

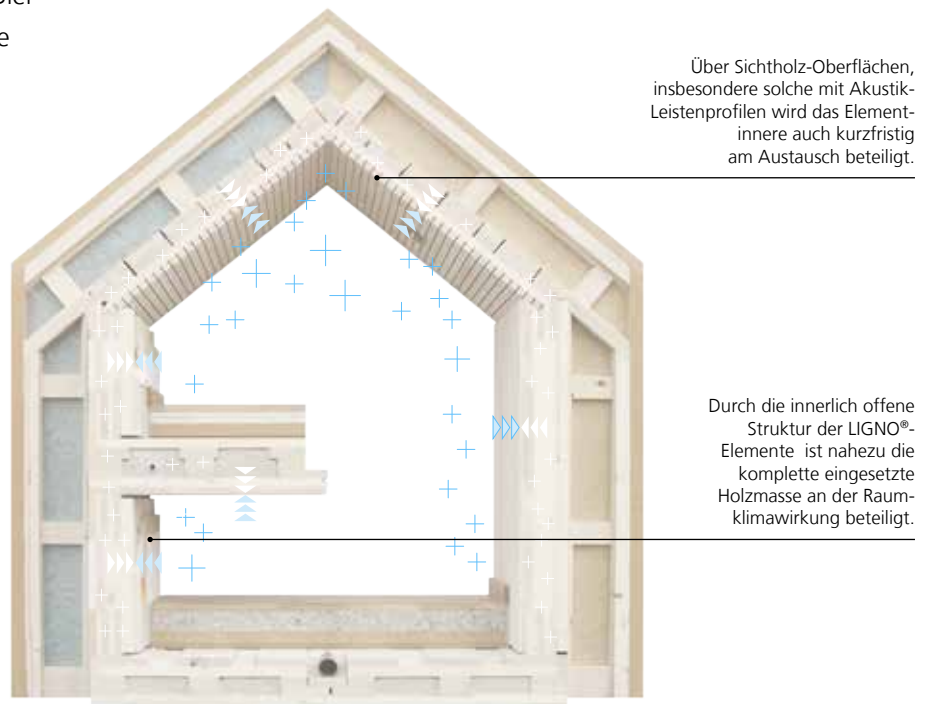
FAKTEN ZUR LUFTFEUCHTE IM HOLZHAUS

„Bau mit Holz und das Raumklima wird hervorragend sein!“ – mit sinngemässen Aussagen wird der Einsatz von Holz in Gebäuden gern beworben. Wissenschaftlich-technische Grundlagen dieses Versprechens bleiben oft unklar. Ist „Holzhaus“ wirklich gleich „Holzhaus“? Wird jedes aus massivem Holz gebaute Haus allein durch die Massivität zu einem Klimaholzhaus?

Dieses Dokument fasst aktuelle wissenschaftlichen Erkenntnisse zusammen, auf deren Basis Lignotrend und das Netzwerk Klimaholzhaus den **Klimaholzhaus®-Effekt** untermauert haben. Die Inhalte bestätigen die im Jahr 1995 theoretisch formulierten Überlegungen und vor allem vielfache qualitativen Beobachtungen von Bewohnern tausender Klimaholzhäuser zum Wohnklima in diesen Gebäuden.

In Zusammenarbeit mit den Hochschulen Biel und Rottenburg wurden seit 2015 mehrere Forschungsprojekte durchgeführt. Dabei wurden mehrjährige Monitorings realer Wohnräume durchgeführt und analysiert und parallel das Verhalten von LIGNO® Brettsperrholz-Rippen-elementen auf Produktebene untersucht.

Mit dem Ergebnis der wissenschaftlichen Untersuchungen lässt sich beantworten, **welches Einflussfaktoren sind, die beim Einsatz von Holz in der Baukonstruktion wesentlich zu einem gesunden und behaglichen Raumklima beitragen.**



In der Prinzipskizze ist dargestellt, wie die massive Holzkonstruktion im Klimaholzhaus® ausgeführt ist. Das Naturmaterial kann möglichst frei mit der Luftfeuchtigkeit im Raum interagieren. Dadurch sind günstigste Rahmenbedingungen für ein ganzjährig physiologisch günstiges Raumklima gegeben.

