

Masterarbeit Tobias Gammelin



Strohballenhäuser als Unterkunft für Betroffene von Naturkatastrophen und Migration

Betreuer: Professor Bernhard Kogel; Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt; Fachbereich Architektur und Bauingenieurwesen; Studiengang Baumanagement
 Fachhochschule Würzburg-Schweinfurt
 Fachbereich Architektur und Bauingenieurwesen
 Studiengang Baumanagement

Masterarbeit Tobias Gammelin
 Strohballenhäuser als Unterkunft für Betroffene von Naturkatastrophen und Migration

Gliederung:

Inhalt	2
Vorwort	4
<u>1. Projektidee</u>	5
1.1 Strohballen-Konstruktion	5
1.2 Ziel der Untersuchung	7
1.3 Strohballenbau allgemein	9
1.3.1 Historie	10
1.3.2 Technologische Kriterien und Kennwerte	12
1.3.2.1 Strohballenabmessungen	12
1.3.2.2 Bautechnik und Tragkonstruktionstypen	13
1.3.2.2.1 Lasttragende Bauweise	13
1.3.2.2.2 Ständerkonstruktion	14
1.3.2.3 Brennbarkeit/Brandwiderstand	14
1.3.2.4 Statik/Erdbebensicherheit/Elastizität	15
1.3.2.5 Wärmekennzahlen	16
1.3.2.6 Feuchtigkeit	16
1.3.2.7 Nagetiere/Insekten	17
1.3.3 Stand der Technik innerhalb des Strohballenbaus	17
1.3.4 Verbreitung, Netzwerke	18
1.4 Technologisches Produktkonzept	18
1.4.1 Konstruktionstyp	18
1.4.2 Trägertyp	19
1.4.3 Planzeichnungen	19
1.4.4 Fertigungszeit des Traggerüstes/Lagerhaltung	24
1.4.5 Strohballen	25
1.4.6 Varianten	25
1.4.7 Vorteile des Produktes	25
<u>2. Marktanalyse</u>	26
2.1 Bedarf allgemein	26
2.1.1 Staatliche Organisationsstrukturen	26

2.2	Hilfsorganisationen	27
2.3	Marktsegmente	28
2.3.1	Bisher durchgeführte Projekte	29
2.4	Struktur des untersuchten Marktsegments	30
2.5	Konkurrenzprodukte (Vor- u. Nachteile)	31
2.6	<u>3. Standortanalyse</u>	33
3.1	Einsatzgebiete und Ausschlusskriterien	33
3.1.2	Strohvorkommen	33
3.1.3	Lehmvorkommen	35
3.1.4	Feuchtigkeit	35
3.1.5	Taifune, Hurrikane, Zyklone	36
3.1.6	Erdbeben	36
3.1.7	Transport	37
3.1.8	Energie	37
3.2	Völkerrechtliche Grundsätze	37
3.2.1	Initiativrecht	38
3.3	Weiche Faktoren	38
	<u>4. Kosten</u>	39
4.1	Materialkosten	39
4.1.1	Materialkosten Haus (Grundtyp)	39
4.1.2	Haus/m2 allgemein	41
4.2	Transportkosten/Logistik	41
4.2.1	Kapazität LkW	41
4.2.2	Transportkosten LkW	42
4.2.3	Transportkosten LKW/Haus	42
4.2.4	Kosten anderer Transportformen (Flugzeug/Schiff)	42
4.3	Montagekosten	42
4.3.1	Anzahl der Helfer/Haus	43
4.3.2	Mithilfe der Betroffenen	43
4.3.3	Aufstellzeiten	43
4.3.4	Überzeugungsarbeit	43
4.3.5	Anlernkurse	43
4.4	Kostenvergleich mit Konkurrenzprodukten	43
4.4.1	Qualitativer Vergleich	44
	<u>5. Auswertung</u>	46
5.1	Fazit	46
	<u>6. Quellenangabe</u>	47

<u>7. Adressen und Netzwerke</u>	48
<u>8. Fragebögen</u>	54

Vorwort

Die Idee, die Technologie des Strohballenbaus, nachdem sie seit einigen Jahren wieder in unser Bewusstsein gerückt ist, für den Katastropheneinsatz zu nutzen, liegt auf der Hand. Den Hilfsorganisationen ist schon heute bewusst, dass sich aufgrund des zunehmenden Katastrophenpotentials, hervorgerufen durch das Bevölkerungswachstum auf unserer Erde einerseits und der damit einhergehende Besiedelung geologisch, meteorologisch und sozial instabiler Gebiet andererseits, eine enorme Nachfrage nach Wohnraum ergeben wird. Gefordert wird gute Wohnqualität in Verbindung mit hoher Nachhaltigkeit, schneller Verfügbarkeit und einfacher Technologie. Die Arbeit soll einen Beitrag dazu liefern, sich der Möglichkeiten und Risiken des Strohballenbaus in diesem Marktsegment bewusst zu werden.

1. Projektidee

1.1 Strohballen-Konstruktion

Die Zahl der Menschen, die weltweit ohne Obdach auskommen muss, steigt kontinuierlich. Die Gründe hierfür sind mannigfaltig. Natur- und Umweltkatastrophen, Landflucht mit einhergehender Verelendung der Menschen in den Randbereichen der Großstädte, Flucht und Vertreibung durch kriegerische Auseinandersetzungen und Bevölkerungswachstum kommen als Ursachen in Betracht. Regierungen und Hilfsorganisationen versuchen mit unterschiedlichen Methoden die Not der Betroffenen zu lindern. Doch nur zu oft sind die Institutionen überfordert, die Menschen ohne Obdach auf sich allein gestellt. Häufig greift die Hilfe zu kurz und die nächste Katastrophe ist programmiert. Sei es durch mangelnde Hygiene, die zu Epidemien führt, sei es durch Abholzung ganzer Wälder zur Brennholzbeschaffung, die eine ökologische Katastrophe nach sich zieht. Gebäude aus Strohballen als Unterkunft für Menschen anzubieten, die durch Naturkatastrophen oder andere Ursachen ihr Obdach verloren haben, ist der Grundgedanke. Der entscheidende Vorteil ist, dass für die Erstellung des Strohballengebäudes nur die Tragkonstruktion industriell hergestellt wird. Diese hat eventuell einen weiten Transportweg zurückzulegen. Das wandbildende Material (Strohballen und Lehm als Verputz) kann aus der näheren Umgebung bezogen werden. Der Aufbau ist unter Beteiligung der Betroffenen durchführbar.

Zusammenfassend sprechen folgende Vorteile für diese Technologie:

- Es handelt sich um eine einfache Technologie, die keines profunden technischen Fachwissens und handwerklichen Geschickes bedarf, um eingesetzt werden zu können.
- Da lediglich das Traggerüst von weit her zum Einsatzgebiet transportiert werden muß, die Strohballen und der Lehm vor Ort zu finden sind, werden nur geringe Transportkapazitäten benötigt.
- Stroh, Lehm und Holz sind dem Menschen in fast allen Kulturen seit jeher als Baumaterial vertraut, wodurch entsprechende Erfahrungen mit dem Bauvorgang vorhanden sind.
- Laien, also auch Betroffene, können in den Bauprozess einbezogen werden. Dadurch wird dem Entstehen dauerpathischer Zustände in der Bevölkerung, die nach Katastrophen häufig zu beobachten sind, entgegengewirkt.
- Das Vorhandensein der Strohballen und des Lehms vor Ort sowie die Einbeziehung der Betroffenen in den Bauprozess haben geringe Herstellungskosten zur Folge.

- Die Möglichkeit der Standardisierung des Traggerüstes bedeutet, einen schnellen und unkomplizierten Aufbau, Minimierung der Herstellungskosten, sowie hohe Qualitätssicherheit garantieren zu können.
- Der Stroh-Lehmverbund ist Garant für eine sehr gute Wohnqualität mit ausgeglichener Raumluftfeuchte ohne Schadstoffbelastung.
- Die hervorragende Wärmedämmfähigkeit der Strohballenkonstruktion verhindert massiven Holzeinschlag zur Gewinnung von Heizmaterial. Ökologische Katastrophen durch Rodung ganzer Landstriche oder Hanglagen, die dann der Ursprungskatastrophe folgen, können so vermieden werden.
- Strohballenhäuser bieten die Möglichkeit der Demontierbarkeit, der Wiederverwendbarkeit und der Erweiterbarkeit. Sie besitzen somit hohe Variabilität und Flexibilität.
- Die Technologie ist von einer Nachhaltigkeit gekennzeichnet, die eine ressourcensparende und ökologisch vertretbare Grundlage für eine lebenswerte Umwelt schafft. Die Baumaterialien sind ökologisch unbedenklich, weisen eine hervorragende Ökobilanz auf und sind problemlos dem natürlichen Stoffkreislauf wieder zuzuführen.

Die Chronologie der Hilfsmaßnahmen nach Katastrophen zeigt den Ansatzpunkt für das Produkt. Die Hilfe staffelt sich grundsätzlich in 3 Stufen. Emergency, Rehabilitation und Restoration bzw. Longterm Development. Sie ist im Kapitel 2.4 genauer erläutert.

Eine Zeitspanne von 10 Jahren für die 3 Phasen insgesamt ist nichts Ungewöhnliches. Vor allem für die Phase der Rehabilitation soll der Strohballenbau eine sinnvolle Alternative zu anderen Produkten bieten, um die Betroffenen schneller aus der ersten in die zweite Phase zu überführen.

All das zeigt, dass schon heute der enorme Bedarf an Wohnraum für von Katastrophen und Migration betroffene Menschen nicht zu übersehen ist. Dieses Problem wird sich in Zukunft noch verstärken und den Zwang zum Handeln erhöhen. Die enormen sozialen Probleme, die sich aus der beschriebenen Verelendung und Obdachlosigkeit ergeben, schwächen die betroffenen Länder, deren Gemeinwesen und Volkswirtschaften und erzeugen weitere Probleme. Es bedarf sicherlich weiterer Anstrengungen von Seiten der Hilfsorganisationen und Regierungen. Die Notwendigkeit, dass die Hilfe bezahlbar sein muss, ist offensichtlich und nach den Gesetzen des Marktes sogar unverzichtbar. Das heißt nichts anderes, als dass eine Hilfsleistung, die eine Wirtschaftlichkeit besitzt durchaus wünschenswert ist. Der Anreiz zur Hilfe steigt zwangsläufig, das Projekt kann im günstigsten Fall sogar zum Selbstläufer werden. Der Vorsatz, Geld zu verdienen, ist auch für

Hilfsdienste eine solide Basis, stehen doch auch sie in einem harten Wettbewerb.

Gerade in einer Zeit, in der die Bautätigkeit nicht nur in Deutschland abnimmt, kann diese Produktidee eine lukrative Innovation für hier ansässige Unternehmen sein. Die Baubranche befindet sich in einem Strukturwandel, sucht nach neuen Produkten, Nischen und Betätigungsfeldern. Der Druck der durch die Globalisierung hervorgerufenen Veränderungen tut sein Übriges.

Hier setzt die Idee an, den Strohballenbau zum Einsatz zu bringen und mit einer ressourcensparenden Technologie ein wirtschaftlich interessantes Produkt dem offenkundig vorhandenem Markt anzubieten.

Die Projektidee verlangt nach der hier durchgeführten Untersuchung. Die Einsatzmöglichkeit des Produktes Strohballenhaus als Unterkunft für Betroffene oben genannter Katastrophen hinsichtlich der Kosten, Qualitäten, Zeitabläufen und Organisationsformen sind erfassen. Dies soll ein erster Schritt sein, den jetzt schon vorhandenen Bedarf an entsprechendem Wohnraum in Zukunft befriedigen zu können. Vor allem aber soll die Arbeit aufzeigen, dass sich hier ein Marktpotential für die Industrie verbirgt. Wer es schafft, in den nächsten Jahren mit dieser Bautechnologie ein Produkt anzubieten, das fertigungstechnisch standardisiert ist, schnelles Bauen ermöglicht und gleichzeitig Nachhaltigkeit und ökologische Unbedenklichkeit garantiert, wird sich gegebenenfalls ein gewinnbringendes Marktsegment erobern können.

Die anfangs erwähnten Faktoren prädestinieren das Strohballenhaus für einen Einsatz nach Naturkatastrophen, vor allem nach Erdbeben, da hier sehr oft die vorhandene Gebäudesubstanz komplett zerstört wird. Bis zum Wiederaufbau vergeht oft viel Zeit. Häufig stellt sich die Frage nach Änderungen der Statik und Konstruktion, um ein erneutes kollabieren beim nächsten Beben zu vermeiden. Aber auch für Überschwemmungskatastrophen, Vertreibung bei kriegerischen Auseinandersetzungen und Fluchtbewegungen nach Umweltkatastrophen werden die Hilfsorganisationen und Regierungen zukünftig mehr denn je vor die Aufgabe gestellt, für die Betroffenen Menschen preiswerten aber dennoch menschenwürdigen Wohnraum zu schaffen.

1.2 Ziel der Untersuchung

Die Arbeit untersucht die Chancen, sowohl Hilfsorganisationen als auch die Industrie und nicht zuletzt die Nutzer von dieser Produktidee zu überzeugen. Es werden Vor- und Nachteile des Strohballenbaus betrachtet, der Markt hinsichtlich verschiedener Faktoren und der Konkurrenz untersucht. Am Ende sollen Aussagen gemacht werden, welche Möglichkeiten sich aus dieser Technologie ergeben, welche Kriterien erfüllt sein müssen und welche Anpassung das Produkt erfahren muss, um im Wettbewerb mit anderen Bautechniken zu bestehen und zum Einsatz zu kommen. Sie hinterfragt, welche Wege von der Konstruktion und Herstellung des Traggerüstes bis zum tatsächlichen Aufbau zu beschreiten sind.

Ein konkreter Einstieg in die folgenden Untersuchung war die Errichtung eines kleinen Musterhauses im Rahmen der *Green Week* der *EU* vom 15.-19. April

2002 in Brüssel. Als Aufbauort diente das Parkgelände des *Jardin de la Vallée du Malbeek* in direkter Nachbarschaft zum Gebäude der *Europäischen Kommission*.

Dieses Projekt sollte vor allem auf diese auf Nachhaltigkeit bedachte, ökologische Bauform aufmerksam machen, die auch von Laien innerhalb kurzer Zeit aufgestellt werden kann. Es sollte ein Beispiel dafür gegeben werden, welche Möglichkeiten der Wohnraumbeschaffung, vor allem in Gebieten, die von Erdbeben oder anderen Katastrophen heimgesucht worden sind aus dem Bereich des Strohballenbaus vorhanden sind.



Das Bild zeigt den Bauvorgang während der Montage der I-Ständer.

Harald Wedig, einer der Urväter der Strohballenbewegung in Deutschland, war vom *GEN*, dem *Global Ecovillage Network*, mit der Errichtung des Gebäudes betraut worden. Das *GEN* ist eine Nichtregierungsorganisation, die ein weltweites Netzwerk für Ökodörfer bildet. Das Strohballenhaus wurde innerhalb von sechs Tagen von vier Personen in Brüssel errichtet, um den Besuchern während der Aufbauphase und der Fertigstellung zur Anschauung zu dienen. Es wurde darauf innerhalb eines Tages wieder abgebaut. Der Verfasser war einer der am Bau Mitwirkenden und hat die darin gewonnenen Erfahrungen in die Untersuchung einfließen lassen. Mittlerweile wurde das Haus von *Harald Wedig* unter Mithilfe von Langzeitarbeitslosen im Rheinland in einem Naturschutzpark nahe Viersen wieder aufgestellt. Da sich während der Recherche herausstellte, dass von Seiten der Hilfsorganisationen eine konstruktive Darstellung erwartet wurde, um Aussagen zum Sachverhalt machen zu können, ist eine Dokumentation der überarbeiteten Konstruktion ein Bestandteil der Arbeit.



Das Bild zeigt das Strohballenhaus im Parkgelände des *Jardin de la Vallée du Malbeek* in Brüssel. Im Hintergrund das Gebäude der *Europäischen Kommission*.



Das Bild zeigt das fertiggestellte Strohballenhaus kurz vor seiner offiziellen Vorstellung durch die Präsidentin des *GEN- Europa*, *Frau Agnieszka Komoch*.

1.3 Strohballenbau allgemein

Stroh und Lehm dienen dem Menschen seit jeher als Baumaterial. Man denke nur an die Strohdächer und Fachwerkhäuser mit Stroh- Lehm- Ausfachung in unserem Kulturkreis oder die Strohhütten in Afrika und Asien bzw. die aus Lehm und Stroh errichteten Pueblos der Nordamerikanischen Ureinwohner in New Mexico.

