

# Solare Nahrungsmitteltrockner

Das Dörren von Nahrungsmitteln ist eine traditionelle Art der Konservierung. Mit dem Entzug von Wasser kann man den Verderbnisprozess um Monate oder gar Jahre verzögern. Zudem werden die Nahrungsmittel leichter und können damit kostengünstiger transportiert werden. Für diese Konservierungsmethode eignen sich vor allem Früchte, Gemüse, Kräuter, Fleisch und Fisch. Vor dem Konsum werden die Nahrungsmittel in der Regel einfach wieder rehydriert, d.h. in Wasser eingelegt oder gekocht.

Das Konservieren dient also demjenigen, der zeitweise über einen Überschuss an Nahrungsmitteln verfügt, diese transportieren oder erst zu einem späteren Zeitpunkt konsumieren oder verkaufen will.



Das Dörren erfolgt, indem das Nahrungsmittel einer trockenen Luftströmung ausgesetzt wird. Schon seit Jahrtausenden werden Nahrungsmittel im Freien an die Sonne gelegt oder gehängt. Auf diese Weise trocknet das Dörrgut langsam und unregelmässig und ist zudem dem Tierfrass, Vogelkot, Insektenbefall, Regen und Schmutz ausgesetzt. Daher ist man dazu übergegangen, einerseits das Dörrgut vor diesen Gefahren zu schützen und andererseits die Umgebungsluft zu erwärmen, um die relative Luftfeuchtigkeit zu senken. Die Sonne stellt dafür an vielen Orten die preisgünstigste Energiequelle dar. Gegenüber der herkömmlichen Trocknung kann der Trocknungsprozess so um die Hälfte verringert werden, und die Produkte sind regelmässiger getrocknet.

Die Sonne als Energiequelle bietet sich vor allem an Orten mit trockenem Klima, schönem Wetter in der Jahreszeit, in der die Nahrungsmittel anfallen, und sauberer Luft an. Wind während des Tages ist hilfreich. Ausserdem braucht es sauberes Wasser für das Waschen der Nahrungsmittel und Lagerungs- oder Absatzmöglichkeiten für die gedörrten Produkte.

In den vergangenen 50 Jahren sind mehrere solare Nahrungsmitteltrockner-Typen entwickelt worden, die sich in Grösse, Form, Funktionsweise und Anwendung wesentlich voneinander unterscheiden.

Dieses Dokument ist das Resultat einer Literatur-Recherche vom April 2015 und liefert die Grundlagen für den Bau und Betrieb eines solaren Nahrungsmitteltrockners.

## Inhalt:

1. Grundlagen .....	3
1.1. Trocknungsvorgang von Nahrungsmitteln .....	3
1.2. Erzeugung von Luftströmung .....	3
1.3. Bau-Materialien .....	4
1.4. Typen von solaren Nahrungsmittelrocknern .....	5
2. Bau von solaren Nahrungsmittelrocknern .....	8
2.1. Direkt-Hitze-Trockner .....	8
2.2. Aufwind-Trockner .....	8
2.3. Tunnel-Trockner .....	8
2.4. Projekt: Schwenk- und drehbarer Tunnel-Trockner .....	10
3. Benutzung des Nahrungsmittelrockners .....	13
3.1. Unterhaltsarbeiten .....	13
3.2. Vorbereitung des Dörrguts .....	13
3.3. Trocknungsvorgang .....	13
3.4. Trocknungszeiten .....	14
4. Lagerung, Verpackung, Verwendung, Verkauf .....	15
4.1. Zwischenlagerung .....	15
4.2. Verpackung und Lagerung .....	15
4.3. Verkauf von Dörrgut .....	15
4.4. Verwendung des Dörrguts .....	15
5. Anhänge .....	17
5.1. Allgemeine Quellen .....	17
5.2. Informationen zu einzelnen Modellen .....	18
5.3. Unterstützende Vorbehandlungen des Dörrguts .....	21
5.4. Informationen zu einzelnen Lebensmitteln in alphabetischer Reihenfolge .....	22
5.5. Strömungsgeschwindigkeit in Tunnelrocknern in Abhängigkeit vom Tunnelquerschnitt und der Kollektorgrosse .....	29
5.6. Gesetzliche Bestimmungen für den Verkauf von Dörrgut in Brasilien .....	30

# 1. Grundlagen

## 1.1. Trocknungsvorgang von Nahrungsmitteln

Beim Trocknungsvorgang ist es das Ziel, dem Nahrungsmittel Wasser zu entziehen. Schon die Aussenluft ist trockener als die meisten frischen Lebensmittel. Solare Trockner nutzen die Sonnenenergie dazu, die Aussenluft zu erwärmen und damit ihre relative Luftfeuchtigkeit zu senken. In den Tropen ist ausreichend Sonnenenergie vorhanden, allerdings sind auch die Aussentemperaturen und die relative Luftfeuchtigkeit hoch (vgl. <http://cumaru-pe.com.br/data/documents/DadmetCumaru09-12.pdf> bzw. <http://cumaru-pe.com.br/data/documents/MetdatCumaru09-12.pdf>), weshalb die Möglichkeiten, die Luftfeuchtigkeit zu reduzieren, eingeschränkt sind. Für das Trocknen von Lebensmitteln soll die Luftfeuchtigkeit maximal 25% betragen. Bei 35% Luftfeuchtigkeit beginnen Früchte, sich zu verfärben.

Trockenobst ist eine reiche Quelle an Vitaminen (A, B1, B2, B3, B5, B6) und Mineralstoffen (Kalzium, Eisen, Magnesium, Phosphor, Kalium, Natrium, Kupfer, Mangan) mit ca. 250 Kilokalorien und ca. 1 bis 5 g Eiweiss pro 100 g. Trockenobst ist aufgrund des hohen Kohlenhydratanteils und des durch die Trocknung bedingten niedrigen Wassergehalts sehr kalorienreich. Aber auch die anderen Nährstoffe liegen in konzentrierter Form vor. Wer also nicht unbedingt auf sein Gewicht achten muss, kann ohne schlechtes Gewissen zu Trockenobst greifen. Leider werden bei der Temperaturerhöhung – wie beim Kochen - auch wärmeempfindliche Substanzen teilweise zerstört. Vitamin B1 beispielsweise nimmt um 20-30% ab, Vitamin B2 um 10-20% und Vitamin C gar um 50-80%.

Die Temperatur im Gerät ist für den Dörrvorgang die entscheidende Kenngrösse. Je nach Dörrgut werden maximale Temperaturen empfohlen, die nicht überschritten werden sollen, damit das Produkt nicht übermässig geschädigt wird. Wer **Rohkost-Dörrgut** herstellen will, darf es keinen Temperaturen über 42 °C aussetzen. Da das Verdunsten von Wasser Energie braucht, ist die Temperatur in der Trockenkammer zu Beginn des Trocknungsvorgangs, wenn das Dörrgut noch sehr feucht ist, tiefer, und steigt dann auch bei konstanter Energiezufuhr mit zunehmendem Dörrvorgang an. Wer einen Nahrungsmittelrockner baut und betreibt, sollte daher auf jeden Fall mit einem Thermometer die Temperatur in der Trockenkammer messen und allenfalls Korrekturen anbringen. Mit direktem Sonnenlicht verändert sich auch die Farbe gewisser Nahrungsmittel, insbesondere grüner.

Es besteht eine direkte Abhängigkeit zwischen Strömungsgeschwindigkeit und Temperatur. Je stärker die Strömung, desto niedriger die Temperatur bei konstanter Energiezufuhr. Die Erhöhung der Windgeschwindigkeit von 3 m/s auf 9 m/s hat die gleiche Auswirkung wie die Erhöhung der Temperatur von 30°C auf 60°C.

Die Autoren sind sich weitgehend einig, dass die optimale Temperatur zur Trocknung von **Obst** 60°C beträgt, mindestens jedoch 40°C. Bei höheren Temperaturen gibt es Verbräunungen und eine Verhärtung der Oberfläche, womit die weitere Trocknung behindert wird. Bei 60°C werden Insekten, die in die Anlage gelangen, abgetötet. Für das Trocknen von **Pilzen** wird eine Höchsttemperatur von 50 °C genannt, da sie sonst Farbe und Geschmack verlieren können. **Küchenkräuter** sollen bei max. 40 °C getrocknet werden, zum Erhalt der ätherischen Öle.

Mögliche Probleme beim Trocknungsvorgang: Genannt werden insbesondere Insektenbefall und Fäulnis des Dörrguts bei unhygienischer Arbeitsweise, bei langem Unterbruch infolge schlechten Wetters und Qualitätseinbussen bei zu heissem oder zu wenig warmem Trocknen.

## 1.2. Erzeugung von Luftströmung

Innerhalb der Trockenkammer muss ein Luftstrom die durch das Trocknen des Dörrguts entstehende Luftfeuchtigkeit wegführen, ansonsten das Wasser an Früchten und Wänden der Kammer kondensiert. Die Kammer weist daher eine oder mehrere Ein- sowie ihnen gegenüberliegende Ausgangsöffnung(en) auf. Soll der Trockner witterungsbeständig sein, müssen die Öffnungen vor Regen geschützt werden. Die Strömungsgeschwindigkeit an und für sich ist unwichtig für den Trocknungsprozess. Geschwindigkeiten von bis zu 1.5 m/s scheinen keine Probleme zu bereiten. Allerdings hängen sowohl die relative

Luftfeuchtigkeit wie vor allem die Temperatur in der Trockenkammer von der Strömungsgeschwindigkeit ab, weshalb es von grossem Vorteil ist, wenn die Strömungsgeschwindigkeit reguliert werden kann. Solarbetriebene Trockner wenden folgende Techniken an, um eine Luftströmung zu erzeugen: Wenn der **Wind** aus der richtigen Richtung weht (bzw. die Öffnungen entsprechend ausgerichtet werden), erzeugt er eine Strömung im Innern der Kammer. Direktrockner und vor allem Aufwindtrockner benützen die **natürliche thermische Konvektion** zur Erzeugung einer Strömung. Die Eingangsöffnung in den Kollektorteil muss dazu tiefer liegen als seine Ausgangsöffnung, beim Aufwindtrockner ist der Kollektor daher auch geneigt. Im Kollektor wird die Luft aufgewärmt, dehnt sich aus und steigt auf. Die natürliche thermische Konvektion kann verstärkt werden, indem an der Ausgangsöffnung von Aufwind- und Tunnelrocknern ein Kamin montiert wird. Auch der Tunnelrockner kann vom Wind profitieren, indem er in Windrichtung aufgestellt wird. Da sein Kollektor aber horizontal liegt, existiert keine natürliche Konvektion. Besonders bei grossen Tunnelrocknern werden daher einer oder mehrere **Ventilatoren** an der Eingangsöffnung angebracht, die mit Vorteil von einem Solarmodul betrieben werden, weil die erzeugte Strömung genau dann am höchsten ist, wenn sie dies auch sein muss. Falls der Trockner nicht nur eine, sondern zwei oder gar alle drei Strömungserzeugungsmethoden nutzt, ist darauf zu achten, dass diese sich nicht gegenseitig aufheben.

Die meisten Konstrukteure von Direkt-Hitze-Trocknern und Aufwind-Trocknern äussern sich nicht im Detail zur Bemessung der Lüftungsöffnungen. Wer sich für den Bau eines dieser Typen entschliesst, muss sich also auf die Angaben in den Konstruktionsanleitungen verlassen und allenfalls Korrekturen anbringen, in Abhängigkeit der gewählten Materialien, des Standorts etc. Die Konstrukteure von Tunnelrocknern empfehlen meist die Wahl von Ventilatoren, die eine Luftumwälzung von 40-50 m<sup>3</sup> pro Stunde und Quadratmeter Kollektorfläche erlauben.

### 1.3. Bau-Materialien

Auf die Qualität des Dörrprodukts kann mit der Wahl geeigneter Materialien beim Bau eines Trockners wesentlicher Einfluss genommen werden. Die häufigsten Materialien sind Plastik, Holz, Metall und Glas. Viele Autoren warnen vor Giftstoffen, die in das Dörrgut übergehen können, insbesondere vor der Verwendung von mit Formaldehyd behandeltem Holz, vor Lösungsmitteln, Azeton und Schwermetallen in Leimen und Farben bzw. vor Phtalaten und Benzen in Plastik.

