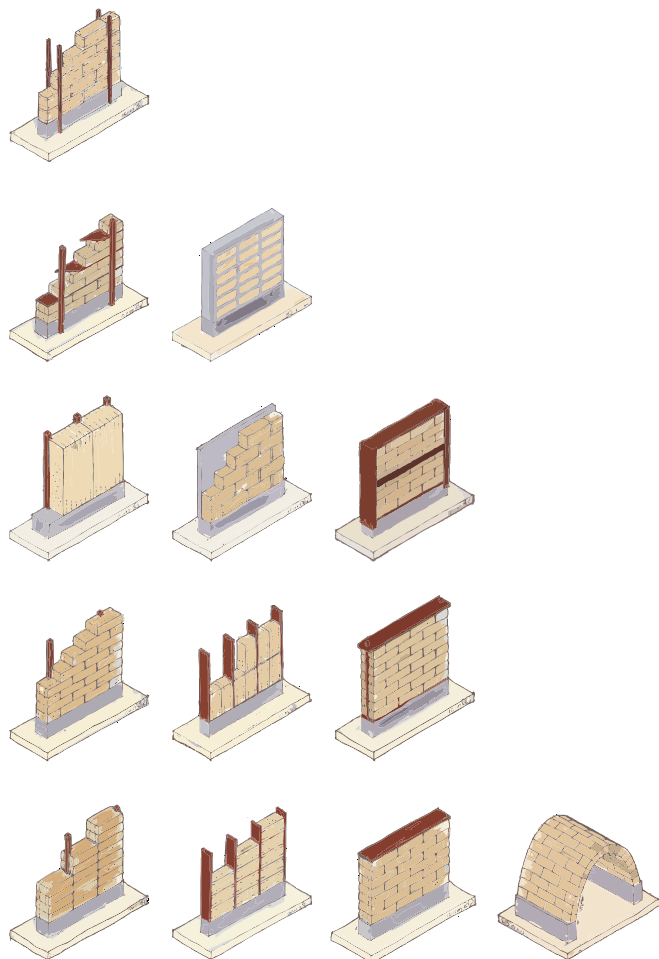


# Untersuchung von Strohballen und Strohballenkonstruktionen hinsichtlich ihrer Anwendung für ein energiesparendes Bauen unter besonderer Berücksichtigung der lasttragenden Bauweise

## Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines  
Doktors der Ingenieurwissenschaften (Dr.-Ing.)  
des Fachbereiches Architektur  
der Universität Kassel



Vorgelegt von  
**Benjamin Krick**

Kassel im 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. Mähdrecher mit axialem Dreschwerk wirken sich negativ auf die Halmstruktur aus und sollten nicht zum Dreschen von Baustroh verwendet werden. Praxistests zeigten, dass mit marktüblichen HD-Ballenpressen 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 HD-Ballen 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 HD-Ballen  $63 \text{ kWh/Mg}$  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 bei der Verwendung von hochkant liegenden bzw. stehenden Q-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.