Inhalt:

Der Klimaholzhaus®-Effekt
Hygroskopizität – die Rolle des Materials
Kriterium Konstruktion
Kriterium Innere Oberfläche
Bonuskriterium Akustikprofile
FAQ - Häufig gestellte Fragen
Gebäudemonitoring und Schlussfolgerungen

S. 2
S. 3
S. 3
S. 4
S. 4
S. 5
S. 6

DER KLIMAHOLZHAUS-EFFEKT

MASSIVHOLZ FÜR GESUNDE LUFTFEUCHTE

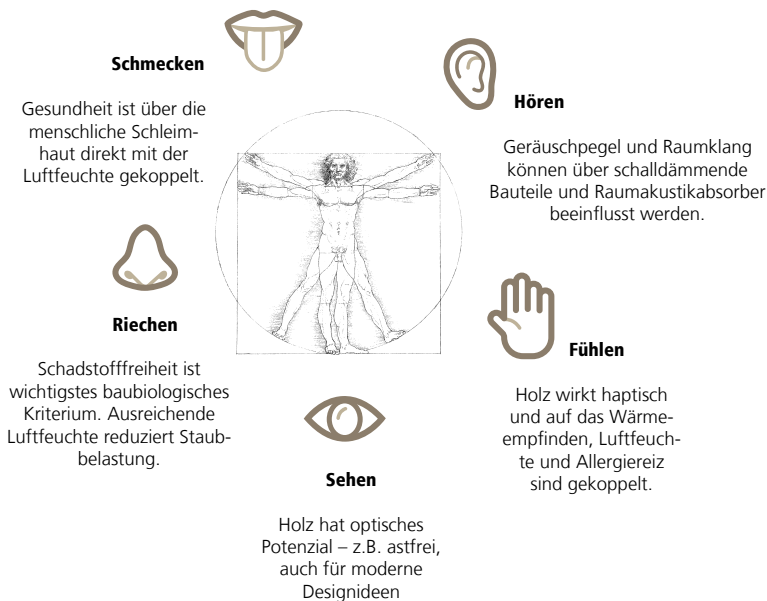
Zentrale Erkenntnis der Klimaholzhaus®-

Philosophie ist, dass die Luftfeuchte in einem Raum gleich über mehrere menschliche Sinne wirkt. Um das Wohlbefinden zu fördern, ist sie also eine der wichtigsten Stellschrauben.



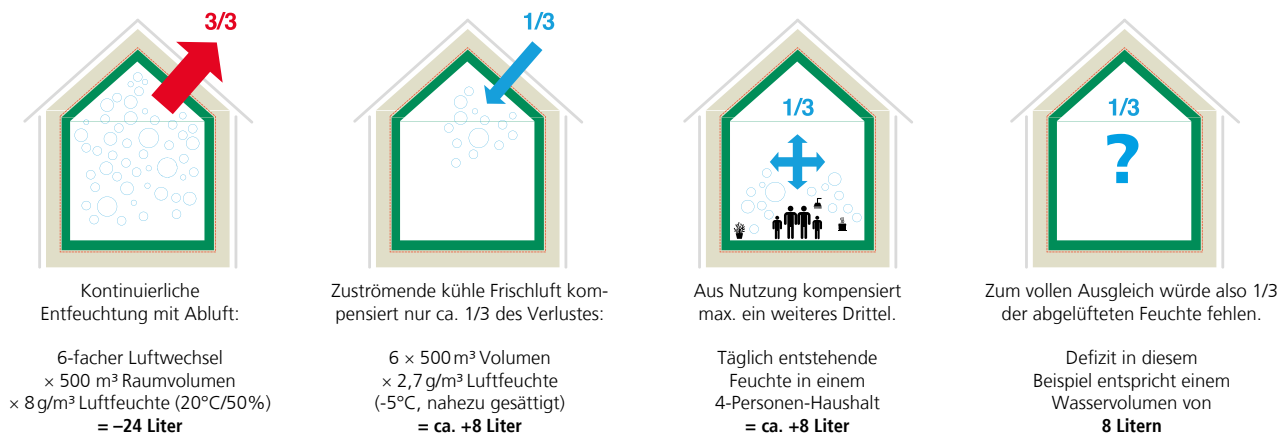
Hauptziel: Gesunde Luftfeuchte

Als ideale Luftfeuchtigkeit in Innenräumen gelten Werte zwischen 40 und 60 % als für das Wohlbefinden angenehm, vor allem aber auch als gesundheitlich optimal.



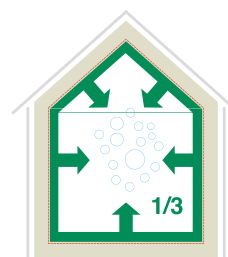
Austrocknungstendenz im Winter

In der kalten Jahreszeit stellt sich in vielen Gebäuden eine geringere Feuchtigkeit ein, weil durch die Lüftung permanent Innenraumluft gegen kühle Frischluft mit niedrigerem absolutem Feuchtegehalt ausgetauscht wird. Im Verlauf kurzer Zeit kann die Luftfeuchtigkeit weit unter 30 % sinken, wenn kein Ausgleich geschaffen wird.