Für die Abdeckung des Kollektors wird meist Plastikfolie gewählt, weil Glas teuer, schwieriger zu verarbeiten und auf Bruch anfällig ist. Der verwendete Plastik muss UV-resistent sein, es wird empfohlen, 0.2 mm dicke Folie aus UV-stabilisiertem PE zu verwenden, das auch auf Treibhäusern Verwendung findet. Einer der konsultierten Autoren empfiehlt fiberglasverstärktes Polyester (FRP). Der Kollektor muss in erster Linie luftdicht und matt schwarz eingefärbt sein. Empfohlen wird schwarzer Solarlack. Für das vollständige Verdunsten von giftigen Lösungsmitteln ist es in jedem Fall empfehlenswert, den Kollektor vor der ersten Verwendung des Trockners ein paar Tage der direkten Sonne auszusetzen. Die Wirksamkeit des Kollektors kann erhöht werden, wenn seine Bodenfläche aus einem wärmeleitenden Metall besteht, das den Wärmetausch mit der darüberströmenden Luft beschleunigt, und wenn seine Oberfläche durch Längswellen vergrössert wird. Einige Konstruktionen enthalten eine oder mehrere Lagen schwarz eingefärbter Metallgitter, die ebenfalls den Wärmetausch fördern, allerdings auch bremsende Turbulenzen im Luftstrom erzeugen. Möglich ist es auch, die Kollektoroberfläche mit oben und unten geöffneten, schwarz eingefärbten Aludosen zu belegen, die von der Luft durchströmt und/oder überströmt werden. Wenn der Dosendeckel vorgängig nur teilweise zurückgebogen wird, so wird mehr Turbulenz erzeugt, wiederum auf Kosten der Strömungsgeschwindigkeit. Sinnvoll ist es jedenfalls, den Kollektorboden thermisch zu isolieren. Für die Isolation muss ein hitzebeständiges Material verwendet werden (kein Isopor, sondern Kork, Filz, Wolle, Baumwolle, etc.). Kamin: Einige Konstrukteure von Trocknern mit thermischer Konvektion schwören auf das Anbringen eines Kamins beim Ausgang, sogar bei Trocknern, in deren Trockenkammer die Luftströmung von oben nach unten erfolgt (!). Meines Erachtens erzeugt ein Kamin nur dann eine erwünschte Sogwirkung, wenn er von der Sonne aufgewärmt wird, d.h. aus einem wärmeleitendem Material besteht und wie der

Kollektor matt schwarz eingefärbt wird. Ein Kaminhut ist einerseits von Vorteil als Schutz vor der Witterung, andererseits behindert auch er den Luftstrom. Hilfreich ist hier sicher ein drehbares Modell, das die Sogwirkung noch verstärkt.

Ein Netz zum Schutz des Dörrguts vor Insekten an Eingangs- und Ausgangsöffnung des Trockners ist unerlässlich, behindert jedoch ebenfalls die Luftströmung. Guten Schutz bieten nur Netze mit einer Maschenweite von 0.3 mm. Bei Netzen mit grosser Fadendicke wird der Luftstrom stark behindert, solche mit kleiner Fadendicke sind relativ teuer. Da pro Trockner nur zwei relativ kleinflächige Netze gebraucht werden, lohnt es sich nicht, hier zu sparen. Ein Netz mit Maschenweite 0.3 mm, das 65% des Luftstroms ungehindert passieren lässt, ist z.B. unter [www.g-h.ch](http://www.g-h.ch) beschrieben.

Die Gitter, auf die das Dörrgut gelegt wird, sollen so eng sein, dass das Dörrgut nicht hindurchfällt, aber so grob, dass der Luftstrom möglichst nicht behindert wird. Sie müssen auch gegen Sonnenlicht, Wärme und Fruchtsäuren resistent sowie leicht waschbar sein. Empfohlen wird meist rostfreier Stahl (teuer), Polypropylen (PP), Fiberglas, PET oder Holz.

Stützkonstruktion und Hülle: Oft wird Holz verwendet. Dies ist billig und wärmeisolierend, aber bei grossen Konstruktionen, die bei Nichtgebrauch des Trockners nicht unter Dach gebracht werden können, problematisch, weil dann die Abdeckfolie der Witterung ausgesetzt bleiben muss, um das Holz vor Nässe zu schützen. In diesem Fall ist es besser, andere Materialien zu verwenden: Kunststoff, Stahl, Aluminium oder lackiertes Eisen.

Ventilatoren und Solarmodule: Siehe Kapitel 2.3. Seite 8 ff.

Das Verpackungsmaterial für das trockene Dörrgut muss nahrungsmittellecht sein. Empfohlen wird Polypropylen (PP) oder Papier. Blechdosen eignen sich weder für eine allfällige Zwischenlagerung noch für die Endlagerung.

#### 1.4. Typen von solaren Nahrungsmittel Trocknern

Es haben sich grundsätzlich drei Typen von Solar-Nahrungsmittel Trockner entwickelt, die sich in Grösse, Materialbedarf, Form, Funktionsweise und Anwendung wesentlich voneinander unterscheiden: Der einfache, kleine Direkt-Hitze-Trockner, der Aufwind-Trockner und der Tunnel Trockner. Um diesen Text zu schreiben, habe ich insgesamt über 35 im Internet beschriebene Modelle studiert. Einerseits haben viele Konstrukteure ihre Ideen von anderen kopiert, andererseits gibt es viele Beschreibungen von Modellen, die ins Netz gestellt wurden, bevor der Trockner ausprobiert wurde, sodass teilweise nicht klar wird, ob Variationen sich positiv oder negativ auswirken. Hier eine kurze Beschreibung der drei Typen und ihre Vorzüge und Nachteile:

Direkt-Hitze-Trockner: Er ist im Prinzip aufgebaut wie eine Solarkochkiste (siehe <http://cumaru-pe.com.br/data/documents/Fogao-solar-para-regioes-tropicais.pdf> bzw. <http://cumaru-pe.com.br/data/documents/Sonnenkocher-fur-tropische-Gebiete.pdf>), mit dem Unterschied, dass er seitliche Lüftungslöcher aufweist, die eine Luftzirkulation und damit das Abführen der dem Dörrgut entweichenden Feuchtigkeit ermöglichen. Die Lüftung erfolgt über den Wind und über natürliche thermische Konvektion, die Kontrolle der Temperatur erfolgt also im wesentlichen über den Standort und die Grösse der Lüftungslöcher, allenfalls durch teilweises Beschatten. Die in der Literatur vorgestellten Modelle sind klein, sehr billig herzustellen, meist aus Holz oder Isopor hergestellt, transportabel, dafür aber kaum witterungsbeständig. Die Fläche, mit der Sonnenlicht eingefangen wird, ist horizontal, weshalb die Wirksamkeit über Mittag in tropischen Gebieten sehr hoch, am Morgen und



Abend jedoch vermindert ist. Es können nur kleine Mengen von Dörrgut gleichzeitig getrocknet werden, und das Dörrgut ist in der Regel dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt. Dieser Typ ist also ungeeignet für lichtempfindliches Dörrgut und für die Verarbeitung grosser Mengen. Direkt-Hitze-Trockner, die nachts unbeaufsichtigt im Freien gelassen werden, bedürfen allenfalls zusätzlicher grober Metallgitter an den Luftlöchern, die grösseren Tieren (Mäuse, Marder, etc.) den Zutritt verwehren.

Aufwind-Trockner: Das besondere an Aufwind-Trocknern ist es, dass der Kollektor vom Dörrgut örtlich getrennt ist. Dies hat mehrere Vorteile: Das Dörrgut ist nicht dem schädlichen Sonnenlicht ausgesetzt und kann besser vor Witterung und Tierfrass geschützt werden. Dieser Trocknertyp ist daher besonders geeignet für lichtempfindliches Dörrgut. Das Übereinanderstapeln der Siebe, auf dem das Dörrgut ruht, bewirkt eine Platzeinsparung und erlaubt es damit, eine mittlere Menge von Dörrgut gleichzeitig zu verarbeiten. Zudem wird die im Kollektor erzeugte Warmluft homogener verteilt. Die Aufwind-Trockner sind meist aus Holz gebaut, weshalb sie relativ schwer und nur bedingt witterungsbeständig sind. Die Konstruktion erlaubt es, zusätzlich zur Sonnenenergie im Innern der Trockenkammer beispielsweise Glühbirnen zu montieren, die insbesondere nachts, wenn keine Sonnenenergie vorhanden ist, Wärme liefern können.

Die Luftströmung im Aufwind-Trockner wird durch natürliche thermische Konvektion erzeugt, d.h. der Kollektor ist je nach dem Breitengrad des Standorts mehr oder weniger stark geneigt, mit folgenden Auswirkungen: Die Luft wird in Bodennähe angesaugt, wo Staub und Verunreinigungen wahrscheinlicher sind (-); die morgens und abends anfallende Energie kann besser genutzt werden als bei horizontalem Kollektorstand (+), die stärkste Sonneneinstrahlung über Mittag kann in tropischen Gebieten jedoch nicht gut ausgenutzt werden (-); der Kollektor muss tagsüber periodisch dem Sonnenstand nachgeführt werden, was angesichts des relativ grossen Gewichts etwas umständlich ist (-). Meist steht der Trockner daher auf Rädern.



Die Luftströmung wird durch natürliche thermische Konvektion erzeugt, womit eine Temperaturkontrolle erschwert wird. Selbstverständlich besteht theoretisch die Möglichkeit, zur Verstärkung des Luftstroms Ventilatoren zu montieren. Es wird eine Beladung von max. 10-12 kg/m<sup>2</sup> Siebfläche empfohlen. Kontrovers wird die Frage diskutiert, ob der Luftstrom in der Trockenkammer von unten nach oben oder von oben nach unten fließen soll. Tatsächlich geschehen in der Trockenkammer zwei Prozesse, die gegenteilige Auswirkungen haben: Durch die Zunahme der relativen Luftfeuchtigkeit wird die Luft leichter, will demnach eher steigen, durch das Abkühlen wird sie eher schwerer, will demnach eher absinken. Welche Tendenz überwiegt, kann ich nicht beurteilen, da dies u.a. vom Wassergehalt des Dörrguts und von der Qualität der thermischen Isolation der Trockenkammer abhängt. Wahrscheinlich würde die natürliche thermische Konvektion am besten in einer zweiteiligen Trockenkammer ausgenutzt, in deren erstem Teil Aufwind herrscht und im zweiten Teil Abwind. Immerhin scheint es Trockner mit beiden Varianten zu geben, die funktionieren, die Windrichtung in der Trockenkammer ist demnach von untergeordneter Bedeutung. Nicht thermisch isolierte, schwarz gefärbte Trockenkammern, in denen das Dörrgut zusätzlich aufgewärmt wird, sollen jedenfalls mit Aufwind funktionieren.

Aufwind-Trockner sollten zusätzlich zum Insektenschutznetz an der Eingangs- und Ausgangsöffnung ein grobes Metallgitter aufweisen, das grösseren Tieren (Mäuse, Marder, etc.) den Zutritt verwehrt.

Tunnel-Trockner: Sie wurden entwickelt für die rationelle, unterhaltsarme Verarbeitung mittlerer oder grosser Mengen Dörrguts. Die Konstruktion braucht wenig Material und ist leicht herzustellen. Kollektor und Fläche, auf der das Dörrgut ausgelegt wird, sind horizontal und direkt hintereinander unter einem Plastiktunnel angeordnet. Der Trockner soll in Windrichtung aufgestellt werden. Die fehlende natürliche Konvektion muss aber trotzdem mit einem relativ kostenintensiven Ventilator kompensiert werden, der mit Vorteil wiederum von Sonnenenergie angetrieben wird. Da bei der überwiegenden Zahl der Trocknungsprodukte eine Belüftung während der Nacht nicht erforderlich ist, kann der Gleichstrommotor des Ventilators (ohne Batterie) direkt an das PV-Modul angekoppelt werden.



Die Konstruktion ist relativ flächenintensiv und infolge seiner Grösse kaum transportierbar. Demzufolge muss sie auch witterungsbeständig gebaut werden. Die grössten dokumentierten Anlagen weisen eine Beladungsfläche von über 20 m<sup>2</sup> auf, mit einer maximalen Beladung von über 10 kg Dörrgut pro Quadratmeter. Das Dörrgut ist der direkten Sonnenstrahlung ausgesetzt, daher eignet sich dieser Typ nur bedingt für die Verarbeitung von lichtempfindlichem Dörrgut. Ein wesentlicher Nachteil des Tunnelrockners besteht da-

rin, dass das Dörrgut nur ungenügend vor Tierfrass geschützt werden kann, was umso schwerer ins Gewicht fällt, als der Trockner meist nicht verschiebbar ist. Die Temperatur im Tunnel kann nicht nur mit teilweiser Beschattung des Trockners, sondern vor allem mit der Kontrolle der Ventilatorleistung reguliert werden.

#### Übersicht über die Typen und ihr Vor- und Nachteile

	Direkt-Hitze-Trockner	Aufwind-Trockner	Tunnel-Trockner
Billige Konstruktion	+	-	+/-
Einfache Konstruktion	+	-	+
Für grosse Mengen an Trockengut geeignet	-	+/-	+
Ausrichtung nach der Sonne unnötig	+	-	+
Ist regenbeständig	-	+/-	+
Trockengut ist vor direkter Sonnenstrahlung geschützt	-	+	-
Braucht keinen Ventilator	+	+	-
Braucht wenig Platz	+	+	-
Gewährt Schutz vor Tierfrass	+	+	-
Temperaturregulierung möglich	-	-	+

Weitere Typen: Es erstaunt einigermassen, warum bisher offenbar niemand auf die Idee gekommen ist, die obgenannten Trocknertypen zu kombinieren. Denkbar wäre zum Beispiel ein Aufwind-Trockner mit zusätzlicher Ventilation. Mit Ventilator könnte der Kollektor sogar horizontal angelegt werden und müsste damit nicht dem Sonnenstand nachgeführt werden. Der Kollektor könnte – getrennt von der Trockenkammer - auf dem Hausdach installiert werden, die Trockenkammer im Haus drin.