# Inhaltsverzeichnis

---

Zusammenfassung .....	7
Abstract.....	9
Inhaltsverzeichnis .....	11
<b>Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung .....</b>	<b>17</b>
<b>Teil I – Stroh als Baustoff .....</b>	<b>19</b>
1 Über Getreide und Getreidestroh .....	21
1.1 Allgemeines.....	21
1.2 Anatomischer und morphologischer Aufbau von Getreidepflanzen .....	21
1.3 Kurzbeschreibung der Getreidearten und untersuchten Pflanzen.....	22
1.3.1 Getreidearten .....	22
1.3.2 Tabellarische Übersicht der Eigenschaften, Erscheinungsformen und Zusammensetzungen der beschriebenen Getreidearten .....	24
1.3.3 Weitere untersuchte Pflanzen.....	25
1.4 Mechanische Eigenschaften unbeschädigter Strohhalme .....	25
1.5 Eignung der unterschiedlichen Stroharten für das Bauen mit Strohballen .....	27
2 Experiment Sorptionsisothermen .....	27
2.1 Motivation .....	27
2.2 Grundlagen zum hygroskopischen Verhalten von Baustoffen.....	27
2.3 Material und Methode .....	28
2.3.1 Proben.....	28
2.3.2 Hilfsmittel und Messgeräte.....	29
2.3.3 Versuchsdurchführung.....	29
2.3.4 Verwendete Formeln.....	29
2.4 Darstellung der Versuchsergebnisse .....	30
2.5 Diskussion und Folgerungen.....	32
2.5.1 Vergleich der untersuchten Strohsorten und Pflanzen .....	32
2.5.2 Vergleich mit früheren Untersuchungen .....	33
3 Zur Gefährdung von Stroh durch Schimmelpilze .....	35
3.1 Zu den Risiken durch Schimmelpilze.....	35
3.2 Zu den Wachstumsbedingungen von Schimmelpilzen .....	35
3.3 Schimmelpilze auf Stroh und deren Wachstumsbedingungen .....	36
4 Zur Herstellung von Strohballen.....	37
4.1 Stand der Technik.....	37
4.1.1 Arten von Strohballenpressen.....	37
4.1.2 Funktionsweise von HD-Ballenpressen .....	38
4.2 Experiment Baustrohballenherstellung .....	39
4.2.1 Motivation, Zielsetzung und Hypothesen.....	39
4.2.2 Material und Methode .....	40
4.2.3 Darstellung und Diskussion der Versuchsergebnisse .....	41
4.2.4 Leitsätze für die Baustrohballenherstellung .....	42
4.3 Einfluss der Halmbeschaffenheit auf die Festigkeit von Strohballen .....	43
4.4 Mähdrescher und ihr Einfluss auf die Balleneigenschaften .....	43
4.4.1 Tangentialmähdrescher .....	44
4.4.2 Axial-Mähdrescher .....	45
4.4.3 Geeignete Mähdrescher .....	45
5 Zum Primärenergieinhalt von Strohballen .....	46
5.1 Grundlagen .....	46
5.2 Zum Stand der Forschung .....	46
5.3 Ermittlung des Primärenergieinhaltes von Strohballen.....	46
5.3.1 Annahmen und Umfang der Untersuchungen .....	47
5.3.2 Einflussfaktoren.....	47
5.3.3 Methode .....	48
5.3.4 Ergebnisse .....	48
5.4 Vergleich der Ergebnisse mit früheren Untersuchungen und anderen Baustoffen .....	49
5.4.1 Vergleichbarkeit mit früheren Untersuchungen .....	49