Klimaholzhaus®-Effekt durch Feuchtepuffer in ausreichender Grösse

Um die Luftfeuchte auf gesundem Niveau zu halten, braucht es einen Ausgleich von rund 8 l Wasser pro Tag, 800 - 1000 l pro Jahreszeit, entsprechend **0,25 m³ raumklimawirksam eingesetztem Holz pro m² Wohnfläche.**



Klimaholzhaus®-Effekt:
Raumklimawirksam eingesetztes Massivholz lädt sich als Feuchtepuffer in der warmen/schwülen Jahreszeit mit Feuchte auf und speichert diese für den Winter. Dieses Drittel verhindert ein Defizit.

GESUND MIT MASSIVHOLZ



Mehr Informationen zum optimalen Raumklima:
klimaholzhaus.de/wohnklima/raumklima-wohngesund/



ERKLÄRVIDEO



Wie funktioniert ein Klimaholzhaus?
klimaholzhaus.de/erklvideo

DIE WIRKSAMKEIT EINES BAUMATERIALS ALS FEUCHTEPUFFER

Kriterium 1: Aktiv feuchteaustauschendes Material

Der Kern der Klimaholzhaus-Philosophie liegt darin, Holz mit seinen hygroskopischen Eigenschaften gezielt als Feuchtepuffer zu nutzen. Unter den gängigen Baumaterialien kann Holz Wassermoleküle am besten aufnehmen, in seiner Porenstruktur speichern und bei trockenerer werdender Umgebung wieder abgeben. Auch Lehm- und Luftkalkputze besitzen diese Fähigkeit, tragen jedoch aufgrund ihres geringeren Volumens nur begrenzt dazu bei.

	Annahme für aktivierbare Materialdicke [mm]	Angenommener Korridor für Materialfeuchte [%]		Pufferpotenzial des raumklimatisch überhaupt aktivierbaren Materials [kg/m ² aktivierbares Volumen]	
		bei 30% relativer Luftfeuchte	bei 60% relativer Luftfeuchte		
Holz	50	5,6	10	1,1	
Lehmputz	15	4,0	7,0	0,765	
Normalbeton	50	0,7	1,0	0,375	
Porenbeton	50	1,2	2,1	0,36	
Hochlochziegel	100	0,3	0,4	<0,1	

Qualitativer Vergleich einiger Baumaterialien bei jahreszeitlicher Schwankung zwischen 30 und 60 % relativer Luftfeuchte. Die Werte für die Ausgleichsfeuchte wurden mit exemplarischen Sorptionskurven ermittelt, für das überhaupt zugängliche Volumens wurde eine plausible aktivierbare Materialdicke durch konservative Annahme festgelegt bzw. die bei den Putzen die typische Dicke angesetzt.

Kriterium 2: Nach innen diffusionsoffene Konstruktion

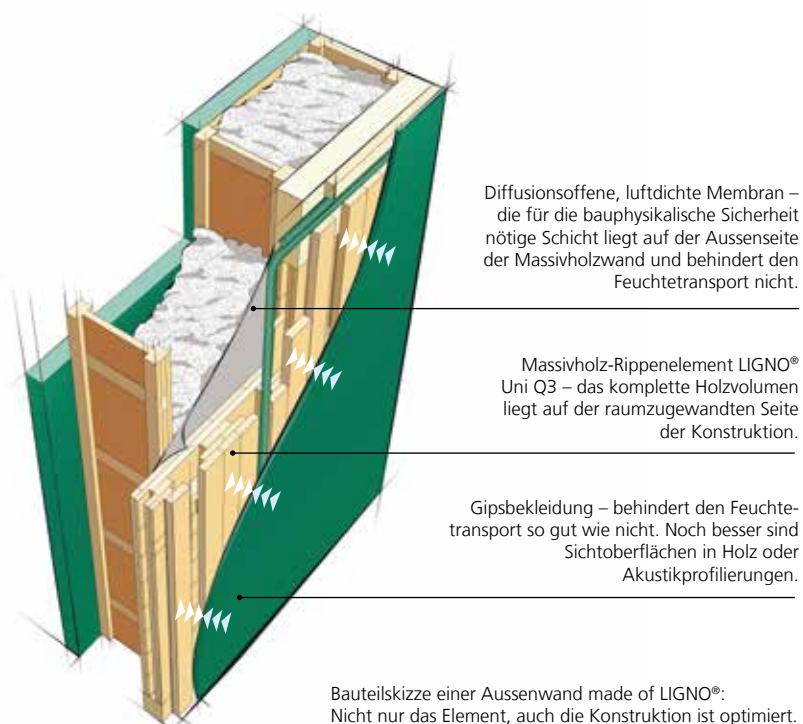
Damit das Konstruktionsmaterial aktiv zum Raumklima beitragen kann, muss der Feuchteaustausch zwischen der Innenraumluft und dem hygroskopischen Material ungehindert erfolgen. Das bedeutet, dass keine zu stark sperrende Schicht das Eindringen von Wassermolekülen behindern darf.

