<i>m³/h</i>
Trocknungstemp.:	<i>60 °C</i>
<u>Horden:</u>	
Bauweise:	<i>NiRo Stab –Gitter mit 4 cm Maschenweite, plus Kunststoffnetz</i>
Größe:	<i>100 x 100 cm</i>
Anzahl übereinander:	<i>20 Stk. max.</i>
<u>Frischgewicht/Horde:</u>	<i>4 kg (geschnitten, geputzt)</i>
bei max. Hordenzahl:	<i>xkg = 80 kg Frischware</i>
	<i>â 8 - 10 kg Trockenware</i>
<u>Trocknungsdauer:</u>	<i>20 Std. (bei A-Spalten)</i>
	<i>..... 2 – 3Tage (bei Kletzen)</i>
bei Trocknungstemp.:	<i>60 °C</i>
Umschichten:	<i>kaum</i>
Vorbehandlung mit ZitrS., SO _x , Dampf :	<i>nein</i>
Zeitaufwand waschen/Schneiden:	
Endfeuchte – kontrolle:	<i>bruchtrocken</i>
Lagerung:	<i>geschl.Kunststofftonnen</i>
Verpackung/Absackung:	<i>Cellophan 100gr, 250gr.</i>
<u>Obst-Angebot aus:</u>	
Biolog. Anbau	
Streuobstwiesen	<i>x</i>
Intensivobstbau	<i>x Neuanlage im Aufbau</i>
Eigene	<i>100 %</i>
Zukauf	<i>%</i>
<u>Verarb.Menge (Rohware):</u>	
Ä.:	<i>2000 kg -> Spalten, Scheiben</i>
B.:	<i>1000 kg -> Spalten</i>
Zw.:	<i>1000 kg -> halbiert, entsteint</i>
<u>Produktinnovation:</u>	
	<i>Müsliriegel mit 40% Dörrobsteil</i>
	<i>Dörrobst - Pralinen</i>

4.2.8. Begehbare Umluft Trockenräume

Begehbare Umluft Trockenräume entstehen durch Abtrennung eines Teiles eines Wirtschaftsraumes in etwa in der Größe einer Heimsauna. Auch die Bauweise mittels isolierter Holzwände entspricht einer üblichen Saunabauweise.

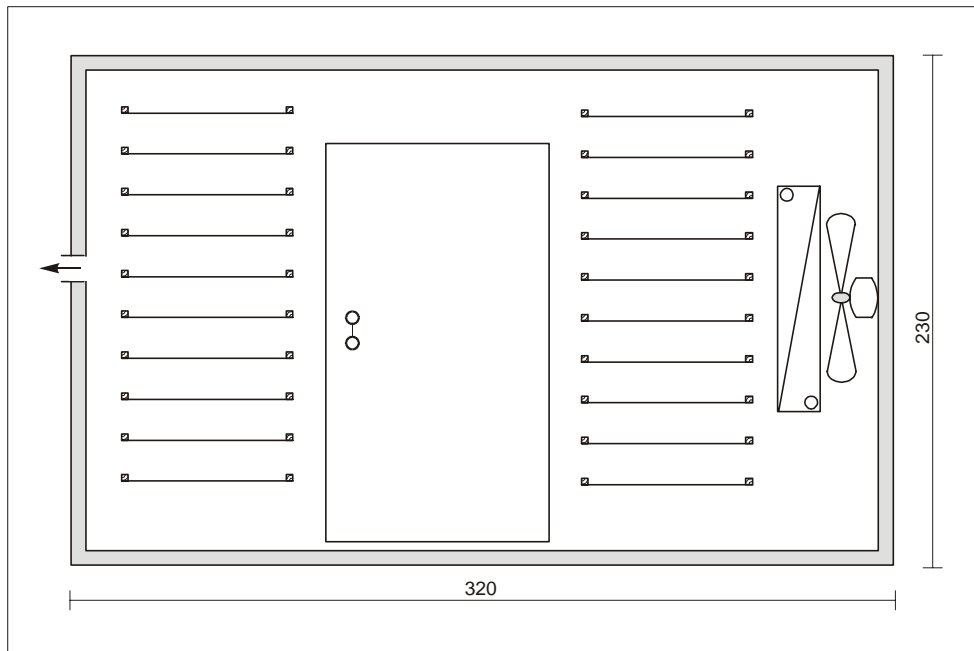


Abbildung 21: Skizze eines begehbaren Umluft-Trockenraumes

Bei der Bauweise lassen sich zwei Möglichkeiten zur Gestaltung der Beschickung und Unterbringung der Horden unterscheiden:

- A.) der Trockenraum ist in der Mitte der Längsseite über eine Tür frei begehbar für Beschickung und Manipulation an den Horden, die links und rechts von diesem freien „Mittelgang“ in fixen Hordenführungen, herausziehbar untergebracht sind.
- B.) Der Trockenraum selber ist mehr oder weniger leer, für die Unterbringung der Horden sind ein oder mehrere fahrbare „Rollgestelle“ für die Aufnahme der einzelnen Horden vorgesehen und diese fahrbaren Hordengestelle füllen bei maximaler Beschickung den zur Verfügung stehenden Trockenraum völlig aus.

Die Wärmezuführung erfolgt über eine Hallen-Lüfterheizung, die an einer der Außenwände angebaut ist und deren W/L-Kompaktwärmetauscher von der bestehenden Hauszentralheizung mit entsprechender Vorlauftemperatur angespeist wird. Dabei presst der Ventilator/Lüfter des Hallenheizgerätes die erwärmte Luft über die liegenden Horden hinweg zur gegenüberliegenden Wand. Die Ablüftung der feuchten Trocknerluft erfolgt von der gegenüberliegenden Wand mittels Abluftrohr durch die Außenwand des Gebäudes. Von einer gezielten, definierten Luftführung in Form einer gleichmäßigen Überströmtrocknung kann man in den wenigsten Fällen sprechen, so dass bestenfalls über eine ausreichende Ventilatorleistung zumindest eine vollständige Luftumwälzung erfolgt, mit kontinuierlicher Lüfterwärmung und teilweiser Feuchtigkeitsabführung.

Die Horden können dabei in Holzbauweise ausgeführt und der Breite des Trockenraumes, oder in Blech- bzw. NiRo Stabgitter ausgeführt und der Größe der jeweiligen fahrbaren Hordengestelle angepasst sein.



Abbildung 22: Ansichten eines begehbaren Umluft-Trockenraumes (links) mit fahrbarem Hordengestell im Vergleich zu einem Trockenschrank (rechts)

<u>Anlagen-Typ:</u>	Begehbbarer Umluft-Trockenraum
Physikalisches Tr.-Verfahren:	<i>Umluft Trocknung</i>
Äußere Form:	<i>begehbbarer Trockenraum</i>
Bauweise/Material:	<i>isolierte Holzwände</i>
Maße (LxBxH):	<i>3,20 x 1,70 x 2,30 m</i>
<u>Heizung:</u>	<i>an Haus-Zentralheizung (Öl) angeschlossen</i>
Leistung:	<i>kW</i>
Brennstoff:	<i>Heizöl</i>
VL-Temp.:	<i>65 °C</i>
Br.st.Verbrauch/Charge:	
<u>Ventilator/Lüfter:</u>	<i>(Werkstätten-) Hallen-Lüfterheizung</i>
Leistung:	<i>N.N. kW</i>
Luftdurchsatz :	<i>m³/h</i>
Trocknungstemp.:	<i>60 °C (geschätzt)</i>
<u>Horden:</u>	
Bauweise:	<i>Holzrahmen mit Holzlatten-Rost (mit Papierauflage)</i>
Größe:	<i>140 x 75 cm</i>
Anzahl übereinander:	<i>je 10 Stk. li.+re.</i>
<u>Frischgewicht/Horde:</u>	<i>kg (geschnitten, geputzt)</i>
bei max. Hordenzahl:	<i>xkg = 80 kg Frischware (4 Steigen Äpfel)</i>
	<i>à 8 – 10 kg Trockenware</i>
<u>Trocknungsdauer:</u>	<i>18+6 Std. Nachrocknung (bei A-Spalten)</i>
	<i>..... Std. (bei)</i>

bei Trocknungstemp.: 60 °C
 Umschichten: *kaum*
 Vorbehandlung mit ZitrS., SO_x, Dampf : *nein*
 Zeitaufwand waschen/Schneiden: 2,5-3 Std. x 2P.
 Endfeuchte – kontrolle: *bruchtrocken*
 Lagerung:
 Verpackung/Absackung: *gemischte Trockenfrüchte, Cellophan 100gr, 250gr.*
Obst-Angebot aus:
 Biolog. Anbau
 Streuobstwiesen x *eigene*
 Intensivobstbau
 Eigene 100 %
 Zukauf %
Verarb.Menge (Rohware):
 Ä.: 1500 kg -> *Spalten*
 B.: 1500kg -> *Spalten* -> *in Summe 500-600 kg Trockenware*
 Zw.: 1000 kg -> *halbiert, entsteint*
Techn.Innovation: *hydraulischer Apfelstecher mit Teilrad (Eigenentwicklung)*

4.2.9. Reiner Überströmtrockner in Containerbauweise

Dieser Trockner wurde nach Plänen und unter Anleitung des Institutes für Landtechnik an der Hochschule Hohenheim (D) für die Nutzung und Anwendung im Rahmen eines Sozial-Ökonomischen Projektes in der Südsteiermark gebaut.

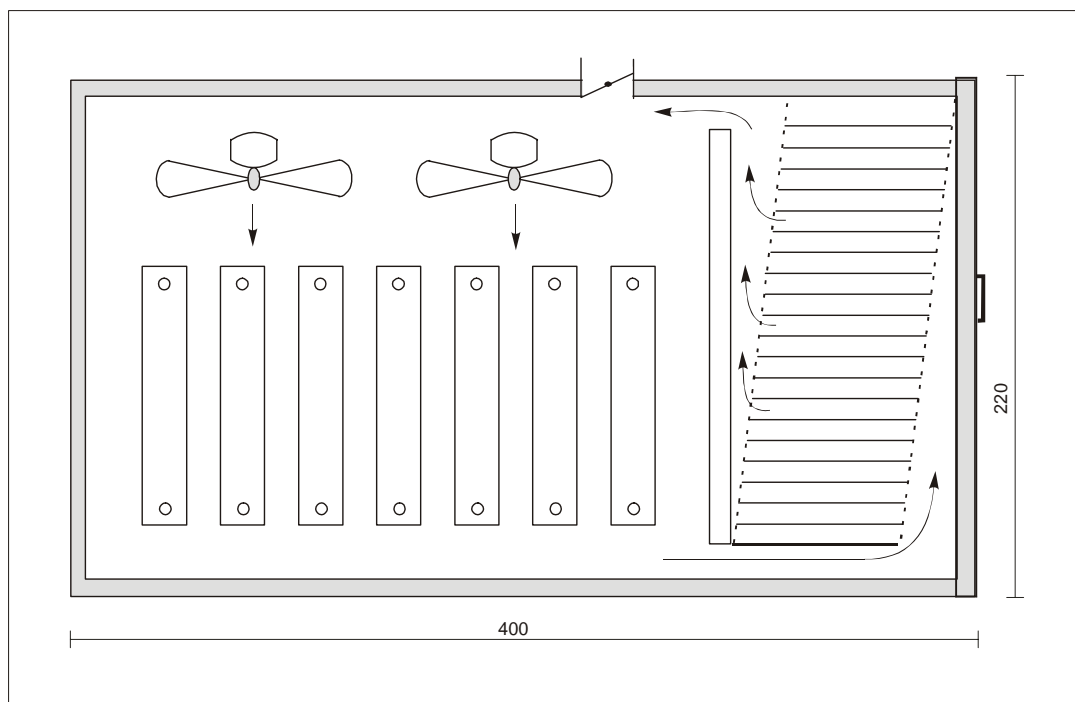


Abbildung 23: Längsschnitt eines Überströmtrockners

Nach der äußeren Form als Container aus 10 cm dicken Isolierpaneelen gebaut, ist der eigentliche Trocknungsraum lediglich im vordersten Teil des Containers untergebracht und nimmt mit einer Tiefe von etwa 1 m nicht einmal 1/3 des Containers ein. Der Hauptteil des Containers wird für die Unterbringung eines Satzes von Niedertemperatur Zentralheizungskörpern benötigt, die einen kostengünstigen Wasser/Luft – Wärmetauscher darstellen und über zwei Ventilatoren durchströmt werden.

Die Energieversorgung der Trocknungsanlage erfolgt über einen geschichteten 5000 l Pufferspeicher, der einerseits über eine Solaranlage mit 32 m² selektiver Kollektorfläche gespeist wird, andererseits über einen händisch beheizten Stückholz Vergaserkessel auf die erforderliche Temperatur gebracht werden kann, wenn die Leistung der Solaranlage nicht ausreichend ist.

**Abbildung 24: Kollektorfeld für den Solarbetrieb einer Trocknungsanlage**

Der eigentliche Trocknungsraum mit einer Tiefe von 1 m faßt vier Reihen von jeweils 15 übereinander liegenden NiRo-Horden einer Größe von 50 x 70 cm. Dabei ist die räumliche Anordnung so ausgestattet, daß die unterste Horde ganz nach hinten geschoben wird, jede weitere höhere Horde um einige Zentimeter weiter vorne, sodass durch diese räumliche Anordnung in Form eines nach oben verjüngenden Keiles (von der Seite gesehen) sich eine gezielte gleichmäßige Luftverteilung über jede einzelne Horde und damit ein eindeutiges Überström-Trocknungsverfahren ergibt. Zusätzlich sind zwischen den Horden verstellbare Leitbleche angeordnet, die eine Feinabstimmung der Strömungsverhältnisse ermöglichen.

Die Anlage ist mit einer Computersteuerung ausgestattet und regelt über Temperatur- und Feuchtemessung den Trocknungsprozeß, wobei auch die Abluftrate einstellbar ist.

Die Auslastung der Trocknungsanlage ist im Wesentlichen über die Trocknung von Arzneikräutern aus kontrollierter biologischer Produktion gegeben, während die Obsttrocknung eine Verlängerung der Betriebsdauer bis über den Spätherbst hinaus ermöglicht.



Abbildung 25: Edelstahl-Hordenbleche vierreihig

<u>Anlagen-Typ:</u>	Reiner Überströmtrockner
Physikalisches Tr.-Verfahren:	<i>Reiner Überströmtrockner</i>
Äußere Form:	<i>Containerbauweise</i>
Bauweise/Material:	<i>Container aus (10 cm dicken) Isolierpaneelen</i>
Maße (BxTxH):	<i>2,35m x 4m x 2,20m</i>
<u>Heizung:</u>	<i>5000l Pufferspeicher über 32 m² Sonnenkollektoren + Stückholzkessel</i>
Leistung:	<i>25 kW Stückholzkessel</i>
Brennstoff:	<i>Solar + Stückholz</i>
VL-Temp.:	<i>80 °C</i>
Br.st.Verbrauch/Charge:	<i>N.N.</i>
<u>Ventilator/Lüfter:</u>	<i>drückt die Frischluft durch einen Satz von NT Zentralheizungskörpern</i>
Leistung:	<i>2 x 600 W</i>
Luftdurchsatz :.....	<i>m³/h</i>
Trocknungstemp.:	<i>60°C</i>
<u>Horden:</u>	
Bauweise:	<i>NiRo - Bleche</i>
Größe:	<i>70 x 50 cm</i>
Anzahl übereinander:	<i>4 Reihen je 15 Stk.</i>
<u>Frischgewicht/Horde:</u>	<i>kg (geschnitten, geputzt)</i>
bei max. Hordenzahl:	<i>xkg = 300 kg Frischware</i>

<p style="text-align: right;">à 30 kg Trockenware Apfelchips</p> <p><u>Trocknungsdauer:</u> 18 Std. (bei A-Chips) 12 Std. (bei A+B Spalten) 24 Std. (bei Kletzen)</p> <p>bei Trocknungstemp.: 60°C Umschichten: <i>nein</i> Vorbehandlung mit ZitrS., SO_x, Dampf : <i>nein</i> Zeitaufwand waschen/Schneiden:</p>
<p>Endfeuchte – kontrolle: <i>Computersteuerung</i> Lagerung: <i>geschl.Behälter</i> Verpackung/Absackung: <i>Cellophan 180gr, 250gr.</i> <u>Obst-Angebot aus:</u> Biolog. Anbau x <i>ausschließlich BIO</i> Streuobstwiesen x <i>eigene</i> Intensivobstbau Eigene 30 % Zukauf 70 % <i>von deklarierten Bio-Betrieben</i> <u>Verarb.Menge (Rohware):</u> Ä.: 3000 kg -> <i>Chips</i> B.: 1000 kg -> <i>Spalten</i> Zw.: 1000 kg -> <i>halbiert, entsteint</i> Schwerpunkt: <i>Arzneikräuter in BIO-Qualität (ISO zertifiziert)</i> Neues Produkt: <i>Früchteriegel</i></p>

4.2.10. Konvektionstrockner in Containerausführung

Diese Großtrocknungsanlage in Containerbauweise mit vier aneinander gebauten Containern von jeweils 2 m Breite x 4 m Tiefe x 2,80 m Höhe ist in einer eigenen Halle untergebracht.

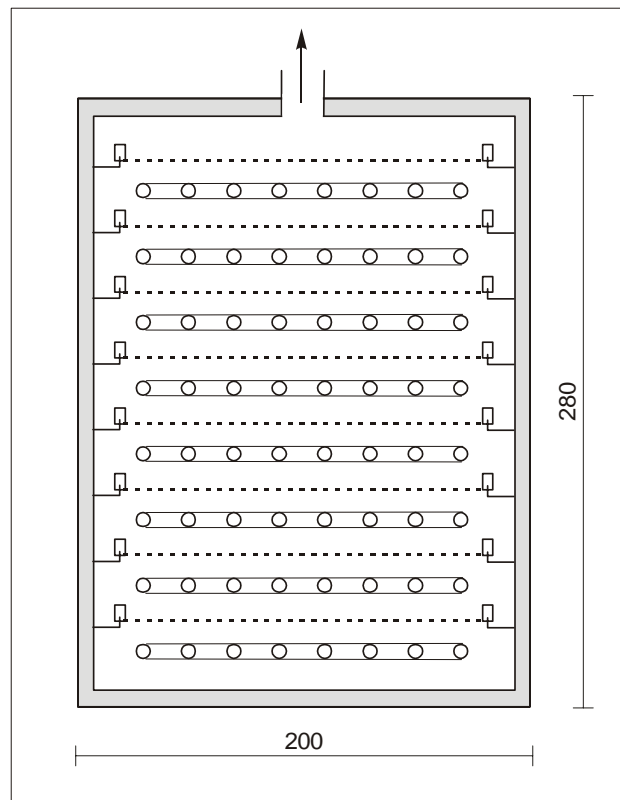


Abbildung 26: Skizze eines Konvektionstrockners in Containerbauweise

Die Container sind in Profilstahl-Konstruktion ausgeführt mit Wänden aus Isolierpaneelen. Die seitliche Profilstahl-Konstruktion trägt gleichzeitig die horizontalen Führungsschienen für die auf Rollen gelagerten Horden mit einer Breite von 1,7 m. Je Trocknungscontainer sind sieben Horden vorhanden, die jeweils mit etwa 200 kg Frischware beschickt werden und somit je Container eine Beschickungsmenge von 1400 kg ermöglicht. Über eine vorgesetzte Konstruktion von Führungsschienen sind die beweglichen Horden von einer Länge von 4 m herausziehbar und können so händisch beschickt und umgeschichtet werden.