5.4.2	Vergleich mit anderen Baustoffen.....	50
6	Zur Wärmeleitfähigkeit von Strohballen und Wänden aus Strohballen.....	51
6.1	Grundlagen .....	51
6.2	Überlegungen zur Wärmeleitfähigkeit von Strohballen und Strohballenwänden.....	52
6.2.1	Wärmeleitfähigkeit von Strohproben und -ballen, Wärmestrom parallel zur Faser .....	52
6.2.2	Wärmeleitfähigkeit von Strohproben und -ballen, Wärmestrom senkrecht zur Faser .....	52
6.2.3	Wärmeleitfähigkeit von Strohballenwänden.....	52
6.2.4	Diskussion der beobachteten Effekte .....	53
7	Zur Wärmespeicherfähigkeit von Stroh.....	54
<b>Teil II – Elastomechanisches Verhalten von Strohballen und Strohballenwänden.....</b>		<b>57</b>
1	Grundlagen des elastomechanischen Verhaltens von Baustoffen unter Druckbelastung.....	59
1.1	Kraft, Fläche, Spannung und Stauchung.....	59
1.2	Werkstoffverhalten unter Druckbeanspruchung.....	60
1.2.1	Duktile Werkstoffe .....	60
1.2.2	Spröde Werkstoffe .....	60
1.3	Hooke´sches Gesetz, Elastizitätsmodul.....	61
1.4	Poisson´sches Gesetz .....	61
1.5	Schiebung (Winkelverzerrung).....	62
2	Stand der Forschung.....	62
2.1	Elastomechanisches Verhalten von Einzelballen .....	62
2.1.1	Unverputzte Einzelballen .....	62
2.1.2	Verputzte Einzelballen .....	62
2.2	Elastomechanisches Verhalten von Wänden aus Strohballen .....	63
2.2.1	Vertikale Lasten .....	63
2.2.2	Horizontale Lasten senkrecht zur Wandebene.....	63
2.2.3	Horizontallasten in Richtung der Wandebene .....	64
3	Methode.....	64
3.1	Testprogramm .....	64
3.2	Begründung zur seitlichen Einspannung der Testballen .....	68
3.3	Definition verwendeter und zu ermittelnder Kennwerte .....	69
3.3.1	Dichte der Versuchsballen .....	69
3.3.2	Feuchtegehalt $u$ , ermittelt aus der relativen Luftfeuchte innerhalb der Ballen .....	69
3.3.3	Trockenmasse $m_{tr}$ der Versuchsballen .....	69
3.3.4	Trockendichte $\rho_{tr}$ der Versuchsballen .....	69
3.3.5	Stauchung in Anlehnung an DIN EN 826 .....	69
3.3.6	Stauchung bei einer Spannung von $40 \text{ kN/m}^2$ $\epsilon_{40}$ .....	69
3.3.7	Kriechverformung.....	70
3.3.8	Gesamtverformung .....	70
3.3.9	Ausgangsquerschnitt der Versuchsballen in Anlehnung an DIN EN 826.....	70
3.3.10	Druckspannung in Anlehnung an DIN EN 826 .....	70
3.3.11	Druckspannung bei 10% Stauchung $\sigma_{10}$ .....	70
3.3.12	Druck-Elastizitätsmodul in Anlehnung an DIN EN 826 .....	70
3.3.13	Relaxation .....	72
3.3.14	Standardabweichung .....	72
3.3.15	Bestimmtheitsmaß .....	72
3.4	Versuchsdurchführungen .....	72
3.4.1	Tests mit dem Prüfstand „Toni Technik“ .....	72
3.4.2	Tests mit dem HD-Ballen Kombiprüfstand.....	72
3.4.3	Tests mit dem Q-Ballen Kombiprüfstand .....	75
3.4.4	Tests mit den Relaxationsprüfständen .....	76
3.4.5	Tests mit dem Kriechprüfstand .....	76
3.4.6	Versuche an Wänden aus Strohballen .....	76
4	Material.....	77
4.1	Strohballen .....	77
4.2	Lehmputze .....	77
4.3	Prüfstände .....	78
4.3.1	Prüfstand „Toni Technik“ .....	78
4.3.2	Kombiprüfstände .....	78
4.3.3	Relaxationsprüfstände .....	79
4.3.4	Kriechprüfstand .....	80
4.3.5	Wandprüfstände.....	80