Stroh ist zwar ein altbekanntes und bewährtes, jedoch ein in der westlichen Welt fast vergessenes Baumaterial. Erst in den letzten Jahren wird es, nachdem es lange Zeit nur als Brennmaterial oder Streu benutzt worden war,

als Baumaterial wiederentdeckt. Es wird immer offensichtlicher, dass dieser kostengünstige Baustoff vielfältige Möglichkeiten bietet. Stroh ist in vielen Ländern verfügbar, hat aufgrund der anfallenden Mengen einen sehr günstigen Preis und ist als überdimensionaler aber leicht zu verarbeitender Ziegel ab Feld zu finden. Eine einfache Hochrechnung belegt das ungefähre Potential, das in dem nachwachsenden Rohstoff liegt:

Mit der jährlich anfallenden Menge an Stroh könnten in beinahe jedem Land Europas alle Einfamilien-Neubauten bei gleichen oder sogar geringeren Kosten als Niedrigenergiehäuser ausgestattet oder umgebaut werden, selbst wenn nur ein Teil der Pflanze verwendet wird.

Seit den siebziger Jahren des 20. Jahrhunderts erlebte der Strohballenbau zunächst in den USA, mittlerweile aber auch in Europa eine Renaissance, deren Anfänge in der alternativen Szene lagen. In den letzten Jahren zeigte sich vor allem in Europa eine Dynamik in der Entwicklung des Strohballenbaus. In diesem Kapitel wird der Strohballenbau kurz aus verschiedenen Blickrichtungen untersucht, da eine Grundkenntnis dieser Bautechnologie für das Verständnis der weiteren Arbeit und ihrer Untersuchungsergebnisse als notwendig zu betrachten ist. Außerdem wird ein Konstruktionsvorschlag des Produktes vorgestellt, da sich im Verlauf der Untersuchung herausgestellt hat, dass dieses sowohl für die Kostenermittlung als auch für die Marktanalyse notwendig ist, um den Befragten einen seriösen Informationsstand zu geben.

(1)

1.3.1 Historie

In den USA begann das Bauen mit Stroh um 1800 mit der Entwicklung der Strohballen-Pressen. Siedler in Nebraska, einem amerikanischen Bundesstaat, in dem der Getreideanbau eine der Hauptunternehmungen war, entdeckten als erste die Möglichkeit, mit dem überdimensionalen Strohziegeln Gebäude zu errichten. Anfangs wegen ihrer einfachen und schnellen Erstellung nur als temporäre Gebäude vorgesehen, erkannten die Bauherren schnell, dass diese nicht nur die vorgesehene Lebensdauer überstanden sondern auch hervorragende Dämmeigenschaften sowohl während der kalten Winter als auch der heißen Sommer boten. Fortan wurden sie als Dauerbehausung genutzt und anerkannt.

In diesem sogenannten *Nebraska-Stil* wurden vor allem in den holzarmen Gegenden im Süden der USA viele Strohballenhäuser errichtet, welche die Dachlast direkt über die Strohballenwände abtrugen. Sie werden *loadbearing straw- bale- house*, also lasttragend, genannt.

Ein zweigeschossiges Strohballenhaus in Holzständer-Konstruktion, ausgefacht mit 2200 Ballen als Wandbaustoff, wurde erstmals im Jahr 1936 errichtet.

Das älteste erhaltene Strohballenhaus steht heute in der Nähe von Alliance, Nebraska. Weitere Gebäude aus den 20er und 30er Jahren sind in sehr gutem Zustand in Gebrauch. Zwischen den 50er und frühen 80er Jahren wurde der Strohballenbau durch die aufkommenden standartisierten Massenbautechnologien fast gänzlich verdrängt.

1974 erzeugte der Artikel *Baled Hay* von Roger Welsch, der in dem Buch *Shelter* (*Shelter publications, Inc., Bolinas, CA*) für ein wiederauflebendes

Interesse am Strohballenbau und so wurde der Baustoff Stroh vor allem in der alternativen Szene Amerikas wiederentdeckt.

1982 entwickelte der Kanadier *Louis Gagné* ein Strohballen-Wandsystem für lasttragende Wände in städtischen Gebieten, genannt *mortared- bale matrix system*. Bei dieser Bauweise werden die Strohballen ohne Versatz auf im Fundament verankerte Stangen gespießt und mit einem Zementmörtel vermauert, der vor allem die statische Funktion übernimmt. Da sich automatisch das Problem der Wärmebrücken daraus ergibt, findet das *Gagné- System* heute kaum noch Anwendung.

Der endgültige Durchbruch erfolgte durch die Beschreibung eines Strohballenhauses in Holzständerbauweise, die der kalifornische Architekt *Jon Hammond* 1984 in dem Magazin *Fine Homebuilding* veröffentlichte.

Innerhalb kürzester Zeit entstanden, hierdurch inspiriert, zahlreiche Strohballenbauten in ganz Nordamerika. Es wurden Strohballenhausfirmen und Magazine gegründet, Workshops wurden angeboten und die Medien aufmerksam auf das Thema.

1991 wurde in New Mexico das erste behördlich genehmigte, versicherte und bankfinanzierte Strohballenhaus in Holzständerbauweise errichtet, 10 weitere Baugenehmigungen folgten noch im selben Jahr. In New Mexico, Arizona, später in Kalifornien und Kanada wurden Richtlinien für das Bauen mit Stroh in die Bauordnungen aufgenommen.

1993 fand die erste große Konferenz zum Thema Strohballenbau statt, woraus sich das *National Straw Bale Research Advisory Network* gründete. Es hat sich vor allem zur Aufgabe gemacht, Informationen auszutauschen und die Forschung zu koordinieren.

Ebenfalls im Jahr 1993 wurde den sehr engagierten Strohballenbauern *Judy Knox* und *Matts Myhrman* in Arizona die erste offizielle Bauerlaubnis für ein lasttragendes Strohballenhaus erteilt.

1994 wurde von *Athena* und *Bill Steen*, *David Bainbridge* und *David Eisenberg* das Buch *The Straw Bale House* veröffentlicht. Es gilt als das umfassende Werk für alle Strohbau-Interessierten. Es vermittelt fachlich einwandfrei alle wichtigen Aspekte der Technologie. Aufgrund dieser Publikation befassten sich weitere renommierte Architekten mit der Bautechnik. Es entstanden nun auch Gebäude, die über den Einfamilienhaus-Standard hinaus gingen.

Universitäten und öffentliche Stellen beschäftigten sich umfassend mit der bautechnologischen Untersuchung des Baustoffes. Heute existieren etwa 14.000 Strohballenbauten in den USA in unterschiedlichen Konstruktionen. Selbsttragend, in Holz-, Stahl-, oder Betonständersystemen, im *Gagné- System* oder in hybrider Form.

Unterstützt durch die weltweite *Permakulturbewegung*, die sich mit ganzheitlichen Ansätzen in der Agrikultur, Architektur und weiteren Fragen der allgemeinen Lebensführung befasst, wurde diese Bauweise in die übrige Welt exportiert. (2)

So gibt es heute Projekte in allen Erdteilen. Obwohl der Strohballenbau nach wie vor in vielen Ländern ein Nischendasein führt, ist in den letzten Jahren ein starker Aufschwung zu verzeichnen. Ein Blick auf die Zahlen lässt die Dynamik der Entwicklung erkennen. Waren es in Europa im Jahr 1995 nur etwa 40

Strohbauten, überwiegend in England, Frankreich und Norwegen, so zählte man in 2001 schon 400, Tendenz steigend. (3)

In den letzten Jahren wurden eine Reihe ernstzunehmender Forschungsergebnisse erarbeitet, die eindeutig die technischen, ökologischen und bauphysikalischen Vorteile des Strohballenbaus beweisen.

Dies führte dazu, dass auch in feuchteren Klimazonen der Bautyp Terrain erobern konnte. Interessant sind die verschiedenen Wahrnehmungen, die der Strohballenbau in den Ländern erfährt. In den USA gilt diese Bauweise als besonders stabil, besonders beständig und besitzt im Gegensatz zu den Holzständerkonstruktionen das Ansehen eines massiven Baustils, so dass selbst Luxusvillen und Klöster aus Stroh errichtet werden. In Europa, wo in weiten Teilen der Massivbau aus Stein, Ziegel und Beton die Baukultur geprägt hat, wird sie wie der Holzbau als Leichtbauvariante angesehen. Sie war anfangs mit ähnlichen Vorurteilen vor allem hinsichtlich des Brandschutzes belegt. Das Bild wandelte sich mit dem Trend zum Niedrigenergiehaus. Der Strohziegel wurde als Wandbaustoff mit hervorragenden Wärmedämmwerten und makelloser Ökobilanz entdeckt.

Vor allem die an der *technischen Universität Wien* wurde von der Gruppe *Angepasste Technologie* professionell geforscht und u.a. die F90 Brandwiderstandsklasse gemäß ÖNORM nachgewiesen. Seit 1998 gibt es in Österreich die *StrohTec Forschungs-, Entwicklungs-, und Vertriebs GmbH*, die Strohballenfertighäuser in ökologischer Niedrighausqualität zu konkurrenzfähigen Preisen anbietet. (4)

1.3.2 Technologische Kriterien und Kennwerte

Wesentliche Kennwerte für Strohballen sind zum einen die Dichte, die für gute Wärmedämmeigenschaften nicht unter 112kg/m^3 liegen sollte. (5)

Der λ -Wert liegt, in Tests gemessen, zwischen $0,045\text{W/mK}$ und $0,065\text{W/mK}$ je nach Feuchte und Lage der Ballen (Strohballen liegend oder stehend gemessen).

Die Einbaufeuchte sollte auf keinen Fall 18% übersteigen. (6)

1.3.2.1 Strohballenabmessungen

Strohballenquader werden – vor allem des einfacheren Transports wegen – in verschiedenen Größen gepresst, die größten davon kommen auf ein Gewicht von rund 600 kg. Dabei ist das Prinzip stets dasselbe. Das Stroh wird schichtweise in der Ballenpresse komprimiert und mit Schnüren zu Ballen gebunden. Löst man die Schnüre, lassen sich die einzelnen Schichten auch manuell wieder trennen, und man erhält ca. 10 cm dicke, instabile

"Strohmatte". Die Standardformate von Quaderballen (in Abhängigkeit von den Kanalmaßen der Ballenpressen) in Europa betragen:

- Kleinballen: h 46 (50) x b 35 x l 40 - 110cm
- Mittlere Ballen: h 50 x b 80 x l 70 – 240 cm (Claas)
- Großballen: h 70 x b 120 x l 100 – 300 cm (Länge bei Großballen exakt in 5cm- Schritten einstellbar)

Weitere mögliche Maße (selten in Verwendung):

- Kleinballen: h 30 x b 40 x l 60 – 120 cm (Welger)
- Kleinballen: h 37 x b 60 x l 60 – 120 cm (Welger)
- Kleinballen h 40 x b 50 x l 60 – 120 cm (Welger)
- mittlere Ballen: h 70 x b 80 x l 70 – 240 cm (Welger)
- mittlere Ballen: h 80 x b 80 x l 100 – 250 cm (Krone)
- Großballen: h 80 x b 120 x l 100 – 250 cm (Krone)

Bei den meisten modernen Ballenpressen lässt sich der Pressdruck entsprechend der Gutfeuchte und der gemessenen Kraft auf den Kolben regeln, die Ballendichte kann mit Hilfe eines Bordcomputers eingestellt werden.

1.3.2.2 Bautechnik und Tragkonstruktionstypen

Die bautechnischen Unterschiede innerhalb des Strohballenbaus lassen sich im wesentlichen an der Tragkonstruktion festmachen. In der Hauptsache unterscheidet man zwischen der lasttragenden Bauweise und der Ständerkonstruktion. Außerdem gibt es noch einige Mischformen und Sonderformen, die hier nicht näher betrachtet werden sollen.

1.3.2.2.1 Lasttragende Bauweise

Die lasttragende Bauweise, das *loadbearing straw- bale- house*, wird auch *Nebraska-Stil* genannt, da sie sich historisch betrachtet vor allem im Staate Nebraska entwickelt hat. Die Decken- bzw. Dachlast wird direkt über die Strohballen in die Fundamente abgeleitet. Die Geschossigkeit ist aus statischen Gründen auf zwei Vollgeschosse begrenzt. Die Ballen werden im Verbund gemauert und mit Stäben aus Holz, Bambus oder Metall miteinander verbunden. Die Strohhalme müssen horizontal liegen, das heißt, die Ballen werden liegend und nicht stehend vermauert. Ein aufgesetzter Ringanker wird mit Gurten oder Gewindestangen nach unten gezogen, die Wände werden so unter eine Vorspannung gebracht, um ein späteres Setzen durch den Lasteintrag des Daches oder Obergeschosses zu vermeiden.

1.3.2.2 Ständerkonstruktion

Die Ständerkonstruktion arbeitet üblicherweise mit Holzständern, es gibt aber auch Varianten mit Stahl- oder Stahlbetonstützen. Das daraus gefertigte Traggerüst übernimmt die statischen Aufgaben, während die Strohballen zur Ausfachung wandbildend zum Einsatz kommen. Auch hier wird der Ringanker mit den Strohballen entsprechend bis zu den Auflagerpunkten der Stützen nach unten gespannt und die Ballen werden unter Vorspannung gebracht, um ein Setzen zu vermeiden. Die Ballen können sowohl liegend als auch stehend vermauert werden, so dass stehend verarbeitet auch schwächere Wandstärken erreicht werden können.

Die Holzständerkonstruktion besitzt einige Vorteile gegenüber der lasttragenden Konstruktion. Zum einen ist eine mehrgeschossige Bauweise ohne Weiteres möglich. Die statischen Berechnungen basieren auf anerkannten und gesicherten Daten. Die stehend eingebrachten Strohballen benötigen weniger Konstruktionsfläche bei gleicher oder besserer Wärmedämmleistung. Die Halmrichtung läuft parallel zur Wandoberfläche und ermöglicht somit bessere Werte als bei liegendem Ballen und entsprechender Halmrichtung vertikal zur Wandoberfläche. Die Ständerkonstruktion bietet statisch bestimmte Punkte, um eine Befestigung von Möbeln, Bildern o.ä. an den Umfassungswänden zu gewährleisten. Die Erdbebensicherheit erhöht sich trotz guter Testergebnisse in der lasttragenden Bauweise bei der Ständerkonstruktion nochmals. Außerdem ist, bedingt durch die Fertigungschronologie, schon nach kurzer Zeit ein Dach über der Grundfläche des Hauses errichtet. Die Ballen können trocken gelagert und vermauert werden.

Zudem zeigt ein Preisvergleich Folgendes:

Obwohl Holzständerkonstruktionen mit Strohballenfüllung gewöhnlich teurer als lasttragende Strohballenwände sind, konnten in letzter Zeit durch neue Wandaufbauten bzw. durch Vorfertigung in der Halle die Kosten und die damit verbundene Arbeitszeit so weit gesenkt werden, dass sie sich zum Teil günstiger fertigen lassen als lasttragende Wände. Mit einer entsprechend modifizierten Holzständerkonstruktion bei geringen Querschnitten der Holzstützen bzw. unter Verwendung von stabilen Leimholzplatten können Strohhäuser sehr effizient gebaut werden. Für Fenster und Türen werden Fertig-Elemente in der Stärke der Wand eingesetzt.

In einem Vergleich zwischen zwei gleich großen und optisch identischen Strohballenhäusern in Arizona konnte sogar gezeigt werden, dass bei der modifizierten Holzständerkonstruktion weniger Holz verbraucht wird als bei einem vergleichbaren Haus mit lasttragenden Strohballen-Wänden. Der Mehraufwand ergibt sich vor allem aus dem statisch notwendigen Holz-Ringanker und den massiveren Fenster- und Türrahmen. (7)

1.3.2.3 Brennbarkeit/Brandwiderstand

Herbert und Astrid Gruber fassen die Rechercheergebnisse von *Bruce King* in ihrem Buch *Bauen mit Stroh* wie folgt zusammen:

- ASTM- Brandtests (National Research Council of Canada) haben ergeben, dass eine verputzte Wand aus Strohballen eine ausgezeichnete Feuersperre darstellt: sie kann über 4 Stunden einem Feuer widerstehen.
- Eine unverputzte Strohballenwand braucht bei einer Temperatur von 843° C 34,5min, um völlig durchzubrennen, ohne dass dabei die gesamte Wand Feuer fängt. (Tests in New Mexico nach ASTM-Richtlinien). Der Grund: Strohballen enthalten sehr wenig Sauerstoff und sind zu dicht, um zu brennen.
- Ein großes Problem stellt allerdings loses Stroh dar, wie es auch beim Einbau von Strohballen auf Baustellen anfällt. Es muß also so lange, bis die Strohballenwände verputzt sind und lose herumliegendes Stroh beseitigt ist, darauf geachtet werden, dass auf der Baustelle ein besonders guter Feuerschutz gewährleistet ist.
- Ferner stellt loses, auch lose gestopftes Stroh im Bauteil ein gewisses Problem dar. Erst die starke Pressung und eine Dichte ab rund 100kg/m³ gewährleisten für Stroh die beschriebene Feuerbeständigkeit.
- Dennoch lässt sich – unabhängig von regionalen Bauvorschriften und Zulassungen – behaupten: Überall dort, wo Holz als Baustoff eingesetzt werden kann, können auch (unbehandelte) Strohballen im verputzten Wandaufbau eingesetzt werden. (8)

Im Rahmen eines Forschungsprojektes der Gruppe *Angepasste Technologien* an der *technischen Universität* in Wien (*GrAT*) wurden die Brennbarkeitsklassen des Baustoffs Stroh und der Brandwiderstand eines kompletten Wandaufbaus als Bauteil überprüft. Die verwendeten Strohballen und der untersuchte Stroh-Wandaufbau wurden gemäß *ÖNORM B 3800* getestet. Die Strohballen aus unbehandeltem Weizenstroh der Rohdichte 120kg/m³ und 90kg/m³ erreichten die Baustoffklasse B2 – normal brennbar. (9)

Auch die Materialprüfanstalt in Braunschweig stuft die Technik mittlerweile nicht mehr unter „leicht entflammbar“ ein. Diese Aussagen belegen, dass der Strohballenbau bisher dem Vorurteil der erhöhten Brandgefahr unterworfen war, diese Fehleinschätzung aber durch neueste Untersuchungen widerlegt ist. Allerdings ist beim Verarbeiten der Strohballen, also beim Zuschneiden und Trimmen, eine Brandgefahr nicht zu leugnen. Deshalb ist während der Bauphase bis zur Fertigstellung des Verputzes streng darauf zu achten, dass weder geraucht wird noch mit offener Flamme oder sehr heißen Geräten gearbeitet wird. Außerdem sollte die Baustelle immer wieder von losem Stroh befreit werden, um eine großflächige Ausbreitung des Feuers über die gesamte Baustelle im Ernstfall zu vermeiden.