Die ausgeführte Trocknungsanlage beruht auf einem firmeneigenen Patent, das die Heiz-Strahlungsflächen aus horizontalen Rohrschlangen versorgt, die jeweils zwischen zwei übereinander liegenden Horden angeordnet sind. Dabei werden die einzelnen Strahlungsflächen mit ihren Rohrschlangen von der Rückseite des Containers angespeist und von einer eigenen Hackschnitzelheizung mit einer Leistung von 150 kW versorgt. Um eine Trocknungstemperatur von 60 °C im Container zu erreichen, ist es notwendig die Hackschnitzelheizung mit einer Vorlauftemperatur von 100 - 110 °C zu betreiben.



Abbildung 27: Nebeneinander angeordnete Containertrockner für Birnen-Ganzfrüchte mit einer am Rollgestell herausgezogenen Horde

Die Anlage wird im quasi-kontinuierlichen Betrieb gefahren, das heißt, daß im Unterschied zu sonstigen Anlagen, die jeweils eine Charge komplett fertigtrocknen, in dieser Anlage täglich die einzelnen Horden ausgefahren werden. Dabei werden die fertig gedörrten Birnen am hinteren Ende der Horde entnommen, die volumenreduzierten vorgetrockneten Birnen in der Mitte zusammengeschoben und der damit vorne an der Horde freiwerdende Platz mit Frischware aufgefüllt. Dieser arbeitsintensive Beschickungs- und Entnahmeprozess erfordert zwei Personen mit je fünf Stunden zur täglichen Manipulation des Trockengutes. Durchschnittlich braucht die Trocknungsanlage zur Herstellung von essfertigen Dörrbirnen ($w=28\%$) aus Tafelbirnen in etwa 3 – 4 Tage, es können aber auch bei besonders groß ausgefallenen Tafelbirnensorten 4 – 5 Tage Verweilzeit im Trockner erforderlich sein.

Die Anlage wird ohne mechanischen Luftwechsel, d.h. ohne Ventilator, lediglich mit Ablüftung über Dach mittels Naturzug durch zwei Abluftrohre mit einem Durchmesser von DN150 für den jeweiligen Trocknungscontainer gefahren. Dazu kommt der Luftwechsel bei der kompletten Öffnung des Container-Fronttores während der täglichen Manipulation zur Teilentnahme und Nachfüllung.

Organisatorische Voraussetzung für den kontinuierlichen Betrieb einer Trocknungsanlage dieser Größenordnung, noch dazu durchgehend über einen Zeitraum von August weg bis Mai des darauffolgenden Jahres, ist der Aufbau einer Logistik aus einem Netzwerk von Produzenten und Obsthändlern sowie der Betrieb eines eigenen Kühllagers von 300 Tonnen zur Zwischenlagerung.

Die Realisierung einer Trocknungsanlage dieser Größenordnung setzt unternehmerisches Geschick und Investitionsbereitschaft voraus. Die Entwicklung der beschrie-

benen Großtrocknungsanlage, der Aufbau einer Versorgungslogistik und die Gewinnung neuer Absatzmärkte sind wesentliche Bestandteile davon.

<u>Anlagen-Typ:</u>	Konvektionstrockner in Containerausführung
<u>Physikalisches Tr.-Verfahren:</u>	<i>Konvektionstrockner mit quasi-kontinuierlicher Beschickung Heiz-Strahlungsflächen zwischen den Horden</i>
<u>Äußere Form:</u>	<i>4 Container (nebeneinander)</i>
<u>Bauweise/Material:</u>	<i>Profilstahl-Konstruktion mit Isolierpaneel Wänden</i>
<u>Maße (BxLxH):</u>	<i>2m x 4m x 2,80m je Container</i>
<u>Heizung:</u>	<i>Hackschnitzelheizung Fa.Hertz</i>
<u>Leistung:</u>	<i>..... 150 kW</i>
<u>Brennstoff:</u>	<i>Hackschnitzel</i>
<u>VL-Temp.:</u>	<i>..... 100-110°C</i>
<u>Br.st.Verbrauch/Charge:</u>	<i>N.N.</i>
<u>Ventilator/Lüfter:</u>	<i>- keiner, aber je 2 Abluftrohre (D 150) bis über Dach</i>
<u>Leistung:</u>	<i>..... kW</i>
<u>Luftdurchsatz :</u>	<i>..... m³/h</i>
<u>Trocknungstemp.:</u>	<i>..... 60°C</i>
<u>Horden:</u>	
<u>Bauweise:</u>	<i>Profilstahl-Rahmen auf Rollen, mit Holzlattenrost</i>
<u>Größe:</u>	<i>1,7 x 4,0 m lg.</i>
<u>Anzahl übereinander:</u>	<i>7 Stk.</i>
<u>Frischgewicht/Horde:</u>	<i>..... 200 kg</i>
<u>bei max. Hordenzahl:</u>	<i>.....xkg =1400 kg Frischware à 350 kg Trockenware (28% W)</i>
<u>Trocknungsdauer:</u>	<i>..... 3 Tage (bei Kletzenbirnen) 3-4 Tage (bei getr. Tafelbirnen essfertig)</i>
<u>bei Trocknungstemp.:</u>	<i>60°C</i>
<u>Umschichten + neue Rohware auffüllen:</u>	<i>täglich</i>
<u>Vorbehandlung mit Zitrus., SO_x, Dampf :</u>	<i>nein</i>
<u>Zeitaufwand:</u>	<i>2 Personen x 5h täglich (für 4 Container)</i>
<u>Endfeuchte – kontrolle:</u>	<i>nach Erfahrung</i>
<u>Lagerung:</u>	<i>Großkisten mit Abdeckfolie</i>
<u>Verpackung/Absackung:</u>	<i>300gr Packungen verschweisst (für Detailhandel) für Weiterverarbeiter Grosspackungen</i>
<u>Obst-Angebot aus:</u>	
<u>Biolog. Anbau</u>	<i>..... x -> deklarierte Ware</i>
<u>Streuobstwiesen</u>	<i>..... x -> Hirschbirnen -> Kletzen</i>
<u>Intensivobstbau</u>	<i>..... x -> Tafelbirnen für essfertig gedörrte (28% W)</i>
<u>Eigene</u>	<i>..... 10 %</i>
<u>Zukauf</u>	<i>..... 90 %</i>
<u>davon Streuobst</u>	<i>..... 20%</i>
<u>Verarb.Menge (Rohware):</u>	<i>450 to p.a. pro Trocknungsanlage (1.400 to p.a. in 3 Trocknungsanlagen der Dörrobstland GmbH) - Trocknungsperiode August – Mai nächsten Jahres -> Grundvoraussetzung dafür: eigenes Kühllager</i>
<u>Ä.:</u>	<i>..... N.N. -> Lohntrocknung auf Bandtrockner in Ungarn -> Spalten</i>
<u>B.:</u>	<i>..... 100 to -> Kletzen</i>
<u>B.:</u>	<i>..... 350 to -> gedörrte Tafelbirnen (Marke „Berni“)</i>

4.2.11. Industrieller Bandtrockner

Der hier vorgestellte Bandtrockner ist eine gebrauchte Trocknungsanlage aus der Lebensmittelindustrie in Deutschland und wurde vor etlichen Jahren vom heutigen Betreiber in der Oststeiermark aufgestellt, mehrmals verändert und umgebaut und zur Trocknung von Apfelspalten (Ringen) in Chips-Qualität eingesetzt.

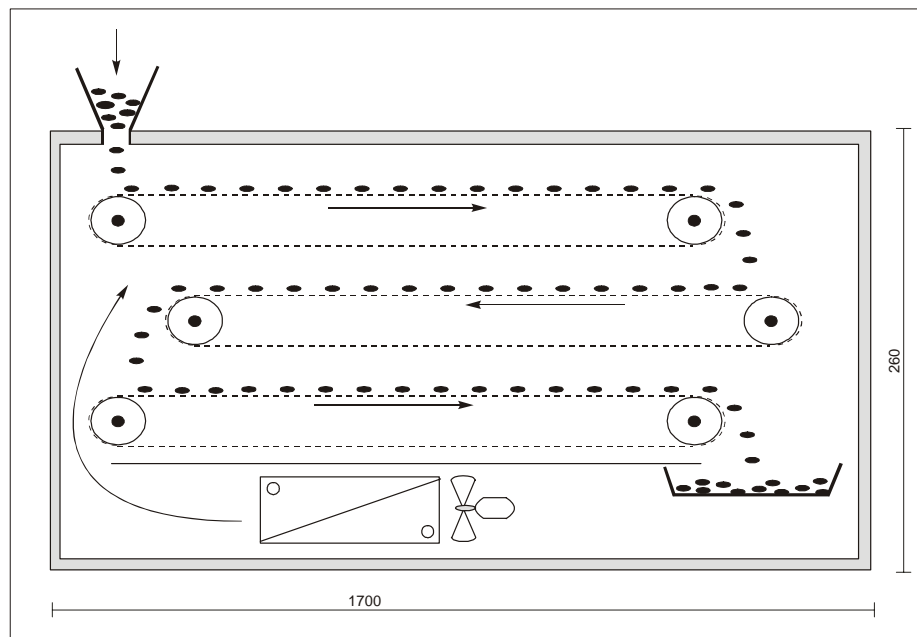


Abbildung 28: Skizze eines Bandtrockners

Der Trockner wird mit fünf übereinander angeordneten Bändern mit einer Breite von 2 m und einer Länge von jeweils 15 m betrieben. Im kontinuierlichen Trocknungsbetrieb sollte das zu trocknende Gut kontinuierlich beim obersten Band aufgegeben werden, und am Ende des Bandes auf das jeweilige darunterliegende Band fallen, das seine Laufrichtung in die Gegenrichtung orientiert hat. Die Bandgeschwindigkeit sollte dabei so eingestellt sein, daß die Verweildauer bis zum Ausschütten am Ende des letzten Bandes ausreichend ist für die Erreichung des erforderlichen Trocknungsgrades des jeweiligen Trockengutes.

Im praktischen Betrieb des Bandtrockners ist es trotz Umbauversuchen und nachträglicher eingebauter Drehzahlregulierung der Antriebsmotore nicht gelungen einen vollständig kontinuierlichen Betrieb für die Apfelspalten Trocknung einzustellen. De facto wird die Anlage in zwei Chargen pro Tag betrieben, mit einer Durchlaufzeit von jeweils fünf Stunden bis zu einer vollständigen Beladung der Bänder und einer anschließenden stehenden Nachtrocknung von nochmals fünf Stunden.

Die erzielte Verarbeitungsmenge liegt zur Zeit bei 400 kg Äpfel pro Charge. Bei üblicherweise zwei Chargen pro Tag ist eine tägliche Verarbeitungsmenge von 800 kg möglich. Eine jährliche Verarbeitungsmenge von 100 t Äpfel Frischware ist natürlich nur mehr als Betriebszweig zur Weiterverarbeitung bei einem Obsthändler mit entsprechender Kühllager-Einrichtung möglich.

Anlagen-Typ: *industrieller Bandtrockner*
Physikalisches Tr.-Verfahren: *Konvektionstrockner*
mit kontinuierlicher Materialzuführung
Äußere Form: *5 Bänder übereinander*
Bauweise/Material: *Container mit Isolierpaneelen*
Maße (BxLxH): *2,70m x 17m x 2,80m*
Heizung: *Hackschnitzelheizung*
Leistung: *90 kW + zusätzlicher Ölbrenner 60 kW*
Brennstoff: *Hackschnitzel (+ Heizöl zusätzlich)*
VL-Temp.: *110-120°C*
Br.st.Verbrauch/Charge: *N.N.*
Ventilator/Lüfter: *2 getrennte Lüfterkreisläufe (vorne / hinten)*
Leistung: *2 x je 3 Ventilatoren mit 0,6 kW*
Luftdurchsatz :..... *N.N. m³/h*
Trocknungstemp.: *65°C*
Horden:
Bauweise: *Nylon Endlosband*
Größe: *2m x 15 m lang*
Anzahl übereinander: *5 Stk.*
Bandgeschwindigkeit: *15 m/h*
Frischgewicht/Charge :*400 kg (geschnitten, geputzt)*
auf 5 Bändern: =*400 kg Frischware*
à40 kg Trockenware
Trocknungsdauer: *5+5 Std. (bei Apfel-Chips)*
bei Trocknungstemp.: *65°C*
Umschichten: *nein, nur abstellen und nachtrocknen*
Vorbehandlung mit ZitrS., SO_x , Dampf : *ja, - je nach Kundenwunsch*
Zeitaufwand waschen/Schneiden: *5 Std. (für vollständige Beschickung)*
Endfeuchte – kontrolle: *Bruch-trocken*
Zwischen-Lagerung: *in Kunststoffsäcken*
Verpackung/Absackung: *100gr., in Schutzatmosphäre verpackt*
Obst-Angebot aus:
Biolog. Anbau *x (Obsthandel)*
Streuobstwiesen
Intensivobstbau *x*
Eigene *0 %*
Zukauf *100 %*
Verarb.Menge (Rohware):
Ä.: *100 to -> Chips*
B.: *kg ->*

5. TECHNISCHE BEURTEILUNG BESTEHENDER TROCKNUNGSANLAGEN

5.1. VOLUMEN BZW. GRÖÖE DER TROCKNUNGSANLAGEN

Folgende unterschiedlichen Größen von Trocknungsanlagen finden sich in der Praxis:

Tabelle 6: Trocknungsanlagen nach ihren räumlichen Abmessungen

Typ	BxLxH	Vol.
	m	m ³
Traditionelle Mostviertler Dörrhaus	2,3x3,6x1,8	14,9
Verbessertes Mostviertler Dörrhaus	2,3x3,6x1,8	14,9
Durchströmungstrockner	0,6x0,6x1,2	0,43
Kasten-Umlufttrockner	0,85x1,1x1,4	1,37
Umluft-Trockenschrank	1,2x1,9x1,15	2,62
Begehbarer Umluft Trockenraum I	3,2x1,7x2,3	12,5
Begehbarer Umluft Trockenraum II	2,2x1,7x2,9	10,8
Container-Überströmrockner (Tr.)*	2,35x1,1x2,2	5,69
Container-Überströmrockner (ges.)*	2,35x4,0x2,2	20,68
Container-Konvektionstrockner	2,0x4,0x2,8	22,4
Bandrockner	2,7x17x2,6	119,3

*) bei Vergleich des Container-Überströmrockners mit den anderen Trocknerbauarten kann nicht nur das reine Trockenraumvolumen herangezogen werden, sondern auch Gesamtvolumen des relativ großen Wärmetauschers aus Niedertemperatur Konvektoren, der 3/4 des Gesamtvolumens des Containers ausmacht einbezogen werden, da auch bei den anderen Trocknertypen der Raum für die Wärmeerzeugung (wie zB. bei den Dörrhäusern) oder für den Wärmetauscher bei allen anderen mit inkludiert ist.

Beim Vergleich der ausgewählten Trocknungsanlagen ergeben sich drei typische Größenklassen, und zwar:

↓# <5 m³

↓# 10 – 20 m³

↓# >100 m³

Dabei ist das Volumen der Trocknungsanlage ein Maß für den umbauten Raum und damit auch ein Maß für die Baukosten.

5.2. FÜLLMENGE DER TROCKNUNGSANLAGEN

Die Füllmenge beschreibt die Menge an Rohware, die pro Charge in der Anlage Platz findet.

Tabelle 7: Füllmengen der untersuchten Dörranlagen

Typ	BxLxH	Vol.	Gew./Ch.
	m	m ³	kg
Traditionelle Mostviertler Dörrhaus	2,3x3,6x1,8	14,9	270
Verbessertes Mostviertler Dörrhaus	2,3x3,6x1,8	14,9	250
Durchströmungstrockner	0,6x0,6x1,2	0,43	25
Kasten-Umlufttrockner	0,85x1,1x1,4	1,37	100
Umluft-Trockenschrank	1,2x1,9x1,15	2,62	80
Begehbarer Umluft Trockenraum I	3,2x1,7x2,3	12,5	80
Begehbarer Umluft Trockenraum II	2,2x1,7x2,9	10,8	250
Container-Überströmtrockner (ges.)	2,35x4,0x2,2	20,68	300
Container-Konvektionstrockner*	2,0x4,0x2,8	22,4	1400
Bandtrockner	2,7x17x2,6	119,3	400

*) Der Container-Konvektionstrockner wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit nur mit einem einzigen Container zum Vergleich herangezogen wurde (in Wirklichkeit besteht die Trocknungsanlage aus vier solchen Containern), ähnlich wie beim Begehbaren Umluft-Trockenraum II, bei dem auch nur eine der beiden Trocknerzellen betrachtet wurde, weil sie in der Praxis auch geteilt betrieben werden können.

Bezüglich der Füllmenge, oder des möglichen Rohwarengewichtes pro Trocknungsvorgang (Charge) stellen sich drei typische Größenklassen heraus:

↓# <100 kg

↓# 200 – 400 kg

↓# >1000 kg

5.3. SPEZIFISCHE DICHTEN DER BEFÜLLUNG

Betrachtet man die Füllmenge/Charge bezogen auf das Volumen der Anlage so ergibt sich der Faktor Befüllsdichte.

Tabelle 8: Spezifische Dichte der Rohwarenmenge

Typ	BxLxH	Vol.	Gew./Ch.	Spez.Dichte
	(m)	(m ³)	(kg)	(kg/m ³)
Traditionelle Mostviertler Dörrhaus	2,3x3,6x1,8	14,9	270	18,12
Verbessertes Mostviertler Dörrhaus	2,3x3,6x1,8	14,9	250	16,78
Durchströmungstrockner	0,6x0,6x1,2	0,43	25	58,14
Kasten-Umlufttrockner	0,85x1,1x1,4	1,37	100	73,00
Umluft-Trockenschrank	1,2x1,9x1,15	2,62	80	30,53
Begehbarer Umluft Trockenraum I	3,2x1,7x2,3	12,5	80	6,40
Begehbarer Umluft Trockenraum II	2,2x1,7x2,9	10,8	250	23,15
Container-Überströmrockner (ges.)	2,35x4,0x2,2	20,68	300	14,51
Container-Konvektionstrockner	2,0x4,0x2,8	22,4	1400	62,50
Bandtrockner	2,7x17x2,6	119,3	400	3,35

Die Rohwarendichte oder das Frischgewicht bezogen auf das Trocknervolumen zeigt das Verhältnis von zu trocknender Rohware pro m³ aufzuheizendem Volumen der jeweiligen Trocknungsanlage. Die spezifische Rohwarendichte ist ein Maß für die Kompaktheit der jeweiligen Trocknungsanlage im Hinblick auf die Schichtung der Rohware.

5.4. TROCKNUNGSDAUER

Da die Trocknungsdauer nicht nur von der Bauart und der Betriebsweise der jeweiligen Trocknungsanlage abhängig ist, sondern ganz wesentlich von der Art, der Konsistenz und der Größe oder Vorkonditionierung der zu trocknenden Rohware abhängt, soll zumindest nach zwei Kategorien von Trockenwaren unterschieden werden; einerseits nach geschnittener Ware und andererseits nach Ganzfrüchten.

Tabelle 9: Trocknungsdauer von geschnittener Ware (Spalten)

Typ	Tr.-Dauer
	(h)
Durchströmungstrockner	12
Kasten-Umlufttrockner	12
Umluft-Trockenschrank	20
Begehbarer Umluft Trockenraum I	24
Begehbarer Umluft Trockenraum II	24
Container-Überströmrockner (ges.)	12
Bandrockner	10

Auffallend zeigt sich bei einer Gruppe von Trocknungsanlagen eine doppelt so hohe Trocknungsdauer als bei der Vergleichsgruppe. Bei Einbeziehung der technischen Beurteilung der jeweiligen Anlagen zeigt diese erstere Gruppe einen deutlichen Bedarf nach Optimierung des Trocknungsverfahrens.