Eine andere Variante, die im Kapitel 2.4. Seite 10 ff. vorgestellt wird, ist ein schwenk- und neigbarer Tunnelrockner.

## 2. Bau von solaren Nahrungsmitteltrocknern

### 2.1. Direkt-Hitze-Trockner

Der Bau eines relativ komfortablen Direkt-Hitze-Trockners ist unter

[http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=14&ved=0CDkQFjADOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.facesdobrasil.org.br%2Fmidadeca%2Fdoc\\_download%2F329-manual-de-desidratacao-solar-de-frutas-ervas-e-hortalias.html&ei=7mYtVeOolIyKsAGjmlGYCO&usq=AFOjCNEZv5pwz1XO6xBIO5I5PnEQ2TNptO&bv=m=bv.90790515.d.bGg](http://www.google.de/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=14&ved=0CDkQFjADOAo&url=http%3A%2F%2Fwww.facesdobrasil.org.br%2Fmidadeca%2Fdoc_download%2F329-manual-de-desidratacao-solar-de-frutas-ervas-e-hortalias.html&ei=7mYtVeOolIyKsAGjmlGYCO&usq=AFOjCNEZv5pwz1XO6xBIO5I5PnEQ2TNptO&bv=m=bv.90790515.d.bGg) beschrieben. Ein etwas billigeres, aber auch gutes Modell wird auf <http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAaQkAB/secador-solar-baixo-custo> dargestellt.

Wichtig ist die Berücksichtigung der Hinweise im Kapitel 1c dieses Dokuments bezüglich der Materialwahl. Ausserdem sollen die Lüftungsöffnungen auf unterschiedlicher Höhe angebracht werden, d.h. die Lufteintrittsöffnung(en) weiter unten als die Luftaustrittsöffnung(en).

### 2.2. Aufwind-Trockner

Wer einen Aufwind-Trockner bauen will, orientiere sich an den Beschreibungen der Luxus-Modelle auf Seite <http://www.motherearthnews.com/diy/solar-food-dehydrator-plans-zm0z14jizmar.aspx> und im youtube-Film <https://www.youtube.com/watch?v=ntHkizSqvpw>. Ich empfehle, vom angegebenen Verhältnis zwischen Kollektorfläche und Trockenkammervolumen nicht allzu stark abzuweichen. Die Temperaturkontrolle erfolgt durch das teilweise Schliessen der Luftaustrittsöffnung. Je nach Beladung der Gitter wird die Luftströmung mehr oder weniger stark behindert, die meisten Konstrukteure empfehlen daher, einen Siebabstand von 15-20 cm einzuhalten. Dem Problem des Gegenwinds kann durch das Anbringen einer Windablenkung bei der Eingangsöffnung (siehe Abbildung Seite 12) und einer zusätzlichen Luftaustrittsöffnung auf der Kollektorseite der Trockenkammer begegnet werden. Falls die Temperaturen regelmässig zu hoch werden, muss allenfalls an der Eingangsöffnung zusätzlich ein Ventilator montiert werden. Falls die Gefahr besteht, dass Säugetiere sich nachts am Dörrgut bedienen, können zusätzliche Metallgitter an Eingangs- und Ausgangsöffnung Abhilfe schaffen. Wem die ganze Angelegenheit zu ernst erscheinen sollte, dem empfehle ich die Lektüre der folgenden englischen Bauanleitung eines Kollektors mit Aludosen: <http://www.spacepetuniareview.com/2014/11/diy-building-solar-can-air-dehydrator.html>

### 2.3. Tunnel-Trockner

Für äquatornahe Gebiete ist wohl der Tunnelrockner die geeignetste Form. Seine Grösse ist je nach erwünschter Dörrgutmenge variabel. Grundsätzlich kann so vorgegangen werden, wie beispielsweise in [http://www.solare-bruecke.org/Bauanleitungen/Tunnelrockner\\_dt.pdf](http://www.solare-bruecke.org/Bauanleitungen/Tunnelrockner_dt.pdf) bzw.

[http://www.alternative-technologie.de/Solarer\\_Trockner/Tunnelrockner\\_dt.pdf](http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/Tunnelrockner_dt.pdf) oder

[http://www.alternative-technologie.de/Solarer\\_Trockner/Tunnel\\_Dryer\\_Instructions.pdf](http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/Tunnel_Dryer_Instructions.pdf) aufgezeigt wird.

Für die zu verwendenden Materialien gibt es mehrere Möglichkeiten (siehe Kapitel 1.3. Seite 4). Bei der Dimensionierung gilt es folgendes zu beachten:

Das **Verhältnis zwischen Kollektor und der für das Dörrgut vorgesehenen Fläche** soll allen Autoren zufolge stets 1:1 betragen. Wird der Kollektoranteil erhöht, so wird dem Dörrgut mehr Energie zugeführt, es besteht also die Gefahr der Überhitzung. Dieser kann nur begegnet werden, indem auch die Ventilatorleistung erhöht wird.

Zur **Wahl des Ventilators und Solarmoduls**: Abgesehen von einem minimalen Luftaustausch, der dazu dient, die Feuchtigkeit aus der Trockenkammer abzuführen, dient der Ventilator hauptsächlich der Temperaturregulierung. Je grösser seine Leistung, desto kühler ist es im Tunnel bei konstanter Energiezufuhr. Mit zu geringer Ventilation wird das Dörrgut zu grosser Hitze ausgesetzt, was dessen Qualität beeinträchtigt, zu starke Ventilation hat (ausser den unnötigen Kosten) nur dann negative Auswirkungen, wenn die maximale Strömungsgeschwindigkeit von 1.5 m/s überschritten wird.



Die minimal notwendige Ventilatorleistung wird anhand der Kollektorfläche bestimmt. Erfahrungen zeigen, dass pro m<sup>2</sup> schwarzer (Kollektor-) Fläche ein Volumenstrom von 40 - 50 m<sup>3</sup>/h Luft nötig ist, um die Temperatur in der Trockenkammer innerhalb des erlaubten Bereichs zu halten. Meist werden Ventilatoren verwendet, die mit 12 V Gleichstromspannung arbeiten, womit man sie direkt an gebräuchliche Solarpanels anschliessen kann. Die Leistung von Ventilatoren wird meist in m<sup>3</sup>/h (oder bei Computerventilatoren in cfm = cubic foot/minute) angegeben. 1 cfm = 1.699 m<sup>3</sup>/h.

Beispiel: Wenn der schwarze Kollektor eine Fläche von 4 m<sup>2</sup> aufweist, muss die totale Ventilatorleistung ca. 200 m<sup>3</sup>/h betragen.

Beim Kauf des Ventilators muss nicht nur die Leistung unter Voll-Last, sondern auch das **Teillastverhalten** von Motor und Ventilatorlaufrad beachtet werden, weil die Solarstrahlung eine stark fluktuierende Energiequelle darstellt und der Ventilator auch funktionieren soll, wenn die Sonneneinstrahlung noch schwach ist. Zudem soll ein Ventilator gewählt werden, der ein möglichst niedriges **Startmoment** aufweist, damit der Ventilator rechtzeitig zu arbeiten beginnt. Optimal ist ein Start des Ventilators bei 120 W/m<sup>2</sup>. Conrad ([www.conrad.de](http://www.conrad.de)) z.B. bietet solche Ventilatoren unter der Bestellnummer 53 73 30 59 oder 53 71 60 59 an, Reichelt ([www.reichelt.de](http://www.reichelt.de)) unter der Bezeichnung FAN-ML 8020-12. Falls aufgrund der Kollektorfläche mehr als ein Ventilator benötigt wird, so werden diese parallel geschaltet und direkt am Solarmodul angeschlossen.

Die theoretisch notwendige Leistung des Solarmoduls entspricht der Summe des Leistungsbedarfs aller Ventilatoren bei Vollast. Leistung = Spannung x Stromstärke.

Beispiel: Wenn ein Solarmodul für drei Ventilatoren benötigt wird, deren Leistungsbedarf je 0.5 Ampere beträgt, dann ist die notwendige theoretische maximale Leistung des Solarmoduls also  $P = 0.5 A \times 12 V + 0.5 A \times 12 V + 0.5 A \times 12 V = 1.5 A \times 12 V = 18 W$

Das Solarmodul soll so gewählt werden, dass die Ventilatoren auch bei bewölktem Himmel arbeiten. Einer der Autoren empfiehlt daher, die errechnete theoretische maximale Leistung des Solarmoduls um ca. 20% zu erhöhen. In unserem Beispiel wäre also die tatsächliche Leistungsanforderung an das Solarmodul ca. 22 W. Diese Leistungserhöhung ist lediglich ein Kostenpunkt, denn ein allfälliger Überschuss an Energie bei starker Sonnenstrahlung schädigt die Ventilatoren nicht, sofern dabei die Stromspannung nicht ebenfalls erhöht wird. Diese Angaben sind natürlich abhängig von der Qualität des Kollektors, der Sonneneinstrahlung, der Aussentemperatur, der relativen Luftfeuchtigkeit, etc. Falls es im Tunnel unter Betrieb regelmässig zu warm werden sollte, müssen weitere Ventilatoren montiert oder der Kollektor verkleinert werden.

Einer der Autoren erachtet die künstliche Belüftung als nicht nötig, wenn am Standort tagsüber Windgeschwindigkeiten von über 3 m/s herrschen. Allerdings müsse dann am Ausgang ein Kamin angebracht werden, der eine Art thermische Konvektion simuliert. Problematisch ist diesbezüglich, dass die Windstärke wohl nicht mit der Sonneneinstrahlung korreliert ist, weshalb eine Temperaturregulierung unmöglich sein wird.

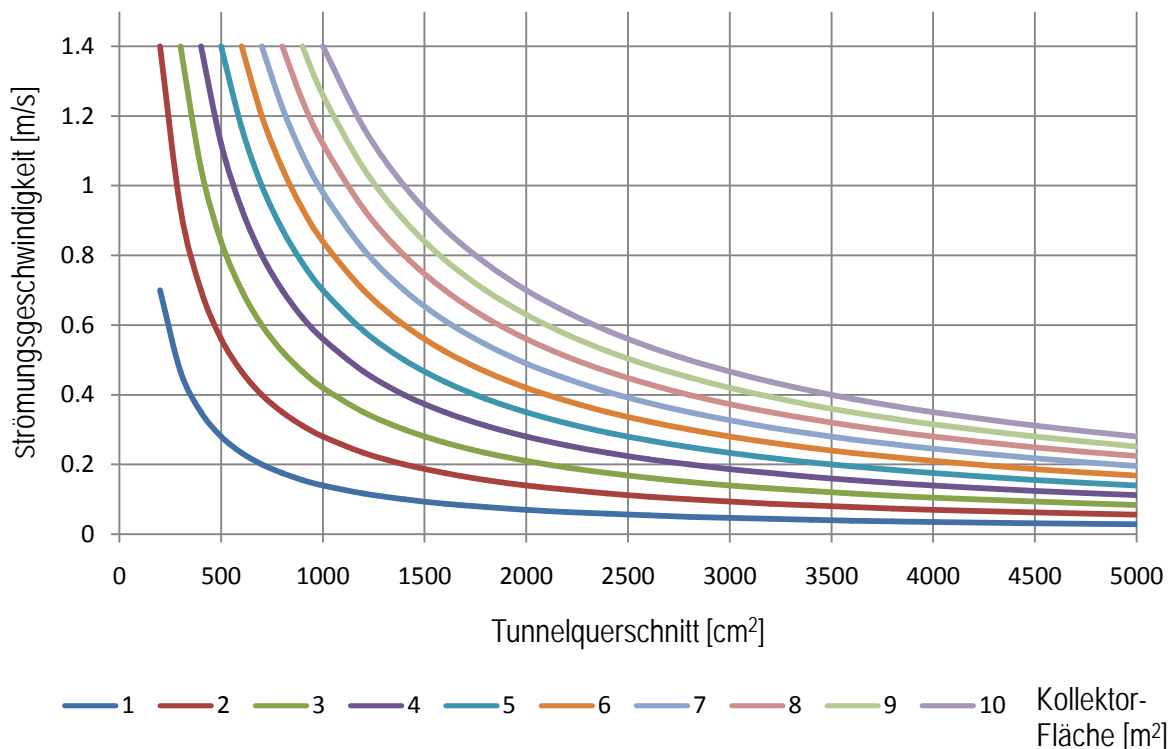
Schliesslich verdient der **Tunnelquerschnitt** (und damit das Tunnelvolumen) Beachtung: Mit ihm kann die Temperatur in der Trockenkammer zwar nicht beeinflusst werden. Je kleiner er jedoch gewählt wird, desto grösser ist die Strömungsgeschwindigkeit bei konstanter Ventilatorleistung, desto stärker kann bei konstanter Energiezufuhr auch die relative Luftfeuchtigkeit im Kollektorteil reduziert werden, desto kleiner auch das Luftvolumen, das die Feuchtigkeit des Dörrguts aufzunehmen vermag. Die Abhängigkeit zwischen Kollektorfläche (und damit verbunden die totale Ventilatorleistung), Strömungsgeschwindigkeit und Tunnelquerschnitt kann mit folgenden Formeln ausgedrückt werden.

$$\text{Strömungsgeschwindigkeit [m/s]} = \frac{140 \times \text{Kollektorfl. äche [m}^2\text{]}}{\text{Tunnelquerschnitt [cm}^2\text{]}}$$

$$\text{Tunnelquerschnitt [cm}^2\text{]} = \frac{140 \times \text{Kollektorfl. äche [m}^2\text{]}}{\text{Tunnelquerschnitt [cm}^2\text{]}}$$

$$\text{Ventilatorleistung [m}^3\text{/h]} = \frac{\text{erwünschte Strömungsgeschwindigkeit [m/s]} \times \text{Tunnelquerschnitt [cm}^2\text{]}}{7000}$$

Grafik: Strömungsgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Tunnelquerschnitt für Kollektoren von 1 bis 10 m<sup>2</sup> Fläche bei einer Ventilatorleistung von 50 m<sup>3</sup>/h\*m<sup>2</sup>



Wenn man davon ausgeht, dass sämtliche auf den Kollektor auftreffende Energie in Wärme umgewandelt wird und an die darin befindliche Luft abgegeben wird, kann die Temperatur im Tunnel mit einer Verringerung des Tunnelquerschnitts nicht verändert werden. Diese Annahme ist aber nicht ganz richtig: Je inniger der Kontakt zwischen schwarzer Kollektorfläche und dem darüberstreichenden Luftstrom ist, desto besser der Wärmeaustausch. Auch in der Trockenkammer besteht ein Interesse, dass der Luftstrom am Dörrgut vorbeistreicht und nicht etwa oberhalb des Dörrguts ungenutzt abzieht. Daher ist der Tunnelquerschnitt möglichst klein zu wählen, aber doch so gross, dass eine Strömungsgeschwindigkeit von 1.5 m/s nicht überschritten wird. Der einzige Vorteil eines grossen Tunnelvolumens bestünde darin, dass damit (beispielsweise durch Wolken ausgelöste) Leistungsschwankungen besser ausgeglichen würden, das System also träger würde.

