
LEBEN MIT HOLZ: TEIL 5

HOLZUNTERTROCKUNG

Hygroskopie

Eine wichtige physikalisch-mechanische Eigenschaft von Holz ist sein **hygroskopisches Verhalten**, d.h. Holz gehört zu der Gruppe von Werkstoffen, die Feuchte aus seiner Umgebung aufnehmen und wieder abgeben können bis ein innerlicher Gleichgewichtszustand erreicht ist – die **Ausgleichsfeuchte**.

Als Kenngröße gilt die Holzfeuchte, die in Prozent den Anteil an Wasser, bezogen auf das darrtrockene Holz, angibt. Als charakteristischer Wert für die **Holzfeuchte** in Innenräumen wird ca. **9%** angenommen, da sich in den meisten Räumlichkeiten, die bewohnt sind, etwa **+20 °C Temperatur und 50 % relative Luftfeuchtigkeit** einstellt (**Normraumklima**). Diese Werte ergeben laut Loughborough Diagramm eine Holzgleichsfeuchtigkeit von 9%. Das Loughborough Diagramm ist vereinfacht in tieferstehenden Liste dargestellt:

Werte für Holzgleichsfeuchte/ vereinfachte Liste

Temp.	10°	15°	20°	25°	30°	35°	40°
rel. Luftf. %							
90%	21,1	21,0	21,0	20,8	20,0	19,8	19,3
85%	18,1	18,0	18,0	17,9	17,5	17,1	16,9
80%	16,2	16,0	16,0	15,8	15,5	15,1	14,9
75%	14,7	14,5	14,3	14,0	13,9	13,5	13,2
70%	13,2	13,1	13,0	12,8	12,4	12,1	11,8
65%	12,0	12,0	11,8	11,5	11,2	11,0	10,7
60%	11,0	10,9	10,8	10,5	10,3	10,0	9,7
55%	10,1	10,0	9,9	9,7	9,4	9,1	8,8
50%	9,4	9,2	9,0	8,9	8,6	8,4	8,0
45%	8,6	8,4	8,3	8,1	7,9	7,5	7,1
40%	7,8	7,7	7,5	7,3	7,0	6,6	6,3
35%	7,0	6,9	6,7	6,4	6,2	5,8	5,5
30%	6,2	6,1	5,9	5,6	5,3	5,0	4,7
25%	5,4	5,3	5,0	4,8	4,5	4,2	3,8

Beispiel: Lufttemperatur +20° C und relative Luftfeuchtigkeit 55% ergibt 9,9 % Holzfeuchtigkeit

Holz, das in Innenräumen verwendet wird, muss deshalb **laut Ö-Norm** mit einer Holzfeuchte von 7-11% eingebaut werden (Verkleidungen, Parkettböden, Möbelstücke).

Aus dem Diagramm ist auch gut ersichtlich wie Holz bei **Untertrocknung reagiert**. Wenn die rel. Luftfeuchtigkeit sinkt, nimmt auch die Holzfeuchte ab, wenn die rel. Luftfeuchtigkeit steigt, steigt ebenfalls die Holzfeuchtigkeit.

Eine **feuchteverzögernde Wirkung** des holzspezifischen hygroskopischen Verhaltens kann durch eine Versiegelung mittels Lack hergestellt werden, wogegen geöltes oder gewachstes Holz wie ein roh belassenes Holz reagiert.

Dimensionsänderung

Wenn es durch **Abweichungen von dem Normklima** zu einer **Untertrocknung** in den Räumlichkeiten kommt, wird der gesamten Bausubstanz wie auch den Menschen Feuchtigkeit entzogen. Baumaterialien tragen oft keinen Schaden davon, Holz jedoch kann Feuchtigkeit schnell abgeben. Die Wasserdampfmoleküle, die in der **Zellwandsubstanz** eingelagert bzw. gebunden sind, werden dabei an die Luft abgegeben (**Desorption**), bis wieder ein innerlicher Gleichgewichtszustand erreicht ist – die Ausgleichsfeuchte. Mit der Holzfeuchtesenkung ist auch eine **Dimensionsänderung bzw. eine Volumensänderung** verbunden. Schäden die aus einer Holzfeuchtesenkung, verbunden mit einer Volumensänderung, sprich **SCHWINDEN**, sind nicht durch eine Feuchtigkeitsaufnahme bzw. Dimensionszunahme, sprich **QUELLEN** vollständig rückgängig zu machen. Bei starken Untertrocknungen kommt es zusätzlich noch zu **Aufschüsselungen und zu Rissen der Parkettbretter**.

