

Innovatives Holzfeuchtemesssystem – Besser messen!

Evaluierung eines neuen Systems für Langzeitmessungen mit kabelloser Datenübertragung und Online-Auswertung

Zur langfristigen, autarken und möglichst exakten Messung der Holzfeuchte in Baukonstruktionen stehen bisher kaum geeignete Messgeräte zur Verfügung. Dieser Mangel wurde auch immer wieder bei Freilandversuchen des Fraunhofer IBP deutlich und führte zu Mehraufwand und höheren Kosten. Daher wurden Untersuchungen zu den relevanten Einflussfaktoren der Holzfeuchtemessung [Amos 2024] [Amos et al. 2025, a, b] durchgeführt, um die Grundlagen für verbesserte Messsysteme zu schaffen. Auf dieser Basis hat ein Industriepartner ein neues Holzfeuchtemesssystem (vgl. Abb. 1) entwickelt und dem Fraunhofer IBP zur Verfügung gestellt. Um die Funktionsfähigkeit des neuen Systems zu prüfen, wurde dieses erstmalig in einer Langzeitmessung eingesetzt. Dabei wurden ergänzend Handmessungen zu Evaluierungszwecken durchgeführt, die eine gute Übereinstimmung mit Vergleichsmessungen zeigen.

Autor:
Philipp Kölsch, Fraunhofer Institut für Bauphysik (IBP)

Relevanz einer zuverlässigen Holzfeuchtemessung

Leichtbaukonstruktionen, wie z. B. Steildächer, Flachdächer mit gedämmten Sparrenfeldern und Wände in Holzständer- oder Holzrahmenbauweise bestehen traditionell aus hölzernen, feuchteempfindlichen Tragkonstruktionen und erfordern daher besondere Beachtung. Materialien wie Massivholz, Holzwerkstoffe und andere nachwachsende Rohstoffe bieten zwar eine bessere Öko-Bilanz hinsichtlich grauer Energie und CO₂-Emissionen, jedoch steigt mit einem erhöhten Wassergehalt nicht nur die Wärmeleitfähigkeit an, es begünstigt das Wachstum holzzerstörender Pilze.

In den vergangenen Jahren hat die Verwendung feuchteempfindlicher Baustoffe zu einer Zunahme von Bauschäden geführt. Der IFB-Bauschadenbericht 2015 [Böhmer et al. 2015] verzeichnete Feuchteschäden zwischen 2002 und 2013 als zweithäufigste Schadensursache mit einem Anteil von etwa 12 %. Im aktuellen VHV-Bauschadenbericht von 2024 [VHV 2024] stieg dieser Anteil im Zeitraum von 2018 bis 2022 auf fast 30 %. Dabei übersteigen die Kosten zur Regulierung von Feuchteschäden alle anderen Schadensur-

sachen. Eine kontinuierliche Überwachung kann bei risikobehafteten Konstruktionen die Entwicklung von Feuchteschäden frühzeitig erkennen und diese vermeiden oder die damit verbundenen Folgekosten reduzieren.

Warum ein neues Holzfeuchtemessgerät?

Im Hinblick auf einen steigenden Einsatz dieser Materialien sowie der Tatsache, dass sich Feuchteschäden oft erst nach Jahren bemerkbar machen, ist es hilfreich, die hygrothermischen Zustände automatisiert und kostengünstig erfassen und analysieren zu können. Dies ermöglicht einerseits die frühzeitige Erkennung von eventuellen Problemen durch Gebäudemonitoring und andererseits eine Verbesserung der Planungsprozesse durch den Erkenntnisgewinn.

Bisher war ein langfristiges Monitoring jedoch schwierig, da nur wenig geeignete Messtechnik zur Verfügung stand. Vorhandene Messsysteme führen oft zu variierenden Ergebnissen was zu Fehleinschätzungen führen kann. Der Installationsaufwand für die Kabelverlegungen zwischen weit auseinanderliegenden Messstellen war eine weitere Herausforderung, s. Abb. 2.

Handmessgeräte können nur eine Momentaufnahme an



Abb. 1: Holzfeuchtemessgerät für die kombinierte Erfassung von Temperatur und elektrischem Widerstand des Materials zur Berechnung der Holzfeuchte. Bildquelle: TimberTrack®

einzelnen Messpunkten liefern. Exakte manuelle Messungen inklusive einer zwingend notwendigen Temperaturkompensation der Messwerte sind daher sehr aufwändig und nur in größeren zeitlichen Abständen möglich.

Eine kontinuierliche Aufzeichnung und dauerhafte Installation der Messtechnik im Bauteil war bislang nur begrenzt möglich. Die alternative Messung der relativen Feuchte zeigt im relevanten hohen Feuchtebereich (> 95 % r.F.) erhöhte Abweichungen und kann zu Sensorausfällen führen. Aufgrund dieser Problematik wurde nach einer zuverlässigen Methode zur Datengewinnung in Freilandversuchen gesucht, um die meist im Verborgenen stattfindenden Vorgänge genau analysieren zu können.

