

# Wissenswertes rund um die Holz Trocknung

## Perfekte technische Schnittholz Trocknung

### Kondensation mit Kompressor und Kältemittelkreislauf:

Die Trocknung erfolgt zwischen +30 ° C und +55 ° C in einem geschlossenen Kreislauf (dichte Kammer, Umluftverfahren) sanft und schonend - selbst für empfindliche Hölzer. Energie wird durch vollständige Nutzung der Kondensationswärme gespart.

Mit Wasserdampf gesättigte Luft wird am Edelstahl-Rohrverdampfer abgekühlt und so das dem Holz entzogene Wasser auskondensiert. Die nun trockene, kalte Luft wird im nachgeschalteten Kondensator über die Eingangstemperatur erwärmt und kann nun erneut Wasser aufnehmen.

In diesem Kreislauf geht praktisch keine Energie verloren, da die gesamte zugeführte Energie (Kompressoren, Ventilatoren) in Wärme umgewandelt wird. Die Kammertemperatur steigt daher bei hoher Isolierung auch ohne Heizen immer höher. Bei warmer Umgebungsluft muss sogar Überschusswärme über Klappen abgeführt werden.

Die ausgeblasene Warmluft kann direkt zur Raumheizung verwendet werden, da die Feuchtigkeit flüssig ausgeschieden wird!

### Vorzüge der Wärmepumpen-Trockenkammer:

- holzschonend (max. Trocknungstemp. 55 °C)
- keine Verfärbung (reiner Umluftbetrieb)
- Energieeinsparung bis zu 75% gegenüber der Frischluft-Abluft-Trocknung
- gleichmäßige Trocknung durch hohe Luftumwälzung in der geschlossenen Kammer
- einfache Montage
- verschiedene Holzarten können gleichzeitig getrocknet werden

Alle Holzarten können mittels Kondensatortrockner getrocknet werden. Der Prozess ist in einem geschlossenen und gut isolierten Trockenraum, bei einer Temperatur von ca. 28-50°C, durchgeführt.

Es ist von großer Bedeutung, dass die Temperatur und die passende relative Feuchte mit einer erzwungenen Luftzirkulation durch den Holzstapel kombiniert wird. Dies kann, wie auf der Zeichnung gezeigt, durch die Anbringung der notwendigen Anzahl von Ventilatoren, erreicht werden.

Um den Trocknungsprozess zu starten ist eine Raumtemperatur von 28°C notwendig. Falls keine alternativen Heizquellen (Solar, Hackschnitzel usw.) vorhanden sind, wird diese Starttemperatur von einem im Trockner eingebauten Heizregister erreicht. Durch das Umluftprinzip, das die Wärme in der Kammer lässt und durch die Kompressor- Abwärme

sowie der latenten Wärme ist keine weitere Zusatzheizung vonnöten. Durch die intelligente Kammersteuerung werden die Heizquellen weggeschaltet.

Bei diesen Temperaturen und einer abgestimmten Luftgeschwindigkeit, gibt das Holz seinen Wassergehalt an die Luft ab. Die relative Feuchte wird erhöht.

Die Luft aus dem Trockenraum wird durch den Entfeuchter gesaugt, wobei sie einen wesentlichen Teil ihres Wassergehaltes abgibt, und wieder mit einer höheren Temperatur in den Raum geblasen wird. Wenn der Trockenvorgang in Betrieb ist, wird diese Erwärmung normalerweise für den weiteren Verlauf des Vorgangs bei ca. 35-45°C ausreichen.

### **Auf den Nenner gebracht!**

Die Kondensationstrocknung ist energiemäßig weitaus günstiger als alle anderen Holz Trocknungsmethoden, da sich nicht nur der energierückgewinnende Wärmepumpeneffekt positiv auswirkt, sondern durch das Umluftverfahren auch die Lüftungsverluste wegfallen. Kein Wunder also, wenn die Energieeinsparungen gegenüber herkömmlichen Trocknungsmethoden bis zu 80% betragen können!

Wenn es um Trocknung von lufttrockenem Holz, mit einem 15-18%igen Wassergehalt, auf 8% Wassergehalt geht, was bei Holz zur Möbelherstellung notwendig ist, ist die Aufgabe verhältnismäßig einfach, weil das Holz gegenüber niedriger relativer Feuchte und hohen Temperaturen nicht besonders empfindlich ist.