1.3.2.4 Statik/Erdbebensicherheit/Elastizität

In den USA und Kanada werden Strohballenhäuser wegen ihrer Erdbebensicherheit geschätzt. Dort sind schon in den 80er Jahren

umfangreiche Tests bezüglich der statischen Belastbarkeit, Elastizität, seismischen Beständigkeit und weiterer Kriterien an Strohballenhäusern vorgenommen worden. Sowohl für lasttragende aber vor allem für Hybridsysteme sind gute Ergebnisse erzielt worden. In Kalifornien ist die Ständerkonstruktion vorgeschrieben, die von den Behörden als erdbebensicher eingestuft wird.

Verantwortlich dafür sind wesentlich die hohe Belastbarkeit und Elastizität des Strohballens. Die Belastbarkeit wurde an einer 2.40m hohen und 3.60m langen Strohballenwand ohne Aussteifungen belegt, die einer Vertikallast von 8t und einem Diagonalzug von 341 kg standhielt. (10)

Die Elastizität wurde in einem Test ermittelt, in dem u.a. ein Strohballen unter einer Last von 36t auf die Hälfte seiner Höhe komprimiert wurde. Nach Entlastung nahm dieser nach kurzer Zeit exakt die Ausgangsform an. Eigenschaften, die man nur von Gummi oder Stahlfedern kennt. (11)

1.3.2.5 Wärmekennzahlen

Die Wärmeleitfähigkeit von Strohballen wurde gemäß ISO 8301 und nach ÖNORM B 6015 ermittelt. Da EU-weit der λ -Wert inklusive 20 Prozent Feuchtezuschlag als Referenzwert anzugeben ist, gilt für Weizenstrohbällen mit einer Dichte von 100kg/m^3 ein Rechenwert von $\lambda = 0,0456 \text{ W/mK}$. Die Wärmeleitfähigkeit von Strohballen liegt damit etwa im Bereich konventioneller Dämmstoffe. Durch diese guten Dämmeigenschaften erreichen verputzte Außenwände bei einer Dämmstoffstärke von 35cm und einer Gesamtstärke von 42cm inklusive Putzträger und Verputz einen U-Wert von $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$. Das entspricht etwa $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ in bezug auf die Gesamtkonstruktion bei Holzständerbauweise. Die Ursache für die guten Wärmedämmeigenschaften gepresster Strohballen liegt einerseits in den abgeschlossenen Hohlräumen des gepressten Ballens, andererseits auch in der Mikrostruktur des Strohhalmes begründet. (12)

1.3.2.6 Feuchtigkeit

Obwohl die Forschung dem Baustoff Stroh sehr gute Materialeigenschaften zugestanden und eine wasserabweisende Oberflächenbeschaffenheit des Halmes nachgewiesen hat, ist ein Schutz vor Nässe und Feuchtigkeit für die Haltbarkeit der Konstruktion unabdingbar.

Folgende Grundsätze haben sich als beachtenswert ergeben.

- Was nicht problemlos aus Holz gebaut werden kann, sollte auch nicht aus Strohballen gebaut werden.
- Der Strohballen sollte konstruktiv gegen Nässe und Spritzwasser geschützt werden.
- Aufsteigende Feuchte muß durch Sperrfolien oder kapillARBrechende Schichten verhindert werden.

- Der Strohballen sollte mit einem Feuchtegehalt von maximal 18% eingebaut werden.
- Der ideale Feuchtegehalt liegt zwischen 8% und 14%.
- Strohballen sollten vor dem Einbau trocken gelagert werden und mit einer Folie gegen Regen geschützt sein.
- Nassbereiche sind sorgsam zu planen.
- Es ist auf diffusionsoffene Konstruktionen zu achten.
- Als Verputz eignen sich Lehm-, Kalk- und Zementputze. Bei Zementputz ist auf Diffusionsoffenheit zu achten, Kalkputze sind in Ländern hoher Niederschlagswerte zu vermeiden. Lehmputze sind optimal geeignet, dem Stroh eine niedrige Feuchte zu garantieren. (13)

1.3.2.7 Nagetiere/Insekten

Untersuchungen in alten und neuen Strohballenhäusern haben keine Hinweise auf Schäden durch Insekten oder Nagetiere gezeigt. (14)

Auf einen konstruktiven Schutz vor Nagetieren und Insekten ist wie bei anderen Baustoffen und -konstruktionen zu achten. Einzig Termiten können dem Stroh Schaden zufügen. Dies geschieht nach Aussagen von *André de Bouter* allerdings nur in dem Fall, dass das Stroh dauerhaft durchfeuchtet ist und die Termiten über einen lehmigen Untergrund direkt einen Weg zum Stroh finden. Um dies zu verhindern, sollte einerseits auf Trockenheit der Ballen geachtet werden und andererseits der Strohballen durch eine Sperrschicht, z.B. aus Sand, vom Lehmboden abgeschottet werden.

1.3.3 Stand der Technik innerhalb des Strohballenbaus

Die Technologie des Strohballenbaus ist mittlerweile in weiten Bereichen wissenschaftlich untermauert und besitzt zahlreiche Ausrichtungen. Die Spanne reicht von einfachen Selbstbaukonstruktionen im Nebraska-Stil, schlicht in Lehm verputzt, bis hin zu industriell gefertigten, hinterlüfteten Strohwandkonstruktionen in Ständerbauweise mit Dampfbremse, innenliegender Gipskartonverkleidung und außenliegender Sparschalung mit Kalk- oder Zementputz für Einfamilienbausätze mit Niedrigenergiehausstandard.

Grundsätzlich bewegt sich der Strohballenbau zum Ständerbau hin. Das wesentliche Problem, um dessen Lösung sich die Forschenden bemühen, ist das Zustandebringen der Vorspannung durch die Verspannung des Ringankers mit möglichst einfachen Mittel.

1.3.4 Verbreitung, Netzwerke

Es gibt mittlerweile weltweit Netzwerke der Strohballenbauer und – interessierten. Hier sei auf die im Kapitel 3.2 Adressen und Netzwerke angeführte Liste verschiedener Links hingewiesen, die vom *asbn*, dem Österreichischen Strohballennetzwerk zusammengestellt wurde.

Im Juni 1998 wurde in Frankreich das Europäische Strohballen-Netzwerk von verschiedenen europäischen Strohballenpionieren, u.a. auch von *Harald Wedig* gegründet. Es erhielt den Namen *EURAS* (European Association for Research on Strawbalebuilding). Es fand Anschluß an das Globale Strohballennetzwerk *GSBN*. (15)

1.4 Technologisches Produktkonzept

Die Umsetzung der Produktidee basiert auf der Vorüberlegung, das Traggerüst, die Fußboden- und die Dachkonstruktion industriell vorfertigen zu lassen. Die wandbildenden Strohballen und der Lehmputz werden aus der Region, in der das Gebäude aufgebaut wird, bezogen.

1.4.1 Konstruktionstyp

Als Konstruktionstyp wurde auf die Ständerkonstruktion zurückgegriffen, da dieses einige Vorteile gegenüber der lasstragenden Bauweise aufweist. Diese sind schon im Kapitel 1.3.2.2.2 Ständerkonstruktion aufgezeigt worden. Es wird hier zudem darauf hingewiesen, dass bei der Planung des Vorfertigungskonzeptes auf folgende Kriterien besonders Wert gelegt wurde:

- Die Montage erfolgt mit einfachen Elementen. Der Laie wird dadurch nicht überfordert.
- Es wurde auf eine Minimierung der Anzahl verschiedenartiger Elemente geachtet, so wurde eine quadratischer Grundriss gewählt, um 4 fast identische Hausseiten zu erzeugen.
- Der Abbund der Bauteile ist auf einer CNC- Abbundmaschine ohne Nachbearbeitung möglich und dadurch kostengünstig.
- Die Fügung der Bauteile erfolgt im Wesentlichen über Zapfen- und Schraubverbindungen manuell. Man benötigt somit nur einfachste Werkzeuge und Verbindungsmittel, die keinerlei Maschineneinsatz sondern nur der Benutzung von Handwerkzeuge bedürfen.

- Es werden nur eine Handsäge, Hammer und Nägel, ein Maulschlüssel, Schrauben mit Sechskantkopf einer Schlüsselweite und das Ballengarn für die Verspannung der Wände benötigt.
- Es werden immer wieder die gleichen Arbeits- und Montageschritte während des Bauvorgangs verlangt.
- Die Fügung und die Vorgehensweise der Montage sind eindeutig, so dass keine Verwechslungen der Bauteile oder Montageschritte auftreten können.
- Der Bausatz ist demontierbar, ohne dass er dabei in seiner weiteren Verwendbarkeit zu Schaden kommt. Er kann an anderer Stelle wieder aufgestellt werden.
- Die Dachschalung aus Holzwerkstoffplatten, z.B. OSB- Platten ist hinterlüftet und kann mit einer Folie, z.B. einer Teichfolie belegt werden, die mit Grassoden belegt werden kann. Der Dachüberstand ist so bemessen, dass die Lehmputzfassaden dauerhaft vor Schlagregen geschützt sind.

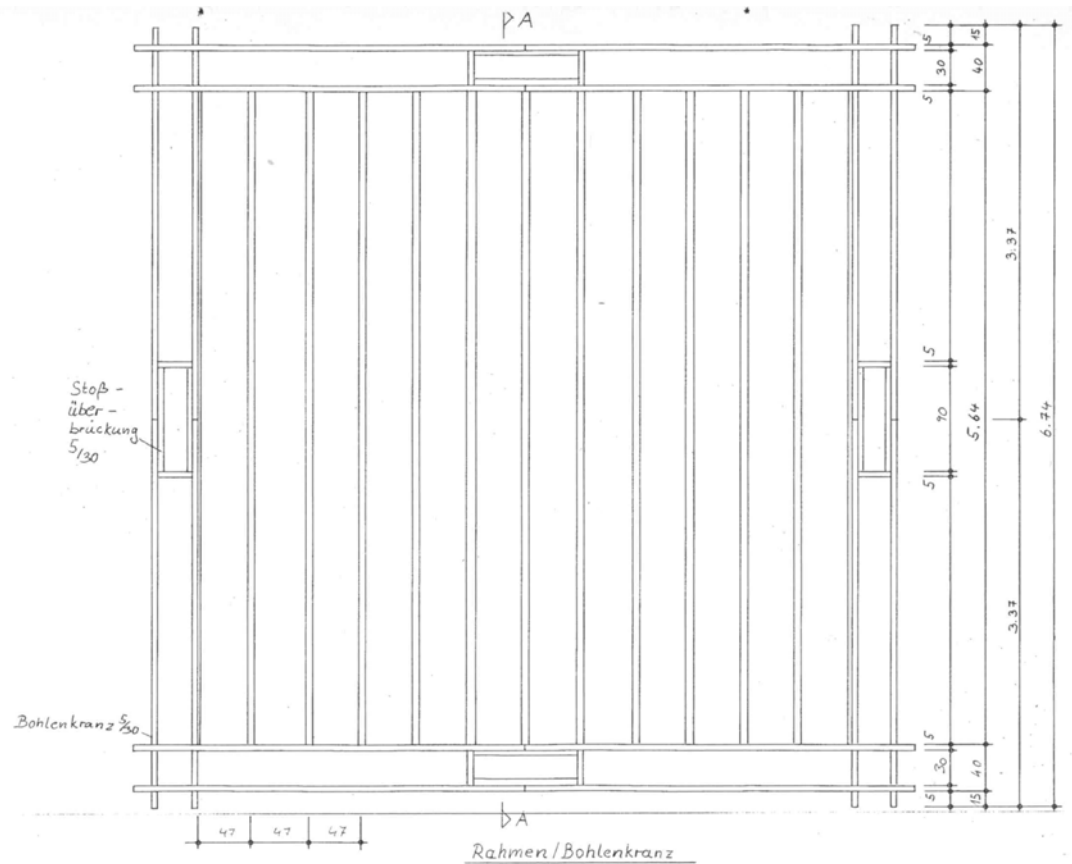
1.4.2 Trägertyp

Als Trägertyp wurde der I- Träger gewählt. Das Konstruktionsmaß aller I-Träger, also die Trägerhöhe, wurde auf 400mm festgelegt. Die einheitliche Höhe trägt einerseits zur Kostenreduzierung bei, andererseits vereinfacht es auch die Montage. Höhe und Form der Träger sind auf die Abmessungen der Strohballen abgestimmt. Diese werden mit Kleinballenpressen gefertigt und können mit ihrer Höhe von 30cm bis 35cm zwischen die Stegplatten der Träger eingeschoben bzw. gemauert werden.

1.4.3 Planzeichnungen

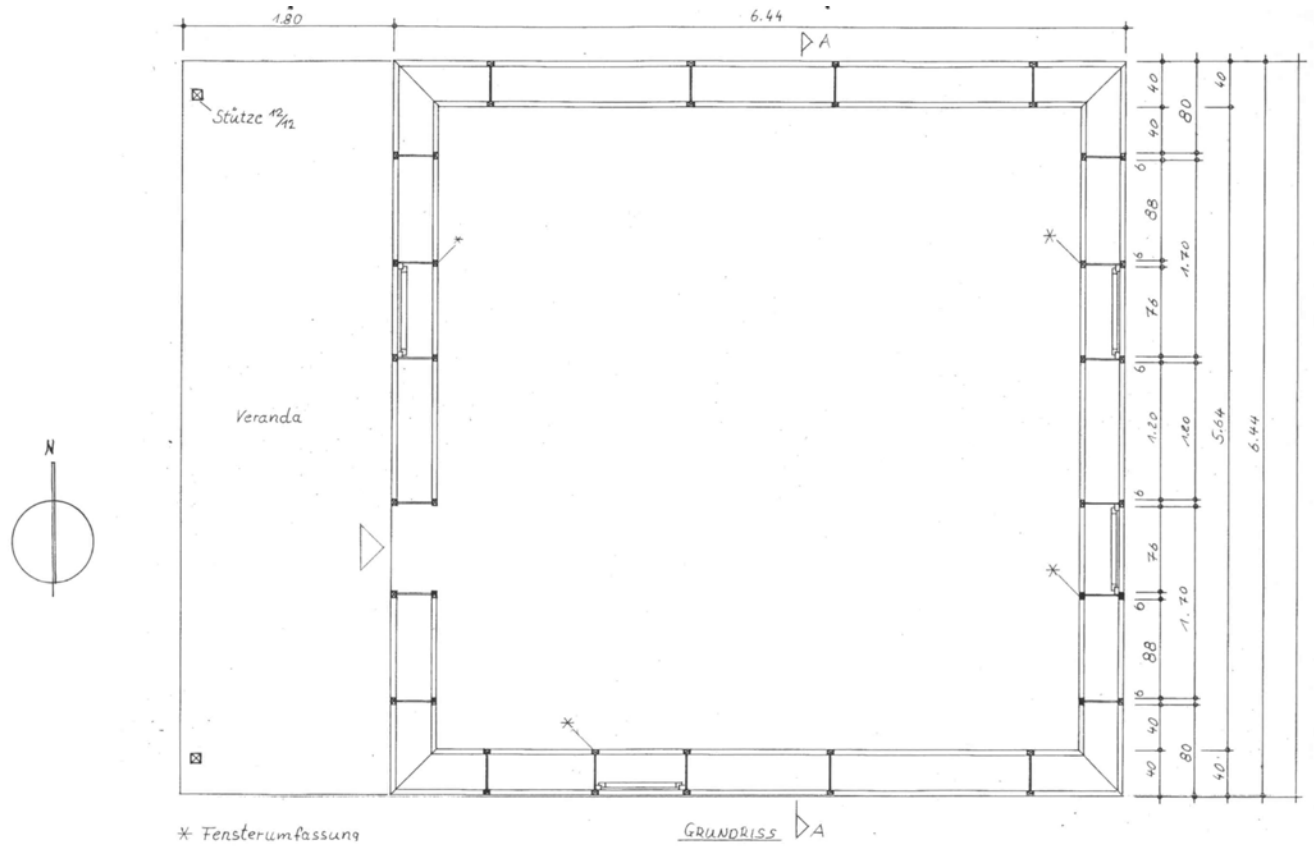
Die Planskizzen stellen kein fertiges Produkt dar, sind aber soweit durchdacht, dass auf ihrer Grundlage mit wenigen Modifizierungen die Fertigung eines Prototyps in Angriff genommen werden kann. Die Statik ist prinzipiell nachgewiesen, jedoch nicht rechnerisch.