Was ist neu?

Ziel war die Entwicklung eines automatischen Messsystems nach dem Widerstandsprinzip zur möglichst exakten Bestimmung von Holz- und Materialfeuchten. Dies soll eine kontinuierliche Datenerhebung im Gebäudebetrieb über lange Zeiträume ermöglichen, um die realen Vorgänge realistisch abzubilden. Im Rahmen einer Masterarbeit am IBP wurden daher die relevanten Einflussfaktoren auf die Holzfeuchtemessung nach

dem Widerstandsprinzip analysiert und temperaturabhängige Widerstandskennlinien für gängige Materialien wie Fichte, Kiefer und OSB-3 erstellt [Amos et al. 2025] [Amos 2024].

Auf dieser Basis wurde für das IBP ein neues Holzfeuchtemessgerät für die Anforderungen im Freiland entwickelt. Das TimberTrack-Holzfeuchtemessgerät (Abb. 1) ist auf eine Messspannung von 250 V DC ausgelegt, um den Einfluss des spannungsabhängigen nichtohmschen Verhaltens von Holz zu minimieren [Amos 2024]. Eine integrierte Temperaturmessung mittels 4-Leiter Pt100-Sensor ermöglicht eine direkte und möglichst präzise Temperaturkompensation der Holzfeuchte zum Zeitpunkt und an der Position der Widerstandsmessung. Das neue Messgerät deckt den Widerstandsbereich von 100 KΩ bis 45 GΩ ab und wird netzunabhängig per Akku betrieben, was jahrelange autarke Messungen ermöglicht.

Durch die automatisierte Messung in frei einstellbaren Zeitintervallen wird eine detaillierte Datenanalyse ermöglicht. Zudem ist das Gerät kompakt und überträgt seine Daten kabellos an ein mit dem Internet verbundenes Gateway. Dies reduziert den Installationsaufwand und Materialeinsatz und erhöht die Wirt-

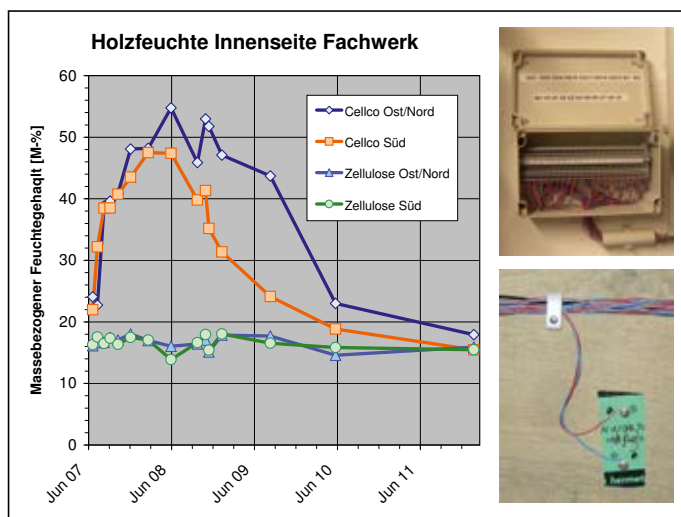


Abb. 2: Ein „historisches“ Beispiel eines Feuchtemonitorings im Rahmen der Langzeituntersuchung nach einer Fachwerksanierung. Viele Kabel und händische Auslesung mit Handmessung bei Ortsbegehungen. Siehe auch die Beiträge der Forscher in den quadriga Heften 5/2005, 4/2006, 6/2012 und 2/2018.

Fotos: Paul Simons, Ing.Gem. Bau+Energie+Umwelt GmbH, Springe. Grafik: Robert Borsch-Laaks, SV für Bauphysik, Aachen

schaftlichkeit gegenüber Handmessungen. Um Datenverlust zu vermeiden ist die Datenspeicherung dreifach redundant ausgelegt. Die Internetanbindung ermöglicht die weltweite Datenabfrage und Analyse.

Was wurde untersucht?

An einer 16° geneigten, nach Norden orientierten Steildachkonstruktion wurden an drei Positionen zwischen Traufe und First jeweils zwei feste Messpunkte (manuelle und automatische Messung) in der Schalung installiert. Diese bestehen jeweils, wie beispielhaft in Abb. 3 dargestellt, aus zwei Edelstahlschrauben als Elekt-

Abb. 3: Fertige Widerstands- und Temperaturmessstellen in einem Schalungsbrett der Dachkonstruktion. Links für die Handmessung, rechts für die automatische Messung.



roden, um den Widerstand in der Schalung zu messen. Jede Position besitzt zudem einen kalibrierten Pt100-Temperaturfühler (Klasse AA gem. DIN EN 60751), um die exakte Temperatur zur Temperaturkompensation zu bestimmen.