Tabelle 10: Trocknungsdauer von ganzen Früchten (Kletzen, Birnen, Zwetschken)

Typ	Tr.-Dauer
	(h)
Traditionelle Mostviertler Dörrhaus	67
Verbessertes Mostviertler Dörrhaus	24
Umluft-Trockenschrank	67
Container-Überströmrockner (ges.)	24
Container-Konvektionstrockner	72

Noch deutlicher fällt der Unterschied der Trocknungsdauer bei Ganzfrüchten aus, wo bei zwei Typen von Trocknern die Trocknungsdauer bei Ganzfrüchten (nachweislich) im Bereich eines Tages liegt, während bei anderen Trocknertypen der dreifache Zeitaufwand zur Trocknung erforderlich ist.

Einen Sonderfall stellt dabei die Trocknung von Tafelbirnen zu eßfertigen „Softbirnen“ im Container-Konvektionstrockner dar, die bei Lieferung von besonders großfrüchtigen Sorten auch eine Trocknungszeit von 4 -5 Tagen erforderlich machen kann.

5.5. VERARBEITUNGSMENGE PRO ZEITEINHEIT

Gegenüber der reinen Zahl der Verarbeitungsmenge pro Charge oder der reinen Trocknungsdauer gibt der Quotient aus beiden ein Maß für die Leistung der jeweiligen Trocknungsanlage.

Tabelle 11: Leistung unterschiedlicher Trocknungsanlagen bei geschnittene Ware

Typ	Gew./Ch.	Tr.Dauer	Output
	(kg)	(h)	(kg/h)
Traditionelle Mostviertler Dörrhaus	270		
Verbessertes Mostviertler Dörrhaus	250		
Durchströmungstrockner	25	12	2,08
Kasten-Umlufttrockner	100	12	8,33
Umluft-Trockenschrank	80	20	4,00
Begehbarer Umluft Trockenraum I	80	24	3,33
Begehbarer Umluft Trockenraum II	250	24	10,42
Container-Überströmrockner (ges.)	300	12	25,00
Container-Konvektionstrockner	1400		
Bandrockner	400	10	40,00

Bei unterschiedlichem Gewicht/Charge und gleichzeitig unterschiedlicher Trocknungsdauer gibt der Quotient ein eindeutigeres Zahlenverhältnis. Beim Vergleich von Container-Überströmrockner und Bandrockner bei einem Unterschied im Fassungsvermögen von 300 zu 400 kg ergibt sich aufgrund der zusätzlich unterschiedlichen Trocknungsdauer ein Quotient von 25 zu 40.

Tabelle 12: Leistung unterschiedlicher Trocknungsanlagen bei Ganzfrüchten

Typ	Gew./Ch. (kg)	Tr.Dauer (h)	Output (kg/h)
Traditionelle Mostviertler Dörrhaus	270	67	4,03
Verbessertes Mostviertler Dörrhaus	250	24	10,42
Durchströmungstrockner	25		
Kasten-Umlufttrockner	100		
Umluft-Trockenschrank	80	67	1,19
Begehbarer Umluft Trockenraum I	80		
Begehbarer Umluft Trockenraum II	250		
Container-Überströmtrockner (ges.)	300	24	12,50
Container-Konvektionstrockner	1400	72	19,44
Bandrockner	400		

6. WIRTSCHAFTLICHKEIT DER TROCKNUNGSANLAGEN IN ÖSTERREICH

6.1. ABLAUF DER OBST- UND GEMÜSETROCKNUNG

6.1.1. Übersicht

Bei der Kombination von Trocknungsanlagen mit Bioenergieanlagen muss man grundsätzlich mit folgenden Prozessstufen bei der Planung rechnen: im Bereich der Anlieferung (Rampe, Lkw Entladezonen, ..) die Qualitätskontrolle (Menge, Zustand der Früchte, Temperatur, ..) und die Möglichkeit einer Zwischenlagerung. Bei schnell verderblichen Gütern, bei denen die Verarbeitungszeit der Lkw-Charge länger ist als die Haltbarkeit, muß für eine Kühlgelegenheit gesorgt werden. Diese kann auch durch den Lkw übernommen werden, sofern die Anlieferungsdistanz gering ist.

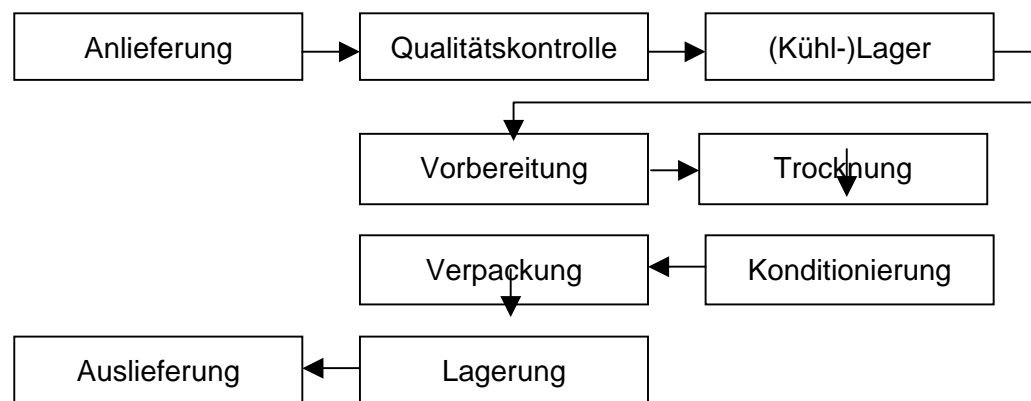


Abbildung 29: Produktionsablauf bei Trockenfrüchten

Die Vorbereitung zur Trocknung kann aus den Schritten schälen, entsteinen, waschen und konditionieren (schneiden, coat, extrudieren) bestehen. Vorbereitung, Trocknung, Konditionierung und Verpackung sollte bei größeren Anlagen kontinuierlich laufen. Die Konditionierung kann formgebend (stanzen, mahlen, clustern, ..), konservierend oder aromatisierend wirken. Die Verpackungsstraße (z.B. Schlauchabfüllanlage) schließt an die Konditionierung an. Nach der Verpackung sichert eine Lagermöglichkeit termingerechte Auslieferung.

Die Kernelemente der Trocknung, die nicht von der Stange gekauft werden können sind die Vorbereitung, die Trocknung und die Konditionierung. Auf diese Bereiche wird hier näher eingegangen.

6.1.2. Bereich Vorbereitung

Heute wird bereits eine breite Palette an Vorbereitungsmaschinen angeboten. Die verschiedenen Fruchttypen könnte man folgendermaßen nach den Arbeitsgängen kategorisieren:

1. entsteinen (Marille, Zwetschke, Pfirsich, Ringlotten, Pflaumen, Kirschen, u.ä.)
2. schneiden (Pilze, Tomaten, Feigen, Porre, Pfefferoni, u.ä.)
3. entsteinen und schneiden (Kletzen, Paprika, u.ä.)
4. entsteinen, schälen und schneiden (Apfel-, Birnenscheiben, u.ä.)
5. schälen und schneiden (Zwiebel, Schalotten, Karotten, Knoblauch, u.ä.)
6. abrebeln (Weintrauben, Ribisel, Holunder, u.ä.)

Bei der Konzeption der Vorbereitungsanlage ist darauf zu achten, inwieweit der Betrieb der Trocknungsanlage saisonal umgestellt werden soll. Viele Maschinen können flexibel mit verschiedenen Aufsätzen für verschiedene Früchte verwendet werden. Eine kombinierte Schäl-Entstein-Schneid-Maschine für Äpfel mit einer Kapazität von 500 kg/h kostet in etwa 0,11 Mio. EUR. Daraus resultierende Kosten bei dieser komplizierten Maschine ca. 0,17 EUR pro Kilogramm vorbereitetes Endprodukt bei guter Auslastung.

Auslegungsparameter

- ≠ Produktflexibilität (welche Früchte, wie viel); Umbauaufwand und Betriebssicherheit
- ≠ mögliche Arbeitsgänge (entsteinen, schälen, schneiden, rebeln)
- ≠ eventuell zusätzliche Vorkonditionierung (waschen, blanchieren, schwefeln, Sorbinsäure, etc.)
- ≠ Personalbedarf zur Qualitätskontrolle; Energiebedarf und Betriebskosten
- ≠ automatische Beschickung aus dem Lager ist zweckmäßig
- ≠ automatischer Austrag muß kombinierbar mit Trocknerbeschickung sein (hoher Austrag)
- ≠ die Produktionskapazität mit der Trocknungsanlage abstimmen

6.1.3. Bereich Trocknung

Wie bereits oben beschrieben beschränkt sich die Trocknungstechnik im Bereich großer Mengen an Früchten auf halbautomatische Horden- oder vollautomatische Bandtrockner. Bei der Konzeption der Trocknung sollte man beachten:

Auslegungsparameter

- ↓# Produktflexibilität (welche Früchte, wie viel Durchsatz, welche Formen); Betriebssicherheit

- ↓# mögliche Trocknungsgänge (vortrocknen, nachtrocknen, coaten, kühlen)
- ↓# Eintritts- und Endfeuchte, maximale Temperatur, Werkstoffqualität (i.d.R. Edelstahl), Schütthöhe, Hygieneanforderungen, Geschwindigkeitsprofil des Trocknungsgases, Dämmung und Gasdichte, Anzahl der Wendestufen, CIP System (Reinigungsmöglichkeit)
- ↓# Personalbedarf für Betrieb und Wartung; Energiebedarf und andere Betriebskosten
- ↓# automatische Beschickung aus der Vorbehandlung
- ↓# automatischer Austrag zum Konditionierer bzw. zur Verpackung

6.1.4. Bereich Konditionierung

Nicht alle Produkte müssen nach der Trocknung konditioniert werden. Wird die Form bereits durch die Vorbereitung fixiert und ist das Gut trocken genug, um ohne Konservierungsstoffe haltbar zu sein, entfällt die Konditionierung. Oftmals ist die Trocknung jedoch nur ein Verarbeitungsschritt, der durch andere Behandlungen gefolgt wird. Dazu zählen:

1. Formgebung: stanzen, mahlen, clustern (verkleben, pressen)
2. Konservierung: thermisch, chemisch (stofflich)
3. Aromatisierung: Zugabe von Geschmacksstoffen oder -verstärkern
4. Mischung: Beimengen anderer Bestandteile vor der Verpackung (z.B. Früchtemischung, Studentenfutter)

Auslegungsparameter

- ↓# Produktflexibilität (welche Früchte, Durchsatz); Umbauaufwand und Betriebssicherheit
- ↓# mögliche Arbeitsgänge (formen, konservieren, mischen, aromatisieren)
- ↓# Personalbedarf für Betrieb und Wartung; Energiebedarf und Betriebskosten
- ↓# automatische Beschickung aus der Trocknung
- ↓# automatischer Austrag zur Verpackung
- ↓# Sicherstellung der notwendigen Hygieneanforderungen/vorschriften (Reinigungsmöglichkeiten); Werkstoffgarantien

6.1.5. Zur Abgrenzung des Arbeitsprozesses in der Praxis

Bei der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit kommt dem Personalaufwand eine zentrale Bedeutung zu. Daher ist eine differenzierte Betrachtung nach Arbeitsschritten notwendig. Es zeigt sich, daß der größte Zeitaufwand bei der Herstellung von Apfelspalten bzw. Apfelingeln mit der manuellen Vorbereitung des Rohproduktes in Verbindung steht. 3,5 Std. Arbeitszeit werden als notwendiger Zeitaufwand für die händ-

dische Vorbereitung (waschen, entkernen, schneiden) von 25 kg Äpfel Rohware genannt. Geräte zur Mechanisierung dieser Arbeitsschritte der Obstaufbereitung ermöglichen eine deutliche Reduktion des Arbeitsaufwandes und stellen eine sinnvolle technische Innovation zur Rationalisierung des Arbeitsablaufes im Rahmen der Obsttrocknung dar.

Der Zeitaufwand bei ganzen Früchten, bei Kletzen und Zwetschken mit Stein, beschränkt sich demgegenüber auf das Vorreinigen der Rohware.

Der eigentliche Trocknungsprozess kann je nach Trocknungsverfahren, Anlagenausführung und Dicke/Größe des Trocknungsgutes bei geschnittenen oder halbierten Rohprodukten zwischen 12 und 24 Stunden betragen. Bei der Trocknung ganzer Früchte muß mit zwei bis eher drei Tagen gerechnet werden, wobei der tatsächliche Arbeitsaufwand sich auf die Beschickung der Horden mit Frischware, Kontrolle des Trocknungsablaufes und eventuell notwendige Umschichtungen, sowie das rechtzeitige Ausräumen des Trockengutes beschränkt.

Die für das Mostviertel typischen holzbeheizten Dörrhäuser sind ein Sonderfall, weil bedingt durch die traditionelle Bauweise und Ausführung ein besonders hoher Arbeitsaufwand nötig ist. Einerseits durch die händisch beschickte Feuerung, die mindestens alle vier bis sechs Stunden nachgelegt werden muß, andererseits bedingt die ausgeführte Strahlungsfläche über dem Feuerungsdom eine sehr ungleiche Temperaturverteilung im Trockenraum, die ein mehrmaliges Umschichten der Horden von unten nach oben oder hinten/vorne notwendig macht. Zusätzlich sind die traditionellen Horden relativ groß und entsprechend schwer, sodaß für Manipulationen und Umschichtung mindestens zwei Personen zur Verfügung stehen müssen.

Abpackung und Lagerung erfolgen im Anschluß an den Trocknungsprozeß und sind gerade in der Direktvermarktung ein nicht zu unterschätzender Kostenfaktor.

6.2. PREISE FÜR DÖRROBST

Bei den traditionellen Produkten „Kletzen“ und „Zwetschken - ganz mit Stein“ ergibt sich ein überraschend homogenes Preisbild. Dies läßt sich auch dadurch erklären, daß es sich bei diesen beiden Produkten um einen schon lange bestehenden Markt handelt, der sich im wesentlichen auf die Region des niederösterreichischen Mostviertels konzentriert. Bei den anderen Produkten sind jedoch, je nach Vermarktungsstrategie und regionaler Nachfrage, Preisunterschiede bis zum Zehnfachen und mehr möglich. Dies läßt unter anderem auf eine geringe Markttransparenz schließen.

Die nachstehende Abbildung zeigt die daraus ermittelten Durchschnittspreise österreichischer Produkte im Vergleich zu einigen Einzelpreisen von Importerzeugnissen, wie sie in Bioläden oder im Lebensmitteleinzelhandel erhoben wurden. Auch bei den Durchschnittspreisen bestehen deutliche Preisunterschiede zwischen traditionellem Dörrobst und Knabberobst. Die Importwarenpreise sind beispielhaft angeführt, wobei z.B. die italienischen Apfelringe preislich verhältnismäßig hoch liegen (bio). Würde man hier statt dessen ungarische Apfelringe aus konventioneller Produktion vergleichen, ergäbe sich ein unterschiedliches Bild.

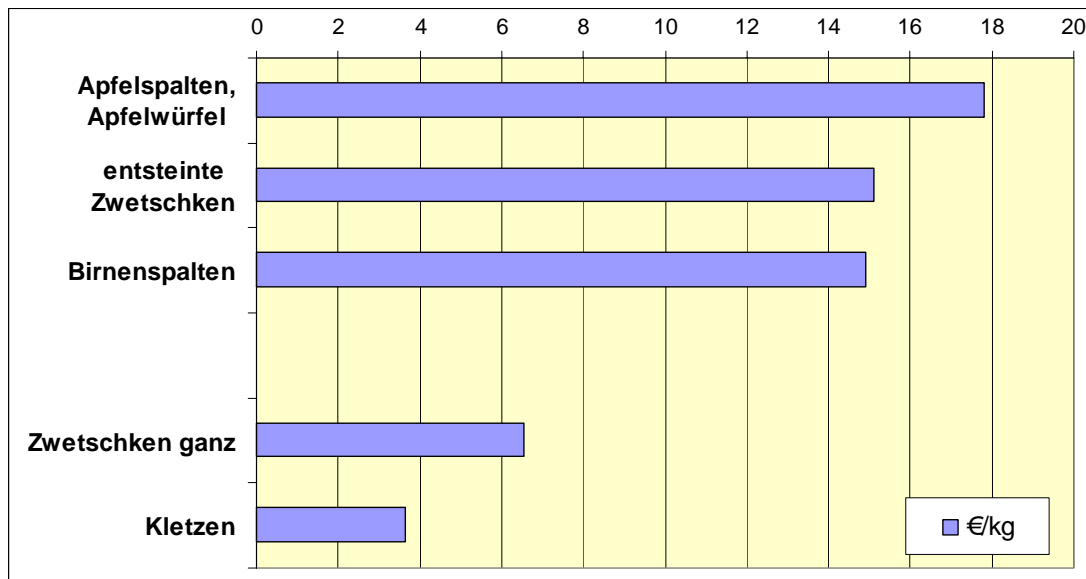


Abbildung 30: Netto Preise von Trockenfrüchten für den Endverbraucher (Stand 2003) in Österreich

Für eine zukünftige Marktaufbereitung lassen sich in Österreich mehrere **Zielgruppen** nennen:

- ↓# Wintersportler, Wanderer und Bergsteiger (Einheimische und Touristen)
- ↓# Kinder und Jugendliche (auch über Kindergärten und Schulen)
- ↓# gesundheitsbewusste Konsumenten (Bio- und Reformläden)
- ↓# Knabberware für Feste und Fernsehen
- ↓# (ev. Lohndörren für Direktvermarkter)

Allgemein könnte die gesundheitliche Bedeutung von österreichischem Dörrobst in Verbindung mit biologischen Streuobstbeständen durch die wirtschaftliche Nutzung sicherlich am besten vermarktet werden. Ob die Erwartungen der Konsumenten auch dauerhaft und überregional erfüllt werden können, ist bei der derzeitigen Erzeugungsstruktur allerdings fraglich. Hier könnten sich schnell Mengen- und Preisprobleme ergeben.

Direktvermarkter bewegen sich auch in einem teilweise „geschützten“ regionalen Markt mit vielen Stammkunden, für die neben dem eigentlichen Produkt auch andere Produkteigenschaften oder persönliche Verbindungen eine wichtige Kaufentscheidung darstellen. Solche Attribute fallen bei überregionaler Vermarktung weg, und es beginnt ein härterer Konkurrenzkampf, wo es z.B. bei Apfelspalten oder – ringen sicherlich schwer sein wird gegen italienische Großproduzenten qualitativ und preislich zu bestehen.

Als Richtpreise für den Markt geteilter Früchte können **15 EUR/kg** im Direktvertrieb und **4,5 EUR/kg** über den Handel gelten. Bei einem Rohwareneinsatz über 10.000 kg im Jahr wird der Direktvertrieb zunehmend schwierig und man konkurriert zunehmend mit anderen europäischen Anbietern. Für den Export kommen daher nur

mehr vollautomatische Bandtrockneranlagen in Frage, bei denen die Produktionskosten um 4 EUR/kg liegen (entspricht einem Produktvolumen von über 250 t/a).

Über spezielle Produktinnovationen (z.B. mit Honig und Zimt gecoatete Apfelringe, Bioobst) kann man durchaus mit 30 bis 60 % Erlöszuwachs rechnen. Hier ist der Markt erst im Entstehen und wird sich noch in den nächsten Jahren vergrößern.

6.3. QUALITÄTSANFORDERUNGEN

Die *österreichischen Erzeuger* können laut Aussage von Importeuren (vgl. ÖVAF, 2000) die im Handel geforderte gleich bleibende Qualität, kontinuierliche Belieferung und die großen geforderten Menge nicht erbringen. Bei Apfelspalten wird z.B. im konventionellen Handel ein Braunwerden nicht akzeptiert. Hier müssten die Spalten vor dem Dörren blanchiert oder in Zitronensäurelösung getaucht werden. Österreichische Erzeuger, die alle auf Konservierungsmittel verzichten, verwenden aber zum Großteil Apfelsorten, die beim Aufschneiden nicht so schnell braun werden.