4.4	Weitere Messinstrumente .....	81
4.4.1	Hygrometer/Thermometer.....	81
4.4.2	Gewichtsmessung.....	81
4.4.3	Längenmessung.....	81
5	Diskussion und Schlussfolgerungen .....	82
5.1	Prinzipielle Betrachtungen zum Spannungs-Stauchungs- verhalten von Einzelballen .....	82
5.2	Einflüsse auf das Spannungs-Stauchungsverhalten von Einzelballen unter Kurzzeitbelastung.....	83
5.2.1	Einfluss der Halmorientierung bei nicht eingespannten HD-Weizenballen .....	83
5.2.2	Einfluss der Halmorientierung bei seitlich eingespannten HD-Weizenballen.....	84
5.2.3	Einfluss der seitlichen Einspannung bei flach und hochkant liegenden HD-Weizenballen .....	84
5.2.4	Diskussion zum Einfluss der Halmorientierung und der seitlichen Einspannung bei HD- Weizenballen.....	85
5.2.5	Einfluss der Ballentrockendichte bei seitlich eingespannten, flach und hochkant liegen- den HD-Weizenballen .....	85
5.2.6	Einfluss der Strohart .....	86
5.2.7	Einfluss der Ballenart.....	87
5.2.8	Vergleich des Verhaltens von halbierten und ganzen Strohbällen .....	88
5.2.9	Vergleich von voll- und partiell belasteten HD-Weizenballen .....	89
5.2.10	Vergleich von verputzten und unverputzten HD-Weizenballen .....	90
5.2.11	Vergleich mit früheren Untersuchungen .....	91
5.2.12	Zusammenfassung .....	92
5.3	Querdehnung und Poisson-Zahl $m$ von nicht eingespannten HD-Weizenballen.....	92
5.4	Wiederausdehnung von eingespannten HD-Weizenballen .....	94
5.5	Prinzipielle Betrachtungen zum Relaxationsverhalten von Einzelballen .....	94
5.6	Einflüsse auf das Relaxationsverhalten von Einzelballen.....	95
5.6.1	Einfluss der Ballentrockendichte bei HD-Weizenballen im Langzeittest .....	95
5.6.2	Einfluss der seitlichen Einspannung bei HD-Weizenballen im Langzeittest.....	95
5.6.3	Einfluss der Startspannung und der Ballenorientierung bei HD-Weizenballen im Langzeittest.....	96
5.6.4	Einfluss des Testsetups auf das Relaxationsverhalten .....	97
5.6.5	Einfluss der Ballenart.....	98
5.6.6	Einfluss der Strohart auf das Relaxationsverhalten.....	98
5.6.7	Einfluss des Lehmputzes auf das Relaxationsverhalten .....	99
5.6.8	Einfluss eines Wasserschadens auf das Relaxationsverhaltens.....	100
5.6.9	Einfluss eines Garnausfalls auf das Relaxationsverhalten .....	101
5.7	Prinzipielle Betrachtungen zum Kriechverhalten von Einzelballen .....	101
5.8	Einflüsse auf das Kriechverhalten von Einzelballen .....	102
5.8.1	Einfluss der Strohart .....	102
5.8.2	Einfluss der Spannung und der Halmorientierung .....	102
5.8.3	Einfluss der Ballentrockendichte auf das Kriechverhalten.....	103
5.8.4	Einfluss eines Wasserschadens .....	103
5.9	Zum elastomechanischen Verhalten von Wänden aus HD-Weizenballen .....	104
5.9.1	Zum Aufbau der Wandkonstruktionen .....	104
5.9.2	Zum Spannungs-Stauchungsverhalten der untersuchten Wandkonstruktionen .....	104
5.9.3	Zum Verhältnis Vertikalspannung zu Horizontalspannung der untersuchten Wandkonstruktionen .....	105
5.9.4	Zum Relaxationsverhalten der untersuchten Wandkonstruktionen .....	106
5.9.5	Zum Kraft-Verformungsverhalten unter Horizontallast der untersuchten Wände.....	107
5.10	Vergleich der elastomechanischen Eigenschaften von HD-Weizenballen und Wandkonstruktionen aus Strohbällen .....	107
5.10.1	Vergleich des Spannungs-Stauchungsverhaltens von einzelnen HD-Weizenballen und Wandkonstruktionen aus HD-Weizenballen .....	108
5.10.2	Vergleich des Relaxationsverhaltens von HD-Weizenballen und Wandkonstruktionen aus Strohbällen .....	109
6	Ausblick und Forschungsbedarf.....	109
<b>Teil III – Konstruktionen aus Strohbällen.....</b>		<b>111</b>
1	Zur historischen Entwicklung des Strohbällenbaus.....	113
2	Zur Klassifizierung von Strohbällenkonstruktionen .....	115
2.1	Nicht lasttragende Systeme .....	116