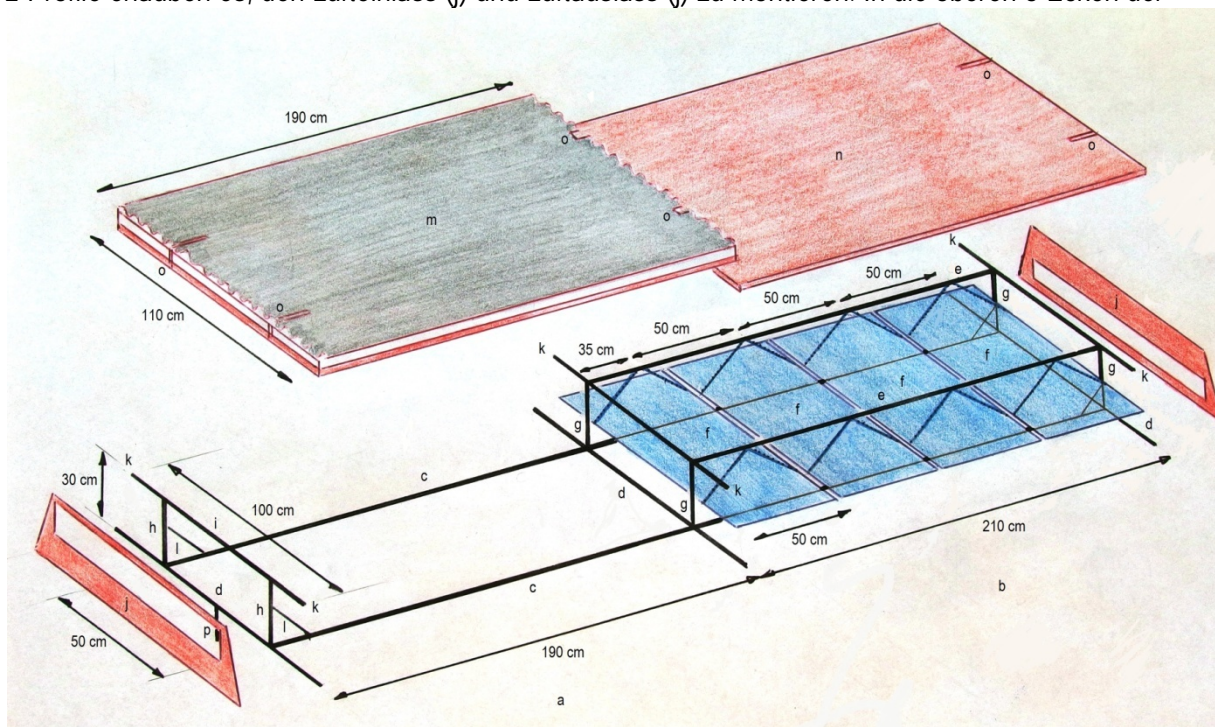
#### 2.4. Projekt: Schwenk- und drehbarer Tunneltrockner

Ich habe versucht, die Vorteile von Aufwindtrockner und Tunneltrockner in einer Konstruktion zu vereinigen. Das Resultat ist ein schwenk- und drehbarer Tunneltrockner, der durch die Nachführung nach dem Sonnenstand die vorhandene Sonnenenergie besser nutzt und wegen seiner Neigung mit natürlicher thermischer Konvektion funktioniert, demnach keinen Ventilator braucht. Weil der Trockner

auch bei Regenwetter geneigt werden kann, muss das Tunneldach nicht zur Seite hin geneigt sein, womit der Tunnelquerschnitt gegenüber einem herkömmlichen Tunneltrockner verkleinert werden kann. Die Dreh- und Neigbarkeit des Trockners erlaubt zusätzliche Möglichkeiten, das Klima in der Trockenkammer zu steuern. Die Nachteile, die man sich dabei einhandelt, bestehen in einem grösseren Gewicht, einer etwas stabileren (und damit teureren) Konstruktion und dem erhöhten Aufwand bei der Bedienung, der im wesentlichen aus der Nachführung nach der Sonne besteht. Es ist meines Erachtens auch nicht möglich, sehr grosse Anlagen dieses Typs zu machen, wie es bei konventionellen Tunneltrocknern der Fall ist. Das nachfolgende Projekt ist dem unter <http://members.efn.org/~itech/pdf%20files/Solar%20tunnel%20food%20dryer.pdf> beschriebenen Tunneltrockner nachempfunden, weist ihm gegenüber aber einige wesentlichen Verbesserungen auf. Dieser Trocknertyp existiert vorläufig nur auf Papier, aber vielleicht versucht sich einmal jemand daran.

Hier die Details für den Bau:

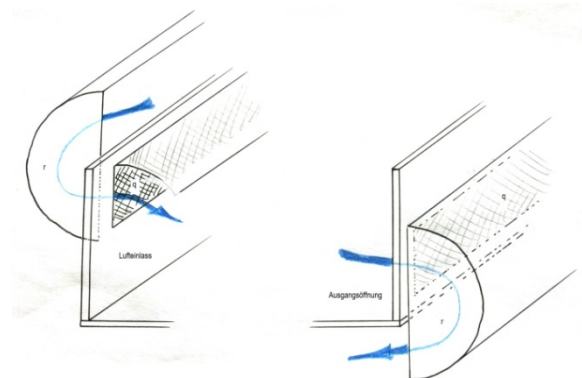
Abbildung 1: Der Trockner besteht aus einem Kollektorteil (a) von 190 cm Länge und 110 cm Breite sowie einer Trockenkammer (b) von 210 cm Länge und 110 cm Breite. Das tragende Gerüst besteht aus 2 parallelen eisernen U-Profilstangen von 4 m Länge (c), die, gehalten von drei U-Profilstangen von 110 cm Länge (d) einen Abstand von 50 cm einhalten. Die Trockenkammer (b) erhält zwei zusätzliche U-Profilstangen von 210 cm Länge (e) in einem Abstand von 30 cm von den U-Profilstangen (c), in die je 4 Löcher zur Aufhängung der Siebe (f) gebohrt werden. Der erste Aufhängepunkt ist 35 cm vom Beginn der Trockenkammer entfernt, eine Distanz, die das Auspendeln des Siebs erlaubt, ohne dass das Sieb an die senkrechten Profilstangen (g) anschlägt. Die übrigen Aufhängepunkte befinden sich in einem Abstand von je 50 cm vom vorhergehenden. Zwei senkrechte (h) und drei weitere horizontale (i) L-Profile erlauben es, den Lufterlass (j) und Luftauslass (j) zu montieren. In die oberen 6 Ecken der



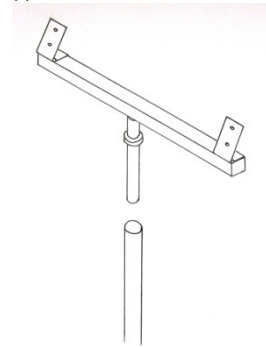
Metallkonstruktion (k) werden Löcher gebohrt und Stahlkabel oder Drähte gespannt, auf die die Plastikfolie zu liegen kommt. Die Metallteile werden untereinander entweder verschweisst oder verschraubt. Die Verbindungen zwischen Kollektorteil und Trockenkammer sollen jedoch verschweisst werden, damit die Profile (c) nicht durch Löcher geschwächt werden. Die Winkel zwischen den horizontalen und vertikalen Eisenteile am Anfang und am Ende des Kollektors müssen mit Flachprofil-Leisten (l) verstärkt werden. Am vorderen Ende der Konstruktion kann ein ca. 10 cm hoher Fuss angebracht werden, womit ein Hineinwehen von Staub verringert wird.

Der Boden des Kollektorteils (m) besteht, von unten nach oben gesehen, aus einer Sperrholzplatte, einer thermischen Isolationsschicht und einem Wellblech, der Boden der Trockenkammer (n) aus einer Sperrholzplatte. Beide werden, nachdem die Aussparungen zur Aufnahme der vertikalen Eisenprofile (o) ausgeschnitten worden und die Ränder mit Holzleisten verstärkt worden sind, auf die Eisenprofile (c) gelegt.

Lufteinlass: Die Eingangsöffnung ist in der oberen Hälfte der Sperrholzabdeckung angebracht, um das Hineinwehen von vom Boden aufgewirbeltem Staub zu vermindern. Ein Vordach bei der Ausgangsöffnung verhindert den Eintritt von Regen. Empfehlenswert ist das Anbringen einer improvisierten Windfahne, das das Ermitteln der Windrichtung erlaubt (z.B. ein aufgehängtes Plastikstreifenchen). Lufteinlass und Ausgangsöffnung müssen mit einem Insektenschutz (q) versehen werden.



Damit der Trockner auch der Sonne nachgeführt werden kann, wenn der Wind aus der „falschen“ Richtung weht, können an Eingangs- und Ausgangsöffnung abnehmbare halbzyylinderförmige Schalen (r) montiert werden, die den Wind in den Tunnel lenken.



Die Siebe (f) messen je 50 cm x 10 cm und werden mit Stahlkabeln oder Draht an den oberen U-Profilstangen (e) so aufgehängt, dass sie von der Bodenplatte des Trocknerteils einen Abstand von 10 cm einhalten.

Die ganze Konstruktion wird mit einem in zwei Richtungen schwenkbaren Gelenkkopf, der unter dem Massenschwerpunkt des Trockners liegt, auf ein 1.40 m hohes Stativ gestellt.

Betrieb: Mit den angegebenen Massen kann der Tunneltrockner sowohl um 360°C geschwenkt wie auch um 30° geneigt werden. Da die Gitter nicht aufgestellt, sondern aufgehängt werden, verbleiben sie auch bei Neigung des Trockners in Horizontallage, womit das Dörrgut nicht wegrollt und zudem nicht nur von oben, sondern schräg von unten belüftet wird, was für eine ideale Umströmung des Dörrguts sorgt. Bei Regenwetter oder wenn Regen im Anzug ist, muss der Trockner so stark wie möglich geneigt werden, damit sich auf der Abdeckung kein Wasser ansammelt.

Temperaturregelung: Grundsätzlich so viel Energie wie möglich zuführen, d.h. Kollektorfläche so senkrecht wie möglich zur Strahlungsrichtung: Auf der südlichen Erdhalbkugel im Winter vormittags in Richtung Nordosten und am Nachmittag Richtung Nordwesten, im Sommer vormittags in Richtung Südosten und am Nachmittag in Richtung Südwesten. Wer das nicht kann, soll im Winter nach Norden richten oder eher nach Nordwesten, im Sommer nach Süden oder eher nach Südwesten, weil am Nachmittag die relative Luftfeuchtigkeit tiefer als am Vormittag. Wenn es zu heiss wird, dann muss gekühlt werden, und zwar auf folgende Weise: Trockner stärker neigen (gibt mehr natürliche Konvektion), Trockner von der idealen Exposition weg und (ohne Ablenkschalen) in Windrichtung drehen, mehr frisches Dörrgut zugeben oder Kollektorfläche teilweise abdecken.

### **3. Benutzung des Nahrungsmitteltrockners**

#### **3.1. Unterhaltsarbeiten**

Vor dem ersten Gebrauch und danach von Zeit zu Zeit muss das Innere des Trockners mit einer Desinfektionsmittel-Lösung gereinigt werden. Eine saubere Abdeckung erhöht den Wirkungsgrad des Trockners. Wenn der Trockner für längere Zeit nicht gebraucht wird, ist es empfehlenswert, ihn oder wenigstens verderbliche Teile nach Möglichkeit vor der Witterung zu schützen, weil alle verwendeten Materialien unter dem Einfluss von Sonnenstrahlung und Feuchtigkeit schneller altern: Plastik wird unter der Sonnenstrahlung brüchig und verliert seine Transparenz, Holz fault und Eisen rostet.