Andererseits: Wenn durch äußere Einflüsse (sprich **Wasserschaden, nasser Unterboden, Feuchtigkeit in den Wänden, erhöhte Luftfeuchtigkeit**, u.a.) das Holz Feuchtigkeit aufnimmt (**Absorption**), wobei das so vor sich geht, dass Wasserdampfmoleküle in die Zellwandsubstanz des Holzes wieder eingelagert bzw. gebunden werden, wird sich sein Volumen ändern. Schäden, die durch Feuchtigkeitszunahme verbunden mit einer Dimensionszunahme entstanden sind, sind ebenfalls nicht durch eine Feuchtigkeitsabnahme (Trocknung, **Desorption**) bzw. Dimensionsabnahme, rückgängig zu machen – das Holz wurde **plastisch verändert**.

Gründe der Feuchtigkeitsanreicherung: Wenn es in einem Gebäude örtlich eine Feuchtequelle über längere Zeit gibt, dann reichert verdunstetes Wasser die Luft an. Die relative Luftfeuchtigkeit steigt und diese in der Luft gelöste Feuchtigkeit wird sich in weiterer Folge durch Diffusions- und Strömungsvorgänge über mehrere Räume ausbreiten. Ein Anstieg der Luftfeuchte im gesamten Gebäude kann innerhalb von einigen Tagen beobachtet werden.

Plastizität

Holz ist bis zu einer gewissen Grenze elastisch, danach weist Holz auch plastische Eigenschaften auf. **Eine Holzfeuchtezunahme ab 3% ergibt plastische Verformungen.** Die Holzsubstanz quillt und schwindet zwischen einer Holzfeuchte von 6 % bis zu einer Holzfeuchte von 30 %.

Wenn Holz beim Quellen und beim Schwinden in seiner Dimensionsänderung behindert wird, kommt es durch die hohe Spannung zu plastischen Verformungen. Bei Faserquerrichtung ist diese Eigenschaft mehr ausgeprägt als längs zur Faser.

Parkett ist in einem Muster eng aneinander verlegt. Wenn es zu einer Feuchteaufnahme kommt wird es **Quellungsdrücken** ausgesetzt, es kann durch die Eingeschlossenheit im Muster **nicht frei quellen**. Es kommt zur **Querdruckbelastung der Dielen** und in Folge zu einer bleibenden **Reduzierung der Breitenabmessung**. In der folgenden Trockenperiode treten dann **breitere Fugen** auf, als die Schwindmaße des Holzes erwarten lassen – das Holz ist **gestaucht** worden, weil **Holz „kriecht“**. Geklebte Holzfußböden können einer Dimensionsänderung besser nachgeben, da der Kleber bis zu einer gewissen Grenze elastisch ist. Genagelte Parketten können nicht so leicht Verformungen nachgeben und es kann zu Rissen bei den Nagelstellen kommen.