Österreichisches Dörrobst wird im Normalfall stärker getrocknet als Importware und bleibt so auch ohne Konservierungsstoffe über längere Zeit haltbar. Gleichzeitig enthält das Produkt auch gegenüber importierter Ware weniger Wasser und damit mehr wertvolle Trockensubstanz. Im direkten Preisvergleich (mit Gewichtsangabe) verfälscht dies natürlich das Bild zu Ungunsten der österreichischen Erzeugnisse.

Importierte Trockenfrüchte sind zu einem überwiegenden Anteil geschwefelt (E 220) oder mittels Sorbinsäure (E 202) chemisch konserviert. Teilweise wird hier auch argumentiert, dass die Trockenfrüchte feuchter sind und daher einer chemischen Konservierung bedürfen. Ein Trend zu diesen so genannten „Soft“-Früchten, als nur teilweise getrocknete Importfrüchte ist klar erkennbar. Dies soll dem Wunsch des Konsumenten nach mehr Genuss entgegenkommen, wozu auch tropische Früchte in Mischungen ihren Beitrag leisten. Bei biologisch erzeugten Importprodukten gibt es ebenfalls Produkte ohne Konservierungsstoffe, die unter Schutzatmosphäre verpackt sind.

Trends

- ↓# Trend zu hochqualitativen Produkten und Gesundheit setzt sich im Hochpreissegment fort
- ↓# In Österreich verlieren die industriellen Nahrungsmittelerzeuger gegenüber den gewerblichen Produzenten. Der kulinarischen Bereich (Lebensmittel-Gewerbe) hat überdurchschnittliche Wachstumsraten (3,6 %).
- ↓# Standorte der Verarbeitung von Lebensmittel sind im Ländlichen Raum (teilweise) naturnah erhalten.

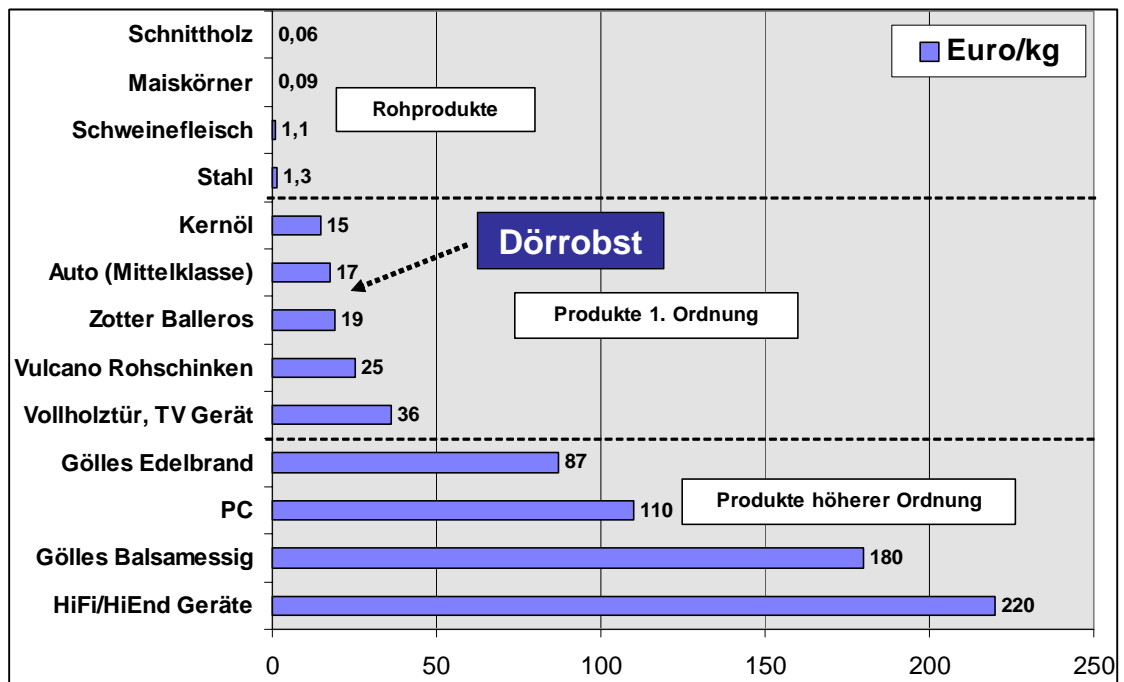


Abbildung 31: Endverbraucher Netto Preise pro Kilogramm für verschiedene Produkte (Stand 2003) in Österreich

- ↓# Dörrobst fällt als Verarbeitungsprodukt unter die „Produkte 1. Ordnung“, und hat dadurch die Basis, ins Hochpreissegment einzudringen.
- ↓# Konzentration des Einzelhandels stärkt dessen Verhandlungsmacht (Funktion der Mengen, des Absatzkanals und der Markenstärke). Für einzelne Produzenten bedeutet das einen schwieriger werdenden Stand.
- ↓# Die Verarbeitungstiefe geht in Richtung Edelprodukte und Convenience. Die preisliche Mitte fällt weg. Die Veränderung der Familienstrukturen (Berufstätigkeit der Frauen, Singlehaushalte, Seniorisierung der Bevölkerung) spiegeln sich in einem gesteigerten Außer-Haus-Verzehr (ca. 25 %) und der wachsenden Nachfrage nach Convenience-Produkten wider.
- ↓# Die kleinen Familien legen immer mehr Wert auf hochwertige Produkte. Einzelkinder werden als „Qualitätskind“ aufgezogen.
- ↓# Der Wellness und Körperkult verlangt nach Light-Food, Functional Food und Bio-Produkten.
- ↓# Das wachsende Informationsbedürfnis und der Wunsch nach Sicherheit (Skandale) verlangen eine exakte Produktdeklaration, ein TQM System sowie vertrauensvolle Verarbeitungslinien. Auch wenn dafür die Gesetze seit langem existieren und gelten, fehlt dazu die gute betriebliche Praxis. Gepaart mit der Besinnung auf traditionelle Werte wird die Herkunftsbeziehung (Region, Österreich) wieder wichtiger und trägt zum Image „solider Standort“ bei.

6.4. WIRTSCHAFTLICHE ANALYSE DER FALLBEISPIELE

In diesem Abschnitt sollen die verschiedenen, österreichischen Ansätze zur Obsttrocknung, die in Kapitel 4 beschreiben sind, untersucht werden. Die Wirtschaftlichkeit der Trocknung ist von der Bewertung der Energiekosten, den Anlageninvestitionen (Automatisierungsaufwand), den Personalkosten, der Betriebsart und ähnlichem abhängig. Es soll schrittweise untersucht werden, welche Parameter besonders wichtig bei der Umsetzung und im Betrieb sind.

Zunächst ein Blick auf die Wirtschaftlichkeit von traditionellen Dörrhäusern und Solartrocknern, wie sie im Selbstbau hergestellt und von einem Landwirt betrieben werden. Die Daten, wie verarbeitete Menge, Zeitraum, Rohstoffkosten, Füllmenge, Arbeitslohn und Menge an Endprodukt, sind der jeweiligen Tabelle zu entnehmen. Die Laufzeit stellt die „Abschreibung“ der Investition dar. Die Füllmenge das Frischgewicht einer Trockencharge. Alle EUR-Beträge sind netto, die Position RWU ist für Wartung, Instandhaltung und Reparaturen. Es wurden keine Verluste angenommen.

Traditionelles Holzbeheiztes Dörrhaus (Mostviertel)				
Basisdaten	<i>Kletzen und Zwetschken</i>			
<i>Jahresmenge</i>	2000	<i>kg Frisch</i>	<i>Arbeitskosten</i>	10 <i>EUR/h</i>
<i>Preis Rohware</i>	0,2	<i>EUR/kg</i>	<i>Trockendauer</i>	67 <i>h</i>
<i>Auslastung ca.</i>	24	<i>Tage/Jahr</i>	<i>Füllmenge</i>	250 <i>kg</i>
<i>Zinsen</i>	2%		<i>Chargen pro Jahr</i>	8 <i>#</i>
<i>Laufzeit</i>	50	<i>Jahre</i>	<i>Endprodukt</i>	640 <i>kg</i>
Investitionen				<i>EUR/a</i>
Trocknung		Investition	19.700 <i>EUR</i>	563
RWU	0,5%	von INV		99
Rohware				400
Energie	0,06	<i>EUR/kWh</i>	5,0 <i>KW</i>	330
Arbeit				
händische Vorbereitung	25,0	<i>kg/h</i>	waschen, auflegen	800
Wenden	4	<i>mal/d/2h</i>	24 <i>h/Charge</i>	1.920
Einsackeln	40	<i>kg/h</i>		160
Verpackung	0,2	<i>EUR/300g Sackerl inkl. Etikett</i>		426
Reinigung/Lagerung	10%	<i>der Arbeitszeit</i>		288
Gesamtkosten				4.986
Kosten pro kg Dörrobst			<i>EUR/kg</i>	7,79

Traditionelle Ware wird in der Regel um ca. 8 EUR pro Kilogramm vermarktet. Damit darf kaum Ausschlußware produziert werden. Der traditionelle Direktvermarkter verkauft damit seine Arbeitsleistung und seine Rohware, ohne Gewinn zu machen.

Verbessertes traditionelles Dörrhaus (Mostviertel)					
Basisdaten	<i>Kletzen und Zwetschken</i>				
Jahresmenge	3000	kg Frisch	Arbeitskosten	10	EUR/h
Preis Rohware	0,2	EUR/kg	Trockendauer	24	h
Auslastung ca.	12	Tage/Jahr	Füllmenge	250	kg
Zinsen	2%		Chargen pro Jahr	12	#
Laufzeit	50	Jahre	Endprodukt	960	kg
Investitionen					EUR/a
Trocknung		Investition	19.700	EUR	563
RWU	0,5%	von INV			99
Rohware					600
Heizenergie	0,06	EUR/kWh	5,0	KW	308
Strom	0,155	EUR/kWh	0,25	KW	11
Arbeit					
händische Vorbereitung	25,0	kg/h	waschen, auflegen		1.200
Wenden	2	mal/d/2h	4	h/Charge	480
Einsackeln	40	kg/h			240
Verpackung	0,2	EUR/300g Sackerl inkl. Etikett			639
Reinigung/Lagerung	10%	der Arbeitszeit			192
Gesamtkosten					4.332
Kosten pro kg Dörrobst				EUR/kg	4,51

Durch die bessere Wärmeverteilung kann im verbesserten Dörrhaus schneller und effektiver getrocknet werden. Große Einsparungen an Arbeit sind vor allem beim Wenden. Man erkennt, daß bei den angenommenen Preisen in der Direktvermarktung ein nicht unwesentlicher Deckungsbeitrag mit dieser Lösung erwirtschaftet werden kann.

Durchströmungstrockner					
Basisdaten	<i>Apfelspalten, Birnenspalten, halbe Zwetschken</i>				
Jahresmenge	4000	kg Frisch	Arbeitskosten	10	EUR/h
Preis Rohware	0,2	EUR/kg	Trockendauer	12	h
Auslastung ca.	90	Tage/Jahr	Chargen pro Jahr	160	#
Zinsen	3%		Füllmenge	25	kg
Laufzeit	10	Jahre	Endprodukt	480	kg
Investitionen					EUR/a
Trocknung		Investition	4.300	EUR	504
RWU	2%	von INV			86
Rohware					800
Hackschnitzel	0,06	EUR/kWh	3,0	KW	336
Strom	0,155	EUR/kWh	0,25	KW	74
Arbeit					
händische Vorbereitung	7,8	kg/h	waschen, schneiden, auflegen		5.120
Wenden	1	mal/d	0,5	h/Charge	800
Einsackeln	40	kg/h			120
Verpackung	0,14	EUR/100g Sackerl inkl. Etikett			672
Reinigung/Lagerung	10%	der Arbeitszeit			604
Gesamtkosten					9.116
Kosten pro kg Dörrobst				EUR/kg	18,99

Beim Fall des selbstgebauten Durchströmungstrockners werden hochwertige Apfelspalten getrocknet. Der Durchströmungstrockner ist an die hauseigene Hackschnitzelheizung angeschlossen. Die händische Vorbereitung ist besonders aufwendig. Es wird mit teurem Strom getrocknet und der Wert der Äpfel wird mit 0,2 EUR/kg Frischware angenommen. So entstehen die hohen Produktkosten von 19 EUR/kg. In diesem Beispiel machen die Kosten für die Arbeitszeit den Löwenanteil aus. Gefolgt von den Rohstoffkosten und zuletzt den Investitionen.

Kasten-Umlufttrockner					
Basisdaten	<i>Apfelspalten</i>				
<i>Jahresmenge</i>	10000	<i>kg Frisch</i>	<i>Arbeitskosten</i>	10	<i>EUR/h</i>
<i>Preis Rohware</i>	0,2	<i>EUR/kg</i>	<i>Trockendauer</i>	12	<i>h</i>
<i>Auslastung ca.</i>	50	<i>Tage/Jahr</i>	<i>Chargen pro Jahr</i>	100	<i>#</i>
<i>Zinsen</i>	3%		<i>Füllmenge</i>	100	<i>kg</i>
<i>Laufzeit</i>	10	<i>Jahre</i>	<i>Endprodukt</i>	1200	<i>kg</i>
Investitionen					<i>EUR/a</i>
Trocknung		Investition	5.350	EUR	627
RWU	2%	von INV			107
Rohware					2.000
Hackschnitzel	0,06	EUR/kWh	6,0	KW	810
Strom	0,155	EUR/kWh	0,35	KW	65
Arbeit					
teilmechanische Vorbereitung	20,0	kg/h	waschen, schneiden, auflegen		5.000
Wenden	0	mal/d	0 h/Charge		0
Ensackeln	40	kg/h			300
Verpackung	0,14	EUR/100g Sackerl inkl. Etikett			1.680
Reinigung/Lagerung	10%	der Arbeitszeit			530
Gesamtkosten					11.119
Kosten pro kg Dörrobst				EUR/kg	9,27

Durch eine teilmechanische Vorbereitung (und einen wendefreien Betrieb) kann im Beispiel Kasten-Umlufttrockner der Personalaufwand reduziert werden, um in die notwendige Preiskategorie zu kommen. Auch die höheren Produktmengen verbessern die Wirtschaftlichkeit durch die Anlagenauslastung. Bei dieser Variante können ca. 18 EUR/kg Produkt im Direktvertrieb Erlöst werden.



Abbildung 32: Der Arbeitsaufwand durch händisches Umschichten von Zwetschken kann nicht erwirtschaftet werden

Die zwei folgenden Beispiele dokumentieren einen Container-Überstromtrockner vom Typ Hohenheim. Die erste Berechnung simuliert den Realzustand mit solarunterstützter Hackschnitzelheizung. In der Trockenperiode können maximal 38 % der Äpfel solar getrocknet werden. Der Trockner ist strömungstechnisch sehr gut gebaut und erfordert dadurch nur in der Vorbereitung großen Personaleinsatz. Durch die teure Anlage (die auch zum Gewürztrocknen verwendet wird) sind die Produktionskosten jedoch eher hoch (teurer als beim Kastentrockner).

Im Folgenden wird ein theoretisches Beispiel gezeigt, wenn derselbe Trockner nur mit Biomasse betrieben wird, und wenn die Vorbereitung (auf Grund der hohen Menge von 18 Tonnen Frischobst im Jahr) über eine einfache Maschine mechanisiert wird. Mit dieser Maschine könnte sogar geschälte Ware sowie Spalten oder Ringe hergestellt werden.

Container-Überstromtrockner				mit 38% Solarwärme	
Basisdaten	<i>Apfelspalten</i>				
<i>Jahresmenge</i>	18.000	kg Frisch	<i>Arbeitskosten</i>	10	EUR/h
<i>Preis Rohware</i>	0,2	EUR/kg	<i>Trockendauer</i>	12	h
<i>Auslastung ca.</i>	30	Tage/Jahr	<i>Chargen pro Jahr</i>	60	#
<i>Zinsen</i>	3%		<i>Füllmenge</i>	300	kg
<i>Laufzeit</i>	15	Jahre	<i>Endprodukt</i>	2160	kg
Investitionen					EUR/a
Trocknung		Investition	72.600	EUR	6.081
RWU	2%	von INV			1.452
Rohware					3.600
Hackschnitzel (Rest Solar)	0,06	EUR/kWh	25,0	KW	675
Strom	0,155	EUR/kWh	1,2	KW	134
Arbeit					
teilmechanische Vorbereitung	20,0	kg/h	waschen, schneiden, auflegen		9.000
Wenden	0	mal/d	0 h/Charge		0
Einsackeln	40	kg/h			540
Verpackung	0,14	EUR/100g Sackerl inkl. Etikett			3.024
Reinigung/Lagerung	10%	der Arbeitszeit			954
Gesamtkosten					25.460
Kosten pro kg Dörrobst				EUR/kg	11,79

Container-Überstromtrockner				ohne Solar, mit mechanischer Vorbereitung	
Basisdaten	<i>Apfelspalten</i>				
<i>Jahresmenge</i>	18.000	kg Frisch	<i>Arbeitskosten</i>	10	EUR/h
<i>Preis Rohware</i>	0,2	EUR/kg	<i>Trockendauer</i>	12	h
<i>Auslastung ca.</i>	30	Tage/Jahr	<i>Chargen pro Jahr</i>	60	#
<i>Zinsen</i>	3%		<i>Füllmenge</i>	300	kg
<i>Laufzeit</i>	15	Jahre	<i>Endprodukt</i>	2160	kg
Investitionen					EUR/a
Trocknung		Investition	63.900	EUR	5.353
Schäl/Schneidmaschine		Investition	11.000	EUR	921
RWU	2%	von INV			1.260
Rohware					3.600
Hackschnitzel (Rest Solar)	0,06	EUR/kWh	25,0	KW	1.080
Strom	0,155	EUR/kWh	1,2	KW	141
Arbeit					
teilmechanische Vorbereitung	100	kg/h	waschen, schneiden, auflegen		1.800
Wenden	0	mal/d	0 h/Charge		0
Einsackeln	40	kg/h			540
Verpackung	0,14	EUR/100g Sackerl inkl. Etikett			3.024
Reinigung/Lagerung	10%	der Arbeitszeit			234
Gesamtkosten					17.953
Kosten pro kg Dörrobst				EUR/kg	8,31

Man erkennt deutlich die gestiegene Wirtschaftlichkeit durch Mechanisierung und Vereinfachung der Energieerzeugung.

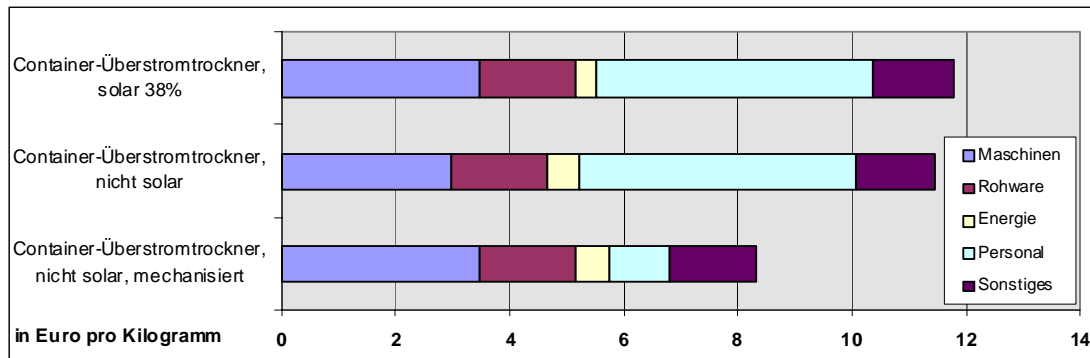


Abbildung 33: Vergleich der Netto-Produktionskosten bei einem Container-Überstromtrockner mit 38 % Solarenergieanteil, ohne Solarenergie und mit mechanisierter Vorbereitung der Ware (Apfeltrocknung)

In der Abbildung 33 sind die Kosten pro kg Trockenprodukt im Vergleich dargestellt: die Einsparung der Solaranlage bringt ca. 0,30 EUR/kg Verbilligung, die Umstellung auf mechanisierte Vorbereitung 3,50 EUR/kg. Dahingehend steigen die Energiekosten sowie die Anlagenkosten der Mechanisierung nur untergeordnet. Schon aus diesem Beispiel wird deutlich, daß an der Reduktion des Arbeitseinsatzes primär in der Vorbereitung gearbeitet werden muß, um wirtschaftlich produzieren zu können.

