

HYGROTHERMISCHE UND BIOHYGROTHERMISCHE SIMULATIONEN AN BAUTEILEN MIT EINER DÄMMUNG AUS STROHBALLEN

Marc Klatecki und Frank Otto
 Zentrum für Umweltbewusstes Bauen e.V., Kassel

KURZFASSUNG

Schon seit dem 19. Jahrhundert werden Häuser aus Strohballen gebaut. Da es sich bei Stroh um ein biologisch verwertbares Substrat handelt, besteht bei hohen Materialfeuchten die Gefahr einer Fäulnisbildung. Um die Gebrauchstauglichkeit von Bauteilen aus Strohballen nachzuweisen, werden umfangreiche hygrothermische und biohygrothermische Simulationsrechnungen mit den Programmen WUFI-Pro 4.1 (Künzel, 1994) und WUFI-Bio 2.0 (Sedlbauer, 2001) durchgeführt.

Die Untersuchungsergebnisse zeigen, dass Wand- und Dachkonstruktionen ohne ausreichenden Witterschutz ein starkes Schimmelpilzwachstum innerhalb der Strohballendämmung aufweisen. Bei einem wirksamen Schlagregenschutz, teilweise in Kombination mit einer zusätzlichen Dämmstoffschicht auf der Außenseite, kann dennoch für einige Bauteile ein ausreichender Feuchteschutz nachgewiesen werden.

ABSTRACT

Since the 19th Century houses are built from straw bales. Since straw is biological usable a high risk of material moisture elist. To derive more information about the usability of components with straw bales, extensive hygrothermal and biohygrothermal simulations are carried out with the simulationprograms WUFI-Pro 4.1 (Künzel, 1994) and WUFI-Bio 2.0 (Sedlbauer, 2001).

The investigations shows that wall- and roofstructures without adequate weather protection have a strong mold growth within the straw bale. With an effective driving rain protection, partly combined with an additional insulation on the outside, sufficient moisture protection could be established for some components.

EINLEITUNG

Strohballenbau existiert schon seit Ende des 19. Jahrhunderts. Die ersten Häuser aus Strohballen wurden aus Mangel an Holz gebaut, jedoch liegen bei der heutigen Verwendung die bauphysikalischen Eigenschaften der Strohballen im Vordergrund. Anfänglich wurden in Nebraska (USA) die Ballen zum Aufbau der Wände wie Ziegelsteine verwendet, woraus sich

jedoch später die Ständerbauweise entwickelt hat (Gruber, 2003).

Da es sich bei Stroh um ein biologisch verwertbares Produkt handelt, welches bei hohen Materialfeuchten schimmelt und biologisch zersetzt wird, werden umfangreiche hygrothermische und biohygrothermische Simulationen an unterschiedlichen Konstruktionen durchgeführt, um das Gefahrenpotenzial für Fäulnisbildung abschätzen zu können und Konstruktionen zu entwerfen, bei denen diese Gefahr nicht gegeben ist.

Um das hygrothermische Verhalten und die Gefahr von Schimmelpilzbildungen in Konstruktionen bewerten zu können, werden gemittelte und ausgewählte lokale Wassergehalte und Temperaturverläufe in der Strohballendämmung bestimmt. Im Nachgang dieser Simulationen wird eine eventuell auftretende Schimmelpilzbildung in den Konstruktionen untersucht (Sedlbauer, 2001).

UNTERSUCHUNGSMETHODIK

Das hygrothermische Verhalten von Stroh als Dämmstoff wird an ausgewählten Wand-, Dach- und Deckenkonstruktionen untersucht.

Die Eingangsgrößen für diese Simulationsrechnung sind:

- Materialkenndaten
- Bauteilaufbauten
- Klimadaten
- Oberflächenübergangskoeffizienten
- Startbedingungen

Im Nachgang wird das Risiko einer Schimmelpilzbildung in 5 cm Tiefe von der Außenseite der Strohballendämmung mit den dort auftretenden lokalen relativen Feuchten und Temperaturen untersucht.