+

Raumseitiges Massivholz
Holzoberflächen,
am besten strukturiert
Diffusionsoffene Verkleidungen,
auch Gipsplatten
Offene Putze und Farben

—

Unzugängliches, tief liegendes
Massivholz und solches, das aus-
serhalb stark dampfbremsender
Schichten liegt
Bauseitig / später nachträglich
angewendete diffusionsdichte
Putze, Spachtel und Farben



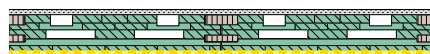
RIPPEN, HOHLRÄUME UND LEISTEN STATT VOLL MASSIVEN KLÖTZEN

Kriterium 3: Die innere Oberfläche

„Viel hilft viel“ – also die bloße Einhaltung eines Mindestvolumens an Holz – ist eine ineffiziente Antwort für die Raumklimawirksamkeit. Es gilt, möglichst viel Holzvolumen an der Aufnahme und Abgabe zu beteiligen, indem man es nah genug an die feuchte austauschende Kontaktfläche zur Luft bringt. Tiefliegendes Holzvolumen mit zu grossem Abstand wäre sonst nicht am Austausch beteiligt und verschwendet. Über Rippenstrukturen verdoppelt sich hingegen das raumklimatische Wirkpotenzial.



Alle Lignotrend-Elemente (hier: Wandelement LIGNO® Uni) haben offene Kanäle. Die grüne gestrichelte innere Oberfläche ermöglicht auch tiefliegenden Schichten den Austausch.



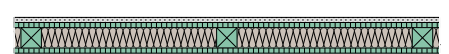
BSP-Rippenelement

1,01 kg/m²a



Massivholzelement (BSP, Dübelholz)

0,50 kg/m²a



Ständerwand

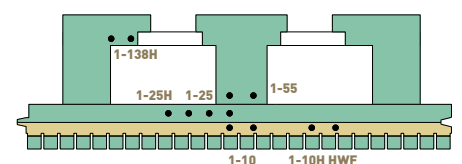
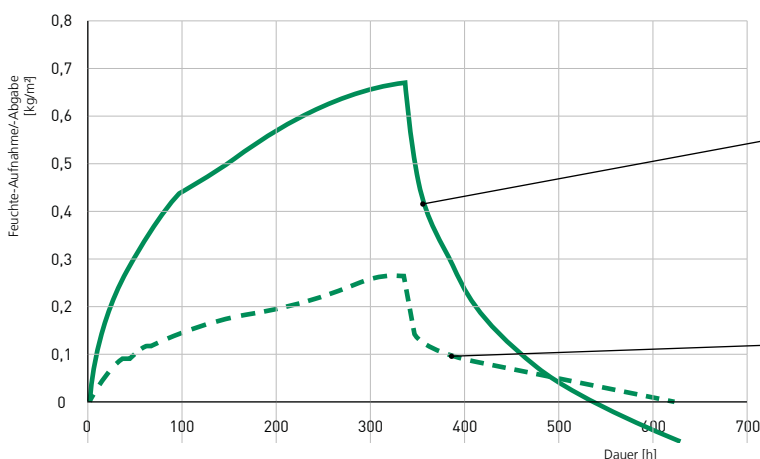
0,34 kg/m²a



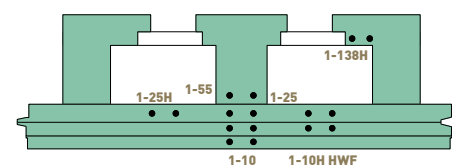
Entlang der Forschungsprojekte zur Raumklimawirksamkeit wurden durch das Ingenieurbüro Brandhorst auch Simulationen mit realen Klimadatensätzen durchgeführt. Es wird deutlich, dass bei massiven Rippenelementen im Jahresverlauf deutlich mehr Feuchtigkeitsmenge ins Bauteil hinein bzw. aus dem Bauteil herausdiffundieren kann und dass die Luftfeuchte das tiefliegende Holz über die nicht verklebten Brettflanken sehr gut erreichen kann. Hinweis: Es sind in den Zeichnungen nur die wirksamen, als raumklimatisch aktivierbar ansetzbaren Teile der Wand dargestellt.

Kriterium 4: Oberfläche und Akustikleisten

Ein schnellerer Feuchteausgleich steigert das Potenzial der Raumklimawirkung zusätzlich. Die Akustikleisten an LIGNO® Deckenelementen sind hier besonders nützlich, denn über diese strukturierte Oberfläche wird das Material auch kurzfristig bereits aktiviert. Durch die Fugen und den dahinterliegenden Holzfaserabsorber wird zudem das Querschnittsinnere besser erschlossen. Das unterstützt zugleich die langfristige Feuchtepufferung.