Anisotropie

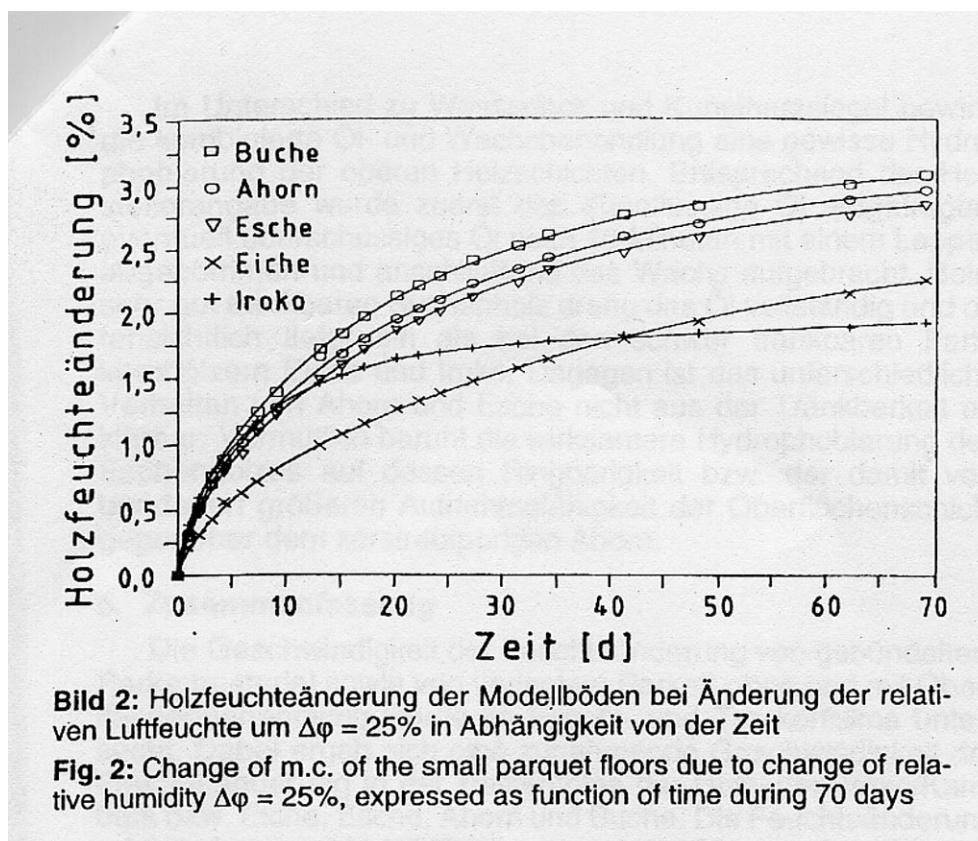
Da Holz **anisotropisch** ist, variiert sein Quell- und Schwindmaß je nach Faserrichtung und Jahrringlage. Dadurch kommt es zu einem unterschiedlichen Verhalten in **drei Hauptschnittrichtungen**. Es kann annähernd gesagt werden, dass sich die **tangentiale, radiale und axiale** Schwindung **wie 20:10:1** verhält. Ein Wert für das Verhältnis zwischen tangentialer und radialer Dimensionsänderung ist das **t/r-Verhältnis**, das bei der oben genannten Annahme 2 ergibt. Werte die darunter sind, weisen auf eine bessere Dimensionsstabilität des Holzes hin.

Bei verändertem Feuchtegehalt des Holzes bzw. in Folge dazu auftretenden Dimensionsänderungen, kommt es auch zu Spannungen und Verformungen des Parkettholzes. So wird bei Untertrocknung die „linke“, dem Holzkern abgewandete Seite eines Brettes stets hohl, sprich es kommt zu **Aufschüsselungen**. **Breite Dielenbretter werden dadurch bei großen Holzfeuchteänderungen immer mehr zu Aufschüsselungen neigen als schmale Dielen.**

Feuchteangleichgeschwindigkeit

Die Feuchteangleichgeschwindigkeit, ist je nach Holzart unterschiedlich, sie bestimmt den zeitlichen Ablauf der Quell- und Schwindvorgänge.

Laut Literatur werden Edelhölzer als Hölzer mit einer „sehr geringen Angleichgeschwindigkeit“ eingestuft. Es wurde aber beobachtet, dass bei extrem schnellen Feuchtigkeitsänderungen (schnelle Trocknung und schnelle Befeuchtung, wie im Fall eines Wasserschadens) auch diese Hölzer rasch ihre Dimension korrelierend zu der Holzfeuchteänderung vergrößern bzw. verkleinern können. Das kann vermutlich auch daran liegen, dass Edelhölzer aus tropischen Regionen stammen, wo es keine Winter/Sommer Perioden wie in unseren Breiten gibt. Bei diesen Hölzern sind die typischen jährlichen Zuwachszonen nicht immer deutlich erkennbar.