#### **3.2. Vorbereitung des Dörrguts**

Vor allen Arbeitsgängen müssen die Hände sauber gewaschen werden. Saubere Kleidung und sauberes Werkzeug verhindern die Kontaminierung des Dörrguts mit Bakterien und Pilzen. Die folgenden Schritte müssen ohne längere Unterbrechung, also direkt hintereinander, erfolgen.

1. Zunächst muss das Dörrgut ausgewählt werden. Geeignet sind vollständig reife Früchte und Gemüse, die aber keine Fäulnis aufweisen. Nach Möglichkeit ist die Wetterprognose zu beachten, d.h. der Dörrvorgang sollte nach Möglichkeit zu Beginn einer Schönwetterperiode anfangen.
2. Meist ist es von Vorteil, das Dörrgut vor dem Schälen zu waschen. Dafür wird sauberes Trinkwasser verwendet oder Wasser, das mit einem chlorhaltigen Desinfektionsmittel (im Verhältnis 1:50) behandelt wurde.
3. Nun wird das Dörrgut bei Bedarf geschält, in Scheiben oder dünne Stäbchen geschnitten und allenfalls vorbehandelt. Ein Autor empfiehlt ein nochmaliges Waschen des geschnittenen Dörrguts mit einer (1:10) verdünnten Desinfektionsmittellösung und danach ein Spülen mit Trinkwasser, um überschüssiges Chlor zu entfernen. Falls kein Trinkwasser zur Verfügung steht, das für das Spülen zu verwendende Wasser mit 3 ml Chlorklösung pro Liter Wasser versetzen.
4. Nun ist das Dörrgut bereit, in den Trockner gelegt zu werden. Mit Vorteil geschieht dies am Vormittag, damit das Dörrgut vor der ersten Nacht gut angetrocknet wird. Die Teile sollten sich nicht gegenseitig berühren, damit sie nicht verkleben und auf allen Seiten belüftet werden. Das Klebenbleiben des Dörrguts auf dem Gitter kann verhindert werden, indem das Gitter mit ein wenig pflanzlichem Öl bestrichen wird. Falls die Möglichkeit besteht, soll während der ersten Nacht die Strömung aufrechterhalten bleiben, während der folgenden Nächte wird eher empfohlen, die Luftströmung zu unterbrechen. Ein Autor empfiehlt, für das Trocknen von Fisch und Fleisch separate Gitter zu verwenden.

#### **3.3. Trocknungsvorgang**

Während des Trocknungsvorgangs ist das Dörrgut periodisch zu kontrollieren. Der Trocknungsvorgang ist dann abgeschlossen, wenn das Dörrgut die Kriterien für die Verpackung und Lagerung erfüllt.

Während des Trocknungsvorgangs können verschiedene Probleme auftauchen:

Problem	Mögliche Ursachen	Behebung
Vorzeitige Verhärtung der Aussenhaut des Dörrguts	Zu rasche Trocknung, zu tiefe relative Luftfeuchtigkeit in der Trockenkammer	Strömungsgeschwindigkeit drosseln oder mehr Dörrgut begeben
Braunfärbung	Fehlende Vorbehandlung des	Dörrgut das nächste Mal vorbehandeln,

des Dörrguts	Dörrguts, zu hohe Temperatur in der Trockenkammer	Temperatur senken (Kollektorfläche reduzieren oder Strömungsgeschwindigkeit erhöhen)
Pilz- oder Bakterienbefall des Dörrguts	Unsaubere Arbeitsweise oder/und zu tiefe Temperatur resp. zu hohe Luftfeuchtigkeit in der Trockenkammer	Hygienevorschriften beachten Strömungsgeschwindigkeit drosseln (bei zu tiefer Temperatur) Kollektorfläche vergrößern oder Dörrgutmenge reduzieren (bei zu hoher Luftfeuchtigkeit)

Die Konservierung der Lebensmittel erfolgt durch das Trocknen, das Entziehen von Wasser. Ohne Wasser und mit der damit verbundenen hohen Konzentration an Zucker wird das Verderben der Lebensmittel stark verzögert. Es gibt jedoch einige Vorbehandlungsmöglichkeiten, die zusätzlich angewandt werden können, um die Konservierung zu unterstützen. Die gängigen Vorbehandlungsmethoden sind im Anhang 5.3. Seite 21 aufgelistet und beschrieben.

### 3.4. Trocknungszeiten

Grundsätzlich gilt, dass das Dörrgut umso länger gelagert werden kann, je trockener es ist. Für die Bestimmung der notwendigen Trocknungszeit gibt es mehrere Methoden:

- Gewisse Autoren geben den tatsächlichen relativen Wassergehalt des Dörrguts zu Beginn ( $W_i$ ) und den Soll-Wassergehalt am Ende des Trocknungsvorgangs ( $W_t$ ) an. Wenn das Anfangsgewicht des Dörrguts ( $G_i$ ) gemessen wird, kann anhand dieser Werte berechnet werden, wie schwer das Endprodukt sein darf ( $G_t$ ). Hier die Formel:

$$G_t = G_i \times \frac{(100 - W_f)}{(100 - W_t)}$$

*Beispiel: Für Bananen ist  $W_a = 76\%$  und  $W_e = 21\%$ . Wenn 10 kg frische Bananen getrocknet werden sollen, so dürfen die getrockneten Bananen das Gewicht  $G_e = 10 \text{ kg} \times \frac{24}{79} = 3.04 \text{ kg}$  aufweisen.*

Die relativen Wassergehalte verschiedener Lebensmittel können der einschlägigen Literatur entnommen werden. Für einige Lebensmittel gibt es Angaben im Anhang 5.4. Seite 22 ff.

- Getrocknete Lebensmittel weisen bestimmte Merkmale auf, die in der einschlägigen Literatur beschrieben sind. Beispielsweise sollen getrocknete Bananen brüchig sein, getrocknete Tomaten ledrig, getrocknete Süßkartoffeln sehr ledrig und nicht biegsam. Somit kann das selber getrocknete Dörrgut mit dem Soll-Merkmal verglichen werden. Für einige Lebensmittel sind die Merkmale in Anhang 5.4. Seite 22 ff. beschrieben.
- Wieder andere Autoren geben den Dörrgrad an, d.h. auf wieviel ihres ursprünglichen Volumens die Frucht nach dem Trocknungsvorgang ungefähr schrumpft. Einzelne Angaben wiederum im Anhang 5.4. Seite 22 ff.
- Viele Autoren geben Richtwerte für die Dörrzeiten an, manchmal in Stunden, manchmal in Tagen. Diese Methode ist die unzuverlässigste, weil die Dörrzeit stark von der Energiezufuhr, von der Füllmenge, der relativen Feuchtigkeit der Aussenluft und anderen Faktoren abhängt. Trotzdem sind die zu erwartenden Dörrzeiten einiger Lebensmittel in Anhang 5.4. Seite 22 ff. angeführt.

Es empfiehlt sich, über die selber gemachten Erfahrungen Buch zu führen, da sie, abhängig von den Standortverhältnissen, von Literaturangaben abweichen.

## **4. Lagerung, Verpackung, Verwendung, Verkauf**

### **4.1. Zwischenlagerung**

Wenn das Dörrgut fertig getrocknet ist, darf es keinesfalls offen liegen gelassen werden, weil es sonst von Insekten befallen würde. Es empfiehlt sich, das Dörrgut nicht morgens, sondern nachmittags nach einem sonnigen Tag dem Trockner zu entnehmen. Vor dem Verpacken muss das Dörrgut vollständig abgekühlt werden. Die Abkühlung erfolgt mit Vorteil in einem sauberen, verschliessbaren Gefäss aus Glas, aus nahrungsmittlechtem Plastik oder Chromstahl, dessen Öffnung mit einem Tuch verschlossen wird, um Insekten den Zutritt zu verwehren. Wenn das Dörrgut vollständig abgekühlt ist, kann und soll das Gefäss hermetisch verschlossen werden. Die Zwischenlagerung vor dem definitiven Verpacken in kleine Portionen bezweckt, allfällige Feuchteunterschiede innerhalb des Dörrguts auszugleichen.

### **4.2. Verpackung und Lagerung**

Nun kann das Dörrgut endgültig verpackt werden. Gewisse gedörrte Lebensmittel können vor dem Verpacken gemahlen werden. Die Menge pro Verpackung soll in Abhängigkeit des Konsums oder Verkaufs erfolgen. Die entsprechenden Mengen werden abgewogen, in nahrungsmittlechte Plastiksäckchen (PP, nicht PE) abgefüllt und verschweisst. Nun wird jedes Säckchen beschriftet, zumindest mit Produktname, Name und Adresse des Produzenten, Inhalt und Behandlung, Quantität, Abfülldatum und Verfalldatum.

Die Lagerung von Dörrgut sollte an einem trockenen, belüfteten, vor Licht und Tieren geschützten Ort erfolgen. Die Qualität ist periodisch zu kontrollieren. Es empfiehlt sich, über das verpackte Dörrgut Buch zu führen. Getrocknete Früchte sind je nach Lagerbedingungen unterschiedlich lange haltbar.

Ungeöffnete Verpackungen können meist 6 oder 12 Monate, teilweise aber auch bis zu 2 Jahren gelagert werden. Kräuter können bis zu einem Jahr, Pilze ein bis zwei Jahre, Gemüse bis zu sechs Monate, Nüsse in der Schale sechs bis acht Monate lang gelagert werden. Die Haltbarkeit kann durch die Lagerung in luftdichten Behältern verlängert werden.

Bei unsachgemässer Lagerung besteht insbesondere die Gefahr eines Befalls mit Motten. Zur Vorbeugung können Wachholder-, Rosmarin- oder Lavendelzweige oder Duftfallen zum Aufbewahrungsort gegeben werden. Besteht die Gefahr oder der Verdacht, die Motten könnten schon zugeschlagen haben, so hilft es, das Trockengut nochmals im Trockner zu erwärmen. Weitere Schädlinge, die sich von Dörrgut ernähren, sind Getreidemotten, Korn- und Speckkäfer, Ratten und Mäuse.

### **4.3. Verkauf von Dörrgut**

Wer Dörrgut verkaufen will, muss verschiedenen Vorschriften einhalten. Das Produkt muss Qualitätsanforderungen erfüllen und beschriftet sein, der herstellende Betrieb formale und Hygienevorschriften beachten. Die entsprechenden Vorschriften für Brasilien sind im Anhang 5.6. Seite 30 ersichtlich.

### **4.4. Verwendung des Dörrguts**

Die meisten gedörrten Lebensmittel müssen vor dem Konsum rehydriert werden. Dies geschieht durch Einlegen in Wasser oder durch Kochen oder beides. Das Einweichwasser enthält Nährstoffe und kann zum Kochen verwendet werden. Viele Früchte können auch direkt gegessen werden, sollen aber gut gekaut werden, damit sie sich im Mund rehydrieren können. Früchte können auch 30 Minuten (gemäss anderen Autoren 2 - 4 Stunden) in lauwarmes Wasser, Milch oder Yoghurt eingelegt und danach als Kompott, Fruchtsalat oder als Zutat im Birchermus gegessen werden.

Gemahlene oder körnige Dörrgüter können beim Kochen direkt als Zusatz oder Gewürz in Reis, Getreide, Suppen, Saucen und Breien gegeben oder zur Zubereitung von Kuchen, Brot und Biskuits dem Teig beigegeben werden.

Gemüse wird direkt beim Kochen ins Kochwasser gegeben, kann aber auch vorher während 2 Stunden in kaltes Wasser eingelegt werden. Wenn das Gemüse vor dem Trocknen blanchiert worden ist, dann reicht eine Rehydrierungszeit von einer Stunde. Fleisch kann entweder direkt gegessen, direkt ins Kochwasser gegeben oder vorgängig in Wasser eingelegt werden. Pilzscheiben werden vor dem Gebrauch 3-4 Stunden in lauwarmem Wasser eingeweicht.

Wurzeln und Hölzer müssen mehrere Stunden lang eingeweicht werden, Bohnen während 6-8 Stunden. Die Rehydrierungszeit für Zwiebel, Tomate und Kohl wird mit 10-15 Minuten angegeben, die für Karotte, Aubergine, Manjok, Kartoffel und Bohnen 30 Minuten.