Container-Konvektionstrockner		3 Anlagen dieses Typs vorhanden	
Basisdaten	<i>Ganze Birnen</i>		
Jahresmenge	450.000 kg Frisch	Arbeitskosten	20 EUR/h
Preis Rohware	0,25 EUR/kg	Trockendauer	89 h
Auslastung ca.	260 Tage/Jahr	Chargen pro Jahr	64 #
Zinsen	3%	Füllmenge	7000 kg
Laufzeit	15 Jahre	Endprodukt	90000 kg
Investitionen			EUR/a
Trocknung, Halle	Investition	136.000 EUR	11.392
RWU	2% von INV		2.720
Rohware			112.500
Hackschnitzel	0,06 EUR/kWh	110,0 KW	37.677
Strom (Pumpen)	0,155 EUR/kWh	0,15 KW	122
Arbeit			
Vorbereitung	2 h/d	waschen, auflegen	9.514
Wenden	1 mal/d	8 h/d	38.057
Einsackeln	40 kg/h		45.000
Verpackung	0,2 EUR/300g Sackerl inkl. Etikett		60.000
Reinigung/Lagerung	10% der Arbeitszeit		9.257
Gesamtkosten			326.239
Kosten pro kg Dörrobst			EUR/kg 3,62

Dieses nächste Beispiel der Kletzentrocknung beinhaltet eine hohe Anlagenauslastung, eine geringe Vorbereitung und Rüstzeit, sowie einen konvektiven Luftstrom, der nur auf der Kaminwirkung beruht. Die entstehenden Kosten werden durch den Rohwareneinsatz und die Verpackung dominiert. Die Anlage arbeitet trotzdem wirt-

schaftlich und ermöglicht insbesondere bei Obst aus eigenem Anbau gute Erträge. Die hier beschriebene Anlage ist im Bereich Kletzen die größte und einzige dieser Art in Österreich.

Im Apfeltrocknenbereich befindet sich die größte Anlage in der Steiermark. Es ist ein gebrauchter Bandtrockner, auf dem in Lohnverarbeitung (und untergeordnet für die eigene Vermarktung) Apfelchips bzw. Würfel produziert werden.

Gebrauchter Bandtrockner				5 Bänder	
Basisdaten		Apfelchips			
Jahresmenge	120.000	kg Frisch	Arbeitskosten	20	EUR/h
Preis Rohware	0,15	EUR/kg	Trockendauer	9	h
Auslastung ca.	150	Tage/Jahr	Chargen pro Jahr	300	#
Zinsen	4%		Füllmenge	400	kg
Laufzeit	15	Jahre	Endprodukt	14400	kg
Investitionen				EUR/a	
Trocknung, Halle	gebraucht	Investition	122.600	EUR	11.027
RWU	3%	von INV			3.678
Rohware					18.000
Hackschnitzel	0,06	EUR/kWh	90,0	KW	9.720
Strom (Regelung, Ventilatoren)	0,155	EUR/kWh	3,5	KW	977
Arbeit					
teilmechanische Vorbereitung	100	kg/h	waschen, schneiden, auflegen		24.000
Einsackeln	40	kg/h			7.200
Verpackung	0,14	EUR/100g Sackerl inkl. Etikett			6.720
Reinigung/Lagerung	15%	der Arbeitszeit			4.680
Gesamtkosten					86.001
Kosten pro kg Dörrobst			EUR/kg		5,97

Die Auslastung der Anlage ist relativ nieder. Trotzdem kann minderwertiges Tafelobst mit einem guten Preis veredelt werden. Bei Produktmengen über 3 Tonnen pro Jahr ist man von der Menge her bereits mit der Konkurrenz am internationalen Markt konfrontiert, wo die Preise für konventionelle Ware unter 5 EUR/kg (für Großpackungen) liegen. Dies ist in Österreich nur mit einer sehr hohen Auslastung und geringen Personalkosten erreichbar. In der Realität kann man ca. 9 Monate im Jahr gute Trockenware produzieren. Dazu sind die Kühllhäuser der Erwerbsobstbauern eine notwendige Voraussetzung. Durch diese Vorratslagerung erhöht sich der Rohwarepreis für die Kalkulation um ca. 0,07 EUR/kg.

Für traditionelle Dörrohäuser und Kleinanlagen bedeutet eine Ausdehnung der Trocknungsperiode: die Investitionskosten verlieren praktisch ganz an Bedeutung, die Deckungsbeiträge für Äpfel (bzw. andere Früchte) und die geleistete Arbeit sind so hoch, daß fast ein ganzer Arbeitsplatz in der Landwirtschaft entstehen kann. Und dies auf einer Bodenfläche von einem Hektar. Die Zahlen bescheinigen eine durchaus lukrative Nische für einige Landwirte einer Region. (ca. 2 bis 4 Anbieter in einem Bezirk können davon in Form einer Nischenstrategie leben.

Als nächstes Beispiel zur Verdeutlichung der Wirtschaftlichkeit wurde angenommen, daß eine bäuerliche Gemeinschaft (ca. 20 Landwirte) in einen professionellen Hordentrockner investiert, der 300 kg Frischware in acht Stunden verarbeitet. Um

dentrockner investiert, der 300 kg Frischware in acht Stunden verarbeitet. Um den Vorbereitungsvorgang wirtschaftlicher zu gestalten wird eine halbautomatische Schäl- und Schneidmaschine verwendet. Es werden zwei Füllungen pro Tag vorgenommen, was 3.360 Jahresbetriebsstunden des Trockners entspricht. Die Rechnung ergibt ca. 6,7 EUR/kg an Produktionskosten bei 22,7 Tonnen Endprodukt im Jahr. Dieses kann, wieder auf die 20 Beteiligten an der Anlage aufgeteilt, direkt und mit gutem Deckungsbeitrag vermarktet werden.

Der Frischobstbedarf setzt eine Fläche zwischen 15 und 25 Hektar voraus. Die Investitionskosten betragen ca. 40.000 EUR. Es werden vier Arbeitsplätze in der Landwirtschaft dadurch erhalten. Der Wärmebedarf liegt bei ca. 40 KW (Hackschnitzel). Die Marktgröße dieser Anlage liegt bei 75.000 Kunden. Es ist anzunehmen, daß bei dieser Anlagengröße neben der Direktvermarktung auch andere Wege (wie Einzelhandel, Ketten) besritten werden müssen, in denen die Erlöse drastisch niedriger liegen, aber nach wie vor einen Beitrag zur Gesamtwirtschaftlichkeit liefern.

7. ÖKOLOGISCHE SPI-ANALYSE DER ÖSTERREICHISCHEN FALLBEISPIELE

Der Umweltdruck der verschiedenen Trocknerarten in Österreich wird in diesem Kapitel mit dem SPI berechnet. Der SPI (Sustainable Process Index, zu deutsch Ökologischer Fußabdruck) wurde seit 1991 an der TU Graz ab 1998 in der Privatwirtschaft konzeptiv und praktisch entwickelt. Der SPI ist eine hochaggregierte Maßzahl, die die ökologischen Auswirkungen (Stoff- und Energieströme) einer Anlage (eines Prozesses) auf der Basis von Fläche zusammenfasst. Durch diese Aggregation können Ressourceneinsatz (Rohstoffe, Energie) und Emissionen in Luft, Wasser und Boden in **einem** vergleichbaren Maß dargestellt werden. Seit 1998 ist der SPI™ als Marke (Österreichisches Patentamt AM 3103/98; Reg.Nr. 180 270) von C. Krotscheck geschützt.

Der SPI bewertet folgendermaßen: Der Ressourceneinsatz wird über Erneuerungsraten oder Erträge berechnet. Vom Menschen verursachte Emissionen werden mit natürlichen Flüssen verglichen. Das Umweltkompartiment Wasser, zum Beispiel, wird über den Niederschlag erneuert, der um die Transpiration verringert wird. Gleichzeitig werden über Grund- und Oberflächenwasser natürlich gelöste Stoffe abtransportiert. Niederschlag und Stofftransport sind in der Ökosphäre am einfachsten flächenbezogen darzustellen. Eine Emission einer Anlage in das Kompartiment Wasser wird im SPI-Konzept auf die natürliche Stromdichte referenziert, die durch den Wasserfluss pro m² in die Geosphäre, sowie durch die natürlichen Übergangsströme in das Kompartiment Wasser bestimmt wird. Die einem Massen- oder Energiestrom zugehörige Fläche (auch der Ökologische Fußabdruck genannt) einer Emission entspricht dem Areal, das die Ökosphäre zur Dissipation bzw. Degeneration eines Stromes gleicher Menge und Qualität benötigt.

Die Fähigkeiten des SPI machen ihn aus folgenden Gründen für die integrierte Systembewertung besonders vorteilhaft:

- ↓# integrierte Bewertung von Ressourcen (Äpfel, Birnen, Energieträger) und Emissionen (aus der Feuerung, Trocknung) auf einer Basis (Flächenbedarf, Ökologischer Fußabdruck); Erstellung der Schwachstellenmatrix erfolgt damit gleichzeitig ressourcen- und medienübergreifend
- ↓# einfache Adaption der Bewertungsbasis (Normalisierung der Daten über Erneuerungsraten und lokale, natürliche Konzentrationen) an lokale Gegebenheiten

Der SPI (bzw. der Ökologische Fußabdruck) wurde bereits in der Industrie (Papier-, Elektronik-, Grundstoff- und Baustoffindustrie, Energiesysteme, Abfallwirtschaft), in Land- und Forstwirtschaft sowie bei der Evaluierung von Verkehrssystemen eingesetzt (siehe dazu auch <http://vt.tu-graz.ac.at/spi/>). Die Einsatzfähigkeit für Standort- und Regionsbewertung, Ecodesign (Produkt-, Prozess- und Nutzenbewertung) und zur Quantifizierung und Operationalisierung des Umweltmanagements (nach EMAS) wurde in Projekten dargestellt (z.B. Dielacher, 1997).

Auch für diese Aufgabenstellung hat die Verwendung des SPI gegenüber anderen Bewertungsansätzen große Vorteile, da er die Relevanz der verschiedenen Schritte im Prozess, die vorgelagerten Ketten (Dieselgewinnung, Transport, Waldwirtschaft, Obstbau, Anlagenherstellung ..) und die nachgelagerten Schnittstellen (Emissionen,

Entsorgung) des Projektes berücksichtigen kann (über den gesamten Lebenszyklus). Der dadurch entstehende Überblick betrifft damit die Gesamtwirkung der Erzeugung von 1 kg getrocknetem Obst (oder Gemüse).

Der SPI hat die Grundeinheit [m²a]: dies bedeutet, dass ein Vorgang (ein Produkt, etc.) einen Quadratmeter (Erdoberfläche) exklusiv für ein Jahr in Anspruch nimmt. Im Sinne der Flächenkonkurrenz aller Vorgänge auf der Erde bedeutet das wiederum, dass Nachhaltigkeit insbesondere dann gegeben ist, je kleiner der Flächenbedarf ist. Vorgänge (Produkte, Prozesse) mit kleinem "Ökologischem Fußabdruck" sind für die nachhaltige Entwicklung besser geeignet als solche mit großem Fußabdruck. Um einen guten Überblick analog zu den Produktionskosten zu geben, wurde der SPI auch in Rohware, Energiearten, Personal und Anlagen/Wartung getrennt dargestellt.

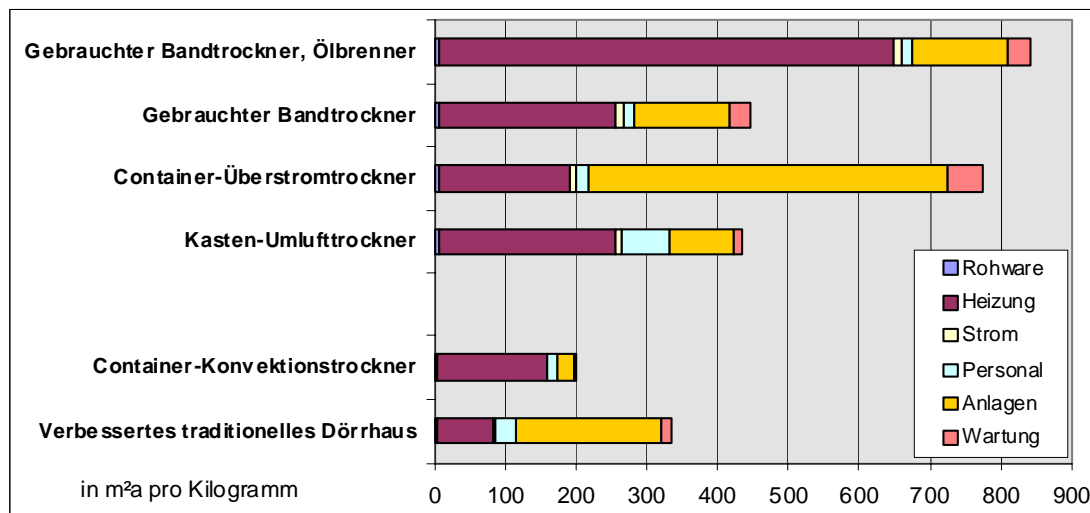


Abbildung 34: Ökologischer Fußabdruck (SPI in m²a pro Kilogramm Produkt) von Trockenfrüchten bei unterschiedlichen Herstellungsverfahren in Österreich

In der Abbildung ist wieder für wesentliche Trocknertypen in Österreich der Ökologische Fußabdruck nach Kategorien dargestellt. Rohware, Stromverbrauch und Personalaufwand sind in der Regel unbedeutend, außer bei der manuellen Vorbereitung (Kastentrockner). Der Unterschied zwischen Apfelstücken und Ganzfrüchten (Birne, Zwetschke) ist wie bei den Kosten hoch. Dafür sind die Unterschiede in den Gruppen geringer. Den Löwenanteil des SPI haben bei hoher Auslastung der Anlage die Heizenergie, bei niedriger Auslastung die Anlagen und deren Wartung.

Nachdem in Österreich vornehmlich regenerative Energien eingesetzt werden, wurde als Beispiel noch ein Bandrockner dargestellt, der mit Heizöl thermisch versorgt wird. Man erkennt, dass der SPI dadurch um fast 80 % steigt. Der Ökologische Fußabdruck der Heizung alleine wächst um 160 %. Der Einsatz von Hackschnitzel der landwirtschaftsnahen Produktionen als „eigener Energieträger“ zahlt sich ökologisch aus und ist auch wirtschaftliche kaum teurer. Inwieweit sich die Nutzung einer

Solaranlage günstig auf die ökologische Performance auswirkt zeigt das nächste Beispiel.

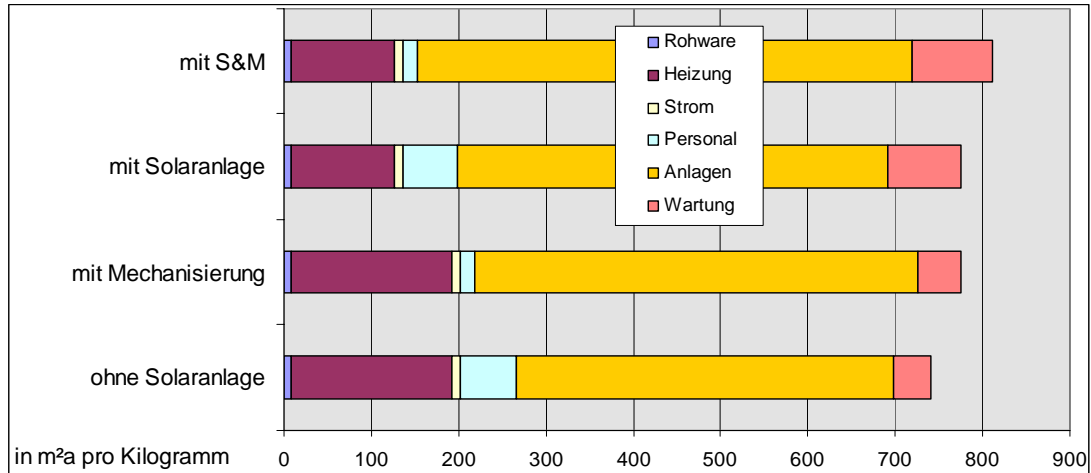


Abbildung 35: Ökologischer Fußabdruck (SPI in m²a pro Kilogramm Produkt) von Trockenfrüchten mit Solarenergieeinsatz

Hier wurde wieder der Container-Überstromtrockner (Hohenheim) zu Vergleichszwecken herangezogen. „Ohne Solaranlage“ wird 100 % der Energie über Hackschnitzel zugeführt. Die Mechanisierung erspart viel ökologischen Aufwand beim Personal, benötigt jedoch mehr Anlagen. Der Fußabdruck wird dadurch kaum besser. Beim Einsatz der Solaranlage (38% Deckungsgrad, vgl. oben) verringert sich der Fußabdruck für die Heizung. Der erhöhte Anlagenaufwand macht dies jedoch mehr als wett. Mitschuld bei dieser Wirkung ist der niedrige Nutzungsgrad der Solaranlage und der Bedarf einer „Ersatzheiztechnologie“. Erst bei 4-fach besserer Solaranlagennutzung würde sich der ökologische Effekt bezahlt machen.

In der Regel kann man daher für Österreich folgern, daß der Einsatz von Solaranlagen weder wirtschaftlich noch ökologisch sinnvoll ist. Es bleiben daher als Technologie für Kleinanlagen die Hackschnitzelheizung (ca. 22 m²a pro Kilowattstunde Fußabdruck) und für Großanlagen die Abwärmenutzung von Biogasanlagen (ca. 10 m²a pro Kilowattstunde) als ökonomische und ökologische Alternativen, wobei Abwärme klar zu bevorzugen ist.

8. ZUSAMMENFASSENDE EVALUIERUNG UND AUSWAHL EINER TECHNOLOGIESTRATEGIE

8.1. EVALUIERUNG MITTELS KENNDATEN

In der Übersicht sind die Kennwerte der verschiedenen Trocknungsanlagen nochmals zusammengefaßt. Dabei wurde eine Einteilung in drei Klassen vorgenommen. Dies soll eine zusammenfassende Beurteilung der drei wichtigsten Kriterien: technische Leistungsfähigkeit, Wirtschaftlichkeit und Ökologie ermöglichen. Andere Kriterien wie Energieaufwand oder Personaleinsatz wurden nicht gesondert bewertet, da sie sowohl in der Wirtschaftlichkeit als auch in der Ökologie berücksichtigt sind.