(Quelle: Geschwindigkeit der Feuchteänderung von Stabparkett: K. Lehnerdt, A. Rapp, E. Schwab, Holzforschung Und Holzverwertung Nr. 5/1994)

Berechnungen der Dimensionsänderung

In der Praxis wird die Dimensionsänderung vom verlegten Parkett mittels dem **differenziellen Quell- und Schwindmaß** berechnet. Dieses Maß gibt die Formänderung in Prozent **je 1 % Holzfeuchteänderung** an. Die Werte erhält man aus einschlägiger Literatur, aus der wir die Mittelwerte berechnet haben, um eine Dimensionsänderungsberechnung vereinfacht aufzuzeigen:

Holzartenkennwerte laut einschlägiger Literatur:

HOLZART	Dichte dartr.	bot.Name	radial	tang.	t/r	Mittelw.
bras.WENGE (Ipe)	bis 1,20 g/cm ³	Tabebuia sp.	0,22%	0,26%	1,2	0,24%
MAHAGONI (Jatoba)	bis 0,85 g/cm ³	Hymenaea courbaril	0,11%	0,25%	2,2	0,18%
bras.TEAK (Cumaru)	bis 1,15 g/cm ³	Dipteryx odorata	0,18%	0,28%	1,5	0,23%

Annahme Holzart: brasilianische WENGE und brasilianische TEAK 200 mm Breite

Wenge und Teak haben ähnliche mittlere Quell- und Schwindwerte, daher wird nur Wenge berechnet.

$$200 \text{ mm breit} \times 0,042 \times 0,24 = 2,016 \text{ mm}$$

$$0,042 = 4,2 \% \text{ Holzfeuchteänderung}$$

$$0,24 = \text{Schwindverhaltensfaktor Mittelwert tangential-radial}$$

Quell- und Schwindfaktor

$$\text{Radial: } 0,22 \%$$

$$\text{Tangential: } 0,26\%$$

$$0,24 \% \text{ pro } \% \text{ Änderung der Holzfeuchte}$$

Das ist das differenzielle Schwindmaß, das die Formänderung in Prozent je 1 % Holzfeuchteänderung angibt.

D.h. Bei einem 200 mm breiten Parkett und einer Holzfeuchteänderung von ca. 4 % wird sich das Parkettstück um ca. 2 mm in seiner Breite ändern.

WENGE					
rel.Luftfechtig.	Holzfeuchte	Änderung	100 mm breit	150 mm breit	200 mm breit
50 % rLft/ 20 °C	9,10%	0.0%	100 mm	150 mm	200 mm
40 % rLft/ 20 °C	7.5 %	1,60%	99,62 mm	149,42 mm	199,23 mm
35 % rLft/ 20 °C	6.8 %	2,30%	99,45 mm	149,17 mm	198,90 mm
30 % rLft/ 20 °C	6.0 %	3,10%	99,26 mm	148,88 mm	198,51 mm
25 % rLft/ 20 °C	5.2 %	3,90%	99,06 mm	148,60 mm	198,13 mm
20 % rLft/ 20 °C	4.5 %	4,60%	98,90 mm	148,34 mm	197,79 mm
15 % rLft/ 20 °C	3.6 %	5,50%	98,69 mm	148,02 mm	197,36 mm

Quelle: eigene Zusammenstellung

Gezeigt wird in diesem Diagramm wie viele mm das Holz an Breite abnimmt, wenn es untertrocknet wird. Geliefert und eingebaut wird es mit ca. 9 % Holzfeuchte, das entspricht dem Normklima. Wenn die Holzfeuchtigkeit um 5 % absinkt, wird **jedes einzelne Parkettbrett** bei seiner ursprünglichen **Breite von 200 mm, 2,64 mm** an Breite verlieren.

In dem Diagramm wird auch der Breitenverlust der **unterschiedlich breiten Dielenvarianten** gegenübergestellt. Je breiter die Diele ist, desto mehr wird die Breite an Dimension verlieren. (siehe Tabelle: bei 100 mm breiten Parkettböden nimmt die Breite um ca. 1 mm ab.)