Normalerweise ist Holz bis auf 20% Wassergehalt luftgetrocknet, bevor der künstliche Trockenvorgang beginnt. Wenn es aber um die Trocknung von grünem Holz, mit einem wesentlich größeren Wassergehalt geht, ist die Aufgabe schwieriger, da das Holz durch Rissbildungen beschädigt wird, wenn die Wasserabgabe von der Oberfläche zu schnell erfolgt, sodass das Material hier zu schwinden beginnt, bevor die Innenpartien schwinden.

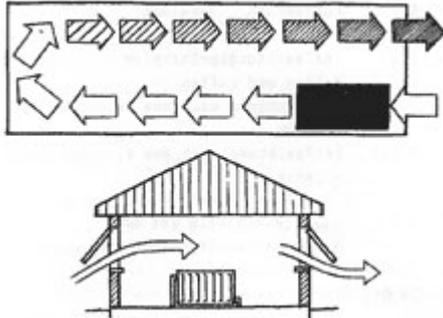
Daher ist es in diesen Fällen notwendig, den Prozess nach einem Trockenprogramm zu steuern. Dieses Programm kann beispielsweise dem untenstehenden entsprechen, bei dem die Feuchtigkeit und die Lufttemperatur über einen Hygrostaten bzw. einen Thermostaten gesteuert werden.

Das Programm basiert auf der Steuerung der relativen Feuchtigkeit. Am Beginn des Prozesses wird eine verhältnismäßig hohe relative Feuchtigkeit gehalten. Dadurch wird der Abstand zwischen der Holzfeuchtigkeit und der Gleichgewichtsfeuchte verringert. Allmählich, wenn die Holzfeuchtigkeit abfällt, wird die relative Feuchtigkeit nach unten gesteuert.

Die Zeitskala kann annähernd durch eine Berechnung des Wassergehaltes im Holz, im Vergleich zur Leistung des verwendeten Entfeuchtungsgerätes bei der Durchschnittsfeuchtigkeit des Holzes festgelegt werden.

Hartes Holz gibt seine Feuchtigkeit langsamer ab als weiches Holz. Deshalb wird das

Trocknungsprogramm für hartes Holz länger dauern als das für weiches Holz. Infolgedessen wird nur eine geringere Anforderung an die Leistung des Kondenstrockners gestellt.



- Holz z.B. für Möbel, wird sich nach einer längeren Lagerung auf einen Wassergehalt von ca. 8%, in Übereinstimmung mit der Gleichgewichtsfeuchte bei 20°C und 40% r.F., einstellen. Das Holz muss deshalb künstlich bis auf einen Wassergehalt von 8% getrocknet werden, bevor es weiterverarbeitet wird.
- Traditionell findet diese Trocknung in einem Trockenraum, mittels einer Heizung und Lüftung, statt. Unter künstlicher Holz Trocknung, der meist verwendeten Methode, versteht man, Temperatur und Feuchtigkeit der Luft so zu steuern, dass das gewünschte Ergebnis in Bezug auf die Holzfeuchtigkeit erreicht wird.
- Jedoch ist dieses Absaugen der erwärmten, feuchten Luft energieträchtig und somit kostspielig. Hier kommt die Kondensationstrocknung in Betracht.

Mittels eines Kondenstrockners ist es möglich, die relative Feuchtigkeit in einem Trockenraum zu steuern, ohne die erwärmte Luft abzusaugen. Gleichzeitig wird eine schonendere Austrocknung erreicht, da die Betriebstemperatur niedriger liegt und die relative Feuchtigkeit stufenweise gesenkt werden kann.