Tabelle 13: Zusammenfassende Evaluierung der Trocknungsanlagen

Effizienz	Durchsatz-Dichte	Wirtschaftlichkeit	Ökologie	Gesamt
Typ	kg/Rm ³ /h	EUR/kg	SPI/kg	
	Level TEC	Level EUR	Level ÖKO	Schnitt
Traditionelle Dörrhaus	3	2	3	2,7
Verbessertes Dörrhaus	1	2	2	1,7
Durchströmungstrockner	1	3	3	2,3
Kasten-Umlufttrockner	1	2	2	1,7
Umluft-Trockenschrank	2	2	2	2,0
Umluft-Trockenraum (Horden)	3	3	3	3,0
Umluft-Trockenraum (Wagen)	2	2	2	2,0
Container-Überströmtrockner	2	2	3	2,3
Konvektionstrockner Birnen	1	1	2	1,3
Gebrauchter Bandtrockner	3	1	2	2,0
Großgew. Bandtrockner, Biogas	1	1	2	1,3

1 Beste Bewertung; 2 Mittlere Bewertung; 3 Unterdurchschnittliche Bewertung

Alle Anlagen ausgenommen der Umluft-Trockenraum (mit Horden) werden mit erneuerbarer Energie versorgt. Dies kann daher heute bereits als Standard bei der Obsttrocknung bezeichnet werden.

Die Durchsatzdichte (Level TEC) drückt die Leistungsfähigkeit der Anlage bezogen auf einen Raummeter Trockenvolumen pro Stunde aus, d.h. daß trotz unterschiedlicher Größe ein Vergleich der Anlagen möglich wird. Diese Leistungsgröße leitet sich aus einer guten Trockenraumausnutzung durch eine günstige Anordnung der Horden einerseits und eine optimale Gestaltung der Luftführung und sich daraus ergebende kürzere Trocknungszeiten andererseits ab.

Wirtschaftlichkeit und Ökologie (Level EUR; Level ÖKÖ) wurden in den vorigen Kapiteln detailliert beschrieben und die Ergebnisse in die drei Klassen eingeteilt.

Am besten schneiden vier sehr unterschiedliche Trocknungsanlagen ab. Das verbesserte **Dörnhaus** kann durch kompakte Bauweise und kurze Trocknungszeit punkten. Wirtschaftlichkeit und Ökologie sind gekennzeichnet vom Einsatz von Biomasse und profitieren auch von der Durchsatzleistung.

Ebenfalls das Niveau von Note 1,7 erreicht der **Kasten-Umlufttrockner**. Mit nur 1,37 m³ Volumen können 100 kg Rohware pro Charge getrocknet werden. Somit ergibt sich trotz der relativen Kleinheit eine hohe Durchsatzleistung und in Kombination mit dem baulichen Aufwand eine gute Wirtschaftlichkeit und zusätzlich durch den Anschluß an die Biomasse-Heizung eine gute ökologische Bewertung.

Der **Konvektionstrockner** für Birnen weist ein sehr hohes Chargengewicht, trotz einem begrenzten Volumen von 22,4 m³, auf. Trotz langer Trockenzeit von 72 h (ganze Früchte) führt dies zu einer sehr guten Durchsatzleistung. Eine günstige Bauweise und ein hoher Jahresdurchsatz führen zu einer sehr guten Wirtschaftlichkeit. Die hohe ökologische Wertigkeit wird durch relativ geringen Materialeinsatz und geringen Bedarf an elektrischer Energie und Personal bezogen auf die Menge ermöglicht.

Der **großgewerbliche Bandtrockner** weist naturgemäß durch einen hohen Durchsatz bei guter Trockenraumausnutzung, sparsamem Energieeinsatz (Biogas) eine gute Bewertung auf. Bei Großanlagen (ab ca. 100 Tonnen Frischware im Jahr) wird die Zulieferung des Frischobstes jedoch ein wesentlicher ökologischer Druck.

Es zeigt sich deutlich, daß größere Anlagen, richtig gebaut, mit genügend Betriebsdauer besser zu bewerten sind. Trotzdem kommen das verbesserte Dörnhaus und der Kasten-Umlufttrockner bei weit geringeren Jahresmengen nahe an die Großanlagen heran.

8.2. STRATEGIEN FÜR DIE FÖRDERUNG DER DEHYDRATISIERUNGSTECHNOLOGIE IN ÖSTERREICH

Aus den Untersuchungen ergeben sich folgende sich ergänzende Strategievorschläge:

- ↓# Aktives Anbieten eines Beratungsprogrammes zur Verbesserung der bestehenden Anlagen
- ↓# Umsetzung einer Großanlage im Intensivobstgebiet mit Export der Produkte (3,000.000 kg Rohware); Forschungs- und Entwicklungsarbeit für kombinierte Trocknungstechnik für neuartige Produkte (z.B. Konvektionstrocknung mit Adsorptionstrocknung). Ergänzung des industriellen Standardtrockners durch eine wissenschaftlich geförderte Versuchsanlage zur Erzeugung besonderer Qualitäten (Crispseigenschaften, Aroma).

- ↓# Empfehlung zur Umsetzung mehrerer Kompaktanlagen für den mittleren Bereich im Streuobstgebiet (12.000 kg Rohware); Unterstützende Strategien zur Aufbereitung des Umfeldes für solche Kompaktanlagen
 - ↓# Sicherung der Menge und Qualität des Rohstoffes von Hochstämmen mittels Pflegeprogramm der Bestände, Mechanisierung der Ernte, Kooperationen in der Region
 - ↓# Einrichten von Kühllagerkapazitäten
 - ↓# Hilfestellung bei der regionalen Marktaufbereitung
- ↓# Organisatorische Entwicklung der Dörrobsterzeugung (Weiterbildung, Erfahrungsaustausch, etc.) z.B. Gründung einer Erzeugerorganisation
- ↓# Fachschulen als Kompetenzzentren: Einsatz einer professionellen Kompaktanlage als Demonstrationsanlage und für den überbetrieblichen Einsatz in Kombination mit einem Obstbearbeitungszentrum zur Rohstoffaufarbeitung; Angebot eines funktionierenden Selbstbausatzes für den Unterricht und als Experimentieranlage (für Schüler und Fortbildungskurse);

9. EMPFEHLUNGEN ZUR UMSETZUNG IN ÖSTERREICH

9.1. ANSÄTZE FÜR EIN BERATUNGSPROGRAMM

9.1.1. Optimierung der Trocknung in kleinen und mittleren dezentralen Anlagen

Die Untersuchungen an bestehenden Anlagen zur Dehydratisierung von Obst in Österreich zeigen verschiedenste Schwachstellen, die durch eine fachliche Beratung und Umbauten zumindest teilweise behoben werden könnten.

Trocknungsprozess optimieren

Die Optimierung des Trocknungsprozesses könnte mit relativ einfachen Mitteln der Temperaturkontrolle, Temperaturverteilung, Luftführung im Trocknungsraum, Abluft-rate der feuchten Luft, Luftfeuchte und Feuchtemessung am Trockengut erfolgen. Grundsätzlich müßte vorher jedoch zuerst einmal mit relativ einfachen Verfahren die Temperaturverteilung im Raum gemessen und analysiert werden, bevor Umbau-maßnahmen zur Optimierung unternommen werden.

Lufttemperatur: der Einfluss der Temperatur auf die Trocknungszeit ist sehr hoch. Auch über 70°C bis 85°C verkürzt sich die Trocknungsdauer wesentlich. Z.B. konnten Schnitten von 92 % auf 20 % Wassergehalt bei 70 °C in 5 Stunden und bei 85 °C in nur 4 Stunden getrocknet werden.

Luftgeschwindigkeit: die Bedeutung der Geschwindigkeit ist nur am Trocknungsbeginn für die Entfernung der oberflächigen Feuchte von Bedeutung. Danach ist der Trocknungsverlauf diffusionslimitiert, sodass die Gasgeschwindigkeit an der Oberfläche das Trocknungsergebnis kaum verändert.

Geometrie: Apfelscheiben trocknen rascher und gleichmäßiger als Apfelzwölfel. Durch die Veränderung der Dicke können die Diffusionswege des Dampfes verringert werden. Das hat einen großen Einfluss auf den Trocknungsverlauf.

Energieeffizienz steigern

Die Steigerung der Energieeffizienz beim traditionellen Dörrhaus könnte durch einen Umbau und Sanierung der jeweiligen Scheitholz-Heizung erfolgen. Insbesondere die Art der Luftführung sowie die Einstellung der Frischluft- und Abluftraten stellen zurzeit brach liegende Potentiale zur Steigerung der Effizienz der Trocknungsanlagen dar. Eine Wärmerückgewinnung aus der Abluft wäre über Gegenstrom-Luftwärmetauscher zur Vorwärmung der Frischluft besonders bei Großanlagen angebracht.

Einsatz erneuerbarer Energieträger bei bestehenden Anlagen

Eine Perspektive zum Betrieb der Dörranlage mittels Holz-Biomasse als Energieträger ist praktisch bei allen Systemen – außer den typischen kleinen Haus-

haltstrocknern und (elektrischen) Durchströmungstrocknern kleinerer Leistung – möglich, entweder durch Scheitholzbeheizung im traditionellen Mostviertler Dörrhaus oder Anbindung des Wärmetauschers von größeren Dörranlagen an den Vorlaufverteiler einer bestehenden Biomasse Zentralheizungsanlage, die entweder als Scheitholzheizung, wenn möglich mit Pufferspeicher, oder als automatisch beschickte Hackschnitzelheizung ausgeführt sein kann.

Die direkte Nutzung der Sonnenenergie ist im kleineren Maßstab über Warmluft Solartrockner – besonders für frühreifende Obstsorten und für Beerenobst Trocknung möglich, während in unseren Breiten zum Zeitpunkt der Haupternte von Äpfel, Birnen und Zwetschken die solare Einstrahlung nicht mehr ausreichend sein wird für eine zufriedenstellende solare Trocknung. Auch solare Tunneltrockner – für den Einsatz in südlichen Entwicklungsländern entworfen – können in unseren Breiten höchstens zur Trocknung von Kräutern eingesetzt werden.

Nutzung der Sonnenenergie ist aber sehr wohl über Kollektoren möglich, die ihren Wärmeertrag an einen Pufferspeicher abgeben, über den die Wärmetauscher der Trocknungsanlage gespeist werden. Wenn der solare Ertrag nicht ausreichend ist, kann der Pufferspeicher über die angeschlossene Biomasse Heizung, sowohl mit einer Stückholzheizung als auch mit einer automatischen Hackschnitzelheizung auf das erforderliche Temperaturniveau gebracht werden.

Erzeugung hoher Produktqualität

Die Erzeugung und Sicherung einer hohen Produktqualität ist eine der Grundvoraussetzungen für die erfolgreiche Vermarktung. Besonders beim Absatz eines größeren Erzeugers an Weiterverarbeiter, Großhändler oder Handelsketten ist eine wettbewerbsfähige Qualität notwendig. Neben Qualitätsanforderungen des Lebensmittelgesetzes sind auch Chancen bei der gezielten Deklaration der Produktion aus regionaler Herkunft, aus biologischem Anbau, oder der Verarbeitung ohne Konservierungsmittel besondere Beachtung zu schenken.

Hygienische Anforderungen

Grundsätzlich sollte den Erzeugern von Dörrobst bewußt sein, daß in ihren Trocknungsanlagen Lebensmittel erzeugt und verarbeitet werden und damit einschlägige Verordnungen zum Hygienestandard einzuhalten und sicherzustellen sind. Diese gelten für:

↓# Personen

↓# Arbeitsräume, Anlagen und Lager

↓# Produkte

In allen drei Bereichen bestehen in der Praxis große Mängel.

Mechanisierung und Hilfsgeräte

Wie bereits erwähnt stellt die Rohwaren-Vorbereitung für geschnittene und entsteinete Trockenprodukte den größten Arbeitszeitaufwand – und damit den größten einzelnen Kostenfaktor in der Herstellung von Apfelspalten oder Apfelingeln dar. Hilfsgeräte in unterschiedlichster Ausführung werden am Markt angeboten, oder wurden von Erzeugern selbst entwickelt und gebaut. Ein mögliches halbautomatisches Apfelmehlbearbeitungszentrum wird aufgrund seiner Anschaffungskosten jedoch nur für Trocknungsanlagen mit sehr guter Auslastung wirtschaftlich sinnvoll sein.

Spielraum für Eigenleistungen

Praktisch in allen Teilbereichen einer Trocknungsanlage besteht die grundsätzliche Möglichkeit zur Einbringung von Eigenleistungen bis hin zum kompletten Selbstbau von großen Trocknungsanlagen – immer unter der Voraussetzung des notwendigen handwerklichen Geschicks und des entsprechenden know how der Trocknungstechnik. Auffallend ist dabei, daß bestehende Trocknungsanlagen weniger am handwerklichen Geschick, sondern eher an mangelnder technischer Konzeption der anzuwendenden Trocknungstechnik leiden.

9.1.2. Festgestellte Technische Mängel der Anlagen

Zusammengefaßt lassen sich die wichtigsten technischen Mängel bei den untersuchten Trocknungsanlagen kurz darlegen:

↓# unkontrollierte Strömungsverhältnisse im Trockenraum

- ↓# ungleichmäßige Temperatur-Verteilung im Trockenraum
- ↓# unkontrollierte Zu- und Abluftmengen und vereinzelt eine schlechte Feuchteabführung.
- ↓# Keine Kontrolle (Messung) der Temperaturverteilung im Trockenraum (bestenfalls ein Kreiszeigerthermometer mit +/- 10% Messtoleranz)
- ↓# Keine Feuchtemessung
- ↓# eine Hordenanordnung und Trocknerkonstruktion die zu einer schlechten Trockenraumausnutzung führt.
- ↓# ein hoher händischer Arbeitsaufwand bei der Vorbereitung der Rohware (Mangel an technischen Hilfsmitteln für geschnittene Ware).
- ↓# Teilweise nicht ausreichende Wärmedämmung

9.1.3. Beispiele umgesetzter Innovationen bei bestehenden Trocknungsanlagen

Beispiele umgesetzter Innovationen bei bestehenden Trocknungsanlagen lassen sich nicht nur im Bereich Trocknungstechnik finden. Gesammelt wurden auch gute Beispiele für Produktinnovationen sowie organisatorische Innovationen. Diese erhebenen Innovationen bilden auch neben der Behebung der technischen Mängel die Grundausstattung eines Beratungsprogrammes. Nachstehend werden diese exemplarisch angeführt.

Beispiele Technischer Innovationen

- ↓# Händischer Apfelstecher und Spaltenteiler
- ↓# Hydraulischer Apfelstecher und Spaltenteiler
- ↓# Motorgetriebener Scheibenschneider
- ↓# Apfel-Bearbeitungszentrum (all in one)
- ↓# Motorgetriebener Zwetschken-Halbierer und -Entsteiner
- ↓# Großtrocknungsanlage in Containerbauweise (Patent)
- ↓# Verpackung in Schutzatmosphäre (für Apfel-Chips)

Beispiele von Produktinnovationen

- ↓# Apfel-Chips (Cracker)
- ↓# Dörrobst-Pralinen
- ↓# Dörrobst-Müsliriegel
- ↓# ein reiner Dörrobstriegel
- ↓# Dörrobst-Likör

- ↓# gedörrte Tafelbirnen eßfertig, verpackt.
- ↓# Kletzen vorgeschnitten (für Weiterverarbeiter)
- ↓# getrocknete Quittenspalten als Grundstoff für Fruchtetee-Hersteller
- ↓# Dörrobst geschnitten als Müsliriegel-Bestandteil

Organisatorische Innovationen

- ↓# gezielte Ausweitung auf zusätzliche Trocknungsprodukte
- ↓# überbetriebliche Lohn Trocknung
- ↓# Rohstoffzukauf zur besseren Trocknerauslastung
- ↓# Verlängerung der Trocknungssaison durch (eigenes) Kühllager
- ↓# Trocknung als Verarbeitungssparte im Obstlager und -Handelsbetrieb.
- ↓# Logistik zum kontinuierlichen Zukauf und Anlieferung aussortierter zweiten Qualität

9.2. KONVEKTIONS-UMLUFTTROCKNER ALS KOMPAKTANLAGE FÜR DEN MITTLEREN BEREICH

9.2.1. Erzeugerrecherche für Kompaktanlagen

Es wurden mehrere ausgewählte Firmen angeschrieben und mit folgenden Spezifikationen um ein Angebot ersucht:

Typ: Konvektionstrockner mit Horden für Apfelscheiben (ca. 4mm)

- ↓# Kompletgerät mit Horden und allem notwendigem Zubehör
- ↓# Frischobst pro Charge: 100 kg
- ↓# Trocknungszeit von 4 mm Scheiben unter 12 Stunden (bei ca. 70 °C Trocknungstemperatur)
- ↓# Hordenfläche ca. 25 m²
- ↓# Fahrbare Hordenwagen; zweites Hordenwagenset (für schnelle Wiederbefüllung, um Zeitverlust über abräumen und befüllen zu vermeiden)
- ↓# Steuerung: Temperatur, Chargen-Zeit, Abluftrate (ev. Feuchte)
- ↓# Wärmeenergiezufuhr: Heißwasser (1 Zoll Vor- und Rücklauf, Vorlauftemperatur max. 92 °C)

Zusatzoptionen:

- ↓# Teilautomatische Vorbereitung mit Schälvorrichtung, Scheibenschneider, Ausstecher (für ca. 50kg fertige Ware zum Auflegen pro Stunde)
- ↓# Trockner mit 300 kg Chargengröße (statt 100 kg)

Von vier Firmen wurden konkrete Angaben gemacht, die in der folgenden Tabelle zusammengefaßt sind:

	100 kg/Ch.	300 kg/Ch.
Firma	EUR/m ²	EUR/m ²
A	800	634
B	1155	k.A.
C	1036	889
D (Vakuum)	1429	k.A.

Tabelle 14: Investitionskosten von Trocknern pro m² Hordenfläche

Etwa 25 m² genügen für eine Charge von 100 kg Apfelspalten (gutes Ergebnis). Die Anlage der Firma A wurden auch den bisherigen Kalkulationen zugrunde gelegt.

Apfelverarbeitungszentren werden zwischen 4 und 9.500 EUR inklusive Zubehör angeboten und reichen von einfachen Hilfsmitteln bis zur selbstständigen Verarbeitung der Rohware.

Einige Anbieter bieten Besonderheiten, die je nach Einsatz der Trocknungsanlage wichtig sein können und daher im Einzelfall zu berücksichtigen sind. Dazu gehören:

- ↓# hohe Luftgeschwindigkeiten
- ↓# Luftleitbleche, geringer bzw. variabler Hordenabstand
- ↓# zweiphasige Steuerung für Nachrocknung (Feuchteausgleich, Umluft)
- ↓# Steuerung mit Feuchte- und Temperaturmessung
- ↓# große Auflage/Hordenfläche, leichte Holzhorden (kein ankleben, geringes Gewicht)
- ↓# gleichmäßige Trocknung
- ↓# Option: Luftentfeuchter für Sommerbetrieb; Wärmerückgewinnung im Entfeuchter

9.2.2. Wirtschaftlichkeit von Kompaktanlagen bei steigenden Mengen

Wie die derzeitigen Erzeugerstrukturen zeigen gibt es auch für kleine und mittlere Anlagen Chancen auf eine erfolgreiche regional ausgerichtete Produktion. In Gebieten mit Streuobst und einem zersplitterten Rohwarenangebot fehlt die Angebotsdichte für eine Großanlage.

Außerdem findet sich oft eine regionale Vielfalt an landwirtschaftlichen Produkten in Kombination mit Direktvermarktung und einer attraktiven Landschaft, die für einen Berg-, Fahrrad- oder Wandertourismus die Kulisse bietet. Somit läßt sich die Dehydratisierung von Kern- und Steinobst gut integrieren.

Die Größenordnung von 12.000 kg Rohware pro Jahr ist als Beispiel so gewählt, daß eine akzeptable Kostendegression auftritt. . Die Menge ist vom Arbeitsaufwand auch noch von mehreren Personen über drei Monate an Abenden zu bewältigen (62 h/Monat). Je nach organisatorischer Einbettung der Anlage kann die Rohware noch von einem großen Streuobstbetrieb selbst aufgebracht oder durch eine erweiterte Zusammenarbeit bereitgestellt werden.