Durch die so genannten „**Blockabrisse**“ kann es zusätzlich noch zu **kumulierten Fugenbildungen** kommen. Durch die Oberflächenbehandlung oder durch Fugenkitt „kleben“ einzelne Parkettbretter aneinander und es kommt zu keiner gleichmäßigen Fugenverteilung. Es werden vereinzelt sehr starke Fugen auftreten, da durch die große Spannung im Holz ganze „Blöcke“ an Parketten auseinanderreißen und es kommt oft zu Fugenbildung in der **doppelten oder dreifachen Breite: d.h. sogar bis zu 7 mm!**

Praxis: wenn ein Parkettboden fugenlos und mit der richtigen Holzfeuchte verlegt wurde, und es anschließend zu einer Untertrocknung gekommen ist (eine Untertrocknung gibt es nur bei absinken der relativen Luftfeuchtigkeit), dann werden Fugen sichtbar, da **jedes einzelne** Parkettbrett schwindet. Wenn es zu Blockfugen kommt, können die Fugen vereinzelt sehr überdurchschnittlich breit sein.

Annahme Holzart: Mahagoni 200 mm Breite

200 mm breit x 0,042 x 0,18 = 1,512 mm

0,042 = 4,2 % Holzfeuchteänderung

0,18 = Schwindverhaltensfaktor mittelwert tangential-radial

Quell- und Schwindfaktor

radial: 0,11 %

tangential: 0,25 %

0,18 % pro % Änderung der Holzfeuchte

d.h. bei einem 200 mm breiten Parkett und einer Holzfeuchteänderung von ca. 4 % wird sich das Parkettstück um ca. 1,5 mm in seiner Breite ändern. Im Vergleich zu Wenge ist der Quell – und Schwindfaktor bei Mahagoni besonders in radialer Faserrichtung geringer. Dadurch ergibt sich auch ein geringerer Mittelwert. Dieses Holz wird bei Holzfeuchteänderungen geringere Dimensionsänderung zeigen.

MAHAGONI					
rel. Luftfechtig.	Holzfeuchte	Änderung	100 mm breit	150 mm breit	200 mm breit
50 % rLft/ 20 °C	9,10%	0.0%	100 mm	150 mm	200 mm
40 % rLft/ 20 °C	7.5 %	1,60%	99,71 mm	149,57 mm	199,42 mm
35 % rLft/ 20 °C	6.8 %	2,30%	99,59 mm	149,38 mm	199,17 mm
30 % rLft/ 20 °C	6.0 %	3,10%	99,44 mm	149,40 mm	198,88 mm
25 % rLft/ 20 °C	5.2 %	3,90%	99,30 mm	148,95 mm	198,60 mm
20 % rLft/ 20 °C	4.5 %	4,60%	99,17 mm	148,76 mm	198,34 mm
15 % rLft/ 20 °C	3.6 %	5,50%	98,01 mm	148,51 mm	198,02 mm

Quelle: eigene Zusammenstellung

Bei **Abweichungen vom Normklima** werden sich laut Tabelle **immer Fugen** in verschiedener Breite – je nach Raumklima und Holzbreite – einstellen (das ist übrigens bei allen Holzböden wie auch Holzmöbeln der Fall).

Die **Bauweisen** (Großraumbüros, dichte Fenster, schnelle Bauvorhaben, leistungsstarke Heizungen, u.a.) haben sich geändert, die **Lüftungsanlagen**, die **Energiesparmaßnahmen**, u.s.w. - und **das Klima hat sich geändert!** Fugenfreie Parkettböden sind nur möglich wenn ein kontinuierliches Raumklima (Normklima) aufrecht gehalten wird - vor allen wenn es draußen wochenlang Minustemperaturen hat und extreme Trockenheit herrscht (kalte Luft kann weniger Feuchtigkeit aufnehmen). Ohne Anreicherung der Luft mit Feuchtigkeit (mit Luftbefeuchtern, Blumen,...) werden Fugen entstehen da auch die relative Luftfeuchtigkeit sinken wird.