Rahmen / Bohlenkranz:



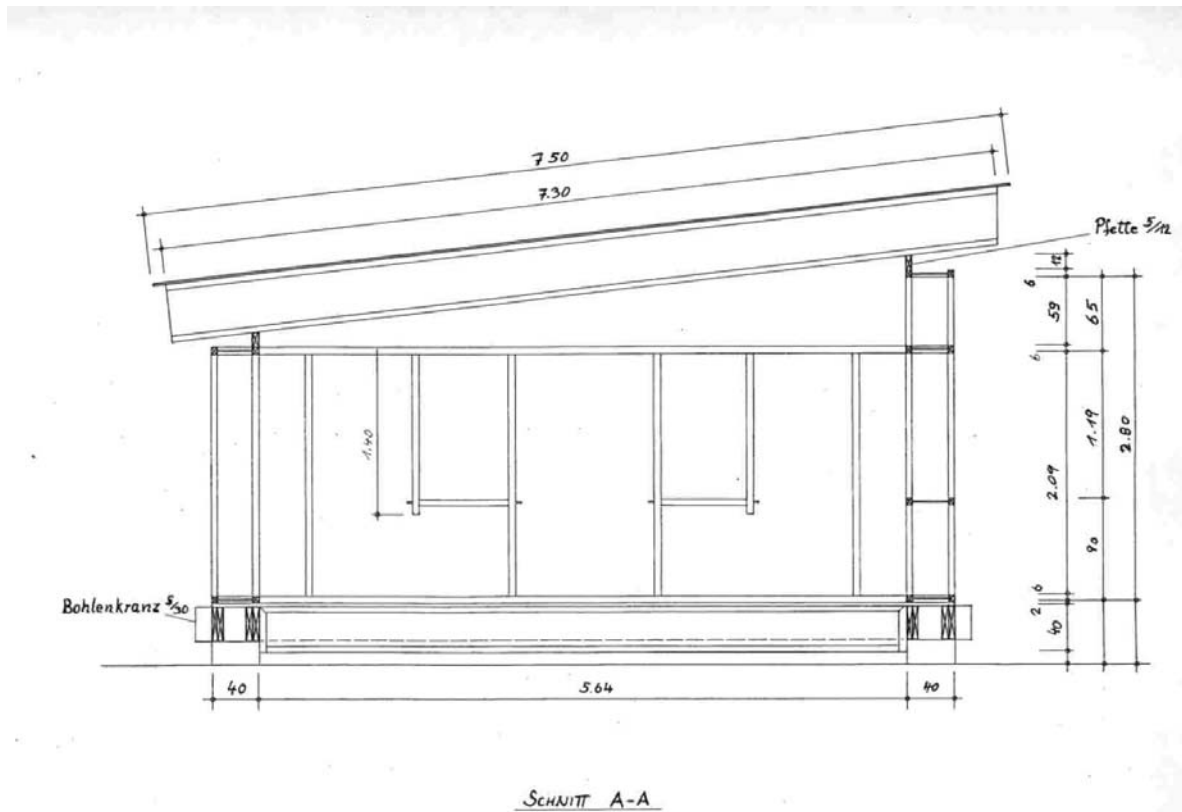
Der Bohlenkranz kann auf einfache Steinfundamente oder auf Punktfundament aus Stahlbeton aufgesetzt werden. Die Rahmenseiten sind je hälftig geteilt, wodurch 16 Bohlen à 3.37m benötigt werden. Sie werden an den Rahmenecken in Blockbauweise miteinander verbunden, die Stöße werden durch kastenförmige Überbrückungselemente miteinander verschraubt.

Grundriss des Traggerüsts:



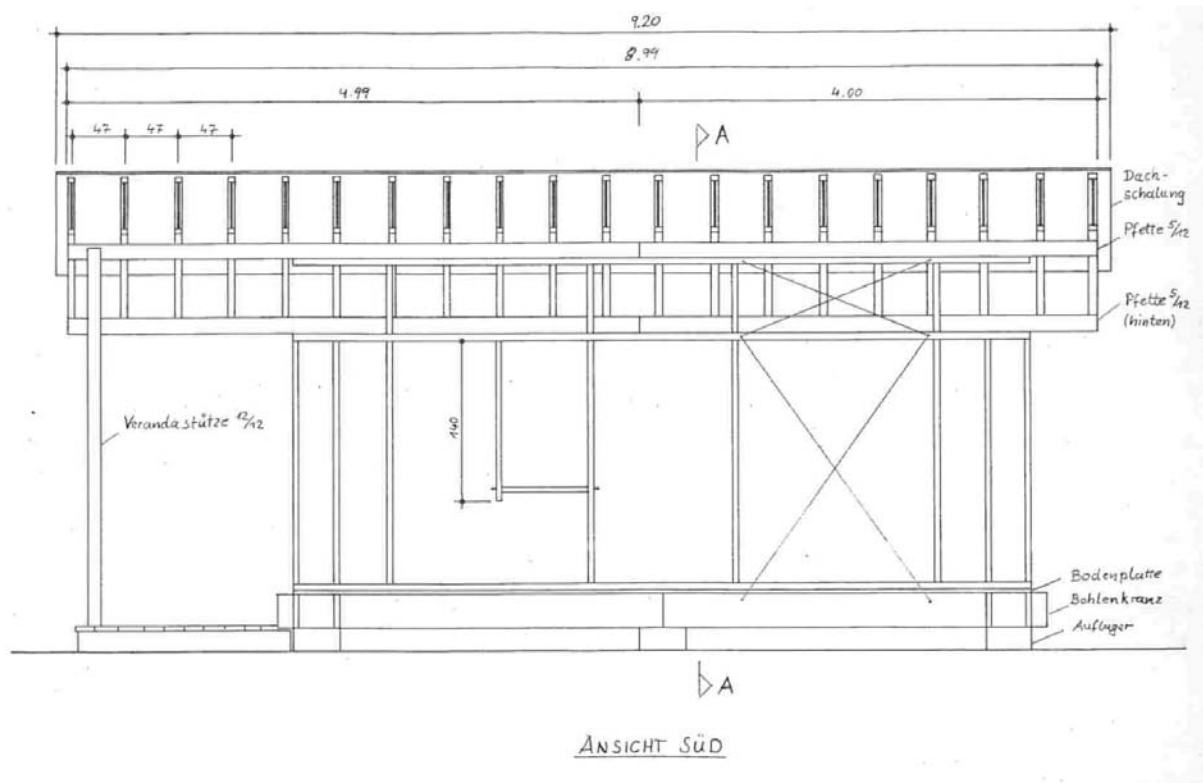
Das Traggerüst setzt auf einem Schwellenkranz auf, der nur an der Eingangstür unterbrochen ist und auf die Fußbodenschalung bzw. den Bohlenkranz aufgeschraubt wird. Jede Hausseite besitzt 4, nur die Eingangsseite 5 Stiele. Schwellenkranz und der oben abschließende Ringanker sind auf Gehrung geschnitten.

Schnitt A-A:



Der Schnitt zeigt einen Haustypus mit Pultdach. Dieser hat sich bei den Planüberlegung als sinnvoll ergeben, da bei einer Trägerhöhe von 400mm und einem Sparrenraster von nur 47cm das lichte Feldmaß von 5.64m problemlos überspannt werden kann. Somit konnte auf eine zusätzliche Mittelpfette verzichtet und Material gespart werden. Außerdem können durch die Schnittgeometrie an der Südfassade Oberlichter angebracht werden, die der Be- und Entlüftung ebenso dienlich sind wie der Belichtung ohne direkten Sonneneinfall.

Ansicht Süd:



Die Südansicht des Traggerüsts zeigt den verhältnismäßig geringen Sparrenabstand mit einem Achsmaß von nur 47cm. Dieses Maß ist sinnvoll, da die Strohballen als Dachdämmung eingeschoben werden können und der Pfettenabstand immerhin 5.64m im Lichten beträgt. Zudem ist die Verandaüberdachung zu erkennen, die die Westfassade mit dem Eingang vor Regen schützt.

1.4.4 Fertigungszeit des Traggerüsts/Lagerhaltung

Die Fertigungszeiten des Traggerüsts hängen im Wesentlichen vom Abbund ab. Der Träger selbst ist ein Massenprodukt, das immer ab Werk verfügbar ist. Der Abbund ist auf einer herkömmlichen CNC- Abbundmaschine möglich, die von vielen Firmen eingesetzt wird. Somit ist auf jeden Fall eine zeitnahe Fertigung bzw. Lieferung des Traggerüsts möglich. Eine Lagerhaltung des fertig abgebundenen Bausatzes ist überflüssig.

1.4.5 Strohballen

Bei der aufgezeigten Konstruktion wird mit einem Bedarf von ca. 330 Kleinballen mit einer Länge von 1,00 – 1,10m gerechnet. Die Ballenhöhe beträgt hierbei 35cm, die Breite 45cm.

Es werden sowohl die Wände als auch Dach und Fußboden komplett durch die Strohballen gedämmt.

1.4.6 Varianten

Aus diesem ersten Modellvorschlag können entsprechend Varianten gebildet werden, die aus den im Test oder Einsatz gewonnenen Erfahrungen zu entwickeln sind.

1.4.7 Vorteile des Produktes

Die Vorteile des Produktes ergeben sich aus verschiedenen Gesichtspunkten. Zusammenfassend sind die Folgenden zu nennen:

- Der Einsatz von industriell vorgefertigten Bauteilen wie I- Träger und OSB- Platten ermöglicht eine schnelle, kostengünstige, maßhaltige und in seiner Qualität gleichbleibende Produktion eines Bausatzes für ein Standardstrohballenhaus.
- Das Transportvolumen verringert sich durch den Einsatz des I- Trägers, da dieser sowohl leichter ist als auch enger zu packen ist, ohne an Tragfähigkeit und Stabilität gegenüber Vollholzträgern zu verlieren.
- Der computergesteuerte Abbund schließt Montageprobleme durch fehlerhafte Fertigung an der Baustelle von vorneherein aus.
- Die Form des I- Trägers ermöglicht das formschlüssige Einschieben der Strohballen besonders im Dach- und Fußbodenbereich.
- Die quadratische Grundform des Hauses ermöglicht den Einsatz nur weniger Trägerlängen und vieler identischer Bauteile.
- Der Einsatz der Holzständerbauweise ermöglicht die schnelle Errichtung eines regengeschützten Bereiches auf der Baustelle.

2. Marktanalyse

Die Marktuntersuchung wurde durch viele Gespräche mit Mitarbeitern des BMZ, der GTZ, des DRK und verschiedener Hilfsorganisationen, die Erfahrung direkt in den Einsatzgebieten haben, durchgeführt. Anhand eines Fragebogens wurden weiche und harte Faktoren untersucht. Ein wesentlicher Beitrag für das Ergebnis war die Sammlung verschiedener Hinweise und Anmerkungen, die von den Befragten vorgebracht wurden. Zudem wurde in Büchern, Zeitschriften und Internet recherchiert.

2.1 Bedarf allgemein

Im Folgenden sind zunächst die Organisationsstrukturen der an der Hilfe beteiligten Institutionen untersucht worden. Es wurden zudem die Marktsegmente, die der Strohballenbau bisher abdeckt ermittelt. Außerdem wurden einige Projekte aufgezeigt, die bisher hinsichtlich eines Einsatzes für Hilfsorganisationen entwickelt oder realisiert wurden.

2.1.1 Staatliche Organisationsstrukturen

Zur Ermittlung des Bedarfes muß die Struktur der an den Hilfsleistungen beteiligten Institutionen betrachtet werden. Diese Struktur lässt letztlich erkennen, wie chancenreich es für einen Anbieter ist, die zahlreichen Hindernisse zwischen Produkt und Abnehmer zu umgehen. Hier gibt es diverse weiche Faktoren, die keineswegs außer Acht gelassen werden können. Diese weichen Faktoren ergeben sich vor allem aus dem Initiativrecht im Einsatzgebiet, das in der Regel von den ansässigen Institutionen ausgeübt wird. Die Bedarfsanalyse hat somit von zwei Seiten zu erfolgen - von der Seite der Institutionen und Hilfsorganisationen die von außen kommend im betroffene Gebiet agieren und der Seite der Hilfeempfänger in diesem Gebiet, deren Regierungen, Institutionen und nicht zuletzt der direkt Betroffenen.

Die Betrachtung der äußeren Seite zeigt, dass es in der Bundesrepublik Deutschland eine staatliche Struktur gibt, die Hilfe in den von Katastrophen heimgesuchten Gebieten anbietet. Zuständig ist das *Ministerium für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung* (BMZ). Es arbeitet in diversen Referaten mit weiteren Ministerien und parlamentarischen Institutionen zusammen. Das BMZ führt die konkreten Projekte und Programme der Entwicklungszusammenarbeit nicht selbst durch. Dies geschieht im Auftrag des BMZ durch eigenständige Organisationen. Die wichtigsten sind:

- *Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)*

- *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH (GTZ)*
- *Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR)*
- *Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)*
- *Deutsche Investitions- und Entwicklungsgesellschaft (DEG)*
- *Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung (DSE)*
- *Carl-Duisberg-Gesellschaft (CDG)*
- *Deutscher Entwicklungsdienst*

Für die Analyse sind insbesondere die *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)*, die mit der technischen Ausführung betraut wird die *Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)*, die für die finanzielle Unterstützung der hilfeempfangenden Regionen zuständig ist, zu betrachten.

Außerdem unterstützt die *BMZ* die Arbeit diverser Hilfsorganisationen sowohl durch eine enge Zusammenarbeit als auch finanziell. Die Hilfsorganisationen stellen die zweite große Struktur dar, die dem Anbieter in direktem Kontakt gegenüber stehen.

2.2 Bedarf durch Hilfsorganisationen

Beispielhaft seien nur einige Hilfsorganisationen aufgeführt:

- *Deutsches Rotes Kreuz (DRK)*
- *Caritas international*
- *Misereor*
- *ADRA*
- *UNHCR*
- *Care Deutschland e.V.*
- *Deutsches Aussätzigenhilfswerk e.V.*

Aus der Analyse der Fragebögen und Gesprächsnotizen ergeben sich die folgende Bedarfskriterien:

- Grundsätzlich sind alle Organisationen, die sich in ihrer Arbeit mit der Erstellung von Gebäuden befassen an der vorgestellten Technologie interessiert.
- Der Strohballenbau ist bei einigen Organisationen noch unbekannt.
- Bei diesen Organisationen ist vorab eine Skepsis hinsichtlich der Akzeptanz und des Vorhandenseins von Strohballen im Einsatzgebiet vorhanden.
- Organisationen, denen der Strohballenbau bekannt ist, sind offen für Angebote.
- Die Hilfsorganisationen sind grundsätzlich daran interessiert, die Betroffenen schnell in den Wiederaufbau einzubeziehen, um dauerpathische Zustände in der Bevölkerung zu vermeiden.

- Die Chance auf Realisierung wird von allen als vom Einzelfall abhängig beurteilt, da die Wahl der Bautechnologie immer fallbezogen getroffen wird.
- Die großen Hilfsorganisationen haben eine internationale Struktur und arbeiten mit ihren Partnern der betroffenen Länder eng zusammen und beraten diese.
- Die Entscheidung, welche Bautechnologie in einem Projekt zum Einsatz kommt, wird aufgrund des Initiativrechtes von den Partnerorganisation gefällt.
- In Kriegsgebieten fällt das Initiativrecht eventuell den eingesetzten Hilfsorganisationen zu, da die Machtstrukturen unklar sind.
- Alle Organisationen sehen das größte Problem für eine Realisierung in der nötigen Akzeptanz bei den Entscheidungsträgern vor Ort.
- Die Wirtschaftlichkeit wird grundsätzlich als wichtiges Kriterium angesehen.
- Eine Standardisierung wird für den Gebrauchswert als entscheidend angesehen.
- Die Reduktion der konstruktiven Komponenten auf ein Minimum wird begrüßt.
- Die Minimierung der Aufbauzeit wird begrüßt.

2.3 Marktsegmente

Der Strohballenbau hat sich verschiedenen Marktsegmenten zugewandt.

Private Bautätigkeit

- Dem ökologischen Bauen im Bereich des Niedrigenergiehausstandards.
- Dem biologischen Bauen durch die Verwendung natürlicher Baustoffe.
- Dem Prestigebau durch seine Außergewöhnlichkeit.
- Dem Eigenbau mit geringem planerischen Aufwand für Anhänger alternativer Lebensformen.