Anschließend soll die Berechnung auf Basis von 72.000 kg zeigen, wie sich die Wirtschaftlichkeit mit zunehmender Größenordnung verbessert. Für diese Variante ist ein Kühllager notwendig, womit die Trocknungssaison auf fünf Monate erweitert werden kann. Kühllager sind im Streuobstbereich nicht üblich und nur für Tafelobst notwendig.

Die Wirtschaftlichkeit ist bereits bei 12.000 kg Ausgangsmenge mit knapp 8 EUR/kg gegeben. Für die Investition wird eine Trocknungsanlage und ein teilmechanische Vorbereitung mit Gesamtinvestitionen von 29.500 EUR vorgesehen. Größter Kostenpunkt ist die Rohware.

Konvektions-Umlufttrockner					
Basisdaten	Apfelspalten, 4mm				
Jahresmenge	12.000	kg Frisch	Arbeitskosten	10	EUR/h
Preis Rohware	0,2	EUR/kg	Trockendauer	12	h
Auslastung ca.	60	Tage/Jahr	Chargen pro Jahr	120	#
Zinssatz intern	3%		Füllmenge	100	kg
Laufzeit	10	Jahre	Endprodukt	1.440	kg
Investitionen					EUR/a
Trocknung		Investition	20.200	EUR	2.368
Schäl/Schneidmaschine		Investition	9.300	EUR	1.090
RWU	3%	von INV			885
Rohware					2.400
Hackschnitzel	0,06	EUR/kWh	8,5	KW	720
Strom	0,155	EUR/kWh	0,4	KW	74
Arbeit					
teilmechanische Vorbereitung	90	kg/h	waschen, schneiden, auflegen		1.333
Einsackeln	40	kg/h			360
Verpackung	0,14	EUR/100g Sackerl inkl. Etikett			2.016
Reinigung/Lagerung	10%	der Arbeitszeit			169
Gesamtkosten					11.416
Kosten pro kg Dörrobst				EUR/kg	7,93

Tabelle 15: Konvektions-Trocknung im Streuobstgebiet für 12.000 kg Frischobst im Jahr

Konvektions-Umlufttrockner					
Basisdaten	Apfelspalten, 4mm				
Jahresmenge	72.000	kg Frisch	Arbeitskosten	10	EUR/h
Preis Rohware	0,22	EUR/kg	Trockendauer	12	h
Auslastung ca.	120	Tage/Jahr	Chargen pro Jahr	240	#
Zinssatz intern	3%		Füllmenge	300	kg
Laufzeit	10	Jahre	Endprodukt	8.640	kg
Investitionen					EUR/a
Trocknung		Investition	47.900	EUR	5.615
Schäl/Schneidmaschine		Investition	9.300	EUR	1.090
RWU	3%	von INV			1.716
Rohware					15.840
Hackschnitzel	0,06	EUR/kWh	25	KW	4.320
Strom	0,155	EUR/kWh	1,2	KW	446
Arbeit					
teilmechanische Vorbereitung	90	kg/h	waschen, schneiden, auflegen		8.000
Einsackeln	40	kg/h			2.160
Verpackung	0,14	EUR/100g Sackerl inkl. Etikett			12.096
Reinigung/Lagerung	10%	der Arbeitszeit			1.016
Gesamtkosten					52.300
Kosten pro kg Dörrobst				EUR/kg	6,05

Tabelle 16: Konvektions-Trocknung im Streuobstgebiet für 72.000 kg Frischobst im Jahr

Mit der Mengensteigerung verbessern sich die Stückkosten noch einmal um ca. 25 %. Der Arbeitseinsatz steigt auf 224 h pro Monat.

Die Vermarktung der über 8.000 kg Endprodukt stellt bereits hohe Anforderungen an die Erzeuger.

Vergleichend soll noch das Beispiel eines Vakuumtrockners (vgl. Kapitel 3.4) dargestellt werden. Dieser schafft in den 120 Betriebstagen (wie oben) etwa 6.000 kg Rohware. Auf die besonderen Qualitätseigenschaften des Trocknungsproduktes wurde bereits verwiesen.

Konvektions-Umlufttrockner	Vakuumtrockner		
Basisdaten	<i>Apfelspalten, 4mm</i>		
Jahresmenge	6.000 kg Frisch	Arbeitskosten	10 EUR/h
Preis Rohware	0,2 EUR/kg	Trockendauer	24 h
Auslastung ca.	120 Tage/Jahr	Chargen pro Jahr	120 #
Zinssatz intern	3%	Füllmenge	50 kg
Laufzeit	10 Jahre	Endprodukt	720 kg
Investitionen			EUR/a
Trocknung	Investition	20.000 EUR	2.345
Schäl/Schneidmaschine	Investition	9.300 EUR	1.090
RWU	3% von INV		879
Rohware			1.200
Hackschnitzel	0,06 EUR/kWh	8,5 KW	108
Strom	0,155 EUR/kWh	0,40 KW	74
Arbeit			
teilmechanische Vorbereitung	90 kg/h	waschen, schneiden, auflegen	667
Einsackeln	40 kg/h		180
Verpackung	0,14 EUR/100g Sackerl inkl. Etikett		1.008
Reinigung/Lagerung	10% der Arbeitszeit		85
Gesamtkosten			7.636
Kosten pro kg Dörrobst		EUR/kg	10,60

Tabelle 17: Vakuum-Trocknung im Streuobstgebiet für 6.000 kg Frischobst im Jahr

Die Herstellungskosten sind mit 10,60 EUR/kg etwas höher als bei den obigen Konvektionstrockner, aber noch akzeptabel.

Die folgende Graphik zeigt den Einfluß einer längeren Betriebszeit auf die Herstellungskosten.

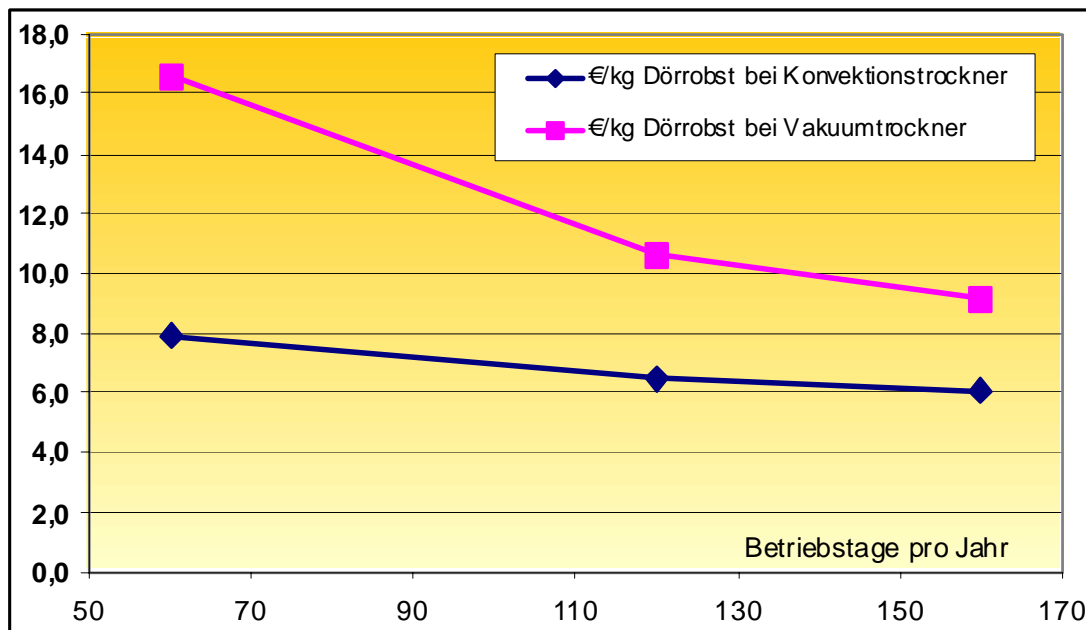


Abbildung 36: Herstellungskostenvergleich von Konvektions- und Vakuumtrockner bezogen auf kg Produkt und Betriebstage im Jahr

Beim aufwendigeren Vakuumtrockner wirkt sich die Ausweitung der Betriebstage (= Mengenerhöhung) markanter aus. Bei etwa 120 Tagen kommt es zu einem deutlich flacheren Verlauf der Kurve. Ablesbar ist in der Graphik auch die Preisspanne in der wir uns bei mittleren Kompaktrockner bewegen.

9.3. MODELL EINER GROßANLAGE FÜR DIE STEIERMARK MIT BIOGASKOPPELUNG

Auf Grund des Biogasbooms in der Süd-Oststeiermark und der immer größeren Mengen an verfügbarer Abwärme, aber auch wegen steigender Qualitäts- und Hygieneanforderungen, wird derzeit die Projektierung einer Großtrocknungsanlage in Kombination mit einer modernen Biogasanlage im Steirischen Vulkanland überlegt. Aus diesem Grund, und um die Grenzen der ökonomischen und ökologischen Produktion unter heutigen Rahmenbedingungen aufzuzeigen wird dieses Modell hier vorgestellt. Aufgrund von Marktbeschränkungen sind maximal zwei bis drei solcher Anlagen in Österreich im Obstbereich vorstellbar (ev. noch einmal so viele für Gemüse).

In der Größenordnung ab 100 Tonnen Trockenprodukt im Apfelbereich kann man mit Hordentrocknern nicht mehr wirtschaftlich arbeiten. Die Produktionskosten würden bei ca. 6,5 EUR liegen, was für die großgewerbliche Produktion zu teuer ist, obwohl die Investition niedrig wäre (ca. 0,3 Mio. EUR). Die produzierte Menge würde alle bisherigen österreichischen Anlagen übertreffen und könnte nur mehr über den Zwischenhandel zu Welthandelspreisen (ca. 4,5 EUR/kg) abgesetzt werden. Es würden ca. 14 Personen zum zweiseitigen Betrieb benötigt.

Die Aufschlüsselung der Produktionskosten zeigt folgendes Bild: 2,4 %-Investition, 44 %-Rohware; 8,3 %-Energie- und 45,5 %-Arbeitskosten. Bei der angenommenen Firmenstruktur ist diese Anlagengröße unwirtschaftlich.

Die sehr hohen Arbeitskosten aus dem vorigen Beispiel führen zu dem Schluß, daß den Weltmarktpreisen nur mit einer hohen Automatisierung zu begegnen ist. Es wird angenommen, daß die Anlage 24 h pro Tag (im 3-Schichten) betrieben wird. An Samstag, Sonn- und Feiertagen bleibt die Wärme ungenutzt. Neben einem Betriebsleiter werden sechs Angestellte beschäftigt. Der Verkauf der Produkte wird über externe Vertriebsorganisationen abgewickelt. Die Rohware wird mittels Kühlfahrzeug angeliefert. Von dort aus automatisch entnommen und der Vorbereitung zugeführt. Eine Qualitätskontrolle scheidet nach dem Schneiden fehlerhafte Stücke aus. Die Aufbringung mittels Schwenkband auf den Bandtrockner mit einem Durchsatz von 650 kg/h ist vollautomatisch, sowie dessen Austrag und die nachfolgende Klassifizierung und Einsackung.

Großgewerblicher Bandtrockner					
Basisdaten		<i>Apfelwürfel</i>			
<i>Jahresmenge</i>	3.000.000	kg Frisch	<i>Arbeitskosten</i>	20	EUR/h
<i>Preis Rohware</i>	0,15	EUR/kg	<i>Trockendauer</i>	6	h
<i>Auslastung ca.</i>	210	Tage/Jahr	<i>Chargen pro Jahr</i>	789	#
<i>Zinsen</i>	5,5%		<i>Füllmenge</i>	3.800	kg
<i>Laufzeit</i>	10	Jahre	<i>Endprodukt</i>	360.000	kg
Investitionen					EUR/a
Trocknung, Halle, etc.		Investition	1.400.000	EUR	185.735
RWU	4%	von INV			56.000
Rohware					450.000
Biogas	0,032	EUR/kWh	600	KW	88.704
Strom (Regelung, Ventilatoren)	0,155	EUR/kWh	40	KW	28.787
Arbeit					
Vorbereitung, Q-Kontrolle	650	kg/h	4,5	Personen	415.385
Einsackeln	60	kg/h			120.000
Verpackung	0,8	EUR/17kg Sack mit Karton			16.941
Reinigung/Lagerhaltung	15%	der Arbeitszeit			80.308
Gesamtkosten					1.441.860
Kosten pro kg Dörrobst				EUR/kg	4,01

Tabelle 18: Vollautomatische Trocknung im großgewerblichen Betrieb: 3-schichtig, mit 600 KW und 3000 Tonnen Rohware im Jahr

Die Aufschlüsselung der Produktionskosten bei 1,4 Mio. EUR Investitionssumme und 6 mal 3 plus 1 Personen Anlagenpersonal zeigt folgendes Bild: 17 % Kosten für Investitionen und Wartung, 31 % für Rohware, 8 % für Energie und 37 % Arbeitskosten. Bei 4 EUR/kg Dörrobst an Produktionskosten erkennt man, daß sich die Automatisierung voll auszahlt. Aufgrund des relativ niederen Investitionsanteils kann die Anlage auch nur sechs Monate im Jahr betrieben werden, ohne das Produkt nennenswert zu verteuern.

In Verbindung mit einer Biogasanlage scheint die Massenproduktion von Trockenobst und -gemüse eine Strategie für wenige österreichische Anlagen, jedoch mit

positiver Wirkung für eine große Anzahl landwirtschaftlicher Zulieferer. Nachdem wirtschaftliche Biogasanlagen in einer Größenordnung Wärme produzieren, die bei weitem über dem Bedarf kleiner (bäuerlicher) Trocknungsmengen für den Direktvertrieb liegen, können **Großdörren** nur für wenige Anlagen in Betracht. Ähnlich wie beim Apfelfeld Steiermark kann Dörrobst ein weiteres überregionales Exportprodukt hoher Qualität darstellen.

Im gegebenen Fall der Biogasanlage im Vulkanland stellt sich folgendes Bild für Zieldaten der Anlage dar: ein vollautomatisierter Betrieb mit Vorbereitung, Bandtrockner und Verpackungsanlage, deren Wärmebedarf aus der KWK gedeckt wird. Fünf Tage der Woche wird kontinuierlich mit einem Durchsatz von ca. 700 kg/h vor Trocknung betrieben.

Die gesamte Wärme der Biogasanlage wird per Vertrag zu einer Pauschale übernommen (damit fällt kein Aufwand zur Kühlung im Bereich Biogas an). Zum Betrieb der Motoren, Steuerung und der übrigen Ventilatoren wird Strom vom Netz zugekauft, da der Strom der Biogasanlage zu teuer ist. Die Biogasanlage profitiert dadurch mit ca. 90.000 EUR pro Jahr bei Normalbetrieb zusätzlichem Einkommen.

Die Frischobstlieferungen können mittels (gebrauchtem) Kühlkraftwagen durchgeführt werden. Dieser muß ca. ein bis zwei Mal pro Tag Ware holen. Den Rest der Zeit dient er als Kühlzelle vor der Vorbereitungsanlage.

In der Vorbereitung werden Ausmusterung, Schälen, Entkernen und Schneiden durchgeführt. Die Qualitätskontrolle sollte vor der Blanchierung stattfinden und ist ein personalintensiver Schritt. Das Blanchieren (auch unter Dampf bei 85 °C möglich) bzw. das Säurebad verhindert das nachbräunen und verkürzt gleichzeitig den Trocknungsvorgang, durch das Entfernen der oberflächigen Fruchtzucker.

Wie die Abbildung 37 zeigt, hängen die spezifischen Produktionskosten vornehmlich vom Anlagendurchsatz ab.

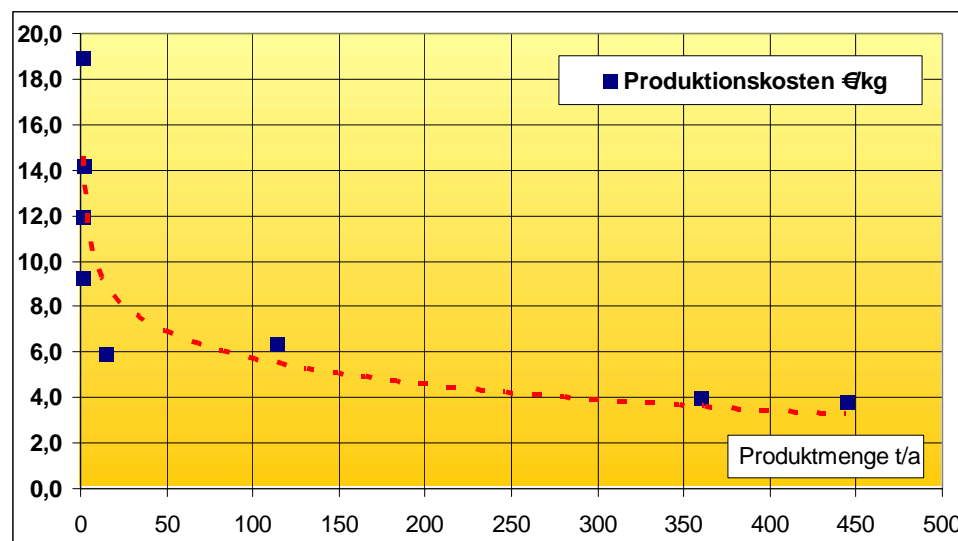


Abbildung 37: Berechnete Produktionskosten in Relation zur produzierten Jahresmenge (Apfel, entsteintes Obst)

Wenn der Markt es erlaubt und wenn das Potential an Frischobst verfügbar ist, sollte man möglichst große Mengen am Standort produzieren.

Nachdem die Investitionskosten gegenüber den Betriebskosten gering sind, sollte bei der Anlagentechnik (Automatisierung, Betriebssicherheit, Maschinen) nicht gespart werden. Die Auslastung der Anlage kann auch auf acht bis neun Monate reduziert werden, ohne wesentliche Ertragseinbußen zu erleiden. Für sehr hohe Produktionsmengen muß die Biogasmotorenabwärme durch Speicher und Wärmepumpensysteme vermehrt werden.

Die Entscheidung zwischen 2- oder 3-schichtigen Betrieb wird in erster Linie aufgrund der erforderlichen Reinigungsleistung (je nach Frucht anders; Verfügbarkeit von CIP) und auf Basis der Personalverfügbarkeit getroffen. Bei Äpfeln wird eine Online-Wasserreinigung des Bandtrockners empfohlen. Dadurch wird ein Betrieb um 16 Stunden am Tag möglich.

Wie oben gezeigt ist die Lagerung der Früchte übers Jahr, um einen kontinuierlichen Betrieb zu ermöglichen, in den Kosten nicht unbedeutend. Nachdem fast 8 kg Frischware pro kg Endprodukt benötigt werden, wirken sich Lagerkosten von 0,07 EUR/kg Frischware deutlich aus (bei 4,5 EUR/kg sind das 13 %). Wenn es gelingt saisonal einen Fruchtmix zu trocknen (wobei die Flexibilität bei den Anlagen gegeben ist) können wesentliche Einsparungen erzielt werden. Daneben erzielt man durch ein kleineres Angebot verschiedener Produkte bessere Marktpreise, weil man zum Teil in Nischen agieren kann. Überregionale Verträge zum Rohwarenaustausch in schlechten Jahren und damit kontinuierliche Belieferung der Kunden sind hier ergänzend zu empfehlen.

Die Kombination der Trocknung mit einer Biogasanlage ist nicht nur sinnvoll im ökologischen Sinne der Abwärmenutzung, sie reduziert auch die Produktionskosten der Trocknung um ca. 0,20 EUR/kg Dörrobst.