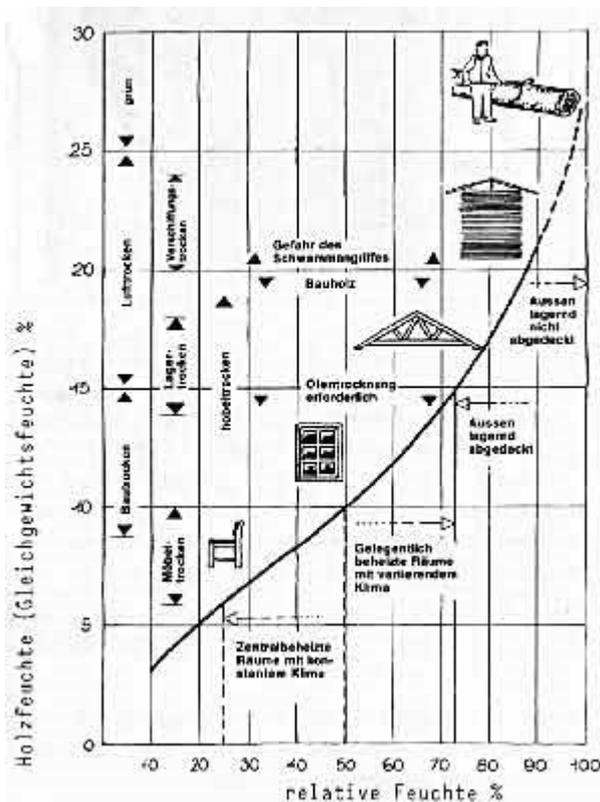
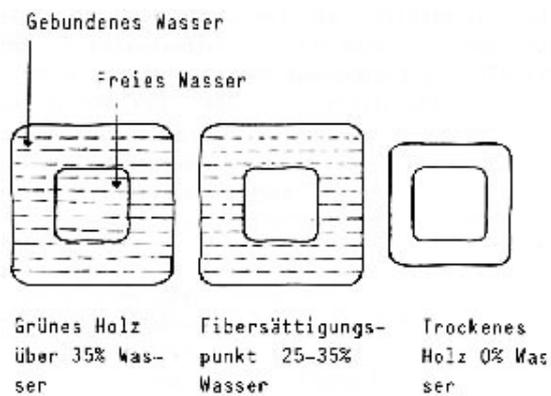
## Die Natur des Holzes

Wenn ein Baum unter natürlichen Bedingungen wächst, enthält er die größtmögliche Wassermenge. Man spricht von "grünem" Holz, wenn der Wassergehalt mehr als 35% beträgt. Wenn das Holz für industrielle Anwendungen bestimmt ist, muss der Wassergehalt kräftig reduziert werden, damit es vor Schwund, Fäulnis oder Schwamm sicher ist. Außerdem muss sich das Holz für die Bearbeitung unter Berücksichtigung des Anwendungszweckes eignen.

## Wassergehalt

Der Wassergehalt im Holz wird in Prozent angegeben. Es ist das Gewicht des Wassers im Verhältnis zum Gewicht des Holzes in trockenem Zustand. Das Wasser tritt sowohl als freies Wasser in den Zell-Hohlräumen, sowie als gebundenes Wasser in den Zellwänden auf. Die gebundene Wassermenge in den Zellwänden beträgt 25-35%. Bei diesem Wassergehalt spricht man vom Fibersättigungspunkt.

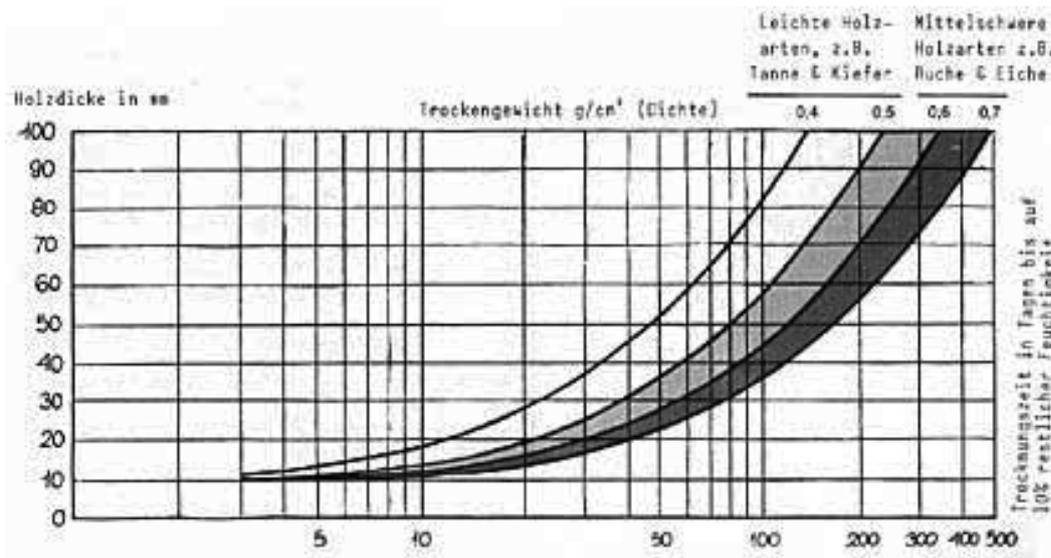
Bei einer Trocknung bis zu diesem Punkt, findet nur eine Verdampfung des freien Wassers statt. Dagegen tritt bei einer weiteren Austrocknung ein Schwund im Holz auf.