Im Normalfall werden in trockenen Monaten meistens Fugen sichtbar, die dann jedoch wieder in den Sommermonaten verschwinden. Hier spricht man von einem natürlichen geringen Fugenbild.

„Eine Fuge ist dann ein Mangel, wenn sie vermeidbar ist. Eine Fuge ist normal, wenn sie durch die normale Austrocknung des mit einer richtigen Holzfeuchtigkeit (9%) verlegten Bodens entsteht“ (Sachverständiger Norbert Strehle)

Bei zu starker Trockenheit der Raumluft muss daher etwas **unternommen werden**, damit das Holz nicht zu stark austrocknet. Bitte lesen Sie zu diesem Thema auch ein Exemplar aus unserer Schriftenreihe **„Leben mit Holz“ Teil 1 und 2**, damit Sie für Ihre Verhältnisse den richtigen **Luftbefeuchter** auswählen können. Diverse Luftbefeuchter sind überall im Handel erhältlich. Wir helfen Ihnen gerne dabei.

Wenn Sie garantieren können eine gesunde normgerechte Raumluft halten zu können, können wir auch garantieren, dass der Holzboden jahrzehnte lang seine schöne Optik ohne Fugen erhält.

Schlusswort

Abschließend sei noch erwähnt, dass wir unsere Kunden mit dieser technischen Information von der **falschen Theorie „Holz ist ein totes Material“** abbringen wollen.

UNSERE ERFahrungen HABEN IN DEN LETZTEN JAHREN GEZEIGT, DASS VOR ALLEM **PLANER UND ARCHITEKTEN** KEINE NOTWENDIGKEIT SEHEN MAßNAHMEN FÜR DIE AUFRECHTERHALTUNG EINES **GESUNDEN RAUMKLIMAS ZU TREFFEN**. ALLERDINGS: ALLE ANDEREN **TECHNISCHEN MAßNAHMEN** VOR EINEM BAUVORHABEN WERDEN IMMER PERFEKT GEPLANT: HEIZUNG, LÜFTUNG, ISOLIERUNG, STROM. ERST WENN DIE **KLIMATISCHEN BERECHNUNGEN DER HEIZ- UND RAUMTECHNIKER** IN ZUSAMMENARBEIT MIT DEM PLANER AUF DIE BEDÜRFNISSE EINES NATÜRLICHEN PRODUKTES, WIE HOLZ ODER PFLANZEN, ABGESTIMMT WERDEN, IST EINE **PROBLEMLOSE NUTZUNG DES PARKETTBOSENS** MÖGLICH. IN DEN MEISTEN FÄLLEN WERDEN AUS UNERFAHRENHEIT FALSCHES ODER GAR KEINE KLIMABERECHNUNGEN DURCHFÜHRT UND DANACH DEM HOLZBODEN DIE SCHULD AN FUGENBILDUNGEN ANGELASTET. DIE TECHNIK HAT LEIDER NICHT IMMER MIT DER SCHULUNG DER BETEILIGTEN PERSONEN SCHRITT GEHALTEN UND DIES STELLT FÜR UNS LEIDER EINE DER GRÖßTEN **FEHLERQUELLEN** DERZEIT DAR. ES MÜSSEN IN DER HEUTIGEN ZEIT DIE RAUMKLIMATISCHEN BEDINGUNGEN - SCHON AUS DER SICHT DER **GUTEN LEBENSQUALITÄT** (SIEHE „**LEBEN MIT HOLZ“ TEIL 1 UND 2**) - VOR EINEM BAUANTRITT MITBEDACHT WERDEN UND GEGEBENENFALLS MAßNAHMEN GETROFFEN WERDEN, NICHT UMSONST WIRD SEIT JAHREN IN ALLEN MEDIEN VOR EINEM **KLIMAWANDEL** GEWARNT!!

Wir halten ausdrücklich fest, dass dieser Bericht als Informations- und Planungsgrundlage zu verstehen ist. Der Verfasser dieses Berichtes und seine Quellen sind daher für den Informationsinhalt in keiner Art und Weise haftbar zu machen. Für unsachgemäße Handlungen dritter und der daraus entstehenden, wie auch immer gearteten Mängel, haften die Verfasser nicht.