Für Fragen, Anregungen, Kritik: [cumaru\(at\)cumaru-pe.com.br](mailto:cumaru(at)cumaru-pe.com.br)

Bruno Kägi, Bern, 25. Juni 2015



## 5. Anhänge

### 5.1. Allgemeine Quellen

Thema	Sprache	Bemerkungen	Link
Allgemeine Übersicht	Egl		<a href="http://solarcooking.wikia.com/wiki/Solar_food_drying">http://solarcooking.wikia.com/wiki/Solar_food_drying</a>
Infos zum Trocknungs-vorgang	Deu		<a href="https://www.hft-stuttgart.de/Forschung/Projekte/Projekt66.html/de">https://www.hft-stuttgart.de/Forschung/Projekte/Projekt66.html/de</a>
Vorbereitung des Dörrguts	prt		<a href="http://projetoplanteumarvore.blogspot.ch/2010/10/desidratacao-de-frutas-e-legumes-com.html">http://projetoplanteumarvore.blogspot.ch/2010/10/desidratacao-de-frutas-e-legumes-com.html</a>
Vorbereitung des Dörrguts	prt		<a href="http://www.curapelanatureza.com.br/2008/03/secador-solar-para-desidratao-de.html">http://www.curapelanatureza.com.br/2008/03/secador-solar-para-desidratao-de.html</a>
Rechtfertigung der Benutzung eines Solarrock-ners	prt	Film	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=_gypdUq2YE">https://www.youtube.com/watch?v=_gypdUq2YE</a>
Kauf einer Anleitung für den Bau eines Trockners	deu	Fr. 35.--	<a href="http://www.solardörrer.ch/solartrockner.html">http://www.solardörrer.ch/solartrockner.html</a>
Komplett	esp	Von Unesco Montevideo	<a href="http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Guiasecaderosolar.pdf">http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Montevideo/pdf/ED-Guiasecaderosolar.pdf</a>
Komplett, mit Rezepten, gesetzliche Grundlagen	prt		<a href="http://www.google.de/url?sa=t&amp;rct=j&amp;q=&amp;esrc=s&amp;source=web&amp;cd=14&amp;ved=0CDkQFjADOAo&amp;url=http%3A%2F%2Fwww.facesdobrasil.org.br%2Fmidiateca%2Fdoc_download%2F329-manual-de-desidratacao-solar-de-frutas-ervas-e-hortalicas.html&amp;ei=7mYtVeOoIlyksAGjmlGYCQ&amp;usq=AFQjCNEZv5pwz1XQ6xBIO5I5PnEQ2TNptQ&amp;bvm=bv.90790515,d.bGg">http://www.google.de/url?sa=t&amp;rct=j&amp;q=&amp;esrc=s&amp;source=web&amp;cd=14&amp;ved=0CDkQFjADOAo&amp;url=http%3A%2F%2Fwww.facesdobrasil.org.br%2Fmidiateca%2Fdoc_download%2F329-manual-de-desidratacao-solar-de-frutas-ervas-e-hortalicas.html&amp;ei=7mYtVeOoIlyksAGjmlGYCQ&amp;usq=AFQjCNEZv5pwz1XQ6xBIO5I5PnEQ2TNptQ&amp;bvm=bv.90790515,d.bGg</a>
Rezepte	prt	von USP	<a href="http://www.solefrutas.esalq.usp.br/docs/desidratacao.pdf">http://www.solefrutas.esalq.usp.br/docs/desidratacao.pdf</a>
Wissenschaft-liches	deu	Vorteile des Tunnelrockners, Anforderungen an Lüftung	<a href="http://www.aee.at/aee/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=673&amp;Itemid=113">http://www.aee.at/aee/index.php?option=com_content&amp;view=article&amp;id=673&amp;Itemid=113</a> <a href="http://www.aee.at/aee/images/Bilder-fuer-Zeitungen/2001-01/images/MUEHLB01.jpg">http://www.aee.at/aee/images/Bilder-fuer-Zeitungen/2001-01/images/MUEHLB01.jpg</a> <a href="http://www.aee.at/aee/images/Bilder-fuer-Zeitungen/2001-01/images/MUEHLB02.jpg">http://www.aee.at/aee/images/Bilder-fuer-Zeitungen/2001-01/images/MUEHLB02.jpg</a> <a href="http://www.aee.at/aee/images/Bilder-fuer-Zeitungen/2001-01/images/MUEHLB03.jpg">http://www.aee.at/aee/images/Bilder-fuer-Zeitungen/2001-01/images/MUEHLB03.jpg</a>
Allgemeines	egl	Rezepte (Früchte, Gemüse, Fleisch)	<a href="http://www.backwoodshome.com/articles/shaffer58.html">http://www.backwoodshome.com/articles/shaffer58.html</a>
Allgemeines, mit Rezepten	egl	Behandlung von Früchten, Rezepte, interessante Kochrezepte	<a href="http://www.nda.agric.za/docs/solar/solardrying.htm">http://www.nda.agric.za/docs/solar/solardrying.htm</a>
Allgemeines	deu	Behandlung von Dörrgut, Kochrezepte	<a href="http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/solarer_trockner.html">http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/solarer_trockner.html</a>
Allgemeines	deu	Wahl des	<a href="http://www.solare-bruecke.org/Bauanleitungen/Tunnelrockner_dt.pdf">http://www.solare-bruecke.org/Bauanleitungen/Tunnelrockner_dt.pdf</a>

		Ventilators, zur Berechnung des Entlüftungslochs von Tunnelrocknern	<a href="http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/Tunnelrockner_dt.pdf">http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/Tunnelrockner_dt.pdf</a>
Abhängigkeit von Temperatur, Luftfeuchtigkeit und Windgeschwindigkeit	egl		<a href="http://members.efn.org/~itech/pdf%20files/Solar%20tunnel%20food%20dryer.pdf">http://members.efn.org/~itech/pdf%20files/Solar%20tunnel%20food%20dryer.pdf</a>

## 5.2. Informationen zu einzelnen Modellen

Typ	Sprache	Material	Kosten	Kollektorfläche [m²]	Bemerkungen	Link
AW	esp	Holz, Plastik	-	2.1	Kein Hinweis auf Plastikqualität; nicht insektensicher	<a href="https://www.veoverde.com/2012/08/como-construir-un-deshidratado-solar/">https://www.veoverde.com/2012/08/como-construir-un-deshidratado-solar/</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?t=28&amp;v=-1cZPdauq-Q">https://www.youtube.com/watch?t=28&amp;v=-1cZPdauq-Q</a>
AW	egl	Holz, Fiberglasverstärktes Plastik, Metall		1	Rel. Aufwendige Konstruktion, nicht für Tropen geeignet, mit grundsätzlichen Bemerkungen	<a href="http://www.motherearthnews.com/diy/solar-food-dehydrator-plans-zm0z14jizmar.aspx">http://www.motherearthnews.com/diy/solar-food-dehydrator-plans-zm0z14jizmar.aspx</a>
AW	deu	Holz, Glas, Aludosen, Isolationsmaterial		-0.6		<a href="https://www.youtube.com/watch?v=nHkizSqvpw">https://www.youtube.com/watch?v=nHkizSqvpw</a>
AW	egl	Karton, Plastik			Unbrauchbar	<a href="http://www.solareagle.com/PREP/SOLDEHYD.HTM">http://www.solareagle.com/PREP/SOLDEHYD.HTM</a>
AW	frz	Holz, Metall, Plexiglas	-	4.5	Ungenaue Beschreibung, funktioniert m.E. nicht	<a href="http://solarcooking.org/francais/chimney-fr.htm">http://solarcooking.org/francais/chimney-fr.htm</a>
AW	prt	Holz, Plastik	-	-2		<a href="http://media0.agrofloresta.net/static/artigos/Desidratador-solar_traduzido_pt_BR.pdf">http://media0.agrofloresta.net/static/artigos/Desidratador-solar_traduzido_pt_BR.pdf</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=g3EYI868SPI">https://www.youtube.com/watch?v=g3EYI868SPI</a>
AW	egl	Holz,	-	-2	Schwach geneigter Kollektor, schwarzer Kamin, anderes Modell mit stärker geneigtem Kollektor und Abwind, ohne	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=oVTcnCuX2Qc">https://www.youtube.com/watch?v=oVTcnCuX2Qc</a>

					genaue Beschreibung	
AW	egl	Holz, Fiberglas, Metallgitter		32"x73"	Genaue Beschreibung, mit Abwind, Trockenkammer unter dem Kollektor	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=8XID-nxU5K0">https://www.youtube.com/watch?v=8XID-nxU5K0</a>
AW	egl	Bierkühler		-	Bierkühler, mit Abwind, Trockenkammer unter dem Kollektor, mit Kamin, ohne genaue Beschreibung	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=pEgyKGiGcJE">https://www.youtube.com/watch?v=pEgyKGiGcJE</a>
AW	egl	Holz, Metall		-	Funktioniert nicht, Probleme unbekannt	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=dUFPiHwU-c">https://www.youtube.com/watch?v=dUFPiHwU-c</a>
AW	egl	Holz, Plastik	-	-	Mit el. Exhaustor und Glühbirne, nur für kleine Dörrgutmengen	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=aofrh-bjCvO&amp;list=PL9819D4D85F9192C7">https://www.youtube.com/watch?v=aofrh-bjCvO&amp;list=PL9819D4D85F9192C7</a>
AW	esp	Holz, Plastik		2	Billig, klein, nur geringe Neigung des Kollektors	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=-1cZPdauq-Q">https://www.youtube.com/watch?v=-1cZPdauq-Q</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=B-o0cUEDbHc">https://www.youtube.com/watch?v=B-o0cUEDbHc</a>
AW	egl	Holz, leere Aludosen, Plexiglas			Kollektor aus Aludosen; Aufwind, Deckel mit Turbulenzen, gut erklärt	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=7B2DGXP0k4Q">https://www.youtube.com/watch?v=7B2DGXP0k4Q</a>
AW	egl	Aludosen, Wellblech, Plexiglas oder Glas, Gips, Holz		0.8	Mit solarbetriebenem Ventilator	<a href="http://www.instructables.com/id/Large-Solar-Dehydrator/?ALLSTEPS">http://www.instructables.com/id/Large-Solar-Dehydrator/?ALLSTEPS</a>
Dir	prt	Holz, Isopor, Glas	-	-0.2	Universidade federal rural PE	<a href="http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAaQkAB/secador-solar-baixo-custo">http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAaQkAB/secador-solar-baixo-custo</a>
Dir	egl	Metall, Holz		-0.5		<a href="http://www.instructables.com/id/Solar-Food-Dryer/?ALLSTEPS">http://www.instructables.com/id/Solar-Food-Dryer/?ALLSTEPS</a>
Dir	prt	Holz, Glas, Plastik	250 RS	1.04	USP, genaue Beschreibung, AnexoP248_tee4E2-1,	<a href="http://www.google.de/url?sa=t&amp;rct=j&amp;q=&amp;esrc=s&amp;source=web&amp;cd=14&amp;ved=0CDkQFjADOAo&amp;url=http%3A%2F%2Fwww.facesdobrasil.org.br%2Fmidiateca%2Fdoc_download%2F329-manual-de-desidratacao-solar-de-frutas-ervas-e-hortalicas.html&amp;ei=7mYtVeOollyksAGjmlGYCQ&amp;usq=AFOjCNEZv5pwz1XQ6xBIO5I5PnEQ2TNptQ&amp;bvm=bv.90790515,d.bGg">http://www.google.de/url?sa=t&amp;rct=j&amp;q=&amp;esrc=s&amp;source=web&amp;cd=14&amp;ved=0CDkQFjADOAo&amp;url=http%3A%2F%2Fwww.facesdobrasil.org.br%2Fmidiateca%2Fdoc_download%2F329-manual-de-desidratacao-solar-de-frutas-ervas-e-hortalicas.html&amp;ei=7mYtVeOollyksAGjmlGYCQ&amp;usq=AFOjCNEZv5pwz1XQ6xBIO5I5PnEQ2TNptQ&amp;bvm=bv.90790515,d.bGg</a>
Dir	prt	Holz, Plastik	17.60 RS	~1	USP, Secador solar para frutas e hortaliças	<a href="http://www.facesdobrasil.org.br/midiateca/doc_details/330-secador-solar-de-baixo-custo-para-frutas-e-hortalicas.html">http://www.facesdobrasil.org.br/midiateca/doc_details/330-secador-solar-de-baixo-custo-para-frutas-e-hortalicas.html</a> <a href="http://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/imagens/stories/biblioteca/permacultura/Secador_Solar_de_Baixo_Custo_para_Frutas_e_Hortalica%2Fas_-_Guia_de_Constru%C3%A7%C3%A3o.pdf">http://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/imagens/stories/biblioteca/permacultura/Secador_Solar_de_Baixo_Custo_para_Frutas_e_Hortalica%2Fas_-_Guia_de_Constru%C3%A7%C3%A3o.pdf</a>
Dir	prt	Isopor, Holz, Glas	-	0.5	Einfach, mit Rezepten	<a href="http://projeto.planteumavore.blogspot.ch/2010/10/desidratacao-de-frutas-e-legumes-com.html">http://projeto.planteumavore.blogspot.ch/2010/10/desidratacao-de-frutas-e-legumes-com.html</a>