2.2	Lasttragende Systeme .....	116
2.3	Hybride Systeme .....	116
3	Beschreibung verschiedener Strohballenkonstruktionssysteme .....	117
3.1	Skelettbausysteme .....	117
3.1.1	Innenskelett .....	117
3.1.2	Ballenbündiges Skelett (Bb Skelett) .....	117
3.1.3	Fugenorientiertes ballenbündiges Skelett (Fo bb Skelett) .....	118
3.1.4	Außenskelett .....	118
3.1.5	Doppelskelett .....	119
3.2	Rahmensysteme .....	119
3.3	Scheibentragwerke .....	120
3.4	System Gagné .....	121
3.5	Offene lasttragende Systeme .....	121
3.6	Eingespannte lasttragende Systeme .....	122
3.6.1	System Stroh unlimited .....	123
3.6.2	System E+ .....	123
4	Untersuchungen zu den dargestellten Strohballenkonstruktionssystemen .....	124
4.1	Zum Primärenergieinhalt der untersuchten Strohballenkonstruktionen .....	124
4.1.1	Methode .....	124
4.1.2	Darstellung und Diskussion der Ergebnisse .....	124
4.2	Zum Wärmedurchgangskoeffizienten der untersuchten Strohballenkonstruktionen .....	128
4.2.1	Methode .....	128
4.2.2	Darstellung und Diskussion der Ergebnisse .....	129
4.3	Zum summierten Energiebedarf über 50 Jahre ( $E_{50}$ ) der untersuchten Strohballenkonstruktionen .....	129
4.3.1	Methode .....	129
4.3.2	Darstellung und Diskussion der Ergebnisse .....	131
4.4	Arbeitsaufwand zur Herstellung von Strohballenkonstruktionen .....	132
4.4.1	Methode .....	132
4.4.2	Darstellung und Diskussion der Ergebnisse .....	132
4.5	Tabellarische Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse .....	135
5	Statische Möglichkeiten und Grenzen von lasttragenden Strohballenkonstruktionen .....	136
5.1	Methode .....	136
5.1.1	Dächer .....	136
5.1.2	Zwischendecke .....	137
5.1.3	Wandaufbauten .....	137
5.2	Darstellung und Diskussion der Ergebnisse .....	137
6	Gestaltungsbeispiele .....	140
6.1	Lasttragendes Gebäude, eingeschossig .....	140
6.2	Hybridgebäude, zweigeschossig .....	141
6.3	Nicht lasttragendes Gebäude, zweigeschossig .....	142
<b>Ergebnisse, Diskussion und Schlussfolgerungen .....</b>		<b>145</b>
1	Zu den hygroskopischen Sorptionseigenschaften von Stroh und der Gefährdung durch Schimmelpilze .....	147
2	Zur Herstellung von Baustrohballen .....	147
3	Zum elastomechanischen Verhalten von Strohballen und Strohballenwänden .....	148
3.1	Spannungs-Stauchungsverhalten .....	148
3.2	Relaxationsverhalten .....	150
3.3	Kriechverformung .....	150
3.4	Diskussion zur Konstruktion und zum Aufbau von lasttragenden Wänden aus Strohballen .....	151
4	Statische Möglichkeiten und Grenzen von lasttragenden Strohballenkonstruktionen .....	152
5	Zum Primärenergiegehalt von Strohballen und Strohballenkonstruktionen .....	153
6	Zur Wärmeleitfähigkeit und zum Wärmedurchgangskoeffizienten von Strohballen und Strohballenkonstruktionen .....	154
7	Zum Energiebedarf über 50 Jahre ( $E_{50}$ ) der untersuchten Konstruktionen .....	155
8	Arbeitsaufwand zur Herstellung von Strohballenkonstruktionen .....	155
9	Zur Ballenorientierung .....	155
10	Lasttragende versus nicht lasttragende Bauweise .....	156
Verzeichnis der Abkürzungen, Begriffe, Einheiten und Formelzeichen .....		159
Verzeichnis der Quellen .....		165

