

1. Prüfer: Prof. Dr. Gernot Minke
2. Prüfer: Prof. Dr. Oliver Hensel

## **Untersuchung von Strohballen und Strohballenkonstruktionen hinsichtlich ihrer Anwendung für ein energiesparendes Bauen unter besonderer Berücksichtigung der lasttragenden Bauweise**

Doktorarbeit vorgelegt von: Benjamin Krick

Kassel, Januar 2008

### Zusammenfassung

Der Strohballenbau gilt als ökologisch und ökonomisch vielversprechende Bauweise, deren Verbreitung aufgrund unzureichender Kenntnisse gehemmt ist. Diese Dissertation möchte zur Erweiterung der Kenntnisse im Strohballenbau und damit zur seiner Verbreitung beitragen.

Im Rahmen der Arbeit wurden die hygroskopischen Sorptionseigenschaften verschiedener Strohsorten untersucht und Gleichungen zur Bestimmung des massespezifischen Feuchtegehaltes nach der BET-Theorie aufgestellt.

Der Einsatz von Strohballen mit stark geschädigter Halmstruktur sollte vermieden werden bzw. auf den Einsatz in nicht lasttragenden Konstruktionen beschränkt bleiben. Mähdrescher mit axialem Dreschwerk wirken sich negativ auf die Halmstruktur aus und sollten nicht zum Dreschen von Baustroh verwendet werden. Praxistests zeigten, dass mit marktüblichen HO-Ballen pressen unter Optimierung der Pressbedingungen Baustrohballen mit ausreichender Qualität produziert werden können, Verbesserungen an den Maschinen sind jedoch wünschenswert. Quaderballen können in besserer Qualität hergestellt werden. Jedoch ist deren Einsatz aufgrund ihrer Abmessungen beschränkt. Es scheint lohnenswert, den im Rahmen der Dissertation entwickelten Sägeprototypen so weit zu vergrößern, dass auch Quaderballen geschnitten werden können, um den Einsatzbereich dieser Ballen zu erweitern.

Das elastomechanische Verhalten von Strohballen und Strohballenwänden wurde in über 200 Tests untersucht. Es wurde festgestellt, dass sich hochkant liegende Ballen für die Verwendung in lasttragenden, seitlich begrenzten und gegen Knicken stabilisierten Strohballenkonstruktionen besser eignen als flach liegende Strohballen. Es wird empfohlen, Strohballenwände mit einer Maximalspannung von  $20 \text{ kN/m}^2$  zu belasten. Soll eine Setzung der Konstruktion in der Nutzungsphase verhindert werden, müssen Wände aus hochkant liegenden Ballen unter den genannten Bedingungen um 8%, solche aus flach liegenden Ballen mit 14% im Bezug auf die Anfangshöhe vorkomprimiert werden. Wird ein Kriechen der Konstruktion in Kauf genommen, muss mit ultimativen Setzungen von 1,8% (hochkant liegende Ballen) bzw. 3,1 % (flach liegende Ballen) unter den genannten Bedingungen gerechnet werden. Kleinere lasttragende Gebäude mit Gründach können sogar mit hochkant liegenden HDBallen errichtet werden. Kommen Quaderballen und leichte Dächer zum Einsatz, sind auch zwei- und dreigeschossige lasttragende Strohballengebäude theoretisch möglich. Eine vielversprechende Möglichkeit, weit gespannte Tragwerke mit Strohballen zu realisieren, könnten in Zukunft Tonnengewölbe sein.

Als Rechenwerte für den Primärenergieinhalt von Quaderballen können  $50 \text{ kWh/Mg}$ , für HDBallen  $63 \text{ kWh/Mg}$  angesetzt werden. Besonders günstige Primärenergieinhalte weisen lasttragende Tonnengewölbe, ballenbündige fugenorientierte Skelette und Doppelskelette auf. Die Primärenergieinhalte von Strohballenkonstruktionen liegen bei gleichen U-Werten deutlich unter denen konventioneller Konstruktionen.

Es konnte gezeigt werden, dass mit der Verwendung von Strohballen der Passivhausstandard zwar nicht impliziert ist, jedoch schon bei der Verwendung von hochkant liegenden bzw. stehenden HO-Ballen gute Möglichkeiten bestehen, diesen Standard zu erreichen.

Hinsichtlich des Arbeitsaufwandes zur Erstellung schneiden nicht lasttragende, verschaltete Konstruktionen, bei denen stehende Ballen zum Einsatz kommen, am besten ab.

Für den nicht lasttragenden Strohballenbau wird der Einsatz stehender Strohballen empfohlen. Für lasttragende Konstruktionen sollten unter der Prämisse des Einsatzes seitlicher Einspannungen und

horizontaler Stabilisierungen hochkant liegende Strohballen verwendet werden.

Aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Dissertation kommt der Verfasser zu dem Schluss, dass nicht lasttragende Strohballenbausysteme lasttragenden unter den in Deutschland gegebenen Bedingungen ökonomisch wie ökologisch überlegen sind. Da eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung für lasttragende Gebäude in Deutschland nach der Einschätzung des Verfassers innerhalb der nächsten Jahre auch mit erheblichem Forschungsaufwand nicht zu erwarten ist, liegt es nahe, zunächst auf eine Erweiterung der bauaufsichtlichen Zulassung für nicht lasttragende Strohballenkonstruktionen hinzuarbeiten um die Verbreitung des Strohballenbaus zu fördern .