Dir	prt	Isopor, Glas	-	0.5	Einfach, mit Rezepten	<a href="http://www.curapelanatureza.com.br/2008/03/secador-solar-para-desidracao-de.html">http://www.curapelanatureza.com.br/2008/03/secador-solar-para-desidracao-de.html</a>
Dir	prt	Holz, Isopor, Glas, Metallplatte	-	1	Secadorsolar_iapar. Für Tropen nicht geeignet	<a href="http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/secadorsolar_iapar.pdf">http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/secadorsolar_iapar.pdf</a>
Dir	prt	Holz, Glas	-	0.97	Für Tropen nicht geeignet	<a href="http://www.solefrutas.esalq.usp.br/downloads.htm">http://www.solefrutas.esalq.usp.br/downloads.htm</a> <a href="http://www.solefrutas.esalq.usp.br/docs/manual_secador_osb1_10.pdf">http://www.solefrutas.esalq.usp.br/docs/manual_secador_osb1_10.pdf</a> <a href="http://www.actuar-acd.org/uploads/5/6/8/7/5687387/secador_solar_frutas_chas_temperos.pdf">http://www.actuar-acd.org/uploads/5/6/8/7/5687387/secador_solar_frutas_chas_temperos.pdf</a>
Dir	egl	Holz, Metall	-	~2	Alternatives Modell, interessant! Keine Temperaturregulierung	<a href="http://www.geopathfinder.com/Solar-Food-Drying.html">http://www.geopathfinder.com/Solar-Food-Drying.html</a> <a href="https://plus.google.com/photos/118226676068525639078/albums/5373714327543571857?banner=pwa">https://plus.google.com/photos/118226676068525639078/albums/5373714327543571857?banner=pwa</a>
Dir	egl	Altes Fenster, Holz			Sehr einfach, billig	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=Xnl6EPvpN28">https://www.youtube.com/watch?v=Xnl6EPvpN28</a>
Dir	egl	Holz, Plexiglas,	-	-1	Luxusmodell, neigbar, für kleine Dörrgutmengen	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=74UCT_TgBII">https://www.youtube.com/watch?v=74UCT_TgBII</a>
Tun	egl	Holz, Plastik	70 Dollar	-1		<a href="http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/solarer_trockner.html">http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/solarer_trockner.html</a>
Tun	deu	Holz, Plastik	-	-1	Keine genaue Beschreibung der Konstruktion, aber Benutzung erklärt	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=39Zy-wh67U4">https://www.youtube.com/watch?v=39Zy-wh67U4</a>
Tun	deu	Metall, Plastik	-	-2	Keine genaue Beschreibung, aber Fotos	<a href="http://schischigaga.blogspot.ch/2010/03/der-solar-fruchttrockner-funktioniert.html">http://schischigaga.blogspot.ch/2010/03/der-solar-fruchttrockner-funktioniert.html</a>
Tun	deu	Holz, Eisen, Plastikfolie	-	1	2 verschiedene Modelle, Infos zur Wahl des Ventilators etc. Tunnelrockner_dt	<a href="http://www.solare-bruecke.org/Bauanleitungen/Tunnelrockner_dt.pdf">http://www.solare-bruecke.org/Bauanleitungen/Tunnelrockner_dt.pdf</a> <a href="http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/Tunnelrockner_dt.pdf">http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/Tunnelrockner_dt.pdf</a>
Tun	egl	Metall, Plastik	-	10	Genaue Beschreibung mit Massen, Kamin, ohne Ventilator, Luxusmodell, Tunnel Dryer Instructions	<a href="http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/Tunnel_Dryer_Instructions.pdf">http://www.alternative-technologie.de/Solarer_Trockner/Tunnel_Dryer_Instructions.pdf</a>
Tun	egl	Metall, Holz, Plastikfolie	-	18	Genaue Beschreibung, Grosses Luxusmodell, Guidance	<a href="http://www.ats.uni-hohenheim.de/deutsche_site/projekte/pdf/Guidance.pdf">http://www.ats.uni-hohenheim.de/deutsche_site/projekte/pdf/Guidance.pdf</a>
Tun	egl	Holz, Plastik, Metallgestell	-	3	Schwenkbarer Solar tunnel food dryer ohne Ventilator, ohne	<a href="http://members.efn.org/~itech/pdf%20files/Solar%20tunnel%20food%20dryer.pdf">http://members.efn.org/~itech/pdf%20files/Solar%20tunnel%20food%20dryer.pdf</a>

					genaue Beschreibung, nur Fotos	
Tun	egl	Holz, Metall	-	2.88	Dreh- und schwenkbarer Tunnelrockner	<a href="http://members.efn.org/~itech/pdf%20files/Solar%20tunnel%20food%20dryer.pdf">http://members.efn.org/~itech/pdf%20files/Solar%20tunnel%20food%20dryer.pdf</a>
-	egl	Aludosen, Plexiglas			Kollektor aus Aludosen zur Lufterhitzung	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=bRZvAAqzXlw">https://www.youtube.com/watch?v=bRZvAAqzXlw</a>

### 5.3. Unterstützende Vorbehandlungen des Dörrguts

Behandlung	Auswirkungen auf das Dörrgut	Beschreibung des Vorgangs	Anwendung:
Blanchieren	Inaktivierung von unerwünschten Enzymen, Fixierung der natürlichen Farbe, teilweises Abtöten von Mikroorganismen, Weichmachen, teilweise Entwässerung, Geschmacks- und Geruchsverstärkung	Das Lebensmittel während kurzer Zeit in kochendes Wasser eintauchen. Die Dauer hängt vom Lebensmittel, seinem Reifegrad und der Grösse ab. Es wird empfohlen, das Dörrgut in geeigneten Portionen in einem Tuch ins kochende Wasser zu geben, dieses wieder zum Kochen zu bringen und das Dörrgut so lange darin verweilen zu lassen, bis die Hitze die Mitte des Dörrguts erreicht hat. Danach das Dörrgut im Tuch aus dem heissen Wasser nehmen und in kaltem Wasser abkühlen. Alternativen: Blanchieren in Wasserdampf anstelle von siedendem Wasser, Abkühlen durch Auslegen auf sauberem Tuch	Empfohlen für Gemüse (ausser Zwiebeln und Knoblauch), aber nicht obligatorisch
Schwefeln	Verhindert das Verfärben des Dörrguts während des Trocknungsvorgangs, indem die Zuckerarten verändert werden.	Dörrgut während 5-10 Minuten bei Zimmertemperatur in eine mit Wasser verdünnte Lösung von Natrium-Metabisulfit oder Kalium-Metabisulfit (5 bis 10 g pro Liter Wasser) (oder 3 g pro Liter, dafür während 15 Minuten). Für diese Behandlung müssen rostfreie Gefässe verwendet werden, z.B. rostfreier Stahl, Glas. Da Schwefel in hohen Konzentrationen giftig ist, muss das Mischungsverhältnis strikte eingehalten werden. Gemäss der WHO ist die maximal zulässige Schwefelkonzentration in Trockenprodukten 0.05%	Gemüse, Früchte
Behandlung mit Zitronensäure-Lösung	Säuren bewirken eine gewisse Konservierung der natürlichen Lebensmittelfarbstoffe von Lebensmitteln, die sich schnell enzymatisch verfärben. Diese Behandlung verändert jedoch auch den Geschmack des Dörrguts	Das Dörrgut während einiger Minuten in eine verdünnte Zitronensaftlösung (1-2 Zitronen pro Liter kaltes Wasser) tauchen oder das Dörrgut mit dieser Lösung besprühen. Alternative: verdünnte Zitronensäure verwenden (0.01 cl Säure pro Liter Wasser) Alternative: Für die Behandlung von Früchten kann anstelle der Zitronensäure auch Ascorbinsäure verwendet werden: 1 Esslöffel Ascorbinsäure pro Liter kaltes Wasser	Früchte (Anstelle des Schwefelns), Gemüse und rotes Fleisch
Behandlung mit Salzlösung	Verhindert das Verfärben der Früchte	Dörrgut kurz in 1%-ige Salzlösung (10g Salz pro Liter Wasser) eintauchen	Früchte
Behandlung mit Zuckerlösung	Verhindert das Verfärben der Früchte	Dörrgut kurz in Zuckerlösung eintauchen (500 g Zucker pro Liter Wasser)	Früchte
Behandlung mit Natron	Stabilisierung des Chlorophylls (verhindert das Ausbleichen von grünem Dörrgut, wenn es der direkten	Dörrgut in eine Lösung von 30g Natron und 3 g Kochsalz pro Liter tauchen. Die Natron-Lösung sollte einen pH-Wert von 9 haben, was mit einem Indikatorstreifen überprüft	Grünes Dörrgut

	Sonnenstrahlung ausgesetzt ist). Verhindert auch eine Verhärtung der Aussenseite des Dörrguts während des Trocknungsvorgangs	werden kann.	
Rissbildung (fissuramento)	Die Schale mit Rissen versehen (erleichtert den Trocknungsvorgang)	Das Dörrgut während 5-10 Sekunden in eine heisse (80°C) Lösung von Natriumhydroxid (= kaustische Soda) (10g pro Liter Wasser) tauchen, danach mit sauberem Wasser waschen und während 30 Sekunden in verdünnte Zitronensäure (2g pro Liter) einlegen	Früchte, die vor dem Trocknen nicht geschält werden (Pflaumen, Trauben, Feigen)
Salzen oder zuckern	Verhindert oder vermindert das Bakterienwachstum, erleichtert die erste Phase des Trocknungsvorganges, verändert aber auch den Geschmack		Fleisch, Gemüse

#### 5.4. Informationen zu einzelnen Lebensmitteln (in alphabetischer Reihenfolge)

Dörrgut	Vorbehandlung	Trocknungszeiten	Dörrgrad	Wassergehalt frisch	Wassergehalt trocken	Maximale Dörrtemperatur	Trockenheitstest	Bemerkungen
Ananas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waschen, schälen,</li> <li>quer in max. 1 cm dicke Scheiben schneiden</li> <li>ev. Kern entfernen</li> <li>ev. Scheiben dritteln oder vierteln</li> </ul>			85-86	5-25	55		Die Kerne können separat getrocknet und als Kaugummi-Ersatz konsumiert werden
Äpfel	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waschen, schälen</li> <li>Quer in Scheiben schneiden oder vierteln</li> <li>Ev. in verdünnten Zitronensaft tauchen (1 Zitrone pro 4 Liter Wasser)</li> </ul>	8 h	40	85-86	18-31	65-75	Brüchig (quebradiça)	Die Apfelschalen können separat getrocknet werden
Apfelschale		1.5 Tage						Eignet sich für die Herstellung von Tee, als Zusatz zu Birchermus oder zur Herstellung von Mehl. Nur unbehandeltes Dörrgut verwenden (maça orgânica)
Aprikosen		12 h	30	85-87	20-27	65-70		
Auberginen	Quer in Scheiben schneiden							
Bananen (grün)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Waschen</li> <li>Schälen</li> </ul>							Eignet sich für die Herstellung von Mehl

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• quer in Scheiben schneiden</li> </ul>							
Bananen (reif)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nur reife (gelbe) Bananen verwenden, die aber noch keine schwarzen Flecken auf der Schale aufweisen.</li> <li>• Noch in der Schale waschen, danach schälen</li> <li>• Ev. in verdünnten Zitronensaft tauchen (1 Zitrone pro 4 Liter Wasser), danach abtropfen lassen</li> <li>• Ev. schneiden (banana nanica: vierteln; banana-da-terra: quer in Scheiben; banana-marmelo: quer in Scheiben)</li> <li>• In den Trockner legen (Längs geschnittene Bananen mit der Schnittfläche nach oben, nach der Hälfte der Trocknungszeit wenden)</li> </ul>	2-3 Tage 3-4 Tage 8 h	50	74-76	2-21		brüchig	
Beeren	Stiele entfernen, waschen	12-14	25			65	Brüchig und hart	
Birnen	Wie Äpfel	10 h	25		22	65	Ledrig, ohne Saft beim Schneiden	
Blattgemüse							knusprig	Nach Möglichkeit beim Trocknungsvorgang vor direkter Sonnenstrahlung schützen
Blumenkohl, Broccoli	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waschen, in kleine Röschen zerteilen</li> <li>• 3 Minuten blanchieren</li> </ul>	6 h	50				brüchig	
Bohnen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Junge und weiche Bohnen auswählen</li> <li>• gut waschen</li> <li>• 2-3 Minuten blanchieren</li> </ul>	5 h	60				Sehr zäh, dünne Teile brüchig	
Bohnen (feijão)	Ganze Körner verwenden	4	90				hart	
Carambola	Quer in Scheiben schneiden							
Chayote = Chuchú								
Datteln				21	14-20			
Erbsen							hart	
Erdbeeren	halbieren	14 h	25					
Feigen					18-30	70		
Fenchel								
Fisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waschen, filetieren</li> </ul>	2-3 Tage						

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ca. 10-20 Minuten in gesättigte Salzlösung tauchen</li> <li>• ev. blanchieren</li> </ul>							
Fleisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• in Streifen schneiden, Fett und Knochen und Sehnen entfernen</li> <li>• während 5 Minuten in Salzlösung (150-200 g/Liter Wasser) einlegen, oder während 24 Stunden an einem kühlen Ort in Salzlösung (132g/Liter Wasser) einlegen, oder für 6-8 Stunden marinieren</li> <li>• ev. blanchieren</li> </ul>	2-3 Tage					leicht brüchig, ohne weiche Stellen	
Fruchtmark+Zucker								
Gemüse (ausser Tomaten und Zucchini)	2-3 Minuten blanchieren				4-18			
Getreidekörner	Enthülsen	5 Std.	90					
Guaven	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frucht vierteln</li> <li>• die Samen entfernen und das übrigbleibende Fruchtfleisch in dünne Stäbchen schneiden, die nach dem Trocknen gemahlen werden können, um Mehl herzustellen.</li> </ul>						Sehr hart	Vor dem Konsum muss das Mehl rehydriert werden.
Gurken								
Hülsenfrüchte					12-15			
Jackfruit								
Kaffeebohnen		4	90					
Kaki	Nur knapp reife Früchte verwenden. Entweder mixen und als Fruchtmasse trocknen lassen, oder halbieren bzw. vierteln bzw. achteln und mit der Schnittfläche nach oben trocknen lassen.	4-5 Tage						
Kaktusfrüchte (=Cactus pears = prickly pears)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grosse reife Früchte auswählen</li> <li>• mit einem sauberen Tuch Dornen und Staub entfernen</li> <li>• beide Enden abschneiden und so dünn wie möglich schälen, die weichen Schalen aufbewahren.</li> <li>• Fruchtfleisch mixen und sieben, den</li> </ul>						Leicht klebrig	