<b>Anhänge .....</b>		<b>A 1</b>
Anhang I.1	Beschreibung der Getreidearten	A 3
Anhang I.2	Zum Experiment Sorptionsisotherme	A 7
Anhang I.3	Recherche marktüblicher HD- und Q-Ballenpressen und ihrer Eigenschaften	A 9
Anhang I.4	Ermittlung des Primärenergieinhaltes von Strohballen	A 17
Anhang I.5	Zum Stand der Forschung zur Wärmeleitfähigkeit von Stroh	A 23
Anhang II.1	Zum Stand der Forschung zum elastomechanischen Verhalten von Strohballen und Strohballenwänden	A 27
Anhang II.2	Darstellung der Versuchsergebnisse zum elastomechanischen Verhalten von Strohballen und Strohballenwänden	A 45
Anhang III.1	Prinzipielle Überlegungen zu Vorspannsystemen für lasttragende Strohballenwände	A 91
Anhang III.2	Zeichnerische Darstellung und Beschreibung der untersuchten Strohballenkonstruktionen	A 95
Anhang III.3	US-amerikanische Straw Bale Building Codes	A 115
Anhang III.4	Zu den Primärenergieinhalten der untersuchten Strohballenkonstruktionen	A 119
Anhang III.5	Zu den Wärmedurchgangskoeffizienten der untersuchten Strohballenkonstruktionen	A 127
Anhang III.6	Zur Berechnung des summierten Energiebedarfes $E_{50}$	A 137
Anhang III.7	Zu den statischen Möglichkeiten und Grenzen lasttragender Strohballenkonstruktionen	A 139
Anhang III.8	Ermittlung des Heizwärmebedarfes der Beispielgebäude nach EnEV	A 143

# Einleitung, Problemstellung und Zielsetzung

---

Nicht erst seit der Veröffentlichung des Berichtes des Weltklimarates, des G8-Gipfels in Heiligendamm und der Klimakonferenz auf Bali ist der Klimawandel in aller Munde. Die anthropogene Induktion des Treibhauseffekts ist, zumindest in Europa und in zunehmendem Maße auch in den Vereinigten Staaten, gesellschaftlich wie wissenschaftlich ebenso anerkannt wie die möglichen negativen Folgen auf Mensch und Umwelt. Die Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland strebt daher für das Jahr 2020 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen von 40% der Basis von 1990 an. Verursacher der Treibhausgasemissionen in Deutschland sind Industrie, Verkehr und der Bausektor zu etwa je einem Drittel.

Im Baubereich wird Energie einerseits zum Erstellen, andererseits zum Betrieb von Gebäuden benötigt. Um die ehrgeizigen Reduktionsziele zu erreichen ist es unabdingbar, dass auch im Baubereich drastisch Energie eingespart wird. Die Bundesregierung hat dies erkannt und unterstützt den Neubau energiesparender Gebäude z.B. mit dem Programm „Ökologisch Bauen“ und die energetische Sanierung mit dem „CO<sub>2</sub>-Sanierungsprogramm“ der KfW-Bank.

Als ein Baustein zur Reduktion des Energieverbrauches im Bau- und Gebäudebereich kann der Strohballenbau genannt werden. Stroh ist als landwirtschaftliches Produkt ein nachwachsender Rohstoff, der bei der Getreideproduktion anfällt und in großen Mengen verfügbar ist. Dieses Stroh kann zu quaderförmigen Ballen gepresst und unter bestimmten Bedingungen als Baumaterial eingesetzt werden. Untersuchungsbedarf besteht bei der Optimierung der Herstellungsweise von Baustrrohballen mit marktüblichen Strohballenpressen und bei der Bewertung unterschiedlicher Strohballenkonstruktionen. Es werden grundsätzlich zwei Bauweisen unterschieden. Bei der lasttragenden Bauweise werden Strohballen als statisch wirksame Elemente eingesetzt, die Dach- und Deckenlasten aufnehmen. In der nicht lasttragenden Bauweise übernehmen additive Elemente, z.B. Holzständer, die statischen Funktionen. Der Strohballen dient hier dem Raumabschluss und der Wärmedämmung.