WUFI-Bio 2.0 bestimmt den Feuchtegehalt in einer Modellspore und vergleicht diesen mit kritischen Grenzwerten für das Auskeimen von Schimmelpilzsporen (Sedlbauer, 2001).

Die Bewertung der Konstruktionen erfolgt im eingeschwungenen Zustand, um die Gebrauchstauglichkeit sicherzustellen. An ausgewählten Konstruktionen wird der Austrocknungsprozess der Baufeuchte beim

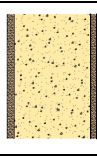

Einbau nach Fertigstellung des Bauwerks zusätzlich untersucht.

Da das Bewertungsmodell (Sedlbauer, 2001) für eine Abschätzung von Schimmelpilzbildung an Oberflächen ausgelegt ist, kann sich eine Konstruktion mit geringem Schimmelpilzwachstum in der Praxis dennoch als tauglich erweisen. Aus diesem Grund wird ein geringes Schimmelpilzwachstum, hier bis 150 mm in einem Jahr, als „gegebenenfalls geeignet“ deklariert. Schimmelpilzwachstum über 150 mm im Laufe eines Jahres wird als nicht geeignet eingestuft.

GRUNDLAGEN DER UNTERSUCHUNG

Untersucht werden unterschiedliche Wand- und Dachkonstruktionen. Die Dachkonstruktionen unterteilen sich in geneigte Dächer mit Eindeckung und Flachdächer mit Abdichtung und Dachbegrünung. Die Wandkonstruktionen sind teilweise mit einem Wetterschutz in Form einer hinterlüfteten Vorsatzschale versehen, der frei bewittert wird. In Tabelle 1 sind beispielhaft zwei untersuchte Wandkonstruktionen dargestellt.

Tabelle 1
Beispiele für untersuchte Wandkonstruktionen

BAUTEILSKIZZE	AUFBAU
	3 cm Lehmputz 36 cm Strohballen 3 cm Lehmputz
	Vorsatzschale 3 cm Lattung mit Luftraum 3 cm Lehmputz 36 cm Strohballen 3 cm Lehmputz

Bei den Simulationen werden die bereitgestellten Materialkennndaten der Datenbank des Programms WUFI-Pro 4.1 herangezogen (Künzel, 1994). Fehlende Daten werden auf Grundlage von vorliegenden Untersuchungen und in der Literatur genannten Materialkennndaten neu generiert und in die Datenbank eingegeben.

Das Bauteilverhalten bei hygrothermischen Simulationen resultiert aus dem instationären Verlauf des Außen- und Innenklimas. Für den Nachweis des Feuchteschutzes von Außenbauteilen stellt das Fraunhofer Institut für Bauphysik den Klimadatenatz "ibp 1991" (Künzel, 1999) zur Verfügung. Die Klimabedingungen innerhalb des Gebäudes werden als Wohnraumverhältnisse mit normaler Feuchtelast in Ansatz gebracht, dies entspricht einem sinusförmigen Verlauf der Temperatur zwischen 22°C im Juni und 20°C im Dezember sowie einer relativen Luftfeuchte zwischen 60% im August und 40% im Februar (Künzel, 1997).

UNTERSUCHUNGSERGEBNISSE

Wandkonstruktionen ohne ausreichenden Wetterschutz zeigen in den Simulationen ein intensives Schimmelpilzwachstum in der Strohballendämmung. Besonders ausgeprägt ist dieses Wachstum bei Konstruktionen, bei denen ein frei bewitterter Außenputz auf Stroh aufgetragen wird. Die Konstruktionen mit außenseitigem Lehmputz und mit wasserabweisendem Putz weisen unzulässige hohe Schimmelpilzwachstumsraten auf. Werden auf die Dämmung aus Strohballen zusätzliche Holzwerkstoffplatten aufgebracht (z.B. Holzfaserplatte), kommt es zu einem deutlich geringeren Schimmelpilzwachstum, da die Konstruktionen durch die geringeren Temperaturspitzen weniger gute Wachstumsvoraussetzungen bieten.