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saft aufkochen</li> <li>• die weichen Schalen zusammen mit Zucker, Zitronensaft und Salz während einer Stunde kochen (pro kg Schale: 750 g Zucker, 65 ml Zitronensaft und eine Prise Salz).</li> <li>• Die Masse in einem Sieb abtropfen und abkühlen lassen, in kleinen Portionen in den Trockner geben</li> </ul>							
Karotten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Knackige, nicht verholzte Karotten auswählen</li> <li>• Schälen, in Stäbchen oder Scheiben schneiden oder grob raffeln</li> <li>• 3 Minuten blanchieren</li> </ul>	6 h	25	86			Trocken und brüchig	geeignet für die Herstellung von Mehl
Kartoffeln	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schälen, waschen</li> <li>• In dünne Scheiben oder Stäbchen schneiden oder grob raffeln</li> <li>• ev mit oder ohne Betabisulfit (12g/Liter) blanchieren</li> </ul>							Geeignet für die Herstellung von Mehl
Kiwi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schälen</li> <li>• halbieren oder vierteln oder in Scheiben schneiden</li> </ul>							
Knoblauch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schälen</li> <li>• grosse Zehen längs teilen</li> </ul>	2-3 Tage						
Kohl							Brüchig	Nach Möglichkeit beim Trocknungsvorgang vor direkter Sonnenstrahlung schützen
Kokosnuss	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schälen</li> <li>• Fleisch raffeln oder in Würfel oder Stäbchen schneiden</li> </ul>	2-3 Tage						Eignet sich für die Herstellung von Kokosmilch
Kräuter (Zitronenmelisse, Minze, Oregano, Petersilie )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kräuter nach Möglichkeit am Vortag der Ernte gut Wässern</li> <li>• Kräuter zusammen mit genügend Stiel ernten, am besten an trockenen, sonnigen Tagen am frühen Vormittag, nachdem der Tau verdunstet ist. Am besten kurz vor der Blütezeit, da sind Wirkstoffgehalt und Aroma am</li> </ul>	1-3 Tage				35-40	Blätter rascheln, sind hart oder bröselig, Stängel brechen leicht	Nach Möglichkeit beim Trocknungsvorgang vor direkter Sonnenstrahlung schützen. Besser an der Luft, am Schatten aufhängen (2-3 Wochen)

	<p>höchsten. Blüten sind kurz vor der der Vollreife zu ernten.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alte, harte Blätter ausscheiden.</li> <li>• Kräuter nicht oder nur vorsichtig waschen</li> <li>• Möglichst gleich nach dem Pflücken mit dem Trocknen beginnen, niemals in der prallen Sonne (Trockner an den Schatten stellen). Während dem Trocknungsvorgang die Kräuter mehrmals drehen</li> </ul>							
Kürbisblätter	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Frische, weiche Blätter auswählen</li> <li>• Die behaarte Aussenhaut entfernen</li> <li>• In sauberem Wasser waschen</li> <li>• In Dampf 3-5 Minuten blanchieren</li> </ul>						zerkrümelnd	Nach Möglichkeit beim Trocknungsvorgang vor direkter Sonnenstrahlung schützen
Kürbisfleisch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dunkel orange Arten mit festem Fleisch auswählen</li> <li>• Schälen und Samen entfernen</li> <li>• Grob Raffeln</li> <li>• Während 6 Minuten im Dampf blanchieren</li> </ul>						brüchig	
Kürbiskerne		4 h	90					Während des Trocknens ab und zu hin und her schütteln
Leinsamen		4 h	90					Während des Trocknens ab und zu hin und her schütteln
Maiskörner	Ganze Körner	6 h	80				Trocken und brüchig	
Mango	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Früchte waschen, schälen</li> <li>• Längs in dünne Scheiben schneiden</li> <li>• Scheiben mit einer Gabel oder Zahnstocher durchlöchern</li> </ul>							
Manjok	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schälen, waschen</li> <li>• in Scheiben oder Würfel schneiden oder grob raffeln</li> </ul>							
Nüsse		4 h	90		4-9			Während des Trocknens ab und zu hin und her schütteln
Okraschoten								
Orangen				86	6			

Papaya	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schälen, die Samen entfernen, waschen</li> <li>• In Scheiben schneiden</li> <li>• Nachdem eine Seite getrocknet ist, die Scheiben wenden</li> </ul>							
Peperoni	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deckel und Samen entfernen, waschen</li> <li>• In Streifen oder Ringe schneiden</li> </ul>	6 h	30					
Pfefferschoten							brüchig	
Pflaumen		12 h	35	84	25	75	Ledrig, biegsam, ohne Saft beim Schneiden	
Pilze (Champignons, Steinpilze, Butterpilze, Birkenpilze, Maronenröhrlinge)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• reinigen (gründlich mit dem Messer putzen) aber nicht waschen.</li> <li>• In dünne Scheiben schneiden.</li> </ul>	8 h	45-50	85-90			Rascheln, brüchig	Die meisten Pilze können roh getrocknet werden Geeignet zum Würzen von Suppen und Saucen
Randen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schälen, waschen</li> <li>• In dünne Scheiben oder Stäbchen schneiden</li> </ul>							Geeignet für die Herstellung von Mehl
Rüben = Nabo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schälen, waschen</li> <li>• In dünne Scheiben oder Stäbchen schneiden</li> </ul>							geeignet zur Herstellung von Mehl
Schnittlauch								Nach Möglichkeit beim Trocknungsvorgang vor direkter Sonnenstrahlung schützen
Soja								
Sonnenblumenkerne		4	90					Während des Trocknens ab und zu hin und her schütteln
Spinat								Nach Möglichkeit beim Trocknungsvorgang vor direkter Sonnenstrahlung schützen
Süßkartoffeln	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waschen</li> <li>• Während 30-40 Minuten im Dampf kochen, bis sie weich sind</li> <li>• Schälen, in 3-5 mm dicke Scheiben schneiden oder grob raffeln</li> </ul>						Scheiben sind sehr ledrig, nicht biegsam. Späne sind brüchig	
Tomaten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht blanchieren! Ev. schälen (nachdem die Tomaten ca. 1 Minute in</li> </ul>	8 h	25	95	30		Zäh, ledrig	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>siedendes Wasser gelegt wurde)</li> <li>• teilen oder vierteln</li> <li>• 30-40 Minuten ruhen lassen</li> <li>• mit Schnittfläche nach unten in den Trockner legen</li> <li>• hin und wieder wenden</li> </ul>							
Trauben	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kernenlose Trauben oder Tafeltrauben bevorzugen</li> <li>• Entstielen, waschen</li> <li>• Ev. während 15 Minuten in verdünnten Zitronensaft tauchen (Saft von 1-2 Zitronen pro Liter Wasser)</li> <li>• Ev. Schale mit Gabel oder Zahnstocher löchern</li> <li>• Ev. zuckern (1 Tasse Zucker pro kg Trauben)</li> <li>• Ev. ölen (1 Suppenlöffel Soja-Öl pro kg Trauben)</li> </ul>			81	14-19	70		
Überreife Früchte gemischt (Bananen, Papaya, Ananas, Guave, Trauben)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fruchtmischung mit wenig Wasser, Zitronensaft oder Fruchtsaft mixen</li> <li>• Wenn nötig sieben</li> <li>• Wenn die Mischung zu flüssig ist, durch Köcheln eindicken lassen und ev. Maizena beifügen</li> <li>• ev. Zucker beifügen</li> <li>• Masse max. 1 dick auf ein mit Plastikfolie belegtes Backblech geben und dieses in den Trockner stellen</li> <li>• Wenn die Oberfläche trocken ist, die Masse umdrehen, in Quadrate schneiden und fertigtrocknen</li> </ul>	3 Tage					Wenn sich die Masse gut von der Folie lösen lässt	Kann als Zwischenverpflegung oder zur Zubereitung von Fruchtsaft verwendet werden
Yams	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schälen, waschen</li> <li>• in dünne Scheiben oder Stäbchen schneiden</li> </ul>							
Zitronenschalen								Nie gespritzte Zitronen verwenden
Zucchetti	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Waschen</li> <li>• in 5 mm dicke Scheiben schneiden</li> </ul>						ledrig	Gibt beliebte Knabberchips

	<ul style="list-style-type: none"> <li>mit Pfeffer bestreuen (nicht blanchieren!)</li> </ul>							
Zwiebeln	<ul style="list-style-type: none"> <li>Schälen, waschen</li> <li>in kleine Stücke oder Ringe schneiden</li> </ul>	5 h	50	88			Trocken und brüchig	Rote Zwiebeln besonders geeignet

**5.5. Strömungsgeschwindigkeit [in m/s] in Tunneltrocknern in Abhängigkeit vom Tunnelquerschnitt und der Kollektorgröße** (bei einer Ventilationsleistung von 50 m<sup>3</sup>/h pro m<sup>2</sup> Kollektorfläche)

		Kollektorgröße									
		1 m <sup>2</sup>	2 m <sup>2</sup>	3 m <sup>2</sup>	4 m <sup>2</sup>	5 m <sup>2</sup>	6 m <sup>2</sup>	7 m <sup>2</sup>	8 m <sup>2</sup>	9 m <sup>2</sup>	10 m <sup>2</sup>
T U N N E L Q U E R S C H N I T	200 cm <sup>2</sup>	0.7	1.4								
	300 cm <sup>2</sup>	0.47	0.93	1.4							
	400 cm <sup>2</sup>	0.35	0.7	1.05	1.4						
	500 cm <sup>2</sup>	0.28	0.56	0.84	1.12	1.4					
	600 cm <sup>2</sup>	0.23	0.47	0.7	0.93	1.17	1.4				
	700 cm <sup>2</sup>	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4			
	800 cm <sup>2</sup>	0.18	0.35	0.53	0.7	0.88	1.05	1.23	1.4		
	900 cm <sup>2</sup>	0.16	0.31	0.47	0.62	0.78	0.93	1.09	1.24	1.4	
	1000 cm <sup>2</sup>	0.14	0.28	0.42	0.56	0.7	0.84	0.98	1.12	1.26	1.4
	1200 cm <sup>2</sup>	0.12	0.23	0.35	0.47	0.58	0.7	0.81	0.93	1.05	1.17
	1400 cm <sup>2</sup>	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
	1600 cm <sup>2</sup>	0.09	0.18	0.26	0.35	0.44	0.53	0.61	0.7	0.79	0.88
	1800 cm <sup>2</sup>	0.08	0.16	0.23	0.31	0.39	0.47	0.54	0.62	0.7	0.78
	2000 cm <sup>2</sup>	0.07	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49	0.56	0.63	0.7
	2200 cm <sup>2</sup>	0.06	0.13	0.19	0.25	0.32	0.38	0.45	0.51	0.57	0.64
	2400 cm <sup>2</sup>	0.06	0.12	0.18	0.23	0.29	0.35	0.41	0.47	0.53	0.58
	2600 cm <sup>2</sup>	0.05	0.12	0.16	0.22	0.27	0.32	0.38	0.43	0.48	0.54
	2800 cm <sup>2</sup>	0.05	0.1	0.15	0.2	0.25	0.3	0.35	0.4	0.45	0.5
	3000 cm <sup>2</sup>	0.05	0.09	0.14	0.19	0.23	0.28	0.33	0.37	0.42	0.47
	3200 cm <sup>2</sup>	0.04	0.09	0.13	0.18	0.22	0.26	0.31	0.35	0.39	0.44
3400 cm <sup>2</sup>	0.04	0.08	0.12	0.16	0.21	0.24	0.29	0.33	0.37	0.41	
3600 cm <sup>2</sup>	0.04	0.08	0.12	0.16	0.19	0.23	0.27	0.31	0.35	0.39	
3800 cm <sup>2</sup>	0.04	0.07	0.11	0.15	0.18	0.22	0.26	0.29	0.33	0.37	
4000 cm <sup>2</sup>	0.04	0.07	0.11	0.14	0.18	0.21	0.25	0.28	0.32	0.35	
4500 cm <sup>2</sup>	0.03	0.06	0.09	0.12	0.16	0.19	0.22	0.25	0.28	0.31	
5000 cm <sup>2</sup>	0.03	0.06	0.08	0.112	0.14	0.17	0.20	0.22	0.25	0.28	

## 5.6. Gesetzliche Bestimmungen für den Verkauf von Dörrgut in Brasilien

(nur in der portugiesischen Übersetzung verfügbar)