Da Strohballen als landwirtschaftliches Nebenprodukt mit geringem Energieaufwand hergestellt werden können, wird davon ausgegangen, dass auch Strohballenkonstruktionen

im Vergleich zu konventionellen Konstruktionen mit einem geringen Energieaufwand errichtet werden können.

Die regionale Verfügbarkeit von Stroh und die damit implizierte Stärkung regionaler Wertschöpfungsketten, die toxische Unbedenklichkeit und biologische Abbaubarkeit gelten als weitere Vorteile des Strohballenbaus. Aufgrund des geringen Preises von Strohballen wird angenommen, dass sich Strohballenbauten preisgünstiger erstellen lassen als vergleichbare konventionelle Gebäude.

Da die Strohballen in lasttragenden Konstruktionen auch die statische Funktion übernehmen und additive Tragelemente entfallen, wird lasttragenden Gebäuden eine einfachere, schnellere, preisgünstigere und mit einem geringeren Energieaufwand verbundene Herstellung zugesprochen als nicht lasttragenden Strohballengebäuden (vgl. Minke /Mahlke 2004: 19, Minke in Snel 2004: 37:00 ff.).

Durch die leichte Handhabbarkeit der Ballen gilt der Strohballenbau als geeignet für den Selbstbau und das handwerkliche Bauen.

In zahlreichen Tests wurde die geringe Wärmeleitfähigkeit von Stroh nachgewiesen. Aufgrund dieser scheint ein Erreichen des Passivhausstandards bei konsequenter Vermeidung von Wärmebrücken bereits bei der Verwendung kleiner Strohballen (HD-Ballen) möglich. Das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt) hat im Jahr 2006 erstmalig eine Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (AbZ) für die Verwendung von Baustrohballen in nicht lasttragenden Konstruktionen unter bestimmten, eng begrenzten Bedingungen erteilt. Zur vollständigen Anerkennung der ökologisch und ökonomisch sinnvollen Strohbauweise besteht jedoch noch erheblicher Klärungs- und Forschungsbedarf. Den genannten Vorteilen stehen massive Bedenken der Zulassungsbehörden insbesondere im Bereich des Feuchteverhaltens der elastomechanischen Eigenschaften von Strohballen und Strohballenkonstruktionen gegenüber.

Hier setzt die vorliegende Dissertation mit dem Ziel an, durch Detailforschung und durch das Verfügbarmachen von vorhandenem Wissen aus unterschiedlichen Disziplinen einen Beitrag zur anstrengenswerten Erweiterung der bauaufsichtlichen Zulassung zu leisten. Damit soll zur Verbreitung des Strohballenbaus und letztlich zum Klimaschutz beigetragen werden.



Einführend werden die Grundlagen zu Getreide und Getreidestroh, zur Wärmeleit- und Speicherfähigkeit, zur Gefährdung von Stroh durch Schimmelpilze und zur Herstellung von Strohballen dargestellt. Untersuchungen zu dem Primärenergieinhalt von Strohballen, zu den hygroskopischen Sorptionseigenschaften von Stroh und zur Optimierung der Strohballenherstellung hinsichtlich ihrer Verwendung im Strohballenbau mit marktüblichen Maschinen, sollen die qualitative Eignung von Stroh und Strohballen als Baustoff für hochwertiges, energiebewusstes und ökologisches Bauen belegen (Teil I)

Da die lasttragende Bauweise im Vergleich zur nicht lasttragenden Bauweise als ökonomisch

wie ökologisch überlegen gilt, wird ein besonderer Schwerpunkt auf das elastomechanische Verhalten von Strohballen und Wänden aus Strohballen sowie auf die Untersuchung statischer Möglichkeiten und Grenzen lasttragender Strohballenkonstruktionen gelegt (Teil II).

Teil III ist dem Strohballenbau gewidmet. Nach der Beschreibung verschiedener Strohballenkonstruktionssysteme werden verschiedene Konstruktionssysteme untersucht und bewertet, die statischen Grenzen und Möglichkeiten lasttragender Strohballenkonstruktionen werden aufgezeigt.

Den Abschluss bilden Gestaltungsbeispiele und deren Diskussion.