Die private Bautätigkeit muß sich im Wettbewerb bewähren. Der Standard ist dem anderer ökologischer Konzepte vergleichbar.

Projektorientierte Bautätigkeit bzw. Bautätigkeit von Hilfsorganisationen

- Städtebauliche Projekte in der Mongolei
- Siedlung in Belarus/Weißrussland
- Verschiedene Projekte in Workshops für humanitäre Zwecke

Die projektbezogenen Bauten werden meist durch Programme öffentlicher Geldgeber oder durch Gelder der mitwirkenden Hilfsorganisationen oder privater Stiftungen unterstützt. Die Projekte sind entweder langfristig angelegt oder haben Pilotcharakter.

Anlässlich des 2. Europäischen Strohballentreffens in Dänemark im Juni 1999 und mit tatkräftiger Unterstützung von *Matts Myrman* und *David Eisenberg*, zwei der bekanntesten amerikanischen Strohballenbau-Experten, wurden viele europäische Strohballenprojekte und Initiativen vorgestellt. Außerdem wurde ein Straw- Aid Projekt zum Wiederaufbau im Kosovo bzw. zur Errichtung eines Jugendzentrums in Albanien beschlossen. Nach einer Fact- Finding-Mission in Tirana/Albanien im Anschluß an das dänische Treffen und Kontakten zu Hilfsorganisationen vor Ort musste die Koordinatorin *Lois Nicolai* (World Citizen Diplomats, NJ/USA) das Projekt aber auf unbestimmte Zeit vertagen. (16)

2.3.1 Bisher durchgeführte Projekte

Hier seien unter vielen besonders bedeutende Projekte aus der jüngeren Vergangenheit herausgehoben.

- Hausbauprojekt von *Kelly Lerner* und *Matts Myhrman* in den Außenbezirken von Ulan Bator in der Mongolei unter Initiative von ADRA (Adventist Development and Relief Agency)



- Auroville- Projekt in Indien von *André de Bouter*



- Hausbauprojekt von *Evgeny Shirokov* von der *BDIAE* (Belarusian Division of International Academy of Ecology). Durch das Projekt sind mit westlicher Unterstützung rund 100 Strohballenhäuser für Tschernobyl-Aussiedlern in Weißrussland entstanden



2.4 Struktur des untersuchten Marktsegments

Die Produktidee charakterisiert sich vor allem durch die Ausrichtung auf eine mittel- bis langfristige Beschaffung von Wohnraum in akut betroffenen Katastrophengebieten. Dies wird erkennbar in der Betrachtung der Chronologie der Hilfsmaßnahmen. Diese staffelt sich grundsätzlich in 3 Stufen:

- **Emergency**
Die überlebenden Opfer werden medizinisch erstversorgt und in Zelten untergebracht. Diese Phase sollte nur wenige Wochen betragen, zieht sich in der Praxis aber oft über Jahre hin.
- **Rehabitation**
Die Betroffenen werden in stabilen Wohnunterkünften untergebracht, bis die zerstörten Häuser wieder aufgebaut sind oder diese werden zur permanenten Behausung ausgebaut.

- Longterm Development (Restoration)
Die Menschen werden schrittweise wieder in die alltäglichen Lebensabläufe eingewöhnt und erhalten nachhaltige Unterstützung zur eigenverantwortlichen Lebensgestaltung.

Eine Zeitspanne von 10 Jahren für die 3 Phasen insgesamt ist durchaus normal. Aus der Auswertung der Fragebögen ergibt sich, dass, wie von der Angebotsseite vorgesehen, vor allem für die Phase der Rehabilitation der Strohballenbau eine sinnvolle Alternative zu anderen Praktiken bieten kann. Hier sei nochmals darauf hingewiesen, dass sich aus der Befragung ergeben hat, dass die Aufbaugeschwindigkeit, die Einfachheit der Technologie und die Einbindung der Betroffenen in den Bauprozess von den Hilfsorganisationen grundsätzlich begrüßt wird. Zudem sind Strohballenhäuser auch als dauerhafte Lösung anzusehen und können als vollwertiger Ersatz für zerstörte Gebäude beurteilt werden.

2.5 Konkurrenzprodukte (Vor- u. Nachteile)

Lehmbau

Dieser entspringt häufig der Bautradition und hat ähnliche Vorteile wie der Strohballenbau. Allerdings sind die Wärmedämmfähigkeit und die Erdbebensicherheit bei Strohballenhäusern als besser zu bewerten.

Zementsteinhäuser

Diese werden häufig eingesetzt, sind aber mit Wellblechdach und meist geringer Armierung weder besonders sicher noch haben sie eine gute Wärmedämmung zu bieten.

Hohlblocksteinhäuser

armiert, mit Beton ausgegossen
Zinkblechdach

Sie werden oft in Süd- und Mittelamerika eingesetzt und sind erdbebensicher. Sie haben mittlerweile eine Tradition erlangt und die betroffene Bevölkerung kann in den Bauprozess einbezogen werden. Der Wärmeschutz ist allerdings entsprechend gering.

TEPE- Häuser

Dieses sind Fertighäuser, die u.a. nach dem schweren Erdbeben in der Türkei eingesetzt wurden. Allerdings werden sie aus ökologisch bedenklichen Materialien hergestellt. Es handelt sich um eine Stahlrahmenkonstruktion mit Sandwichplatten aus Epoxy-beschichteten Spanplatten mit 40 mm Polystyrolkern, Die betroffene Bevölkerung wird allerdings nicht in den Bauprozess einbezogen.

Container

Diese werden von den wenigsten Hilfsorganisationen eingesetzt. Bei den Recherchen ergab sich lediglich eine Baumaßnahme des DRK für ein Lazarett in der Türkei.

3. Standortanalyse

3.1 Einsatzgebiete und Ausschlusskriterien

Um über den Bedarf eine Aussage machen zu können, sind folgende Kriterien untersucht worden:

- technologische Standortfaktoren, die erfüllt sein müssen, damit der Strohballenbau zum Einsatz kommen kann
- logistische Standortfaktoren
- Völkerrechtliche Grundsätze
- Weiche Faktoren

Im Folgenden sind die Ausschlusskriterien ermittelt worden, die den Einsatz des Strohballenbaus in einer Region bedingen. Aus diesen Ausschlusskriterien ist zu bestimmen, wo sich eine Verwendung von Strohballenbauten empfiehlt und wo nicht.

3.1.2 Strohvorkommen

Für den Einsatz der Technologie wird als Kriterium das Vorhandensein des Baustoffes Stroh vorausgesetzt, da nur eine direkte Versorgung aus der näheren Umgebung sinnfälliger erscheint.

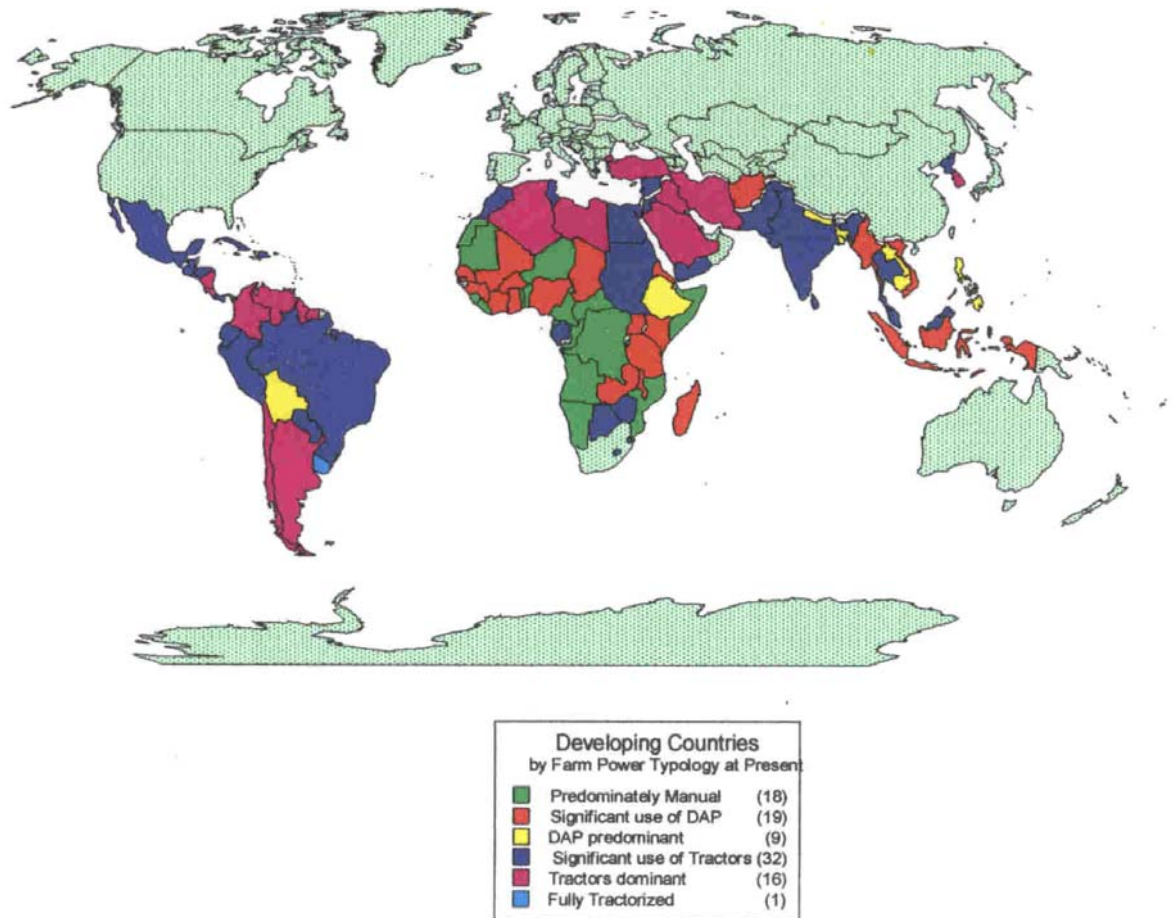
Nach Angaben der *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) ist Stroh in allen Regionen bis auf die arktischen anzutreffen.

Als wesentliches Kriterium ist zudem entscheidend, ob es Strohballenpressen im Einsatzgebiet gibt.

Die angefügte Karte gibt einen Überblick darüber, in welchen Ländern eine Traktormechanisierung der Landwirtschaft besteht und davon ausgegangen werden kann, dass Ballenpressen vorhanden sind oder importiert werden können.

Die Karte ist dem Verfasser von *Herrn Theodor Friedrich*, einem Mitarbeiter der *Agricultural Engineering Branch AGSE* der *FAO* zur Verfügung gestellt worden. Sie ist Teil eines Vortrages, der zur Eröffnung der diesjährigen *CIGR-ASAE* Konferenz in Chicago im Juli 2002 unter dem Titel *Farm Power – A Basic Requirement for Production* von *Lawrence Clarke* und *Clare Bishop* gehalten wird. *CIGR* ist die Internationale Kommission für Agrartechnik (Welt-Dachverband der Agrartechniker) und *ASAE* ist die Nordamerikanische Vereinigung der Agrartechniker.

Developing Countries - Farm Power Typology (Present)



Die Karte ist nach Aussage Herrn Friedrichs wie folgt zu interpretieren:
 Die Karte bezieht sich auf Entwicklungsländer, die frühere 3. Welt. Für sämtliche Länder und Regionen, die in hellgrün erscheinen – Nordamerika, Europa, die Staaten der früheren Sowjetunion einschließlich der Mongolei, China, Südafrika und Australien gilt, dass sie im Sinne des Verfassers dieser Untersuchung als voll traktorisiert gelten können. Sowohl Traktoren als auch Hochdruckballenpressen sind vorhanden und bekannt. Für die Entwicklungsländer werden von Herrn Friedrich die blauen Farbtöne als entsprechend traktormechanisiert angesehen, während grün, rot und gelb Schwierigkeiten bereiten. Das heißt, dass in Lateinamerika nur Bolivien ausscheidet, während in Afrika nur Nordafrika bis Sudan, Südafrika, Gabun, Botswana und Zimbabwe einen ausreichenden Mechanisierungsgrad aufweisen. In Asien ist das Bild bunter. Dort scheiden Afghanistan, Nepal, Bhutan, Myanmar, Kambodscha, Laos, Vietnam und Indonesien aus.

In diesen Ländern ist ein Einsatz von Handstrohballenpressen notwendig, was entsprechenden Bedarf an menschlicher Arbeitskraft bedingt. Es zeigt aber, dass auch hier prinzipiell Strohballenhäuser errichtet werden können. Auf den

Abbildungen ist eine Handpresse zu sehen, die während des Auroville – Projektes in Indien eingesetzt wurde. Zwei Personen benötigen zum Pressen eines Ballens ca. 15min.



Die Bilder zeigen die manuell zu bedienende Strohballenpresse, die während des Projektes in Auroville, Indien, eingesetzt wurde.

3.1.3 Lehmvorkommen

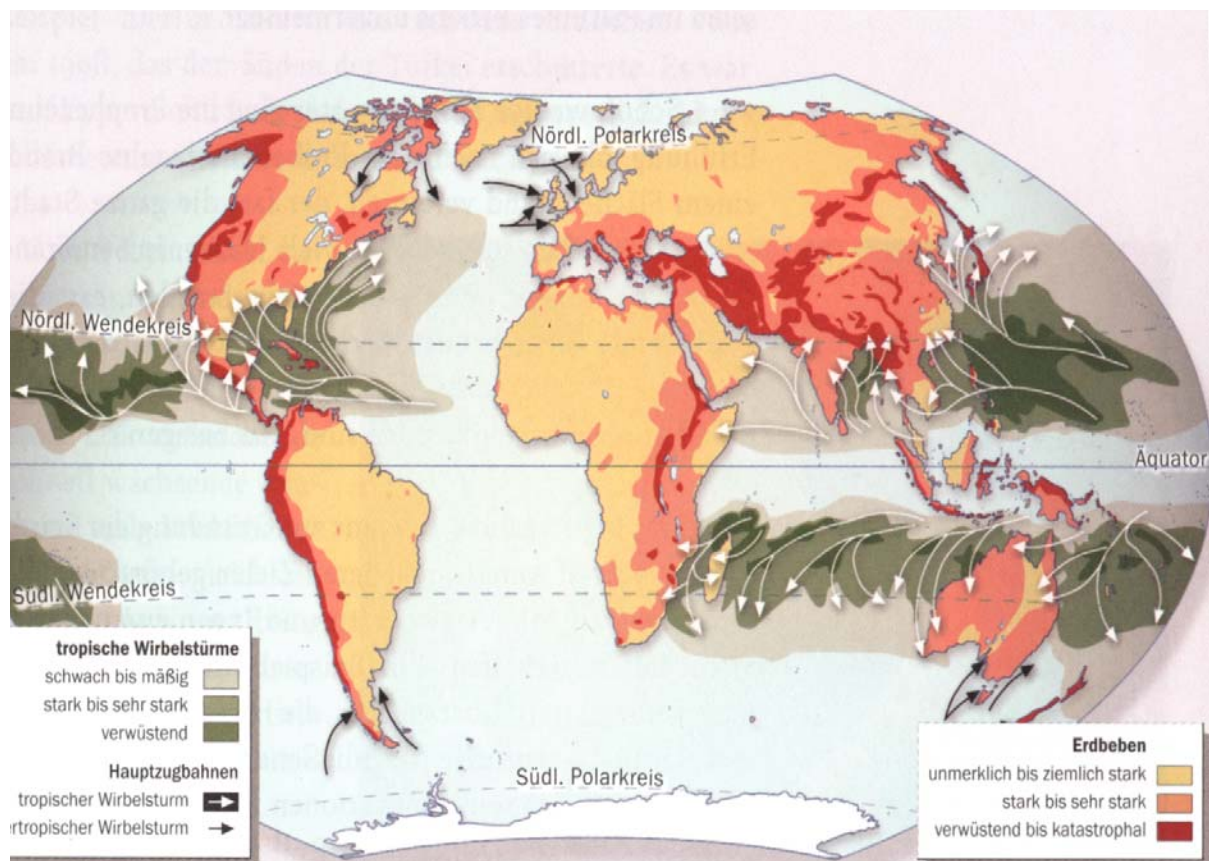
Einzig in den Dauerfrostzonen ist eine Lehmverwendung durch den hartgefrorenen Boden erschwert möglich. Da Hier aber auch kein Stroh zu finden ist, ist das Vorhandensein von Lehm nur in zweiter Linie von Bedeutung. Entscheidend ist, zu wissen, dass Lehm in seiner Funktion als Brandschutz und Feuchteschutz auf Dauer unverzichtbar für die Strohballenkonstruktion ist.