Prüfkörper LIGNO® Rippe Q3_a50g_z26 (Akustik) mit Sensorbohrungen



Vergleichs-Prüfkörper LIGNO® Rippe Q3_a0_z26 mit Sensorbohrungen

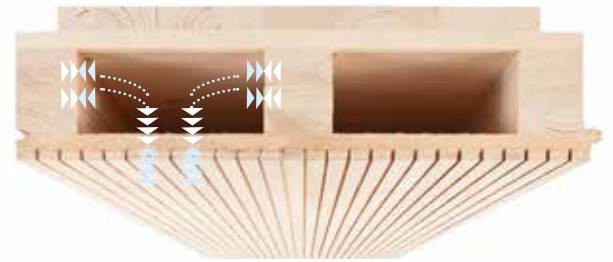
An der Hochschule Rottenburg wurde das kurzfristige Aufnahme- und Abgabepotenzial von LIGNO® Elementen simuliert und gemessen. Der Kurvenverlauf zeigt deutlich, dass das Bauteil mit Akustikleisten und -Absorber (durchgezogene Linie) eine mehr als doppelt so hohe Feuchteaufnahme und -abgabe zulässt als ein Element mit massivem Untergurt (gestrichelte Linie).

HÄUFIG GESTELLTE FRAGEN

Sind Klebefugen hinderlich?

In der Wissenschaft wurde untersucht, welche Rolle die dünnen Klebefugen in Leimholz spielen. Ergebnis: Ihre Relevanz ist begrenzt: Wo sie eine vollflächige Schicht bilden, entspricht ihr Widerstand einer äquivalenten Holzschicht von ca. 10 mm Dicke.

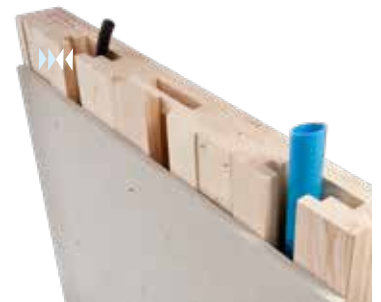
Bei Rippelementen wie den im Klimaholzhaus® verwendeten Wandelementen LIGNO® Uni ist das zusätzlich von stark untergeordneter Relevanz: Untersuchungen der Hochschule Rottenburg zeigen den Effekt, dass die Luftfeuchte den diffusionsoffeneren „Umweg“ über die Hohlräume und Brettflanken nimmt.



Weil der Feuchteaustausch vornehmlich über die Flanken, also über die Schmalseiten der Bretter erfolgt, ist der über die Fläche ohnehin geringe Leimfugenanteil für die Raumklimawirksamkeit wenig relevant (Darstellung am Beispiel eines Brettsperrholz-Kastenelements LIGNO® Block Q3 Akustik).

Behindern Gipsbekleidungen den Klimaholzhaus-Effekt?

Der sogenannte μ -Wert ist massgeblich für die Einschätzung, ob Gipsbekleidungen den Feuchteaustausch behindern. Übliche Gipsbekleidungen haben einen μ -Wert von rund 10-13. Zum Vergleich: Holz liegt bei 40. Eine 15 mm dicke Gipsfaserplatte entspricht also einer Holzdicke von rund 3,5 mm. Die Antwort lautet also „Nein“, denn da der Feuchteaustausch vor allem saisonal zu bewerten ist, stellt der Gips keine wesentliche Behinderung dar.



Ist zu hohe Raumluftfeuchte nicht gefährlich für die Bausubstanz?



Nein, heute ist diese Sorge nicht mehr begründet, die in älteren Gebäuden mit Wärmebrücken berechtigt war. In gut konstruierten Konstruktionen gibt es keine zu kühlen Stellen auf der Innenseite der Gebäudehülle. Die Nutzer können also ohne Bedenken die Luftfeuchte in physiologisch gesunder Höhe zw. 40 und 60% genießen.

Besteht durch Lüftungsanlagen eine Tendenz zur Entfeuchtung?



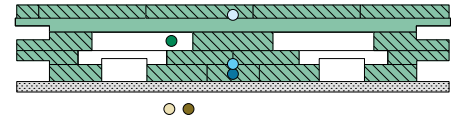
Nicht, wenn die Luftwechselrate nicht zu hoch eingestellt wird. Es ist legitim, die Luftwechselrate von 0,6/h in ihrer Höhe zu hinterfragen, weil sich a) die Nutzer nicht ganztägig im Gebäude aufhalten, b) pro Nutzer ein grosses Raumvolumen zur Verfügung steht und c) weil die früher gewünschte Absenkung der Luftfeuchte zur Vermeidung von Tauwasser an Wärmebrücken kaum mehr relevant ist. Werte von 0,25/h können ausreichen (vgl. www.passiv.de). **Zusätzlich zur üblichen Wärmerückgewinnung ist ein Enthalpiewärmetauscher empfehlenswert, bei dem auch die Feuchte aus der Abluft zurückgewonnen wird.**

Weshalb ist technische Raumluftbefeuchtung eine unrealistische Alternative?