9.3.1. Ökologischer Vergleich zwischen Groß- und Kompaktanlagen

Wie bereits mehrfach dargestellt wird in Österreich die Dehydratisierung vornehmlich bereits mit erneuerbaren Energien gespeist.

Vergleicht man die in den vorigen Kapiteln beschriebene Konvektions-Umlufttrocknung (mit Hackschnitzel befeuert) mit andern in Österreich existierenden Anlagen und der gewerblichen Großtrocknungsanlage mit Biogasabwärmenutzung, so kann man neben der economy of scale auch eine **ecology of scale** beobachten: liegt eine Kleinanlage bei über 600 m²a/kg, vorhandene Anlage zwischen 300 und 450 m²a/kg so kommt die beschriebene Großanlage auf 220 m²a/kg.

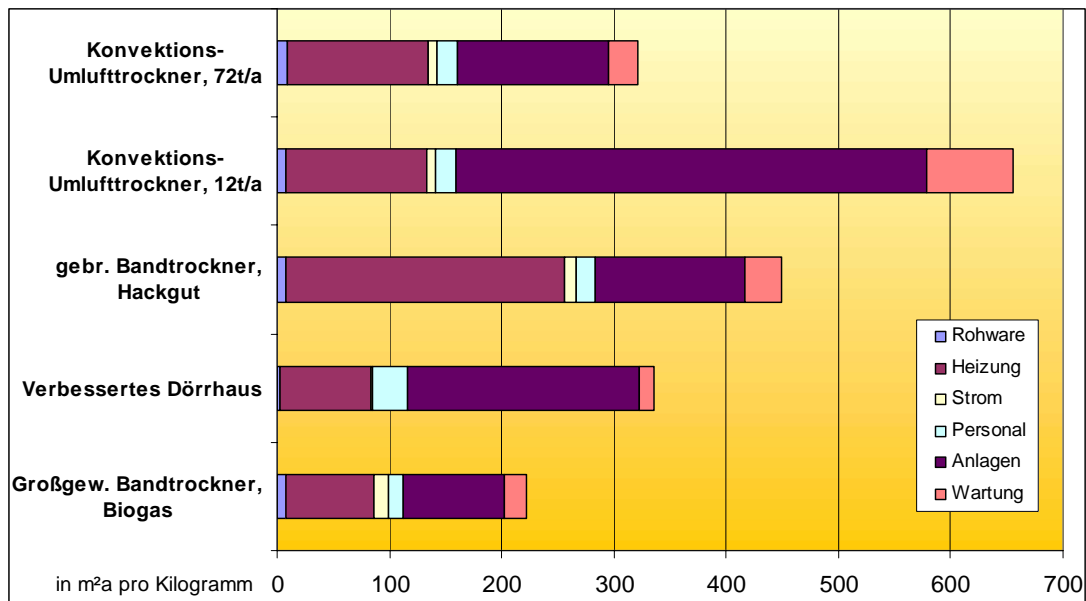


Abbildung 38: Ökologischer Fußabdruck (SPI in m²a/kg) verschiedener Dörrobstanlagen (eigene Berechnung)

Der Ökologische Fußabdruck ist bei der "12 Tonnen-Anlage" auf Grund der gering ausgelasteten Anlagen hoch. Die dreimonatige Betriebszeit könnte bei Mehrfachnutzung (Kräuter, Gemüse,..) oder bei Obstlagerung deutlich erweitert werden. Dann würde auch der SPI auf ca. 300 m²a pro Kilogramm Trockenapfel sinken (vgl. Beispiel Container-Überströmtrockner).

Diese Reduktion der gesamten Umweltwirkung um den Faktor 2 - 3 (Faktor 5 gegenüber Heizöl- oder Erdgasbetrieb) bei der großgewerblichen Bandtrocknung kommt einerseits aus der ökologischen Biogaserzeugung und andererseits aus dem hohen Ausnutzungsgrad der Anlagen, die durch deren Herstellung und Wartung in der Vorkette relevanten Druck erzeugen (insbesondere in der Primärindustrie der Erzgewinnung). Die Großtechnologie zieht damit vor die traditionelle Technologie und kann dadurch für die Zukunft einen nachhaltigen Ausgangspunkt schaffen.

Bei Großanlagen (ab ca. 100 Tonnen Frischware im Jahr) wird jedoch die Zulieferung des Frischobstes ein wesentlicher ökologischer Druck. So erreicht der Ökologische Fußabdruck durch den Transport der Frischware aus den Anbaugebieten zur großgewerblichen Trocknungsanlage eine Größe von ca. 170m²a pro Kilogramm Trockenapfel - das sind 75 % des Druckes der Verarbeitungsanlage (kein verdichtetes Anbaugebiet). Dadurch steigt der SPI inkl. Zulieferung auf ca. 400 m²a, und wird damit ähnlich groß wie in den Kleinanlagen, die dezentral Rohware und Absatzmarkt besitzen.

10. RESÜMEE

10.1. BEZUG ZU DEN ZIELSETZUNGEN DES PROJEKTES

Zu den Zielsetzungen des Projektes kann folgendermaßen Stellung genommen werden:

1. *Typisierung der derzeit angebotenen dezentralen Dehydratisierungsanlagen in Österreich und in den wichtigsten Nachbarländern.*

Eine Typisierung wurde für die in der Praxis im Einsatz befindlichen Anlagen egal welcher Herkunft durchgeführt. Die Palette reicht vom Einsatz einfacher Haushaltstrockner bis zum industriellen Bandrockner. Als Trocknungstechnik wird beim derzeitigen Stand der Entwicklung jedenfalls ein Konvektionstrockner zum Einsatz kommen. In Österreich befindet sich noch ein Erzeuger von Konvektionstrocknern.

2. *Zusammenstellung der auf den internationalen Markt angebotenen regional anwendbaren Anlagen.*

Auf Anfrage haben vier Anbietern ihre mittleren Anlagen (100 kg Rohware pro Charge) angeboten. Die Investitionskosten liegen zwischen 800 und 1429 EUR/m² Hordenfläche.

3. *Evaluierung dieser Typen in Hinblick auf Einsatz erneuerbarer Energieträger, Energieeffizienz, die Qualität der Fertigprodukte, Optimierung des Arbeitsaufwandes, Investitions- und Betriebskosten, technischer Aufwand.*

Diese Evaluierung wurde für alle beschriebenen Fallbeispiele durchgeführt. Der Einsatz erneuerbarer Energieträger wie z.B. mittels einer Hackschnitzelheizung oder einer Biogasanlage ist über einfache Wärmetauscher möglich und in großem Umfang in Österreich bereits umgesetzt. Neue Anlagen sind von der Energiequelle her flexibel einsetzbar.

Die Energieeffizienz bestehender Anlagen ist vielfach noch nicht optimal und könnte durch einfache technische Veränderungen optimiert werden.

Die Qualität der Fertigprodukte ist gut. Der Arbeitsaufwand, gerade im Bereich der Rohwarenaufbereitung ist noch nicht optimal gelöst. Die Mechanisierung dieses Arbeitsschrittes lohnt sich.

Händisches Umschichten von Trocknungsgut ist arbeitstechnisch veraltet und zu kostenintensiv. Eine gut arbeitende Trocknungsanlage macht das Umschichten nicht mehr erforderlich.

Die Investitionskosten bei den untersuchten Fallbeispiele fallen aufgrund der ausreichend hohen Jahresmengen nicht ins Gewicht. Die Kosten für Personal und Rohware machen den höchsten Anteil aus.

4. Ableitung und Erarbeitung von Eckpunkten einer Technologieentwicklungsstrategie für moderne Dehydratisierungsanlagen auf der Basis erneuerbarer Energieträger.

Adressat dieser Technologieentwicklungsstrategie sind existierende und potentielle Dörrobsthersteller, die entweder derzeit noch suboptimal arbeiten oder sich vorstellen können in die Trocknung von Obst einzusteigen. Hier wird einerseits ein individuell ausgerichtetes Beratungsprogramm vorgeschlagen, andererseits sind industriell gefertigte Anlagen verfügbar und technisch zu empfehlen.

Der Trocknertyp, Größenordnung und damit verbundene Investitionen richtet sich nach dem geplanten Jahresdurchsatz und den zu erzeugenden Qualitäten.

10.2. STRATEGISCHER AUSBLICK

Die bereits ausgeführten Entwicklungs- und Optimierungsszenarien für den Bereich der Dehydratisierung von Kern- und Steinobst werden nochmals im Überblick dargestellt:

- ↓# Aufgrund der festgestellten **technischen Mängel** vieler selbstgebauter Anlagen wird ein individuell abrufbares Beratungsprogramm zur Verbesserung der bestehenden Anlagen empfohlen
- ↓# Im Intensivobstgebiet bietet sich die Umsetzung einer **Großanlage** (Stm) mit Export der Produkte (3,000.000 kg Rohware) an. Dies kann auf Basis einer bereits vorliegenden Machbarkeitsstudie nach dem Stand der Technik errichtet werden. Daran könnte in einem zweiten Schritt weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeit in einer wissenschaftlich geförderten Versuchsanlage zur Erzeugung besonderer Qualitäten (Crispseigenschaften, Aroma) angeschlossen werden.
- ↓# Im Streuobstgebiet kann die Umsetzung mehrerer **Kompaktanlagen** für den mittleren Bereich (ca. 12.000 kg Rohware) empfohlen werden. Diese Anlagen sind in einer ausreichenden Größenordnung um die notwendigen Investitionen zu bedienen.

Neben technischen Empfehlungen sind unterstützende Strategien zur Aufbereitung des Umfeldes für kleine und mittlere Kompaktanlagen zu nennen:

- ↓# Sicherung der Menge und **Qualität des Rohstoffes** von Hochstämmen durch ausreichende Pflege der Bestände, Mechanisierung der Ernte, Kooperationen in der Region und Einrichtung von Kühllagerkapazitäten
- ↓# Hilfestellung bei der regionalen **Marktaufbereitung**

Die organisatorische Entwicklung der Dörrobsterzeugung (Weiterbildung, Erfahrungsaustausch, etc.) z.B. in Form der Gründung einer Erzeugerorganisation würde einen wichtigen Impuls für den Sektor bringen. Dies muß jedoch aus eigenem Antrieb der Erzeuger entstehen. Als Paten könnten die Landwirtschaftskammern fungieren.

- ↓# Fachschulen als **Kompetenzzentren**: Einsatz einer professionellen Kompaktanlage als Demonstrationsanlage und für den überbetrieblichen Einsatz (oder Lohntrocknung) in Kombination mit einem Obstbearbeitungszentrum zur Rohstoffaufarbeitung; Angebot eines funktionierenden Selbstbausatzes für den Unterricht und als Experimentieranlage (für Schüler und Fortbildungskurse);

Die Erzeugung von Dörrobst steht für nachhaltige Entwicklung im ländlichen Raum. Vorhandene Ressourcen werden besser genutzt und neue Wertschöpfung entsteht. Einsatzfähige Trocknungsanlagen sind entgegen der Hypothese des Antrages auch im mittleren Bereich verfügbar; d.h. der technische Entwicklungsbedarf bezieht sich vor allem auf die Verbesserung bestehender Anlagen.

Wirtschaftlich gesehen lohnen sich Investitionen zur **Rationalisierung der Handarbeit**, da erheblich kostengünstiger produziert werden kann. Dies setzt allerdings Mindestmengen von ca. 10.000 kg Rohware voraus. Eine Teilmechanisierung ist auch schon bei geringeren Mengen wirtschaftlich sinnvoll.

Eine erfolgreiche Vermarktung ist der Schlüssel für eine erfolgreiche Ausweitung der Produktion. Dies kann durch eine bestmögliche Vermarktungsplanung und Marktrecherche vorbereitet werden. Aus Sicht der vorliegenden Arbeit, die ihren Fokus auf die Bewältigung technischer Probleme hatte, kann dennoch festgestellt werden, daß der Markt erst teilweise erschlossen scheint und somit von einer realistischen **Verbrauchssteigerung** ausgegangen werden kann.

Diese Studie zeigt hiermit Grundlagen auf und gibt Empfehlungen zur weiteren Herangehensweise. Die Herausforderung liegt in der erfolgreichen Umsetzung durch mutige bäuerliche Unternehmer in den ländlichen Regionen. Dörrobst kann Teil einer Betriebsentwicklungsstrategie sein, wobei sich von vornherein eine überbetriebliche Zusammenarbeit zur Kostensenkung und Sicherung der Rohware aufdrängt.

Einzelnen Interessierten und Interessensgemeinschaften auf regionaler Ebene können heute auch maßgeschneiderte **Beratungsdienstleistungen** durch die Bearbeiter dieser Studie angeboten werden. Dafür sind auch öffentliche Förderungen abrufbar.

Mögliche Förderwege für Fortsetzungsprojekte jenseits der Technik:

- ↓# Kofinanziertes Österreichisches Programm für die Entwicklung des ländlichen Raumes (Marketing, Planung, Investitionsförderung)
- ↓# LFI als Partner für die Weiterbildung von Interessenten
- ↓# Regionalentwicklungsprogramme wie LEADER+
- ↓# Sonderbudgets bei den Landesregierungen für Demonstrationsanlagen und Gemeinschaftsprojekte

11. LITERATUR

- Bassiri A. R. (1991): Untersuchung des Trockungsverhaltens von Aprikosen, Pflaumen und Birnen. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien.
- Dietrich R., H. Dissemond, H. Wohlmeyer (2000): Marktpotential und Erzeugungsstrukturen von Dörrobst in Österreich. Hrsg. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT), Abteilung Energie- und Umwelttechnologien: Berichte aus Energie- und Umweltforschung 4/2000, Wien.
- Eder M. T. (1993): Optimierung der Wirbelschichttrocknung von Äpfeln. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien.
- Häuser M. (1995): Trocknung von Aprikosen mit Solarenergie. Dissertation an der Universität Hohenheim.
- Hehenberger L. (1999): Obst trocknen – Knabberobst herstellen. in: Der fortschrittliche Landwirt. Heft 16/1999.
- Herbst P. (1993): Vorschläge zur Modernisierung einer bäuerlichen Obsttrocknungsanlage. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.
- Hilbert D. U. (1996): Risiko in der internationalen Obst- und Gemüsevermarktung. Berichte aus der Agrarwissenschaft, zugl. Dissertation an der Universität Kiel. Shaker Verlag Aachen.
- Khorassanchi M. R. (1985): Die Trocknung von Pflaumen. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.
- Mostviertel Regionalmanagement (o.J.): Modernisierung Mostviertler Dörrhäuser. Projektbericht erstellt von Energie- und Regionalberatung Ing. G. Schwärzler, Wien. Amstetten.
- Podsednik M. T. (1990): Ergebnisse qualimetrischer Untersuchungen von Trockenäpfeln. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.
- Schuh S. (1998): Plädoyer für die Mostviertler Dörrhäuser. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien.
- Zaussinger A. (1987-1988): Die Trocknung von Öl- und Eiweißsaaten. Forschungsprojekt i.A. der ÖVAF: Projektstufe 1, 1987; Projektstufe 2, 1988. Wien.
- Zaussinger A. (1989): Die Trocknung von Äpfeln. Forschungsprojekt i.A. der ÖVAF. Wien.
- Zaussinger A. (1989-1992): Optimierung von Trocknungsmethoden für Heil- und Gewürzkräuter. Forschungsprojekt i.A. der ÖVAF: Projektstufe 1, 1988; Projektstufe 2, 1990; Projektstufe 3, 1992. Wien.

12. ANHANG

Personenbezogene Angaben zu den untersuchten Anlagen sind beim Auftraggeber abrufbar.

12.1. FRAGEBOGEN FÜR DIE AUFNAHME DER TROCKNUNGSANLAGEN

Name:
 Adresse:
 PLZ/Ort:
 Tel.:

Anlagen-Typ:

Heizung:

Leistung: kW Brennstoff:

VL-Temp.: °C Br.st.Verbrauch:/Charge

Ventilator/Lüfter:

Leistung: kW

Luftdurchsatz: m³/h

Trocknungstemp.: °C

Horden:

Bauweise: Holzrahmen +-Gitter ;

Größe:x.....cm

Anzahl übereinander:

Frischgewicht/Horde: kg (geschnitten, geputzt)

à ergibt Trockenware/Horde:

bei max. Hordenzahl:xkg =kg Frischware à kg Trockenware

Trocknungsdauer:

bei Trocknungstemp.:°C

Umschichten ?

Vorbehandlung ? ZitrS., SO_x , Dampf

Endfeuchte - kontrolle

Zeitaufwand waschen/Schneiden:

Verpackung/Absackung:

Lagerung

<u>Obst-Angebot:</u>	Verarb.Menge	Verkaufspreis	Verpackung
Ä.:
B.:
Zw.:
.....:

Streuobst // Intensivobstbau

Eigene / Zukauf

Lohntrocknung

Oder andere Produkte

Selbsteinschätzung:

Lohnt sich, lohnt sich nicht

Zeitaufwand

Gesamtumsatz

welcher Absatzmarkt

Ausschuss / Fehlchargen

Erforderliche Techn. Änderungen

12.2. HERSTELLER VON TROCKNUNGSANLAGEN IN ÖSTERREICH

Franz Eidler Maschinen, Marktring 15, A-2811 Wiesmath
Tel. 02645-2254 (nur Kleintrockner - Konvektion)

12.3. HERSTELLER INTERNATIONAL

A. Heinen AG Anlagenbau, Achternstr. 1-17, D - 26316 Varel
<http://www.heinen-ag.de>

Heindl GmbH, Maschinen- und Anlagenbau, Marktplatz 5, D-84048 Mainburg
Tel. +49/(0)8751/1676, Fax. /4693; heindl-gmbh@t-online.de (nur Kleinanlagen)

Lödige Maschinenbau GmbH, Elsener Str. 7-9, D-33102 Paderborn
E-Mail: info@loedige.de; <http://www.loedige.de/>

W. Kunz dryTec AG, CH-5606 Dintikon
info@swisscombi.ch, <http://www.swisscombi.ch/>

STELA Laxhuber KG, Öttinger Straße 2 D-84323 Massing
<http://www.stela.de/>

DORNOW food technology GmbH, Willstätterstr. 12, D-40549 Düsseldorf Internet:
www.dornow.com

Hans Binder Maschinenbau GmbH, E-Mail: binder@afone.net

INNOTECH Ingenieursgesellschaft mbH, Weilemer Weg 27, D-71155 Altdorf,
Mail: Info@Innotech-ing.de

Thermo Dynamic - Mondial d.o.o., Spodnji trg 2, SI - 4220 Škofja Loka. Slowenien,
web: <http://www.thermo-dm.si> , E-Mail: info@thermo-dm.si

Becker Technologies GmbH, Kölner Straße 6, D - 65760 Eschborn
Tel: +49 (6196) 936 - 0, Fax: +49 (6196) 936 - 100

Stöckel Chemie&Technik GmbH&CoKG, Industriestrasse 54, D-49492 Westerkap-
peln-Velpe, Tel: (05456) 93 40 83, Fax: (05456) 93 40 84

E&E Verfahrenstechnik GmbH, Düsternstraße 55, D-48231 Warendorf
<http://www.eunde-verfahrenstechnik.de>

Merk-Trocknungstechnik (MDP), Dr. Rudolf Eberle Str. 10, D-79725 Laufenburg, E-
Mail info@merk-mdp.com

UNTROMA, Heinz Unterkircher, Buchstraße 1, 73061 Ebersbach
Tel: 07163/2422, Fax: 07163/52825, E-Mail: info@untroma.de (Kleintrockner)

BUCHER-ZEDRYS, 56 Boulevard de Coucerin, F- 77183 Croissy Beaubourg,
France, Tel. : +33 1 6005-0222, Fax: +33 1 6005-0560