3.1.4 Feuchtigkeit

Obwohl die Forschung dem Baustoff Stroh sehr gute Materialeigenschaften zugestanden und eine wasserabweisende Oberflächenbeschaffenheit des Halmes nachgewiesen hat, ist ein Schutz vor Nässe und Feuchtigkeit für die Haltbarkeit der Konstruktion unabdingbar. Deshalb wird grundsätzlich dazu angeraten in Gegenden, in denen sich ein Bauen mit Holz aus Gründen zu großer Feuchtigkeit ausschließt auch auf den Einsatz von Stroh als Baustoff zu verzichten.

3.1.5 Taifune, Hurrikane, Zyklone

Der Einsatz von Strohballenbauten ist in solchen Gebieten, die von starken Stürmen betroffen sind zu untersuchen. Die Tatsache, dass die meisten anderen Bautechnologien auch keinen hundertprozentigen Schutz bieten, zeigt allerdings, dass geeignete Schutzmaßnahmen den Strohballenbau als gleichwertig in der Risikobewertung gegenüber der Konkurrenz erscheinen lassen können. Abzuraten ist, in Überschwemmungsgebieten mit Stroh zu bauen, da hier eine Zerstörung des Materials nicht auszuschließen ist. Für Sturmgebiete muß die gezeigte Konstruktion auf jeden Fall gegen ein Angreifen des Windes von der Unterseite auf die Bodenlatte geschützt werden, damit das Gebäude von Windböen nicht nach oben gehoben werden kann. Die angefügte Karte zeigt alle Gebiete, die von Hurrikanen oder Erdbeben potentiell betroffen sind.



Die Karte ist S.15 aus dem Buch *Naturkatastrophen* des Meyers Lexikonverlag entnommen und zeigt die Regionen, die von Erdbeben bzw. von Stürmen betroffen sind.

3.1.6 Erdbeben

Fast in allen Ländern, die von Erdbeben betroffen sind gibt es heute Bauordnungen, die auf eine entsprechende Forderung der Standsicherheit eingehen. Die immer wieder verheerenden Zerstörungen zeugen entweder

von dem Alter der Bauten oder schlichtweg von der Ignorierung der erlassenen Vorschriften. Der Aspekt, die Erdbebensicherheit für dieses Produkt zu garantieren, war Grundlage für die Wahl der Ständerkonstruktion und eine Absage an die lasttragende Variante.

So schreibt in Kalifornien die Bauordnung zwingend vor, dass Strohballenbauten aus Gründen der Standsicherheit bei Erdbeben in Ständerkonstruktion hergestellt sein müssen. Es ist davon auszugehen, dass in erdbebengefährdeten Gebieten von den Baubehörden Ähnliches verlangt wird. Das Risiko, bei einem möglichen Einsturz schwer verletzt oder getötet zu werden, kann als sehr viel unwahrscheinlicher bewertet werden als bei anderen Bautechniken.

3.1.7 Transport

Der Transport des Traggerüstes bzw. der Ballen zur Baustelle kann sich als schwierig erweisen, wenn die Infrastruktur zerstört ist. Dies gilt aber für fast alle anderen Bautechniken ebenso. Das geringe Transportvolumen des Traggerüstes kann für, das große Transportvolumen der Ballen gegen den Strohballenbau sprechen. Allerdings ist davon auszugehen, dass der Transportweg der Strohballen nur äußerst kurz ist und eventuell auch mittels Ochsenkarren oder anderer nicht motorisierten Transportmittel durchzuführen ist.

3.1.8 Energie

Da für die Montage des entwickelten Strohballenhauses keine Maschinen sondern nur manuelle Tätigkeiten mit Handwerkzeugen durchzuführen sind, kann auf einen Einsatz elektrischer oder fossiler Energie auf der Baustelle verzichtet werden.

3.2 Völkerrechtliche Grundsätze

Die völkerrechtlichen Grundsätze sind entscheidend für das Vorgehen der internationalen Hilfsorganisationen. Diese sind grundsätzlich zu beachten und bilden die Basis für eine vertrauensvolle Zusammenarbeit mit den Institutionen der Empfängerländer. Nur in den seltensten Fällen sind die Machtverhältnisse und –befugnisse so unklar, dass die Hilfsorganisationen ohne Absprache in eigener Verantwortung handeln können oder müssen. Die Erfahrung der Hilfsdienste zeigt, dass in Kriegsgebieten die eigentlichen Weisungsbefugten durch die unklaren Machtverhältnisse nicht zu finden sind und die eigene Entscheidungsfreiheit steigt.

3.2.1 Initiativrecht

In diesem Zusammenhang hat sich der Ausdruck des Initiativrechts herausgebildet. Das Initiativrecht regelt, wer im Einsatzgebiet Weisungs- Entscheidungs- und Anordnungsbefugnis besitzt. Dies sind, bedingt durch den Schutz der Souveränität als völkerrechtlicher Grundsatz, immer die Regierungen bzw. Partnerorganisationen des betroffenen Landes. Das heißt, dass z.B. eine deutsche Hilfsorganisation im Auslandseinsatz zwar Vorschläge unterbreiten darf, wie die Hilfe erfolgen könnte, die Entscheidung aber bei den Organisationen und der Regierung des betroffenen Gebietes liegt.

Die wesentlichen Regelungen für humanitäre Hilfsaktionen, deren Sicherung und Schutz der Mitarbeiter sind im *1. Zusatzabkommen zu den Genfer Abkommen* in den Artikeln 70 und 71 festgelegt.

3.3 Weiche Faktoren

Die Frage der Akzeptanz des Hilfsangebotes also auch der Strohballentechnologie tritt durch das Initiativrecht entscheidend in den Vordergrund. Es wird darauf ankommen, gute Überzeugungsarbeit zu leisten, die Entscheidungsträger für die Idee zu gewinnen und zu begeistern.

Die Auswertung des Fragebogens zeigt, dass hier häufig direkt vor Ort angesetzt werden muss. Folgende Erfahrungen wurden in der Befragung ermittelt:

- Oft wird von den Anbietern der technologische Aspekt als starkes Argument für das Produkt gewertet. Dieser tritt aus situativen Gründen vor Ort häufig in den Hintergrund.
- Oft muss mit großem Gespür für die Situation ermittelt werden, wer in der Gruppe der Betroffenen der Clanführer ist und wie Skepsis und Ablehnung gegenüber der unbekanntem Bautechnik zu überwinden ist.
- Unwissenheit über die Technologie kann schnell das Aus für deren Einsatz bedeuten.
- Gerade in extrem armen Gegenden wird häufig verhindert, dass die Opferhilfe die Betroffenen nicht zu „Gewinnern“, also Privilegierten macht.
- Ein Hilfsprojekt birgt unabhängig von der eingesetzten Technologie immer organisatorische, zeitliche und logistische Schwierigkeiten.

- Das eigentlich Sinnvolle und Erwünschte wird in der Projektphase von vielen Faktoren behindert.
- Eigentums- und Besitzrechtsfragen sowie ethnische Vorbehalte gegenüber den Opfern können eine Unterbringung einzig in Zelten bedingen, da eine längerfristige Besiedlung von offizieller Seite nicht gewollt wird.
- Die Betroffenen wollen nicht als Menschen 2. Klasse behandelt werden. Es kann Skepsis aufkommen. Die Menschen möchten nicht in „Strohütten“ leben.
- Wirtschaftliche Interessen des betroffenen Landes können eine Beteiligung der in der Region bzw. im Land ansässigen Betriebe erfordern.

4. Kosten

4.1 Materialkosten

4.1.1 Materialkosten Haus (Grundtyp)

Die Kostenschätzung ist auf den entwickelten Bausatz bezogen. Es wurde auf eine Kostenschätzung nach DIN 276 verzichtet. Vielmehr wurden die einzelnen Elemente des Bausatzes betrachtet und auf dieser Grundlage eine Zusammenstellung der Kosten für die Träger und die Holzwerkstoffplatten durchgeführt. Dieses Vorgehen erschien sinnvoller, da das Planungskonzept auf eine Reduzierung der Bauelemente abgestellt ist. Dies soll auch in der Kostenermittlung nachvollziehbar bleiben.

Die Stückliste, die aus der Planung entnommen wurde erfasst die einzelnen Bauelemente bezüglich ihrer Menge und diente als Berechnungsgrundlage. Als I- Träger wurde der AM 400 der Firma *Glunz AG* gewählt. Die Firma hat die entsprechende Preisangaben geliefert.

Stückliste für Konstruktion Strohballenhaus:

1. Bohlenkranz

- 16 Stück Bohle 5/30, 3.37m lang
- 8 Stück Bohle 5/30, 0.90m lang
- 8 Stück Bohle 5/30, 0.30m lang

2. Fußboden

- 11 Stück AM 400, 5.64m lang
- 6.44m x 6.44m Platten (z.B. OSB 19mm) mit Versatz verlegt, Nut/Feder
- 4 Stück Latte $\frac{3}{4}$, 5.64m lang

3. Schwellenkranz

- 3 Stück AM 400, 6.44m lang, auf Gehrung
- 1 Stück AM 400, 1.80m lang, auf Gehrung
- 1 Stück AM 400, 3.88m lang, auf Gehrung

4. Stützen

- 17 Stück AM 400, 2.09m lang
- 4 Stück Am 400, 0.59m lang

5. Fensterumfassung

- 4 Stück AM 400, 0.76m lang, Steg beidseitig 10cm länger
- 4 Stück AM 400 ,1.40m lang. Steg einseitig 10cm länger

6. Ringanker

- 4 Stück AM 400, 6.44m lang, auf Gehrung
- 1 Stück AM 400, 6.44m lang

7. Dach

- 2 Stück Pfette 5/12, 4.00m lang
- 2 Stück Pfette 5/12, 4.99m lang
- 20 Stück AM 400, 7.30m lang
- 7.50m x 9.20m Platte (z.B. OSB 12mm) mit Versatz verlegt, Nut/Feder

Daraus ergeben sich folgende Mengen und geschätzte Kosten insgesamt:

Bausatz Rohbau:

ca. 312 laufende Meter Träger AM 400 à 9,00 € =	2.800 €
ca. 62 laufende Meter Bohle à 4,75 € =	300 €
ca. 50m ² OSB-Platte 18mm à 4,50 € =	230 €
ca. 70m ² OSB-Platte 12mm à 3,00 € =	210 €
Verbindungsmitel (Schrauben, Stifte, etc.)	<u>150 €</u>
Summe Bausatz	3.690 €

Ausbau:

330 Strohballen à 0,50 € =	115 €
6m ² Fensterfläche/Türfläche à 200 € =	1.200 €
2 Zimmertüren à 50 € =	100 €
WC-Schüssel und Waschtisch à 50 € =	100 €
Dachfolie 70m ² à 2,50 € =	175 €
Material Elektro/Sanitär ca.	230 €
8 Punktfundamente aus Betonplatten à 10 € =	<u>80 €</u>
Summe Ausbau	2.000 €

Daraus ergibt sich für den Bausatz komplett mit Ausbauelementen eine Summe von ca. 5.700 €.

4.1.2 Haus/m² allgemein

Nach vorstehender Berechnung muss man bei einer angenommenen Wohnfläche des entwickelten Bausatzes von ca. 38m² mit einem Quadratmeterpreis zwischen 150 € und 160 € kalkulieren, abhängig davon, ob man die Transport- und Montagekosten einbezieht oder nicht.

4.2 Transportkosten/Logistik

Bei den Transportkosten wurden die Kosten für einen Transport per LKW, per Schiff bzw. per Flugzeug untersucht.

4.2.1 Kapazität LkW

Bei der Überprüfung der Transportkapazität eines LKW ergab sich, dass in einem Lastzug mindestens 5 komplette Bausätze transportiert werden können.

4.2.2 Transportkosten LKW

Angenommen wurde ein Mittelwert von eingeholten Angeboten für 10 LKW Ladungen für eine Transportstrecke von 1.800km in Europa, die zwischen 1.750 € und 2.600 € lagen.

4.2.3 Transportkosten LkW/Haus

Daraus ergibt sich, dass der Transport per LKW pro Hausbausatz von einem europäischen Speditionsbetrieb angeboten ca. 25 € für eine Streckenabschnitt von 1000km kostet.

4.2.4 Kosten andere Transportformen (Flugzeug/Schiff)

Anfragen bei Speditionen, die nach Übersee liefern ergaben, dass die Transportkosten für einen 12m Container bei mindestens 2.000 € liegen. Diese Zahl kann sich abhängig vom Transportziel noch um ein Vielfaches erhöhen. Somit ergibt sich ein Transportkostenbetrag von mindestens 400 €/Haus. Da davon auszugehen ist, dass die zusätzlichen Transportkosten vom Empfängerhafen zur Baustelle noch einmal einen hohen Betrag und zudem Planungskapazitäten binden werden, ist von Summen über 500 € je Haus auszugehen.

Die Ermittlung der Frachtkosten per Flugzeug wurde nicht durchgeführt, da Container der 12m-Klasse nicht transportiert werden. Schon die Tara-Kosten der Transportkisten sind so hoch, dass eine wirtschaftliche Verbringung der Fracht nicht möglich ist.

4.3 Montagekosten

Für die Montage eines Hauses benötigt man 4-5 Personen. Für den Aufbau einer größeren Anzahl Gebäude ist davon auszugehen, dass etwa 2 Fachleute der Hilfsorganisation zunächst Personen aus der örtlichen Bevölkerung anlernen, am sinnvollsten Ingenieure oder handwerklich Befähigte. Diese dienen dann als Multiplikatoren, die den weiteren Aufbau mitgestalten können. In der Phase des eigentlichen Aufbaus agieren die Mitarbeiter als fliegende Berater an den Baustellen.

Dadurch sind die Kosten für ein Haus als sehr gering anzusetzen. Als Richtwert ist ein Mitarbeiter mit monatlichen Lohnkosten von mindestens 4.000 € pro Monat anzurechnen. Allerdings wird beim Kostenvergleich mit der Konkurrenz auf die Einbeziehung dieser Kosten verzichtet, da diese auch bei den Vergleichsprojekten unberücksichtigt blieben. Die Mithilfe der Betroffenen wird ebenso nicht in die Kostenrechnung einbezogen.

4.3.1 Anzahl der Helfer/Haus

Wie in Kapitel 4.3 Montage erwähnt, benötigt man zum Aufbau eines Strohballenhauses etwa 4-5 Personen, um den in Kapitel 4.3.3 Aufstellzeiten entsprechenden Zeitplan zu erfüllen.

4.3.2 Mithilfe der Betroffenen

Die Einbeziehung der Betroffenen in den Bauprozess ist wie schon erläutert ein gewolltes Mittel. Einerseits werden dadurch die Montagekosten erheblich verringert. Andererseits werden die Menschen, die von der durchlebten Katastrophe traumatisiert sind, in einen sinnvollen Handlungsprozess geführt. Diese Maßnahme hilft den Betroffenen, das erfahrene Leid schneller zu verarbeiten und verhindert so die Entstehung dauerapathischer Zustände in der Bevölkerung.

4.3.3 Aufstellzeiten

Die Chronologie des Aufbaus aus Erfahrungswerten von *Harald Wedig* ermittelt ergibt sich wie folgt:

- Nach 3 Tagen: Traggerüst mit Dach erstellt (Dach über dem Kopf)
- Nach 6 Tagen: Strohballengeschoss abgeschlossen
- Nach 3 Wochen (18 Arbeitstagen) komplett verputzt fertiggestellt

4.3.4 Überzeugungsarbeit

Die Überzeugungsarbeit kann ein wesentlicher Punkt sein, der die Kosten in die Höhe treibt. Sinnvoll ist hier kontinuierlich im Rahmen der Kostenart Gemeinkosten für das Produkt zu werben. Eine andere Möglichkeit besteht darin, das Projekt als Pilotprojekt fördern zu lassen.

4.3.5 Anlernkurse

Diese Kosten entstehen bei allen verglichenen Produkten, mit Ausnahme der *TEPE*- Häuser, da grundsätzlich eine Mitarbeit der Betroffenen angestrebt wird. Aus diesem Grund werden diese Kosten innerhalb der Arbeitsleistung der vor Ort eingesetzten Mitarbeiter kalkuliert.

4.4 Kostenvergleich mit Konkurrenzprodukten

Die Recherche nach Kostenwerten von Konkurrenzprodukten erwies sich als schwierig. Es konnten zwei Werte ermittelt werden.

Demnach betragen die Kosten für aus Hohlblocksteinen erstellte Gebäude mit einer Wohnfläche von 42m², die in Süd- und Mittelamerika errichtet wurden ca. 2.500 \$. Dies entspricht Kosten von ca. 62 € pro Quadratmeter.

Beim *TEPE*- Haus Projekt in der Türkei, das aus Fertigteilen erstellt wurde, beliefen sich die Kosten auf ca. 132 € pro Quadratmeter.

Im Vergleich hierzu sind die Kosten des Strohballenhauses auf 160 € pro Quadratmeter geschätzt.

Kostenvergleich im Überblick:

Strohballenhaus	160 €/m ²
Hohlblocksteinhaus, armiert	62 €/m ²
Fertigteilkonzept <i>TEPE</i> - Haus	132 €/m ²

4.4.2 Qualitativer Vergleich

Entscheidend für die Bewertung ist nicht nur der reine Kostenvergleich sondern auch eine qualitative Abschätzung.