Bei solchen Massnahmen muss man den Nutzen dem Aufwand gegenüberstellen. Die Energiekosten für das Einbringen einer nennenswerten Feuchtigkeitsmenge, Unterhaltsaufwände und hygienische Aspekte sprechen in einer Abwägung in der Regel für die „Low Tech“-Variante Klimaholzhaus, wo das Material quasi „von alleine“ für das gute Raumklima sorgt.

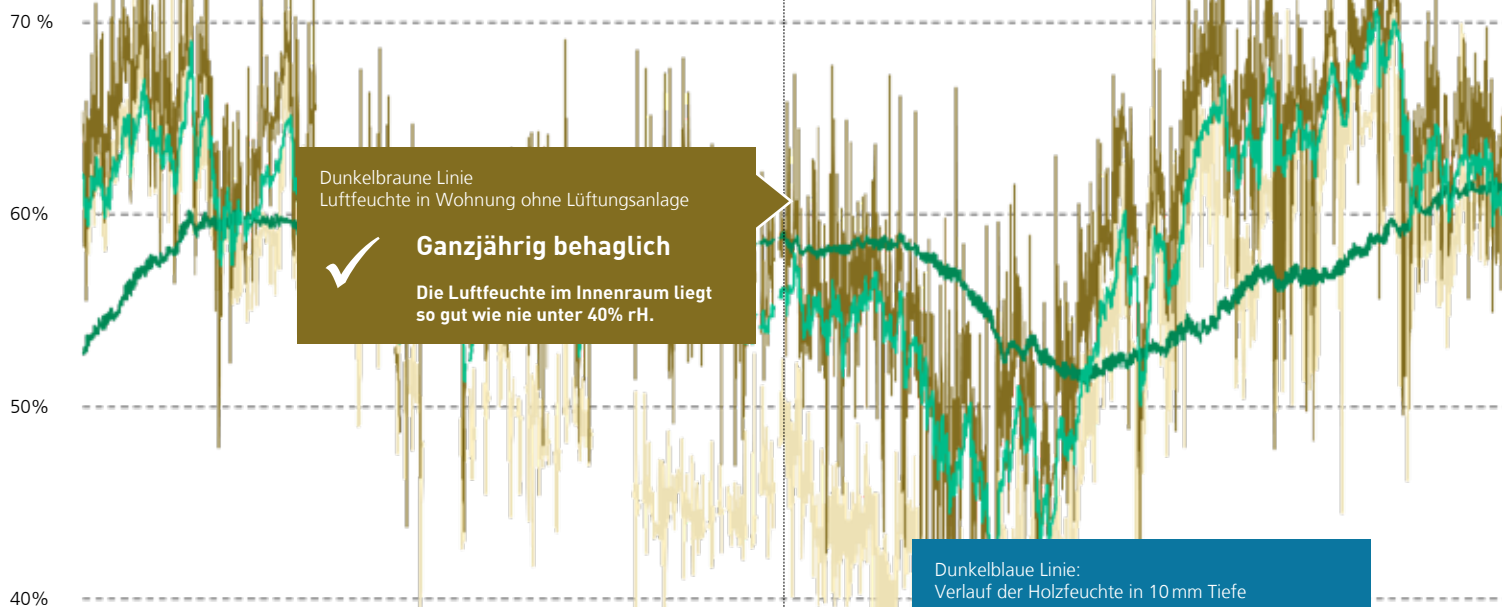
LANGZEITMESSUNGEN AN KLIMAHOLZHÄUSERN

Um die Wirksamkeit des Klimaholzhaus-Konzepts der „mittleren Massivität“ und die Bedeutung der beschriebenen konstruktiven Randbedingungen für die Feuchteaustausch-Zugänglichkeit am realen Projekt zu überprüfen, wurden Gebäudemonitorings durchgeführt. Die unten dargestellten Messungen an zwei Wohnungen, eine davon mit Komfortlüftungsanlage und Enthalpie-Wärmetauscher zur Feuchterückgewinnung, eine weitere mit manueller Lüftung. Trotz unterschiedlicher Nutzerverhalten sind klare Schlussfolgerungen möglich.