Die Wandkonstruktionen ohne ausreichenden Regenschutz sind aufgrund des hohen Wassergehalts in den betrachteten Monitorpositionen nicht geeignet und bieten keine Sicherheit gegen Schimmelpilzwachstum.

Bei der Konstruktion mit außenseitigem Wetterschutz kommt es zu geringeren lokalen und gemittelten Wassergehalten in der Strohballendämmung. Durch diese geringeren Wassergehalte kommt es an den lokal betrachteten Stellen zu geringerem Wachstum von Schimmelpilz. Die Konstruktionen mit einer zusätzlichen, außenseitigen „Überdämmung“ mit einer Holzfaserplatte weisen ein geringeres Schimmelpilzwachstum auf.

Untersuchte Großballen mit 85 cm dicken Strohballendämmung mit Wetterschutz zeigen im Vergleich zu den oben untersuchten Konstruktionen mit einer 36 cm dicken Strohballendämmung ein höheres Wachstum von Schimmelpilz, aufgrund von niedrigeren Temperaturen in der Dämmung. Jedoch ist das Wachstum nicht so stark ausgeprägt, als dass sie sich als untauglich erweisen würden.

Die Dachkonstruktionen mit einer äußeren „Überdämmung“ könnten sich als zulässige Konstruktionen erweisen, jedoch um Schimmelpilzwachstum vollends auszuschließen, sollte eine Dampfbremse auf der Innenseite aufgebracht werden.

Die untersuchten Flachdachkonstruktionen mit Dachbegrünung haben nur wenig oder kein Schimmelpilzwachstum in der betrachteten lokalen Position der Strohballendämmung zu verzeichnen. Diese Konstruktionen können sich ebenfalls als zulässige Konstruktionen bewahren, jedoch kann bei einer zusätzlich aufgetragenen Dämmung oder einer Holzwerkstoffplatte auf der Außenseite der Strohballen eine Schimmelpilzbildung in der Konstruktion vollständig ausgeschlossen werden.

Bei einer hohen Einbaufeuchte kann es zu Schimmelpilzwachstum kommen. Daher muss bei der Errichtung von Bauwerken darauf geachtet werden,

dass bei der Herstellung nicht zu viel Wasser in die Konstruktion eingebracht wird.

Bei allen schimmelpilzfreien Wandkonstruktionen ist ersichtlich, dass der gemittelte Wassergehalt in der Strohballendämmung 10 kg/m^3 und der lokale Wassergehalt 15 kg/m^3 nicht übersteigt. Bei den schimmelpilzfreien Dachkonstruktionen steigen die gemittelten bzw. die lokalen Wassergehalte nicht über 10 bzw. 21 kg/m^3 und bei den Flachdachkonstruktionen nicht über 11 bzw. 15 kg/m^3 .

LITERATUR

- Gruber, H., Gruber, A. (2003). Bauen mit Stroh, Ökobuch Verlag.
- Künzel, H. M. (1994). Verfahren zur ein- und zweidimensionalen Berechnung des gekoppelten Wärme- und Feuchtetransports in Bauteilen mit einfachen Kennwerten, Dissertation Universität Stuttgart.
- Künzel, H. M. (1997). Raumlufthverhältnisse in Wohnräumen, IBP-Mitteilung.
- Künzel, H. M., Schmidt, Th., (1999). Auswahl und Aufbereitung von meteorologischen Datensätzen für Feuchtetransportberechnungen, Tagungsband 10. Bauklimatisches Symposium, Dresden 1999.
- Sedlbauer, K. (2001). Beurteilung von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen, Dissertation Universität Stuttgart.