Folgende Vorteile des Strohballenhauses sind hier zu nennen:

- Die Wärmedämmeigenschaften der Strohballenwand sind hervorragend.
- Sie verringern einerseits die Betriebskosten und vermeiden eine Abholzung von Waldgebieten zur Brennholzgewinnung.
- Die Technologie ist sehr einfach. Der Aufbau des Hauses kann auch von Laien bewerkstelligt werden.
- Die Betroffenen können in den Bauprozess einbezogen werden. Die Montagekosten sind gering, dauerapathische Zustände in der Bevölkerung werden verhindert.
- Die eingesetzten Baustoffe sind nachhaltig und können problemlos recycelt werden.
- Die Bausätze können rein manuell aufgestellt werden. Der Bauprozess ist vom Einsatz fossiler oder elektrischer Energie unabhängig.
- Die Konstruktion ist erdbebensicher. Das Verletzungsrisiko ist selbst bei Einsturz äußerst gering.

Als Nachteile sind zu nennen:

- Durch die Unkenntnis der Technologie oder Vorurteile können Akzeptanzprobleme einen Einsatz der Strohballentechnologie verhindern.
- In Überschwemmungsgebieten ist vom Bau von Strohballenhäusern abzuraten, da sie nur unzureichend gegen Wasserschäden zu schützen sind.

5. Auswertung

5.1 Fazit

Die Projektidee, in Mitteleuropa industriell vorgefertigte Bausätze für Strohballenhäuser als Unterkunft für Betroffene von Naturkatastrophen und Migration anzubieten, hat gute Realisierungschancen. Zwar liegt der ermittelte Quadratmeterpreis über den in Erfahrung gebrachten Preisen der Konkurrenz, es besteht aber noch erhebliches Einsparpotential durch die Verwendung von Ausbauelementen, die im Empfängerland hergestellt werden können, wie z.B. Fenster und Türen oder Sanitärobjekte.

Voraussetzung für den erfolgreichen Einsatz ist allerdings, dass der Transport per LKW erfolgt. Damit ist der Marktbereich auf den eurasischen Kontinent beschränkt. Die Einsatzgebiete müssen zu vernünftigen Kosten über das Straßennetz erreichbar sein. Ein Transport mit Schiff oder Flugzeug ist zu teuer. Hier sollte der Strohballenbau im entsprechenden Empfängerland unterstützt werden. Die Errichtung von Produktionsstätten in den betroffenen Gebieten wäre im Hinblick auf neue lukrative Investitionsstandorte zu untersuchen.

Da die Technologie noch enormes Entwicklungspotential besitzt, ist von einer Verringerung des Quadratmeterpreises auszugehen. Als wichtiges Kriterium für die Verbesserung der Marktchancen muß die Steigerung der Akzeptanz in den Einsatzländern angesehen werden. Um dies zu erreichen, ist ein weiteres Wachstum in den Marktsegmenten Wohnungsbau und Prestigebau anzustreben. Wenn die Strohballentechnologie in Europa und Nordamerika als anerkannte, qualitativ hochwertige und begehrte Bauform etabliert ist, dann kann entsprechend einfach Überzeugungsarbeit in anderen Ländern geleistet werden. Vorurteile, es handele sich um „billigen Strohbau“, werden dann nicht mehr aufkommen.

Es wird für eine erfolgreiche Vermarktung wesentlich sein, sich der aufgezeigten Vorteile bewusst zu werden und diese sowohl durch konkurrenzfähige Angebote aber auch durch in ihrer Gesamtheit überzeugende Konzepte der Zielgruppe zu vermitteln. Durch die Einrichtung von Handwerkerschulen kann das Bauprinzip in den Empfängerländern verbreitet werden. Sind die Handwerker auf diese Technologie vorbereitet, hat sich meist auch eine Branche entwickelt, die einen wirtschaftlichen Gewinn daraus ziehen kann. Dieser Anreiz sollte als wesentliches Element der Überzeugungsarbeit gesehen werden. Eine enge Zusammenarbeit mit den Hilfsorganisationen, dem BMZ und der GTZ sollten als selbstverständlich angesehen werden.

6. Quellenangabe

- (1) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S.5
- (2) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S. 11-16
- (3) BDA: Der Architekt. Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co.KG, 5/2002, S. 43
- (4) BDA: Der Architekt. Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co.KG, 5/2002, S. 43-45
- (5) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S. 43
- (6) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S. 54
- (7) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S. 62
- (8) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S. 47
- (9) BDA: Der Architekt. Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co.KG, 5/2002, S. 45
- (10) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S. 44
- (11) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S. 45
- (12) BDA: Der Architekt. Köln: Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co.KG, 5/2002, S. 45
- (13) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S. 54
- (14) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S. 50
- (15) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S. 35
- (16) Gruber, Herbert u. Astrid: Bauen mit Stroh. Staufen bei Freiburg: ökobuch Verlag, 2000, S. 35

7. Adressen und Netzwerke

Linksammlung des Österreichischen Strohballennetzwerkes (asbn):

Österr. Strohballen-Netzwerk (asbn) Strohballenbau – Links

NEU ** aktualisiert am 25.04.2002 **** NEU**

europäische Homepages:

asbn homepage das österreichische strohballen netzwerk

***** Galerien: Strohballenbau in Österreich *****

***** Galerien: Strohballenbau in Europa *****

*** besonders empfehlenswert

** interessant, * wenig neues

Kennt Ihr weitere interessante Strohballen-Seiten?

Funktionieren irgendwelche Links nicht?

Bitte sendet ein email: asbn@aon.at

****Global 2000, A**

siehe auch [asbn-Galerie](#)

Infos und Foto-Galerien zu einem SB-Workshop in Bšheimkirchen (A)

und einem SB-Bauprojekt in der Mongolei

<http://www.global2000.at/tnawaro/index.htm>

(unter: themen/nawaro/strohballenhaus), oder:

<http://www.global2000.at/pages/mongolia.htm>

****GrAT Gruppe Angepasste Technologie, A**

siehe auch [Haus der Zukunft-Projekt](#)

das Haus der Zukunft-Projekt zum Strohballenbau

<http://www.grat.tuwien.ac.at>

****Strohballenhäuser in Deutschland, DE**

Bericht vom Bau eines deutschen SB-Hauses in Guhreitzen

sowie erste Bilder vom Bau eines Gemeinschaftshauses im Ökodorf Siebenlinden.

Redaktion: Dirk Scharmer

<http://www.strawbalehouse.de>

****Sven Eweleit, DE**

SB-Projekt, Bauphysik, Feuchtigkeit, Luftdichtigkeit

http://members.tripod.de/Sven_E

****Attila Mészáros: Strohballenbau in Ungarn, HU**

Fotos vom Bau eines SB-Hauses in Sarospatak

<http://draconis.elte.hu/szalma/zemplen/zemplen.html>

umfangreiche ungar. (Text)Seiten über Strohballenbau:

<http://draconis.elte.hu/szalma>

****Tschechien: Bau eines Strohballenhauses in Ledence bei Budweis, CZ**

<http://www.ecn.cz/rosa/dum2.html>

****Strawbale Mailing List a Vodivosti, CZ**

Jenik Hollans tschechische Strohballen-Mailingliste
<http://www.fsv.cvut.cz/lists/ekodum/2001/msg00090.html>

*****Folkecenter for Renewable Energy, DK**

Lars Keller´s Sammlung zahlreicher dänischer Strohballen-Häuser (dänisch):
klicken Sie auf: "Fortsæet"
http://www.folkecenter.dk/strawbale/inspirations_manual/Inspirations_manual_1.htm

*****Strohballen-Haus in Dänemark, DK:**

zahlreiche großformatige Bilder zur Konstruktion eines Rundstammhauses
mit Strohballendämmung und Grundofen (dänisch), besonders interessant:
[Ejerbogruppens halmhus](#)
homepage: <http://www.munkesoegaard.dk/>

****Strohballen-Rundhaus in Dänemark, DK:**

dänische Seite mit Bildern zur Konstruktion eines Rundhauses
<http://home4.inet.tele.dk/dbf/>

*****Steen Möller & TV Dänemark, DK:**

Steen Möller hat es als einer der ersten geschafft, ins Fernsehen zu kommen,
viele Fotos, Texte leider nur teilweise in englisch,
Brandtests, Filme zum downloaden
und Fotos von Strohballenhäusern in Norwegen und Finnland
<http://www.dr.dk/halmhuset>

****Eco-Net Dänemark, DK:**

Webguide zu zahlreichen Strohballen-Bauern in Dänemark (dänisch)
<http://www.eco-net.dk/halmbyg/webguide2.htm>

****Barbara Jones, Amazon Nails, UK**

engl. Netzwerkerin, Strohbau-Workshops, Planung, Information
Strohballenbau in Irland, UK, USA
<http://www.strawbalefutures.org.uk>

***British Straw Bale Building Association, UK**

Strohballen-Testbauten (CWM Einion) u.a.
<http://www.users.globalnet.co.uk/~straw/>

****CAT – Center for Alternative Technology, UK**

auch Strohballenbau
<http://www.cat.org.uk/news/SBTphotodiary.tmp>

*****Coralie & André de Bouter, F**

franz./holl. Netzwerker, SB-Bau in Frankreich, Holland, Indien (Workshop),
La Maison en Paille

Information Centre on Natural Construction

www.la-maison-en-paille.com

zahlreiche Fotos auch aus Europa
siehe auch [ASBN-Galerie Frankreich](#)

***Construction en ballots de baille (french), BE**

franz. Strohballenseiten
<http://www.inti.be/ecotopie/ballots.html>

***Stro & Co, Jolien van der Maden, NL**
Holländische Netzwerkerin, Strohballenbau in NL, UK, D, Rumänien, Südafrika
The Strawbale Cafe: <http://www.ndsm.nl/locatie/docs/houtenkop.html>

****Strobouw Nederlands, NL**
Seite auf holländisch und deutsch, neu aktualisiert
<http://www.rened.cistron.nl>

***Bed & Breakfast im Strohballenhaus, NO**
Einige Bilder norwegischer SB-Häuser
http://www.strandsjo.no/htms/over_tysk.html

****BDIAE – Belarussian Division of the International Academy of Ecology**
Evgeny Shirokov, Strohballen-Niedrigenergiehäuser in Weissrussland
<http://www.un.minsk.by/iae/mae/adaptation.html>

Strohbau A–Z (USA, Australien)

****Aprovecho Research Center, USA**
Testing Strawbale-Construction in the soggy Northwest
USA, Dean Still & Kim Schramm
<http://www.efn.org/~apro/strawbale.html>

****ArchiBio, Canada**
die kanadische Architektengruppe über Strohballenbau, Strohballendächer & Co
<http://www.archibio.qc.ca/>

***B4UBuild.com, USA**
http://www.b4ubuild.com/photos/straw/straw_p01.shtml

****Bainbridge, David, USA**
(Co-Autor von The Straw Bale House),
David´s strawbale-Slide-Show
http://solstice.crest.org/efficiency/straw_insulation/eip/Bainbridge.html

*****StrawBaleCentral: Natural Building Ressources, USA**
Strohballenbau, (Test-)Videos, Bücher u.v.a.,
email: blackrange@zianet.com
<http://www.strawbalecentral.com>

*****Canelo Project, USA**
USA, Athena & Bill Steen, Autoren des Buchs The Straw Bale House
<http://www.caneloproject.com/>

*****Daniel Smith & Associates (DSA), USA**
Moderner Strohballenbau der Architektengruppe rund um
Dan Smith, Bob Theis & Dietmar Lorenz aus Berkeley
<http://www.dsaarch.com>

*****DCAT, David Eisenberg, USA**
besonders interessant: >>Institutional Barriers to Straw Bale Construction
u.a. mit Foto-Galerien zum historischen und modernen Strohballenbau
und zahlreichen Artikeln aus "The Last Straw"
<http://www.azstarnet.com/~dcat>

*****Earth Sweet Home (E.S.H), USA**
großer Testbau auf Steinfundament
<http://www.enviroweb.org/earthsweet>

Ecological Design Institute, USA
Van der Ryn Architects (Solar Living Center u.a.),
siehe auch: Real Goods Trading Company
<http://www.ecodesign.org>

****House of Straw, USA**
Straw Bale Construction comes of Age
<http://www.eren.doe.gov/buildings/documents/strawbale.html>

*****Huff ' n Puff Constructions, AUS**
Strohballenbau-Firma aus Australien
<http://strawbale.archinet.com.au>

*****Imagine Strawbale Constructions, AUS**
eine weitere Strohballenbau-Firma aus Australien
<http://users.netconnect.com.au/~imagine/straw.htm>

****Iron Straw Group, USA**
prof. Strohballenbaufirma in Cashmere, WA
<http://www.ironstraw.org/>

*****One World Design**
interessante Projekte in USA, Mongolei, China u.a.
Strohballenbau einmal anders...
<http://www.one-world-design.com/>

*****Strawbale Central, USA**
Mark Piepkorns Galerien zum Strohballenbau
klicken Sie auf die "Galerie" und wählen Sie "strawbale construction"
<http://www.strawbalecentral.com>

***McCabe, Joe, P.E., USA**
inkl. "Thermal resistivity testing for bales at the University of Arizona"
http://solstice.crest.org/efficiency/straw_insulation/straw_insul.html

****Of Earthships and Strawbales, USA**
interessante Bilder in der Foto-Galerie zur Konstruktionsphase
<http://www.geocities.com/RainForest/6624/>

***Pompanuck Farm Institute, USA**
ein paar Bilder zu Strohballenbau und "Cordwood" (Hackholzwände)
<http://pompanuck.8m.com/>

****Pueblo Habitat for Humanity STRAW BALE HOUSE, USA**
Strohballen-Passivhaus-Typ für US\$ 40.000,-
<http://www.moxvox.com/hfh.html>

***San Luis Solar Group (SLSG), USA**
<http://www.ecohome.com/slsg/index.html>

****Servas´ Straw Bale Homes, USA**
<http://members.aol.com/FraGras/>

*****Skillful Means Builders, USA**
die kalifornische Strohballen-Firma wieder online!
zahlreiche Beispiele gebauter Strohballenhäuser
<http://www.skillful-means.com/>

****Straw Bale Homes Tucson/Pima County, USA**
Fotos von Strohballenhäusern,
ausserdem Rammed Earth (Stampflehm), Adobe (lehm) u.a.
<http://www.tucsonmec.org/tour/build/sbale1.html>

Strawbale House Structural Components, USA
Beschreibung der lasttragenden Bauweise (nur Text)
<http://www2.whidbey.net/lighthook/sbparts.htm>

****Strawbale Building Standards, USA**
Artikel von Bruce King für Building Officials
http://www.icbo.org/Building_Standards_Online/

*****Sustainable Housing, AUS**
wunderschön gestaltete Website über den Bau eines Strohballenhauses
<http://www.members.sia.net.au/tgibson/strawbalesite/>

*****Swarthmore College , USA**
u.a. Forschung zum Thema Strohballenbau:
1) strawbale replacement in situ: u.a. Insekten
http://www.swarthmore.edu/es/strawbale/straw_replace.html
2) strawbale home in Minnesota: moisture
<http://www.swarthmore.edu/es/strawbale/SBMinn.html>
3) acoustical charakterisation of strawbales
<http://sound.media.mit.edu/~dpwe/AUDITORY/asamtgs/asa95stl/2aAA/2aAA6.html>

****Switz Forge, USA**
Stahlbauunternehmen mit großem Hang zum Strohballenbau
<http://www.switzforge.com/strawbale.htm>

*****The Last Straw, USA**
DAS Magazin zum Strohballenbau!
<http://www.strawhomes.com>

Link-Verzeichnisse zum Strohballenbau in USA

****Surfing Strawbale**
die größte, wenn auch nicht ganz aktuelle Link-Sammlung zum Strohballenbau
und daher viele "tote" Links
<http://mha-net.org/html/sblinks.htm>

*****Surfing Strawbale – Igors Supplement**
USA, neuere Links zum Strohballenbau
<http://mha-net.org/html/igor.htm>

*****Surfin´ Strawbale – Burbophobia**

USA, zahlreiche Links zum Strohballenbau
<http://www.moxvox.com/straw.html>

s.a. Colorado Straw Bale Builders, interessant & viele SB-Beispiele:
<http://www.moxvox.com/sbtour.html>

***Strawbale Web-Ring**

USA, 31 Seiten zu verschiedenen SB-Projekten
<http://nav.webring.yahoo.com/hub?ring=strawbale&id=28&index>

*****Insider-Tip I: strawbale-list-archive**

Das Chat- und Diskussionsforum von StrohbauinteressentInnen.
Tip: Anfrage bzw. Problem (z.B. "moisture", "acoustic", "plaster" o.ä. in das interne Suchsystem eintragen und Meldungen dazu durchsehen.
Hier findet sich zu beinahe jedem Problem eine Lösung,
wenn nicht, wird einfach per email
(strawbale-request@crest.org) nachgefragt:
<http://solstice.crest.org/efficiency/strawbale-list-archive/index.html>

Weitere interessante Ressourcen

[web]d.sign´ s weitere homepages zur baubiologie:

| parkett & dämmstoffe: [wohngesund](#) | heizung, solar & bad: [wirgler haustechnik](#)
|
[Buatelier Schmelz](#): auch SB-Häuser | [sol5-Planungsgruppe](#) | [Jilg Parkett](#) |
| wasserenergetisierung & reinigung: [lws wassertechnik](#) | naturfarben: [biomilan](#) |
| ökozentrum: [move in!](#) | baubiologische planung: [holler](#) | [öko-bau](#) qualitäts-
verbund |

www-Links zum lehm- & organischen bauen:

lehm- & organisch bauen englisch: [cob cottage company](#)	[calearth](#)	[cobworks](#)
lehm- & organisch bauen deutsch: [claytec](#)	[prolehm](#)	[natur&lehm](#)
organisch bauen (englisch): [places of the soul](#)	[arcosanti](#)	[earthships](#)
[casa furna](#)	[ferrocement-gallery](#)	[flyingconcrete](#)
(wenn das noch aus lehm und stroh gebaut würde...)

weitere ökologische Linkverzeichnisse (deutsch):

| [oekoforum](#) | [ecodesign-beispielsammlung](#) |
| [ökoweb](#) | [logisch.at](#) | [bioclub](#) |

8. Fragebögen

Anschließend sind die Fragebögen, die von den Mitarbeitern der Hilfsorganisationen ausgefüllt wurden bzw. durch ein Telefongespräch beantwortet worden sind, aufgelistet.

Fragebogen zum Einsatz von Strohballenbauten an Hilfsorganisationen und NGOs
(Non Governmental Organizations):

Name der Organisation: **Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ)**

Name des befragten Mitarbeiters: Hr. K. Mukerji

Ist ein grundsätzliches Interesse vorhanden? Ja Nein

Welche Einsatzgebiete werden von den Hilfsleistungen abgedeckt? weltweit

Wie wichtig ist die Wirtschaftlichkeit?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie wichtig ist die Nachhaltigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Welche Gebäudetypen werden erstellt?
(Individual- bzw. Versorgungsbauten) Individual- u. Versorgungsbauten

Welche alternative Technologien wurden bisher eingesetzt?
z.B. Sandwichbauweise Firma TEPE, Fertighäuser mit Stahlskelett, Container bei Zeitnot

Welche Kosten wurden hierfür veranschlagt? TEPE: 130 Euro / m²

Welche nicht genannten Kriterien sind relevant? Fensterbeschaffung

Überzeugt die Konstruktion des Strohballenhauses? Ja Nein

Wer entscheidet über die eingesetzte Technologie? Partner vor Ort nach Empfehlung

Wie wird die Akzeptanz der Betroffenen eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) niedrig

Welche Katastrophenfälle sind für den Einsatz besonders geeignet? Erdbeben

Welche Gründe könnten einen Einsatz erschweren oder verbieten?
Sturm, Überschwemmung, Fachkräfte, Gründung, Strohexistenz, Transport

Für welche Phase ist der Strohballenbau geeignet?
(Emergency; Rehabilitation, Restoration) Rehabitaton, Restoration

Wie wichtig ist die Standardisierung der Konstruktion?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie wichtig ist die Erstellungsgeschwindigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie hoch wird die Chance auf Realisierung eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) mittel bis niedrig

Anmerkungen:

größtes Problem Akzeptanz, da keine Vorbilder; sehr gut das Auskommen mit einem Trägerquerschnitt; Horizontalaussteifung prüfen; höheres Aufständern; Dachzwischenraum gegen Tierbefall sichern.

Fragebogen zum Einsatz von Strohballenbauten an Hilfsorganisationen und NGOs:
(Non Governmental Organizations):

Name der Organisation: **Care Deutschland**

Name des befragten Mitarbeiters: Fr. Edith Wallenmeier

Ist ein grundsätzliches Interesse vorhanden? Ja x Nein _

Welche Einsatzgebiete werden von den Hilfsleistungen abgedeckt? *weltweit*

Wie wichtig ist die Wirtschaftlichkeit?
(hoch; mittel; niedrig) *hoch*

Wie wichtig ist die Nachhaltigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) *hoch*

Welche Gebäudetypen werden erstellt?
(Individual- bzw. Versorgungsbauten) *Individual- u. Versorgungsbauten*

Welche alternative Technologien wurden bisher eingesetzt?
die Bautechnologie orientierte sich an den lokalen Gegebenheiten; Wiederaufbau bevorzugt

Welche Kosten wurden hierfür veranschlagt? *Pro Haus 1.500 – 8.000 Euro*

Welche nicht genannten Kriterien sind relevant? *Lokale Materialien vor Import*

Überzeugt die Konstruktion des Strohballenhauses? Ja x Nein _

Wer entscheidet über die eingesetzte Technologie? *Partner vor Ort nach Empfehlung*

Wie wird die Akzeptanz der Betroffenen eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) *altbewährtes bevorzugt; niedrig*

Welche Katastrophenfälle sind für den Einsatz besonders geeignet? *-*

Welche Gründe könnten einen Einsatz erschweren oder verbieten? *-*

Für welche Phase ist der Strohballenbau geeignet?
(Emergency; Rehabilitation, Restoration) *Rehabitation*

Wie wichtig ist die Standardisierung der Konstruktion?
(hoch; mittel; niedrig) *-*

Wie wichtig ist die Erstellungsgeschwindigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) *mittel*

Wie hoch wird die Chance auf Realisierung eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) *niedrig*

Anmerkungen:

die Akzeptanz der in vielen Regionen noch unbekanntes Bauweise wird als das größte Problem angesehen. Frau Wallenmeier stellt sich die Frage, ob es genügend Strohballen vor Ort gibt.

Fragebogen zum Einsatz von Strohballenbauten an Hilfsorganisationen und NGOs:
(Non Governmental Organizations):

Name der Organisation: **Deutsches Rotes Kreuz**

Name des befragten Mitarbeiters: Hr. Lings

Ist ein grundsätzliches Interesse vorhanden? Ja Nein

Welche Einsatzgebiete werden von den Hilfsleistungen abgedeckt? weltweit

Wie wichtig ist die Wirtschaftlichkeit?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie wichtig ist die Nachhaltigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Welche Gebäudetypen werden erstellt?
(Individual- bzw. Versorgungsbauten) hauptsächlich Versorgungsbauten

Welche alternative Technologien wurden bisher eingesetzt?
Lehmbauten für Individualbauten in Südamerika; Container-Hospital in der Türkei

Welche Kosten wurden hierfür veranschlagt? -

Welche nicht genannten Kriterien sind relevant? In Kriegsgebieten kann aufgrund der ungeklärten Machtverhältnisse eine Weisung von ausländischen Organisationen erfolgen und z.B. den Bau von Strohballenhäusern per eigene Entscheidung ermöglichen

Überzeugt die Konstruktion des Strohballenhauses? Ja Nein

Wer entscheidet über die eingesetzte Technologie? Partner vor Ort nach Empfehlung

Wie wird die Akzeptanz der Betroffenen eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) mittel; einzelfallabhängig

Welche Katastrophenfälle sind für den Einsatz besonders geeignet? -

Welche Gründe könnten einen Einsatz erschweren oder verbieten?
wenn Rahmenbedingungen zu wenig berücksichtigt werden

Für welche Phase ist der Strohballenbau geeignet?
(Emergency; Rehabilitation, Restoration) Rehabilitation, Restoration

Wie wichtig ist die Standardisierung der Konstruktion?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie wichtig ist die Erstellungsgeschwindigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie hoch wird die Chance auf Realisierung eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) mittel; fallbezogen

Anmerkungen:

die Einbindung der Betroffenen in den Bauprozess wird als äußerst wichtig eingestuft. Im Kosovo hat das DRK einen Bauhof für Selbst- abholer eingerichtet. Überschwemmungen und Erdbeben sind nach Erfahrung des DRK am häufigsten Ursache für Obdachlosigkeit

Fragebogen zum Einsatz von Strohballenbauten an Hilfsorganisationen und NGOs:
(Non Governmental Organizations):

Name der Organisation: **Caritas**

Name des befragten Mitarbeiters: Hr. Kirchner

Ist ein grundsätzliches Interesse vorhanden? Ja_ Nein x

Welche Einsatzgebiete werden von den Hilfsleistungen abgedeckt? weltweit

Wie wichtig ist die Wirtschaftlichkeit?
(hoch; mittel; niedrig) -

Wie wichtig ist die Nachhaltigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) -

Welche Gebäudetypen werden erstellt?
(Individual- bzw. Versorgungsbauten) Individual- u. Versorgungsbauten

Welche alternative Technologien wurden bisher eingesetzt?
Lehmbau und Beton- bzw. Mauerwerksbau mit Stahlarmierung

Welche Kosten wurden hierfür veranschlagt? 2.500 Euro für 42m²

Welche nicht genannten Kriterien sind relevant? Bauzeit ≤ 1 Monat; Erdbebensicherheit

Überzeugt die Konstruktion des Strohballenhauses? Ja x Nein _

Wer entscheidet über die eingesetzte Technologie? Partner vor Ort

Wie wird die Akzeptanz der Betroffenen eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) niedrig

Welche Katastrophenfälle sind für den Einsatz besonders geeignet? -

Welche Gründe könnten einen Einsatz erschweren oder verbieten? -

Für welche Phase ist der Strohballenbau geeignet?
(Emergency; Rehabilitation, Restoration) Rehabitaton

Wie wichtig ist die Standardisierung der Konstruktion?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie wichtig ist die Erstellungsgeschwindigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie hoch wird die Chance auf Realisierung eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) mittel bis niedrig

Anmerkungen:

größtes Problem Akzeptanz, da keine Vorbilder. Nach Erfahrung hat Bautechnologie des Strohballenbaus keine Akzeptanz in Mittelamerika, da alternative Bauweisen zum armierten Hohl-blocksteinbau sehr skeptisch gesehen werden. Sinnvoller Ansatz wird in Pilotprojekt in Region, die Lehm- u. Strohbau kennt gesehen, um Überzeugungsarbeit zu leisten. Einbeziehung der Betroffenen ist wichtig. Es wurden 5.000 Häuser in Nicaragua u. El Salvador mit einer deutschen Fachkraft und weiteren aus der Region erstellt. Zeit und Ressourcen sind sehr wichtige Kriterien!

Fragebogen zum Einsatz von Strohballenbauten an Hilfsorganisationen und NGOs:
(Non Governmental Organizations):

Name der Organisation: **SOS-Kinderdorf**

Name des befragten Mitarbeiters: Hr. Schubert

Ist ein grundsätzliches Interesse vorhanden?	Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Welche Einsatzgebiete werden von den Hilfsleistungen abgedeckt?	weltweit
Wie wichtig ist die Wirtschaftlichkeit? (hoch; mittel; niedrig)	hoch
Wie wichtig ist die Nachhaltigkeit? (hoch; mittel; niedrig)	mittel
Welche Gebäudetypen werden erstellt? (Individual- bzw. Versorgungsbauten)	Individual- u. Versorgungsbauten
Welche alternative Technologien wurden bisher eingesetzt?	ortsübliche Bautechnik
Welche Kosten wurden hierfür veranschlagt?	-
Welche nicht genannten Kriterien sind relevant?	-
Überzeugt die Konstruktion des Strohballenhauses?	Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Wer entscheidet über die eingesetzte Technologie?	Leitung vor Ort
Wie wird die Akzeptanz der Betroffenen eingeschätzt? (hoch; mittel; niedrig)	niedrig
Welche Katastrophenfälle sind für den Einsatz besonders geeignet?	-
Welche Gründe könnten einen Einsatz erschweren oder verbieten? <i>Orientierung an westlichem Luxus verhindert häufig nachhaltiges Bauen</i>	
Für welche Phase ist der Strohballenbau geeignet? (Emergency; Rehabilitation, Restoration)	Rehabitation, Restoration
Wie wichtig ist die Standardisierung der Konstruktion? (hoch; mittel; niedrig)	niedrig
Wie wichtig ist die Erstellungsgeschwindigkeit? (hoch; mittel; niedrig)	niedrig
Wie hoch wird die Chance auf Realisierung eingeschätzt? (hoch; mittel; niedrig)	niedrig

Anmerkungen:

SOS-Kinderdorf-Projekte sind meistens der Phase des Longterm Development zuzuordnen. Eine konservative Vereinspolitik schließt den Einsatz der Strohballentechnologie momentan aus. Es werden Probleme bei der Durchsetzung von Baugenehmigungen gesehen. Gerade in Afrika wird die Erfahrung gemacht, dass die Menschen nach den Zeichen des westlichen Luxus streben und die Sinnfälligkeit der Wahl der Bautechnik hinten ansteht.

Fragebogen zum Einsatz von Strohballenbauten an Hilfsorganisationen und NGOs:
(Non Governmental Organizations):

Name der Organisation: **Misereor**

Name des befragten Mitarbeiters: Hr. Mattisen

Ist ein grundsätzliches Interesse vorhanden? Ja Nein

Welche Einsatzgebiete werden von den Hilfsleistungen abgedeckt? weltweit

Wie wichtig ist die Wirtschaftlichkeit?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie wichtig ist die Nachhaltigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Welche Gebäudetypen werden erstellt?
(Individual- bzw. Versorgungsbauten) Individual- u. Versorgungsbauten

Welche alternative Technologien wurden bisher eingesetzt? Lehmbau

Welche Kosten wurden hierfür veranschlagt?

Welche nicht genannten Kriterien sind relevant? Fensterbeschaffung

Überzeugt die Konstruktion des Strohballenhauses? Ja Nein

Wer entscheidet über die eingesetzte Technologie? Partner vor Ort nach Empfehlung

Wie wird die Akzeptanz der Betroffenen eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) niedrig

Welche Katastrophenfälle sind für den Einsatz besonders geeignet? Erdbeben

Welche Gründe könnten einen Einsatz erschweren oder verbieten?
Sturm, Überschwemmung, Fachkräfte, Gründung, Strohexistenz, Transport

Für welche Phase ist der Strohballenbau geeignet?
(Emergency; Rehabilitation, Restoration) Rehabilitation, Restoration

Wie wichtig ist die Standardisierung der Konstruktion?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie wichtig ist die Erstellungsgeschwindigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie hoch wird die Chance auf Realisierung eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) mittel bis niedrig

Anmerkungen:

größtes Problem Akzeptanz, da keine Vorbilder; sehr gut das Auskommen mit einem Trägerquerschnitt; Horizontalaussteifung prüfen; höheres Aufständern; Dachzwischenraum gegen Tierbefall sichern

Fragebogen zum Einsatz von Strohballenbauten an Hilfsorganisationen und NGOs:
(Non Governmental Organizations):

Name der Organisation: **Misereor**

Name des befragten Mitarbeiters:

Ist ein grundsätzliches Interesse vorhanden? Ja Nein

Welche Einsatzgebiete werden von den Hilfsleistungen abgedeckt? Weltweit

Wie wichtig ist die Wirtschaftlichkeit?
(hoch; mittel; niedrig) hoch

Wie wichtig ist die Nachhaltigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) sehr hoch

Welche Gebäudetypen werden erstellt?
(Individual- bzw. Versorgungsbauten) Individual- u. Versorgungsbauten

Welche alternative Technologien wurden bisher eingesetzt?
Lehmbau und Bambusbau (in Brasilien mitwenig Akzeptanz)

Welche Kosten wurden hierfür veranschlagt? *100-150 EUR, bei Sonderbauten bis 500 EUR/m²*

Welche nicht genannten Kriterien sind relevant? *Ressourcen, Klima, Wirtschaft, Tradition, Mentalität*

Überzeugt die Konstruktion des Strohballenhauses? Ja Nein

Wer entscheidet über die eingesetzte Technologie? Partner vor Ort

Wie wird die Akzeptanz der Betroffenen eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) niedrig

Welche Katastrophenfälle sind für den Einsatz besonders geeignet? *Erdbeben, da der Aspekt der geringen Verletzungsgefahr verstärkt beachtet wird; eventuell Schusssicherheit, Fluchtmöglichkeit in Kriegsgebieten*

Welche Gründe könnten einen Einsatz erschweren oder verbieten? *Akzeptanz; Strohvorkommen; Klima*

Für welche Phase ist der Strohballenbau geeignet?
(Emergency; Rehabilitation, Restauration) Rehabilitation

Wie wichtig ist die Standardisierung der Konstruktion?
(hoch; mittel; niedrig) niedrig

Wie wichtig ist die Erstellungsgeschwindigkeit?
(hoch; mittel; niedrig) mittel bis niedrig

Wie hoch wird die Chance auf Realisierung eingeschätzt?
(hoch; mittel; niedrig) mittel

Anmerkungen:

Der Anreiz, mit einem Bausystem Geld zu verdienen, steigert das Interesse vor Ort und sollte bei jedem Projekt eine hohe Priorität erhalten. Wichtig ist, Multiplikatoren durch Pilotprojekt, Netzwerke, Prestigebauten vor Ort, Handwerkerschulen, etc. zu bilden. Unterhaltsarbeiten werden in Afrika selten vorgenommen!