Eine Messstelle dient jeweils der Handmessung und eine der automatisierten Messung. Die Dachkonstruktion hat eine 180 mm starke Zwischensparrendämmung und raumseitig eine feuchtevariable Dampfbremse. Auf der Außenseite der 24 mm Holzschalung befindet sich eine diffusionshemmende Unterdachbahn. Der Dachraum wurde in den Wintermonaten beheizt und befeuchtet. Die Messungen begannen im Oktober 2023 und liefen bis Februar 2025 (vgl. Abb. 5). Die Handmessung erfolgte mit einem digitalen Isolationswiderstandsmessgerät, das Widerstände im hochohmigen Bereich messen kann. Für diese Messstellen wurde die Temperatur des Pt100-Sensors mit einem Keysight-Datenlogger aufgezeichnet. Die Widerstandswerte der Handmessung wurden damit anschließend temperaturkompensiert, und die Holzfeuchte berechnet.

Ziel war die Überprüfung, ob die Messwerte des automatischen Holzfeuchte-Messgerätes mit den Handmessungen, wie sie bisher durchgeführt wurden, übereinstimmen. Zudem wurden die Zuverlässigkeit des neuen automatischen Messsystems und die Datenübertragung in die Datenbank sowie der Ladezustand des Akkus analysiert.

Wie sollten die Messstellen ausgeführt werden?

Die Messstellen für die vergleichenden Messungen wurden in Faserrichtung des Holzes auf identischer Höhe mit einem Abstand von ca. 10 cm

in die Holzschalung eingesetzt. Eine Montage in Faserrichtung bietet den Vorteil, bei möglichen Schwindrissen den Kontakt nicht zu verlieren. Der Elektrodenabstand jeder Messstelle beträgt 25 mm. Die Pt100-Temperaturfühler wurden dazu im Abstand von 15 mm in die Schalung verklebt.

Als Elektroden kamen Edelstahlschrauben mit einer Länge von 20 mm zum Einsatz, die am Schaft 10 mm mit Schrumpfschlauch isoliert wurden. Zur Isolierung zwischen Kabelschuh und Holzoberfläche wurde eine Nylon-Unterlagscheibe verwendet. Nach der Installation wurden die Schraubenköpfe mit Silikon abgedichtet, um den Einfluss von eventuell auftretendem flüssigem Tauwasser auf der Schalungsoberfläche auf die Messung zu eliminieren. Abb. 3 zeigt die fertig installierten Messstellen, Abb. 4 beispielhaft an einer Dreischichtplatte die Elektroden- und Temperaturfühler-Anordnung im Schnitt. Für Tiefenmessungen in Holzquerschnitten, z.B. zum Messen von Austrocknungsvorgängen, sollten die Einschraubelektroden bis auf 10 mm freie Gewindelänge isoliert werden, sodass nur die Werte an der passenden Stelle gemessen werden.

Wie unterscheiden sich die Temperaturmessungen zwischen den Geräten?

In Abb. 5 links sind die gemessenen Temperaturen beispielhaft für eine Position in der Holzschalung der Dachkonstruktion über ein Jahr dargestellt. Die blaue Linie zeigen die stündlichen Messwerte des Pt100, der an das neue Holzfeuchtemessgerät angeschlossen ist, während der rote Verlauf die Stundennmittelwerte des Pt100 darstellt, der mit dem Keysight-Datenlogger erfasst wurde. Die Abweichung der beiden Messungen untereinander ist als graue Linie dargestellt. Abgesehen von einem Messausfall des Keysight-Gerätes und einem Software-Update im Win-