Das Holz muss soweit getrocknet werden, bis ein Wassergehalt, der der Gleichgewichtsfeuchte des Holzes am Gebrauchsort entspricht, erreicht ist. Da Holz überall verwendet wird, werden Holzfeuchtigkeitswerte, die zwischen 5% und ca. 20% liegen, angestrebt.

In der nebenstehenden Illustration ist die Gleichgewichtskurve bei 20°C eingezeichnet, um die Anwendungszwecke und die Holzfeuchtigkeit zu vergleichen. Es ist ersichtlich, dass Bauholz eine Gleichgewichtsfeuchte von über 15% hat also luftgetrocknet werden kann, während Holz mit einem Wassergehalt unter 15% künstlich getrocknet werden muss.

Da die künstliche Trocknung von Holz, zb. die Holz Trocknung mit Trockenkammern ein industrieller Vorgang ist, ist die Zeitdauer ein wesentliches Element. Wenn das Holz bei normalem Raumklima (20°C und 40% r.F.) lagert, sind die Bedingungen für eine Austrocknung bis zu einem Wassergehalt von 8% eigentlich erfüllt, die Zeitdauer wird aber meistens zu lang sein. Aus den untenstehenden Kurven geht die notwendige Trocknungszeit bei Raumtemperatur, für Holz von verschiedener Qualität, hervor. Außerdem ist der Einfluss der Abmessungen des Holzes ersichtlich.



Um die notwendige Trocknungsleistung dimensionieren zu können, müssen die zu entfernenden Wassermengen berechnet werden.

Oft ist die Ausgangslage so, dass luftgetrocknetes Holz mit einem Wassergehalt von 15-20% auf einen niedrigeren Wassergehalt getrocknet werden soll. Da der Wassergehalt in % im Verhältnis zum Gewicht des trockenen Holzes berechnet wird, muss der Ausgangspunkt das Raumgewicht sein. Hier kann man mit den folgenden Raumgewichten, für Holz mit einem Wassergehalt von 0%, rechnen:

**BEISPIEL:**  
 5 m<sup>3</sup> Kiefernholz mit einem Wassergehalt von 17% sollen auf 8% getrocknet werden.  
 Laut der obigen Tabelle beträgt das Raumgewicht für Kiefer 490 kg/m<sup>3</sup>.  
 Die zu entfernende Wassermenge beträgt demnach:  
 $5 \times 490 \times (0,17 - 0,08) = 221 \text{ kg}$

Buche	680 kg/m <sup>3</sup>
Eiche	650 kg/m <sup>3</sup>
Esche	650 kg/m <sup>3</sup>
Birke	610 kg/m <sup>3</sup>
Lärche	550 kg/m <sup>3</sup>
Kiefer	490 kg/m <sup>3</sup>
Tanne	430 kg/m <sup>3</sup>

Die zu entfernende Wassermenge ist in diesem Fall 221 kg = ca.221 Liter Wasser

Die Abmessungen des Holzes, die Einrichtung des Trockenraumes und dessen Lüftung, der Harzgehalt des Holzes und andere Bedingungen, die auf die Geschwindigkeit mit der das Holz seine Feuchtigkeit abgibt Einfluss haben, werden die Trocknungszeit geringfügig verändern.

Hat man keinen Trocknungscomputer zur Verfügung, so kann man sich bei kleinen Anlagen mit manueller Regelung ungefähr nachfolgender Tabelle richten.