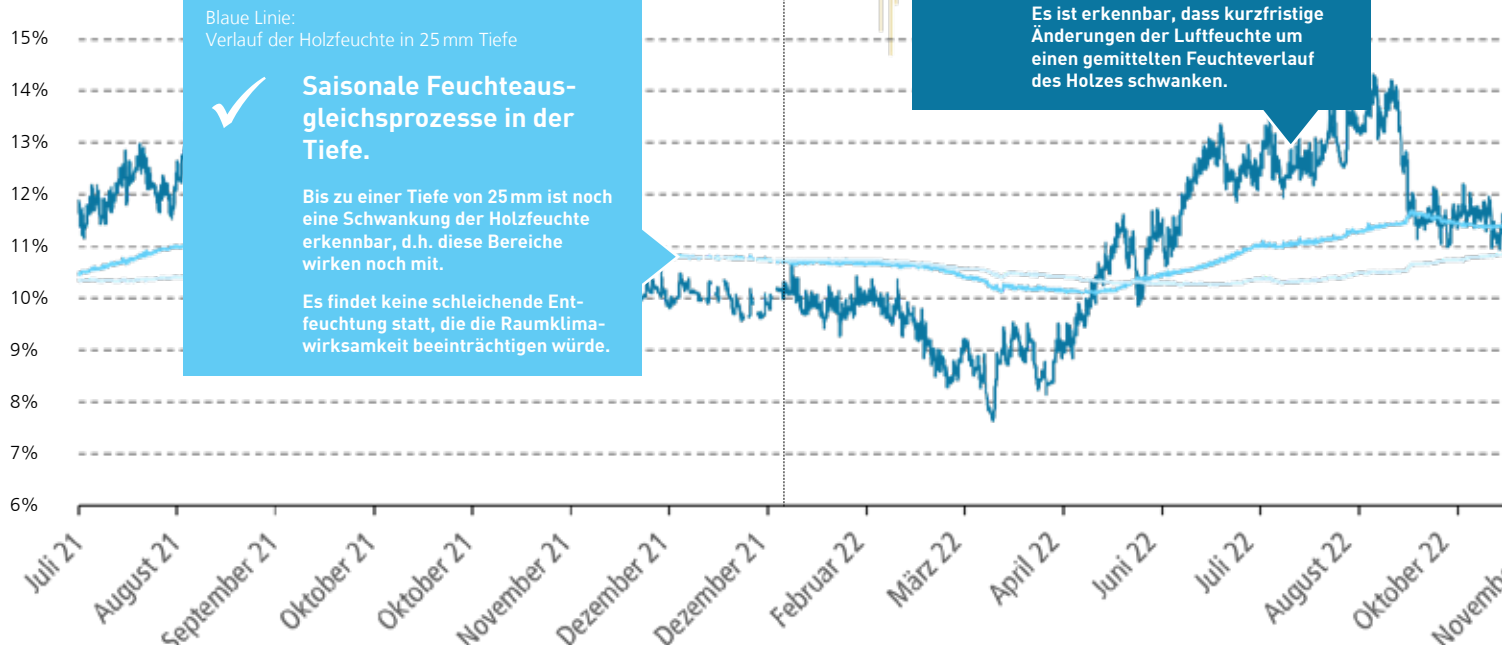


Sensorpositionen im Wandbauteil LIGNO® Uni: Neben anderen Werten wurden jeweils Holzfeuchten in 10, 25 und 100 mm Tiefe und die Luftfeuchte im Elementkanal sowie in den Räumen mit und ohne Lüftung gemessen.