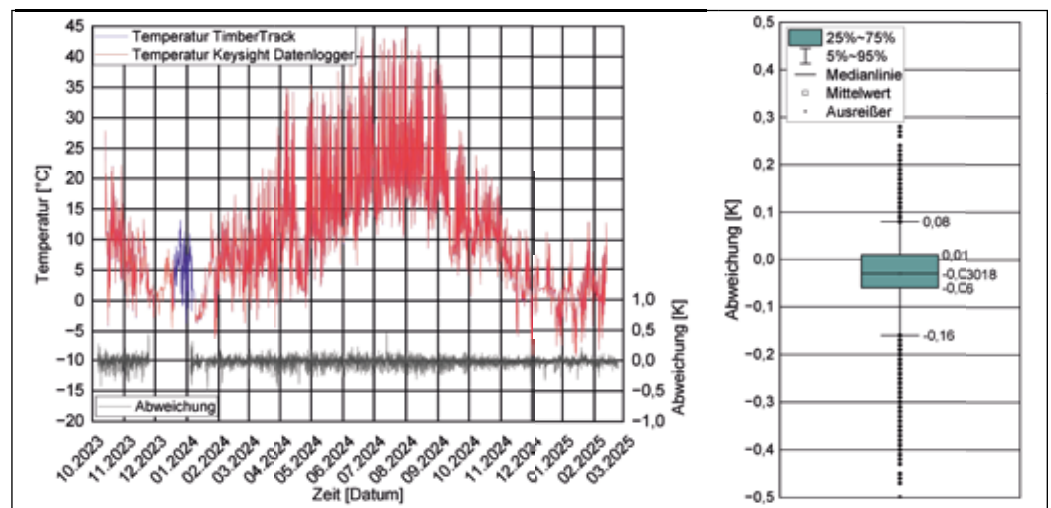
Abb. 4: Beispielhaft im Schnitt dargestellt: Links: Schraubelektroden mit isoliertem Schaft zur Messung im Holzkern. Rechts: Pt100-Temperaturfühler mit Flachbandkabel im Bohrloch verklebt, um die exakte Temperatur an der Messposition zu erfassen. Bildquelle: TimberTrack®

ter 2023/24 sind die Temperaturverläufe nahezu deckungsgleich – Die Abweichungen über den gesamten Messzeitraum liegen in einem Bereich von max. $\pm 0,5$ K. Abb. 5 rechts zeigt die Abweichungen als Kastendiagramm. Im Mittel beträgt die Abweichung $-0,03$ K. Für 50 % der Messwerte liegt die Abweichung in einem Bereich von $-0,06$ bis $+0,01$ K. Wird berücksichtigt, dass auch Pt100-Temperaturfühler der Klasse AA Abweichungen aufweisen, beide Temperatursensoren nicht an der identischen Position verbaut sind und eine synchrone Abtastung nicht möglich war, ergibt sich eine hervorragende Übereinstimmung.

Wie unterscheiden sich die Holzfeuchte-Messwerte?

Exemplarisch für eine Messstelle zeigt Abb. 6 die Handmesswerte der Holzfeuchte in M.-% über den Untersuchungszeitraum als schwarze Punkte. Die stündlichen Messwerte der automatischen Holzfeuchtemessung mit dem neuen Messgerät sind als graue Linie dargestellt, das gleitende 48-h-Mittel als blauer Verlauf. Es zeigt sich, dass zu Beginn der Messungen bis Februar 2024 die Handmesswerte geringfügig über den Messwerten der automatischen Messung liegen. Ab diesem Zeitpunkt bis Juli 2024 verlaufen die Messwerte nahezu deckungsgleich. Im August sind nochmals leichte Abweichungen ersichtlich.

Es wird deutlich, dass die Abweichung, die sich in einem Bereich von lediglich ca. 0,5 M.-% bewegen, nur bei niedrigen Holzfeuchten, also bei sehr hohen Widerständen auftreten. In diesem Widerstandsbereich weisen jedoch beide verwendeten Messgeräte höhere Toleranzen von ± 10 % auf. Es liegt daher nahe, dass die Abweichungen in den Widerstandsmessungen die Differenzen der Holzfeuchte verursachen. Da sie nur im trockenem Feuchtebereich auftreten, in welchem keine Gefahr von Holzersetzungsvorgängen be-



steht, können sie als tolerabel angesehen werden.

Über den gesamten Messzeitraum gesehen sind die Abweichungen jedoch sehr gering. Beide Messmethoden können als gleichwertig angesehen werden, wobei die automatische Messung neben der Zeitersparnis den Vorteil einer höheren zeitlichen Auflösung bietet, welche es ermöglicht auch kurzzeitige Einflüsse genauer zu analysieren.

Welche Messdauer ist möglich?

In Abb. 7 ist die Batteriespannung des neuen Messgeräts über die Anzahl der Messungen aufgetragen. Die Entladekurve wie sie sich im Feldversuch über knapp 16 Monate bzw. 11.500 Messungen ergibt, ist rot dargestellt. Die blaue Entladekurve wurde vom Hersteller bei einer konstanten Holzfeuchte von ca. 11 M.-% bei Raumtemperatur bis zum Abschalten des Datenloggers aufgezeichnet.

Die Unterschiede resultieren aus den variablen Widerständen, die bei schwankenden Holzfeuchten im Feldversuch auftreten. Je höher der gemessene Widerstand ist, oder vereinfacht gesagt, je trockener das Holz ist, desto länger benötigt das Messgerät, um den Widerstand korrekt zu erfassen. Durch diesen Vorgang wird mehr Energie benötigt, weshalb dadurch die Spannung schneller abfällt. Bei trockenem Holz (blaue Kurve) konnten ca. 46.600 Messwerte

mit einer Batterieladung aufgezeichnet werden, dies entspricht ca. 5 Jahre und 4 Monate bei einem stündlichen Messintervall. Aufgrund der Trägheit von relevanten Holzfeuchteänderungen kann das Messintervall auf z. B. 6 Stunden gesetzt werden. Dann wären theoretisch ca. 20 Jahre autarke Messungen möglich – Gute Voraussetzungen für Langzeitmessungen.

Funktionieren Messungen im Freien?

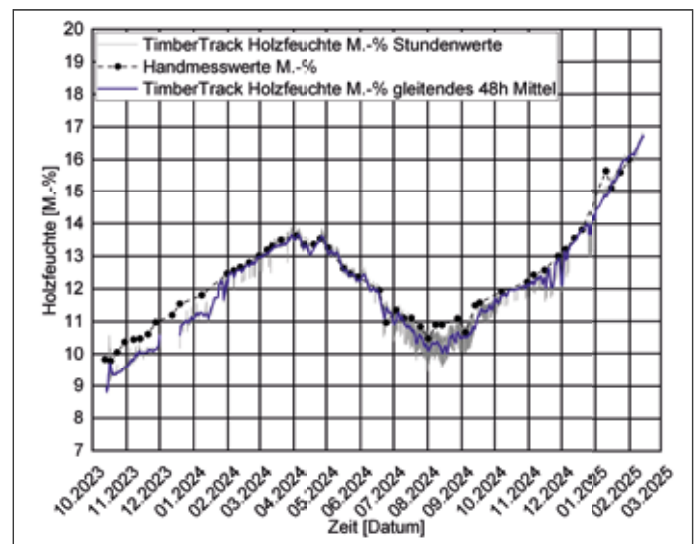
In einer parallelen Untersuchung wurde ein TimberTrack®-Messgerät in wasserfester Ausführung über 15 Monate im Freien getestet, um die Auswirkungen von starker Schlagregenbelastung und Temperaturschwankungen auf das Messgerät zu prüfen. Das Gerät wurde an einer Westfassade montiert. Die Messstelle selbst befand sich an einem

Abb. 5: Links: Vergleich der Pt100-4-Leiter-Temperaturmessungen mit dem Keysight-Datenlogger (rote Linie) und mit dem neuen TimberTrack®-Holzfeuchtemessgerät als einzelne Stundenwerte (blaue Linie). Die Abweichung in Kelvin [K] ist grau dargestellt. Rechts: Kastendiagramm (Boxplot) der Abweichungen zwischen den beiden Temperaturmessungen.

vor direktem Regen geschützten Weichholzbalken in dem die Elektroden und der Pt100-Temperaturfühler im äußeren Zentimeter montiert waren.

Die Akkuspannung reagierte kaum auf die Temperaturschwankungen im Freien. Während des Messzeitraums wurde das Gehäuse regelmäßig auf Wassereintritt kontrolliert. Es wurde zu keinem

Abb. 6: Vergleich der Holzfeuchten in M.-%. Handmesswerte als schwarze Punkte. Automatische Messung mit TimberTrack® Messgerät im Stundenrhythmus als graue Linie und gleitendes 48 h Mittel als blaue Linie.



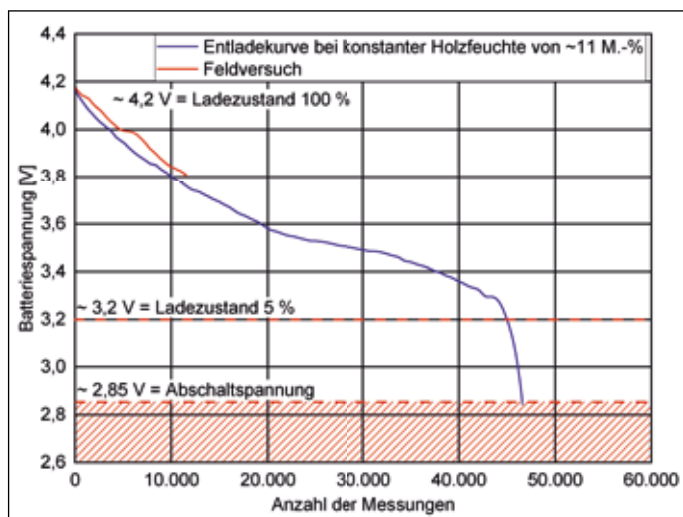


Abb. 7: Entladekurve der TimberTrack® Akkus über die Anzahl der Messungen im Feldversuch als rote Kurve und als Referenz bei konstanter Holzfeuchte als blaue Kurve.

Zeitpunkt Feuchtigkeit im Gerät festgestellt.

Der über den Messzeitraum von Februar 2024 bis Mai 2025 aufgezeichnete Holzfeuchteverlauf ist in Abb. 8 oben als blaue Linie dargestellt. Die Holzfeuchte im Weichholzbalken überschreitet in den Wintermonaten zeitweise den Grenzwert von 20 M.-% gem. DIN 68800-2 [DIN 2022] um max. 4 M.-%.

Abb. 8: Oben: Holzfeuchte des TimberTrack®-Messgerätes im Freien über den Messzeitraum als blaue Linie (Stundenwerte). Unten: Holzfeuchtemesswert in Abhängigkeit der vorliegenden Temperatur als blaue Punkte. Grenzkurve in Anlehnung an WTA 6-8 als rote Strichlinie.

Die Bewertung des Holzfäule- und Fäuleisikos gemäß WTA-Merkblatt 6-8 [WTA 2016] berücksichtigt die relative Porenluftfeuchte und die Temperatur. Eine Umrechnung der Holzfeuchte in Porenluftfeuchte ist anhand der Sorptions- bzw. Desorptionsisotherme des Holzes möglich, wobei die Porenluftfeuchte für diese Bewertung immer die maßgebende Größe ist. Beispielhaft ergibt sich daraus eine Grenzlinie für Fichte zwischen 0°C und etwa 26 M.-% und 30°C und etwa 20 M.-%, wie sie in Abb. 8 unten als rote Strichlinie dargestellt ist.

Die als blaue Punkte dargestellten Messwerte zeigen, dass zu keinem Zeitpunkt Zustände vorlagen, die zu einer Holzschädigung führen würden, auch visuell befand sich der Holzbalken in einem einwandfreien Zustand. Die Sicherheitsreserven des Grenzwertes der DIN 68800-2 [DIN

2022] von 20 M.-% können daher als sehr „großzügig“ angesehen werden. Das wasserfeste Messgerät erwies sich generell als gut für Messungen in Freien geeignet.

Wo liegen die Anwendungsgebiete?

Verlässliche Holzfeuchtemesswerte in definierten Messintervallen ermöglichen eine wesentlich bessere Beurteilung der hygrothermischen Verhältnisse in Baukonstruktionen. Dies ist besonders in der Bauforschung relevant, da es die gezielte Entwicklung neuer Bauprodukte unterstützt. Reale Messdaten können nun einfacher mit hygrothermischen Nachberechnungen, beispielsweise mit WUFI® [Künzel 1994], abgeglichen werden. Dies ermöglicht eine detailliertere Schadensanalyse und verbessert die Validierung hygrothermischer Simulationsmodelle.

Ebenfalls erlaubt es die Überwachung bestehender, feuchtetechnisch grenzwertiger Konstruktionen, das Monitoring von Sanierungsmaßnahmen bei historischen Holzbauteilen, z.B. Fachwerkhäuser, sowie die Kontrolle von austrocknender Baufeuchte. Auch die Überwachung von Bautrocknungen nach Feuchte- oder Wasserschäden stellt ein relevantes Einsatzgebiet dar.

Darüber hinaus gibt es viele weitere Anwendungsgebiete außerhalb des Bauwesens. Dazu zählen die Dokumentation von Feuchteverläufen während der Lagerung bzw. Trocknung von Holz im Freien oder die Überwachung kritischer Holzprodukte während des Transports. Dank der langen Akkulaufzeit kann dies im Stand-alone Betrieb ohne Internetanbindung auch über große Entfernungen, wie z. B. in Überseecontainern, realisiert werden.

Quintessenz und Perspektive

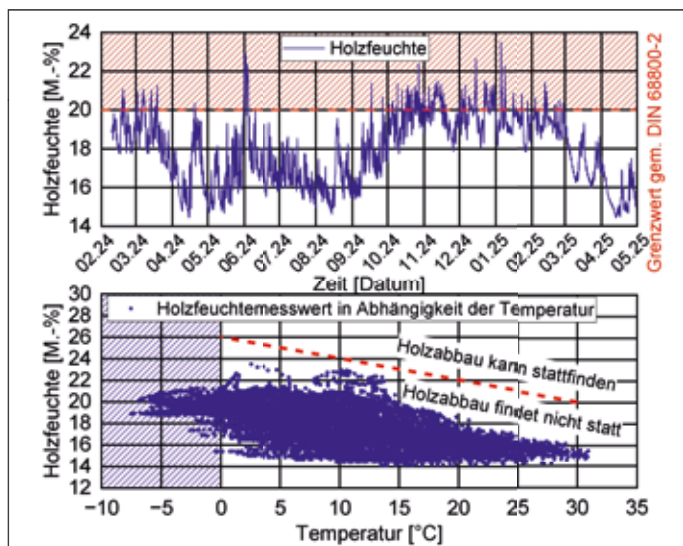
Alle vier getesteten Holzfeuchtelogger liefen 13 bzw. 15 Monate im Dauerbetrieb

ohne Messausfälle. Die Ergebnisse zeigen, dass die Akkus der Geräte nur unwesentlich auf äußere Temperaturschwankungen reagieren und bei Stundentaktmessungen eine Laufzeit von über 5 Jahren erreicht werden kann. Bei längeren Messintervallen sind auch deutlich längere Laufzeiten realisierbar, was vor allem beim Monitoring vorteilhaft ist, da sich die Holzfeuchte im Tagesverlauf meist nur geringfügig ändert.

Die Temperaturmessungen des neuen Messgerätes mit einem Pt100-Sensor in 4-Leitertechnik stimmen sehr gut mit den Messwerten eines wesentlich teureren Messgerätes überein. Der Vergleich der Holzfeuchtemessdaten des automatischen Geräts mit denen der händischen Widerstandsmessung zeigt ebenfalls eine hohe Übereinstimmung, wobei im niedrigen Feuchtebereich geringe Abweichungen auftreten, die jedoch außerhalb des schadensrelevanten Bereichs liegen und auf die Messtoleranzen zurückzuführen sind.

Die erhöhte Messspannung von 250 V in Kombination mit der integrierten Temperaturmessung steigern die Messgenauigkeit und vereinfachen zusammen mit der kabellosen Datenübertragung die Handhabung. Das batteriebetriebene System kann auch in den weniger erschlossenen Bereichen des Freigeländes gut eingesetzt werden. Im Rahmen von Forschungsprojekten ist oft eine dauerhafte und möglichst exakte Bestimmung der Holzfeuchte notwendig – eine online Datenauswertung vereinfacht die Interpretation und das Monitoring der Versuche. Somit steht nun ein praxistaugliches System für langfristiges Holzfeuchtemonitoring in Forschung und Anwendung zur Verfügung, was die Anforderungen für Freilandversuche des Fraunhofer IBP sehr gut erfüllt.

Da der Hersteller der Holzfeuchtemessgeräte auch noch weitere Messtechnik für z.B. Temperatur oder relative Feuchte anbietet, deren Einsatzgebiet ebenfalls im wis-



senschaftlichen Bereich und im Monitoring liegt, könnten in weiteren Untersuchungen auch diese Geräte auf ihre Eignung für Feldversuche untersucht werden.

In Zukunft sollen auch weitere materialspezifische temperaturabhängige Widerstandskennlinien für am Bau relevante Hölzer und Holzwerkstoffe gemessen und implementiert werden. Aktuell sind bereits Kurven für OSB-3, Weichholz (Fichte/Tanne), Kiefer und Balsa hinterlegt.

Weiterhin wird es für eine genauere Risikobeurteilung zukünftig als vorteilhaft erachtet, sich von den starren Grenzwerten der Holzschutznorm [DIN 2022] zu lösen und produktspezifische Grenzwerte für nachwachsende Rohstoffe zu ermitteln [Bludau et al. 2023]. Zur Absicherung solcher Grenzwerte können kontinuierliche und zuverlässige Holzfeuchtemessungen einen wertvollen Beitrag leisten. Durch die Überwachung von

Bauteilen unter realen Einflüssen und die Analyse der instationären Vorgänge im Material in Verbindung mit materialspezifischen Grenzwerten können belastbare Erkenntnisse über Schadensursachen gewonnen werden, um zukünftig feuchtetolerantere und dauerhaft schadensfreie Bauteile zu planen und zu bauen. Eine längere Lebensdauer der Bauteile trägt maßgeblich zur Ressourcenschonung sowie zur Reduktion von Energieverbrauch und CO₂-Emissionen bei, was einen wichtigen Schritt in Richtung nachhaltiger Bauweisen darstellt. ■

Das Projekt wurde von der Galek GmbH – TimberTrack Measurement Devices unterstützt.

Literatur

[Amos 2024] Amos, J.: Bestimmung temperaturabhängiger Widerstandskennlinien zur Verbesserung der Holzfeuchtemessung nach dem Widerstandsprinzip. Masterarbeit Hochschule München, 2024. (nicht veröffentlicht)

[Amos et al. 2025, a] Amos J.; Kölsch P.; Zirkelbach D.: Temperaturabhängige Widerstandskennlinien zur Holzfeuchtemessung und maßgebliche Einflussfaktoren auf die Messgenauigkeit. 2025. Bausachverständige, Heft 5-2025, 32-41.

[Amos et al. 2025, b] Amos J.; Kölsch P.; Zirkelbach D.: Temperaturabhängige Widerstandskennlinien zur Holzfeuchtemessung und maßgebliche Einflussfaktoren auf die Messgenauigkeit. 2025. Bausubstanz, Heft 5-2025, 20-31.

[Bludau et al. 2023] Dr. Christian Bludau, Prof. Dr. Hartwig Künzel, Dr. Eleonora Marra, Eri Tanaka, Dr. Daniel Zirkelbach, Hauke Hirsch, Rüdiger Heyn, Prof. Dr. John Grunewald, Hans Petzold: Erarbeitung wissenschaftlich begründeter Bewertungskriterien und Implementierung eines Nachweisverfahrens für die schadensfreie energetische Bestandssanierung und Neubauplanung (NaVe). Forschungsbericht

EnOB: Energieoptimierte Gebäude und Quartiere - dezentrale und solare Energieversorgung Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi). 2023.

[Böhmer et al. 2015] Böhmer, H.; Simon, J.; Helmbrecht, H.: IFB Bauforschung Forschungsbericht 20150219 IFB-14553/2015: Analyse der Entwicklung der Bauschäden und Bauschadenskosten. Berlin. 2015.

[DIN 2022] DIN 68800-2:2022-02: Holzschutz - Teil 2: Vorbeugende bauliche Maßnahmen im Hochbau

[Künzel 1994] Künzel, H. M.: Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten. Dissertation Universität Stuttgart, 1994.

[VHV 2024] VHV-Bauschadensbericht Hochbau 2023/2024. Hrsg.: VHV Allgemeine Versicherung AG, Hannover. Fraunhofer IRB Verlag. Stuttgart. 2024.

[WTA 2016] WTA-Merkblatt 6-8:2016-08 Feuchteteknische Bewertung von Holzbauteilen - Vereinfachte Nachweise und Simulation.

AUTORENINFO

M.Eng. Philipp Kölsch

studierte an der Hochschule München Versorgungs- und Gebäudetechnik sowie an der Hochschule Augsburg Energie Effizienz Design. Er ist seit 2013 wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abteilung Hygrothermik am Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP in Holzkirchen. Seine beruflichen Schwerpunkte liegen auf Feuchteschutz und Bauen in anderen Klimazonen, Dauerhaftigkeit von Konstruktionen und deren Bewertung durch hygrothermische Simulation sowie dem Erstellen empirischer Simulationsmodelle auf Basis von Freilanduntersuchungen. Seit 2015 beschäftigt er sich mit der Thematik der konvektiven Feuchtebilanzierung in Leichtbaukonstruktionen.



KURZFASSUNG

Zur langfristigen, autarken und exakten Messung der Holzfeuchte in Baukonstruktionen stehen bisher kaum geeignete Messgeräte zur Verfügung. Dieser Mangel wurde auch immer wieder bei Freilandversuchen des Fraunhofer IBP deutlich und führte zu Mehraufwand und höheren Kosten. Daher wurden Untersuchungen zu den relevanten Einflussfaktoren der Holzfeuchtemessung [Amos 2024] [Amos et al. 2025, a, b] durchgeführt, um die Grundlagen für verbesserte Messsysteme zu schaffen. Auf dieser Basis hat ein Industriepartner ein neues Holzfeuchtemesssystem entwickelt und dem Fraunhofer IBP zur Verfügung gestellt. Um die Funktionsfähigkeit des neuen Systems zu prüfen, wurde dieses erstmalig in einer Langzeitmessung eingesetzt. Dabei wurden ergänzend Handmessungen zu Evaluierungszwecken durchgeführt, die eine gute Übereinstimmung mit Vergleichsmessungen zeigen. Die erhöhte Messspannung von 250 V in Kombination mit der integrierten Temperaturmessung steigern die Messgenauigkeit und vereinfachen zusammen mit der kabellosen Datenübertragung die Handhabung. Das batteriebetriebene System kann auch in den weniger erschlossenen Bereichen des Freigeländes gut eingesetzt werden. Im Rahmen von Forschungsprojekten ist oft eine dauerhafte und möglichst exakte Bestimmung der Holzfeuchte notwendig – eine online Datenauswertung vereinfacht die Interpretation und das Monitoring der Versuche. Somit steht nun ein praxistaugliches System für langfristiges Holzfeuchtemonitoring in Forschung und Anwendung zur Verfügung.

Anzeige



HOLZFEUCHTEMESSUNG

autark | automatisch | präzise | kontinuierlich | kabellos

- Präzises Monitoring
- Integrierte Temperaturkompensation
- Internet-Datenzugriff - weltweit
- Autarker Betrieb und drahtlose Datenübertragung
- Dauerhaft kostenlose Onlinedatenbank mit Analyse Tool
- Lange Laufzeiten und wiederaufladbare Akkus
- Auch im Außenbereich einsetzbar
- Einfache Systemintegration anderer Messgrößen wie z.B. Temperatur und relative Feuchte

timbertrack.de