Holzart	Weichholz			Hartholz		
	25	50	80	25	50	80
Holzstärke (mm)						
Feuchtigkeitsabbau in % pro Tag (Feuchtigkeit des Holzes über 25%)	5	2,5	2,0	2,0	1,0	0,75
Feuchtigkeitsabbau in % pro Tag (Feuchtigkeit des Holzes über 25%)	1,9	1,0	0,8	1,0	0,5	0,35

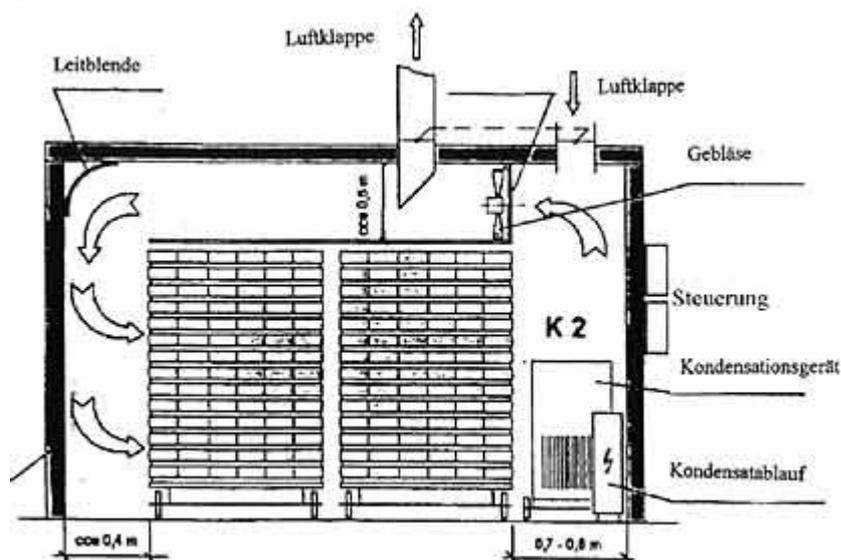
Nach modernen Gesichtspunkten ist es heutzutage unumgänglich, einen vollautomatischen Trocknungscomputer einzusetzen. Damit erreicht man die beste Qualität bei gleichzeitig höchster Trocknungsgeschwindigkeit.

Daher sind die Anschaffungskosten eines Trocknungscomputers im Bezug auf die Wirtschaftlichkeit jedenfalls gerechtfertigt.

## Die Trockenkammer

Die Konstruktion und die Materialien des Trockenraumes variieren und sollten den vorhandenen Gebäude angepasst werden.

Die primären Funktionsforderungen bestehen darin, dass der Raum gut luftdicht und isoliert ist. Im Trockenraum soll das Holz so gestapelt werden, dass eine Luftzirkulation um alle Oberflächen möglich ist. Dies erreicht man in zufriedenstellender Weise durch Stapelung des Holzes mit kleinen, 25 mm starken Holzstücken als Zwischenlage.



Der Trockenraum wird mit einem thermostatisch gesteuertem Ventilator versehen, der die Luft aus dem Raum saugt, wenn die Raumtemperatur auf 55°C steigen sollte, denn dies ist die höchstzulässige Betriebstemperatur des Kondenstrockners. Die Temperatur kann sich aufgrund der Kompressorwärme erhöhen. Der Ventilator muss mit einem entsprechenden Luftansaugklappe für Frischluft kombiniert werden und es ist wichtig, dass sowohl die Luftansaugklappe, als auch die Abluftklappe mit Jalousien ausgerüstet sind, die automatisch geschlossen werden, wenn sie nicht in Gebrauch sind.

Die erzwungene Luftzirkulation im Raum geschieht mittels eines oder mehrerer Ventilatoren. Diese werden an einer Blende montiert. Hierdurch ist sichergestellt, dass die Luftbestreichung gleichmäßig ist und dass die feuchteste Luft zum Kondenstrockner strömt.

Die Leistung der Ventilatoren muss so hoch sein, dass der Rauminhalt des Trockenraumes ungefähr 20 mal pro Stunde zirkuliert. Der Trockenraum sollte normalerweise ein Raumvolumen von 3-5 mal des Holzvolumens haben.