Relative Luftfeuchte

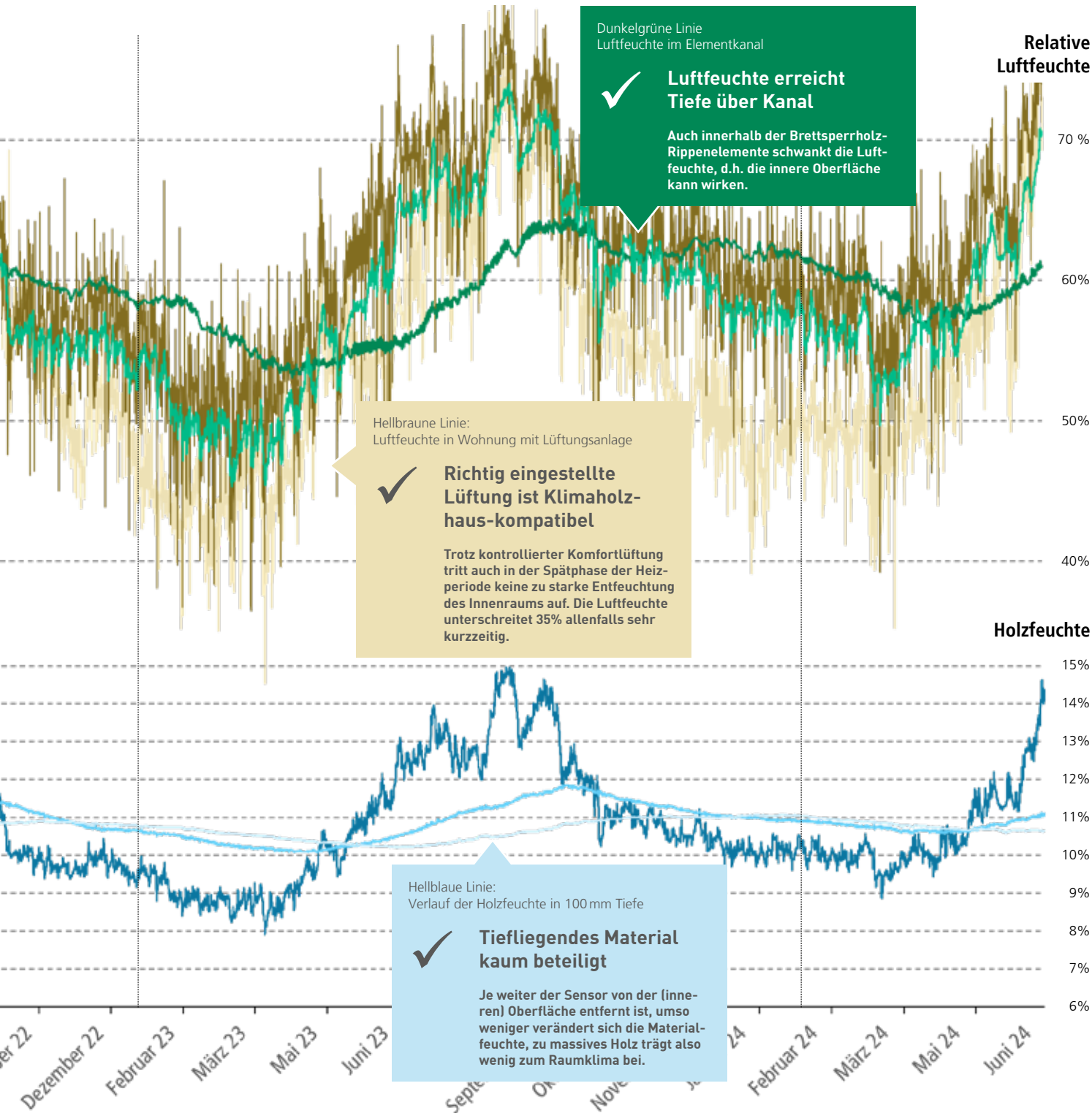


Holzfeuchte





Zwei Wohnungen in einem dieser Mehrfamilienhäuser in Büren im Schweizer Kanton Solothurn wurden – begleitet durch die Berner Fachhochschule – über mehrere Jahre einem Monitoring unterzogen. In der dort von der az Holz AG umgesetzten klassischen Klimaholzhaus®-Bauweise wurden **ausschliesslich absolut marktübliche Standardmaterialien** verwendet, dazu Wände LIGNO® Uni Q3, bekleidet mit Gips und Decken LIGNO® Rippe Q3 Akustik in Sichtqualität.



RESÜMEE



Ein Klimaholzhaus ist also nicht einfach irgendein Holzhaus. Für ein dauerhaft behagliches und gesundes Raumklima sind einzelne Faktoren nicht hinreichend. Die beschriebenen, wissenschaftlich begleiteten Untersuchungen bestätigen, dass vom Material über das Bauprodukt bis hin zur Konstruktion und weiteren planungs- und nutzungsbedingten Faktoren eine ganze Reihe von Aspekten zusammenspielen, um basierend auf dem natürlichen Baumaterial Holz mit einem möglichst geringen Mass an Technik zuverlässig den „Klimaholzhaus-Effekt“ zu erzielen.

Die Ergebnisse des Projektes sind Ergebnis partnerschaftlicher Praxisforschung zwischen Hochschulen, Herstellern und Holzbaupraktikern. Wir danken allen Beteiligten.



Hochschule für Forstwirtschaft
DE-Rottenburg a.N.

Prof. Dipl.-Ing. Architekt
Ludger Dederich
Prof. Dr. Marcus Müller



Berner Fachhochschule
CH-Bern

Prof. Bernhard Letsch
Prof. Andreas Müller
Prof. Dr. Christoph Geyer
Prof. Dr. Ingo Mayer
Sébastien Bonifacio



Krämer GmbH + Co. KG
DE-Nürtingen

Martin Krämer



az Holz AG
CH-Liestal

Jürg Auer



SIGA AG
CH-Ruswil



Zehnder Group Schweiz AG
CH-Gränichen



Büro & Holzbau Brandhorst
DE-Bonn

Überreicht durch das Netzwerk-Mitglied in Ihrer Nähe: