



## **Passivhäuser mit natürlichen Materialien**

Plus/zero energy passive house from natural materials:

healthy, ecological, energy-efficient, passive, self-sustainable, low-budget architecture

### **Abschlußbericht**

#### **DBU Praktikum**

Praktikant: Veselin Veselinov, Bulgarien, [www.vnv.bg](http://www.vnv.bg)

Aktenzeichen: 30015/538

Zeitraum: 01.08.2015 – 31.05.2016

Betreuende Firma: Rentzsch Architekten, Dresden, [www.rentzsch-architekten.de](http://www.rentzsch-architekten.de)

Betreuer : Dipl.-Ing. Günther Rentzsch

## Inhaltsverzeichnis

Titelblatt.....	1
Inhaltsverzeichnis.....	2
I. Zusammenfassung.....	3
II. Ausführliche Darstellung	
1. Zielsetzung und Einleitung.....	5
2. Arbeitsmethoden und –techniken .....	5
3. Ergebnisse.....	8
3.1. Tabelle No1.....	8
3.2. Spreewald Sportpark Lübbenau.....	11
3.3. PassivHaus-Standard.....	13
3.4. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen (Zusammenfassung).....	14
3.5. Strohbau (Zusammenfassung) .....	15
3.6. Lehmbau (Zusammenfassung).....	17
3.7. Sportgebäude Wülknitz, Wettbewerb.....	20
4. Diskussion.....	21
5. Ausblick.....	21
5.1. Erreichte Ziele.....	21
5.2. Nicht erreichte Ziele.....	22
6. Veröffentlichungen.....	22
7. Literaturangaben.....	22
8. Unterlagen.....	23

## I. Zusammenfassung

„**Nachhaltiges**“ **Leben** ist ein wichtiger Schlüssel, um die physischen und metaphysischen Bedürfnisse der Gegenwart zu befriedigen, ohne ein Risiko auf die Fähigkeit der künftigen Generationen einzugehen, um ihre eigenen Bedürfnisse erfüllen zu können.

Der Ruf nach Erfolgen aller ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Anforderungen, die als die s.g. „**nachhaltige Entwicklung**“ zusammengefasst sind, führte auf einer globalen Ebene zu Maßnahmen wie die Unterzeichnung des **Kyoto-Protokolls** und der **EU-Richtlinie 20/20/20**, die alle EU-Mitglieder bis zum Jahr 2020 verpflichtet, den Energieverbrauch und die CO<sub>2</sub>-Emissionen mit 20% zu reduzieren, sowie parallel auch die Energieproduktion aus erneuerbaren Quellen mit 20% zu erhöhen.

Im Bereich der Architektur entfällt auf die Gebäude fast 40% des gesamten Endenergieverbrauchs, wobei durch die Verwendung von Energieeffizienzmaßnahmen und energiesparenden Technologien ist es möglich, den Energiebedarf zum Heizen und Kühlen eines Gebäudes **bis zu 90% zu reduzieren**. Aus diesem Grund ist die EU-Energieeffizienz-Richtlinie im Dezember 2012 in Kraft getreten und deswegen müssen nach Dezember 2020 alle neuen Bauwerke in den EU-Ländern als Niedrigstenergiegebäude errichtet werden.

Die neuen Anforderungen führen zum Gebrauch von dem in 1990 entwickelten von Dr. Wolfgang Feist **Passivhaus-Standard** – eine **energieeffiziente, komfortable, wirtschaftliche und umweltfreundliche Lösung**, die zu einem möglichst kleinen Energieverbrauch zum Heizen und Kühlen von 15 kWh/m<sup>2</sup>a dient (umgf. 125 kWh monatlich oder als Preis von 30 EUR/Monat für eine 100 m<sup>2</sup> Wohnung). Beim Folgen des Konzepts besteht das Haus aus einer kompakten Form mit gut gedämmter luftdichten Hülle ohne Wärmebrücken, gedämmten Fenster mit einer 3-fach Verglasung, die die passiven Wärmegewinne aus der Sonne im Winter ermöglichen, Sonnetzschutz benutzbar während des Sommers, moderne Lüftungs- und Heizungssysteme.

Ein „**Plus-, Nullenergiegebäude**“ gründet sich auf die Idee eines Passivhauses mit zusätzlichen lokalen erneuerbaren Energiequellen, die zu einer Energieproduktion höher als (oder genau so groß wie) den Verbrauch dienen.

Um die „**nachhaltige**“ bzw „**selbstständige**“ **Architektur** definieren zu können, soll man in Betracht alle Aspekte der Nachhaltigkeit im Zusammenhang mit Bauwesen, -materialien und -techniken nehmen:

- Ökologie:
  - Baubiologie und optimales Raumklima: Luftqualität, Feuchtigkeits- und Temperaturkontrolle, Wärmespeichern, diffusionsoffene aber trotzdem luftdichte Aufbauten, elektromagnetischer Wellenschutz, Brandschutz, reduzierte Ausdünstung von giftigen Stoffen, Erdbebensicherheit, Schallschutz;

- Wärmeschutzfähigkeiten und Wärmespeichern: Wärmedämmung, thermische Masse;
- Umweltfreundlichkeit: Lebenszyklus und Möglichkeit zum Recyclen, natürliches Vorkommen, Produktion mit wenigstem Energieverbrauch, ökologische Auswirkung.
- **Sociales:**
  - Auswirkung auf die Gesundheit: gesunde und „atmende“ Materialien mit positiver Wirkung auf die menschliche Gesundheit und Lebensqualität;
  - Selbstbau geschehend in einer Gemeinde als Spiel voll mit Liebe, bei dem man zwischenmenschliche Beziehungen und Sozialkompetenzen entwickeln kann;
  - Möglichkeit für Weiterbildung von Baukenntnis und Handwerksfähigkeiten;
  - Lokale Arbeitskräfte.
- **Ökonomie (Wirtschaft):**
  - Baukostenberechnung und –schätzung;
  - Wahl von preisgünstigen Materialien aus lokalen Quellen und kosteffizienten Bautechniken und -methoden;
  - Planung und Bauleitung in einer preiswerten Art und Weise;
  - Selbstbau als eine mögliche Variante für Kostenoptimierung.

**Das Thema „Passivhäuser mit natürlichen Materialien“** umfasst zwei wichtige Bereiche der Nachhaltigkeit: als Erster die Planung und das Bauen von Passivhäusern und als Zweites den Gebrauch von ökologischen, preisgünstigen, gesunden und natürlichen Materialien (Holz, Lehm, Stroh, Zellulose, Stein, Hanf, Fachs, Holzfaser, Holzwohle, Schilfrohr, Schafwolle usw). Das Stipendium würde bei Rentzsch Architekten durchgeführt - dresdnisches Büro für umweltgerechtes Bauen, als Teil von der Architektengemeinschaft Reiter-Rentzsch, die vor 15 Jahren das erste ökologische Mehrfamilien Passivhaus in Sachsen teilweise mit Hilfe der Bauherrengemeinschaft geplant und gebaut hat.

Das Hauptthema während des Praktikums bei Rentzsch Architekten für mich als zertifizierter Passivhausplaner würde die Planung (Vor- und Entwurfsplanungsphasen) des **Spreewald Sportparks Lübbenau** sein. Das Vereinsgebäude (ca. 2000 m<sup>2</sup>) würde im Passivhaus-Standard mit natürlichen Materialien errichtet. Der Bericht enthält eine kurze Zusammenfassung zum Vergleich zwischen natürlichen Materialien. Ein wichtiger Teil des Stipendiums würde der Gewinn **eines 2<sup>en</sup> Preises** bei der Teilnahme an dem Wettbewerb für ein nachhaltiges Sportgebäude in der Gemeinde Wülknitz. Zum Stipendiumszweck würde parallel an den folgenden theoretischen und praktischen Tätigkeiten teilgenommen: aktuelle Planung- und Bauunternehmen des Architekturbüros, fachliche Seminare, Besuch von Baustellen und fertiggestellten Bauvorhaben, sowie würden zahlreiche Projekte untersucht, die zur Forschung des Themas passen: vergangene Büroprojekte, gesammelte Information von fachgerechter Literatur, Internet usw.

## II. Ausführliche Darstellung

### 1) Zielsetzung (Einleitung und Zielsetzung)

Innerhalb des Stipendiums waren die folgenden Ziele gesetzt:

- a. Erhalten von praktischen Kenntnissen in der **Planung** aller Phasen (von Vorplanung durch Entwurfs- und Genehmigungs- bis zur Ausführungs- und Werkplanung) im Bereich von **Passiv-, Plusenergie-, Nullenergie-, Niedrigenergiehäuser** auf der Grundlage theoretischer Kompetenz als zertifizierter Passivhausplaner durch Teilnahme am verschiedenen Projekten;
- b. Weiterbildung von beruflichen theoretischen und praktischen Kenntnissen zum Thema „**Planung und Bauen mit natürlichen Materialien**“ (Holz, Lehm, Stroh, Zellulose, Stein, Hanf, Fachs, Holzfaser, Glas usw);
- c. Sammlung von **praktischen Erfahrungen** während der verschiedenen **Bauphasen** und Bauvorbereitung: Kostenberechnung und –schätzung, Bauleitung: Beratung, Wahl und von Materialien, korrekte und qualitative Leistung von Aufbauten, Details der Wärmehülle, Kontrol der Arbeiten und Treffen von wichtigen Entscheidungen;
- d. **Kontakte knüpfen** im Stipendiumbereich, um weitere Projektmöglichkeiten in der Zukunft zu entwickeln, wie z.B. Parter für das Projekt „NaturTektur“ / „Natur Bewußtsein“ in Bulgarien zu finden, das die Ziele Kinder und Erwachsene im Bereich von Umweltschutz, nachhaltige Architektur und Naturwissen weiterzubilden hat, wozu auch interkulturelle Projektteilnehmer einzuladen;
- e. **Fachliteratur** und Informationsquellen zu sammeln und forschen.

### 2) Arbeitsmethoden und –techniken

Während des Praktikums werden die folgenden Arbeitsmethoden und –techniken verwendet (unten in der Tabelle No1 detailliert beschrieben):

1. Festanstellung im Architekturbüro “Rentsch Architekten” (160 Stunden pro Monat), wo die folgenden Arbeitstechniken benutzt waren:
  - Software Programme im Bereich von Architektur- und Energie-effizienz Planung (Graphisoft ArchiCAD Planung Program, Artlantis 3D v6, PHPP – Passivhaus Planung Packet, Ziegel EnEV 8.1 zur Berechnung nach Energieeinsparverordnung EnEV 2016 und KFW Förderung. Excel für U-Werte Berechnung, Kostenschätzung, ASBwin 5.0 für Ausschreibung und Kostenberechnung);
  - Modelbau (Spreewald Sportparks Lübbenau und WB Sportpark Wülknitz).

und am folgenden Projekten gearbeitet würde:

- 1.1. Spreewald Sportpark, Lübbenau: Neubau von einem 2000 q.m. Vereinsgebäude im Passivhaus-Standard mit natürlichen Materialien;
  - 1.2. KITA „Wichtel“, Lübbenau: Passivhaus Um- und Erweiterungsbau;
  - 1.3. Waldschänke Hellerau, Dresden: Altbau Renovierung;
  - 1.4. EFH „Mut zur Lücke“, Dresden: Neubau (EFH = Einfamilienhaus);
  - 1.5. EFH Krause-Uhlig, Pirna: Neubau;
  - 1.6. EFH Lenart, Glaubitz: Neubau;
  - 1.7. EFH Grünberg, Dresden: Neubau;
  - 1.8. EFH König, Dresden: Um- und Erweiterungsbau;
  - 1.9. KITA Großbeeren: Neubau;
  - 1.10. EFH Grossmann: Neubau;
  - 1.11. Sportgebäude, Wülknitz: Wettbewerb, 2<sup>er</sup> Preis und mögliche Vergabe vom Projekt zum Planen und Bauen;
  - 1.12. eigene Unternehmen im Zusammenhang mit Praktikumsbüro:
    - 1.12. EFH aus Strohballen in Brandenburg: Neubau;
    - 1.13. „NaturTektur“ / „Natur Bewußtsein“: Kontakte Knüpfen.
2. Architekturreisen und Besuch von Projekten (gebaut oder im Prozess vom Bauen):
- vorhandene Büroprojekte im Laufe der Bauphase:
    - 1.2. KITA „Wichtel“, Lübbenau;
    - 1.3. Waldschänke Hellerau, Dresden;
    - 1.4. EFH „Mut zur Lücke“ in Hellerau, Dresden;
    - 1.5. EFH Krause-Uhlig, Pirna;
    - 1.6. EFH Lenart, Glaubitz;
    - 1.9. KITA Großbeeren.
  - vorhergehende schon gebauten Büroprojekte:
    - 2.1. MFH (Mehrfamilienhaus) „Nestwerk“, Pillnitz;
    - 2.2. KITA „St. Florian“, Döbeln;
    - 2.3. KITA „Zauberhaus“, Delitzsch.

- Projekte außer dem Büro:
  - 2.4. „Erdschiff“ Konzept, Leipzig;
  - 2.5. Energetische Sanierung „Sonnenhof“ und „Lindenhof“, Dresden;
  - 2.6. Kapelle der Versöhnung, Berlin;
  - 2.7. Ökodorf „Sieben Linden“, Beetzendorf OT Poppau;
  - 2.8. „Die Grüne Zitadelle“ von Friedensreich Hundertwasser, Magdeburg;
  - 2.9. Katholische Propstei „St. Trinitatis“, Leipzig.

### 3. Teilnahme an fachlichen Seminaren:

- 3.1. Internationale Passivhaus Tage, November 2015, Dresden;
- 3.2. Lehmbaustammtisch Dresden, November 2015;
- 3.3. „Fachgerechtes Bauen mit Stroh“ im Ökodorf „Sieben Linden“, Dezember 2015;
- 3.4. „Selber bauen – Stroh und Lehm in Eigenleistung“ im Ökodorf „Sieben Linden“, März 2016;
- 3.5. HAUS 2016 - Baumesse Dresden, Februar 2016;
- 3.6. Lehmbaustammtisch Dresden – Vortrag zum Thema „NaturTektur“ halten, April 2016.

### 4. Fachliteratur:

- i. „Neue Lehm-Häuser international“, zur Nieden/Ziegert, Bauwerk, 2002;
- ii. „Wir bauen uns ein Passiv-Haus“, Martina Feirer/Alexandra Frankel, 2014;
- iii. „Klimawechsel – von der Fossilen zur Solaren Kultur“, Amery/Scheer;
- iv. „Die neuen Energiesparhäuser“, Cornelius Brand, Callwey;
- v. „Anforderung an Lehmputze“, Dachverband Lehm e.V., 2007;
- vi. „Vor- und Nachteile von Lehm“, „Verarbeitungshinweise: Stampflehm“, Lehmbauschule Verden, Dipl.-Ing. Dittmar Hecken, Juni 2012
- vii. DBZ (Deutsche BauZeitschrift): 06/2003; 06/2014; 06/2014; 09/2014; 04/2015; 09/2015 (zum Themen: Passivhaus und natürliche Materialien);
- viii. Strohgedämmte Gebäude, Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V.;
- ix. Geballte Natur, geballtes Wissen, geballte Verantwortung, FASBA;

- x. Lehmbau Regeln, Begriffe-Baustoffe-Bauteile, Dachverband Lehm e.V.;
- xi. Handbuch Strohballenbau, Gernot Minke u. Benjamin Krick, Ökobuch;
- xii. Handbuch Lehmbau, Gernot Minke, Ökobuch;
- xiii. Neues Bauen mit Stroh in Europa, Herbert & Astrid Gruber, Ökobuch;
- xiv. Lehmbau-Praxis, Ulrich Röhlen u. Christof Ziegert, Beuth;
- xv. Internet Quellen<sup>1</sup>

### 3) Ergebnisse

#### 1. Büroprojekte

No	Projekt Name	Projekt Thema & Kurzfassung	Projekt Aufgaben und Ergebnisse
1.1.	Spreewald Sportpark, Lübbenau	2000 q.m. Vereinsgebäude im Passivhaus-Standard mit natürlichen Materialien (Holz, Stampflehm als Klimawand für Wärme- und Feuchtigkeitskontrolle, Pflanzbeete, Gründächer, Glas usw).	Vorplanungsphase: Lageplan, Grundrisse, Schnitte, Ansichten, 3Ds, Aufbauten, Baubeschreibung, U-Werte Liste, Hüllflächenberechnung, Raumprogramm, PHPP Berechnungen (Passivhaus Planung Packet), Kostenberechnung und –schätzung, Modellbau, Stadtrat Treffen und Präsentation (unten detailliert beschrieben).
1.2.	KITA „Wichtel“, Lübbenau	Umbau von einem alten Kindergarden in der Stadt Lübbenau mit Erweiterungsbau im Passivhaus-Standard.	Werkplanungsphase: 3D Darstellung, Vordach Entwurf, Türlisten, Details, PHPP Berechnungen und PassivHaus-Standard erfolgreich erreichen. Besuch der Baustelle, Bauanfang: April 2016
1.3.	Waldschänke Hellaerau	Renovierung von einem alten Gebäude zum Gemeindezentrum mit natürlichen Materialien (Stein, Holz, Glas usw).	Ausführungsplanung: Grundrisse, Details für den Rundpavillonumbau bei dem denkmalgeschützten Objekt.
1.4.	EFH “Mut zur Lücke”	Einfamilienhausbau in Hellaerau, Dresden mit Benutz von natürlichen Materialien (Holz, Zellulose, Hanf, Schaumglas, Glas) und Verwendung von erneuerbarer Energie	Ausführungsplanung: Ansichten, Details Bauphase: Besuch der Baustelle, um Information zum Thema: „Natürliche Materialien“ und erneuerbare Energie durch Photovoltaik und Erdwärmepumpe (Wasser-Wasser) zu sammeln.
1.5.	EFH Krause-Uhlig	Einfamilienhausbau in Pirna mit Benutz von natürlichen Materialien (Holz, Zellulose, Holzfaser, Gründach), Komfortlüftungs- und Solaranlage	Werkplanung: Bäder Planung, Details Bauphase: Besuch der Baustelle, um Information zum Praktikum Thema sammeln: „Natürliche Materialien“ und Verwendung von erneuerbarer Energie durch Komfortlüftung und Solaranlage.
1.6.	EFH Lenart	Einfamilienhausbau in Glaubitz	Ausführungsplanung: Carport Planung, Details Bauphase: Besuch der Baustelle
1.7.	EFH Grünberg	Einfamilienhausbau in Hellaerau	Genehmigungs- und Werkplanung: Grundrisse,

		als KFW 55 mit Verwendung von erneuerbarer Energie	Schnitte, Ansichten, Aufbauten, Details, EnEV Berechnungen, Wärmepumpe (W-W).
1.8.	EFH König	Um- und Erweiterungsbau von einem EFH als KFW 75 in Hellerau, Dresden (Holz, Zellulose, Holzfaser, Gründach)	Vorplanungs-, Genehmigungs- und Entwurfsplanungsphase: Architektur Varianten nach Wunsch der Bauherren, Lageplan, Grundrisse, Schnitte, Ansichten, 3D Darstellung, Aufbauten, Details, EnEV Berechnungen, Kostenschätzung und -berechnung, Flächenermittlung, U-Wert Berechnung.
1.9.	KITA Großbeeren	Neubau von einem Hortgebäude und Mensa in Gemeinde Großbeeren (Niedrigenergie Gebäude, fast PH-Standard)	Werkplanung: Grundrisse, Schnitte, Ansichten, Dachkuppel aus Glas, Besuch der Baustelle, Bauanfang: Mai 2016)
1.10.	EFH Grossmann	Einfamilienhausbau in Moritzburg als energieeffizienter Bau (Solar design, Holz, Zellulose, Gründach)	Vorplanungsphase: Lageplan, Grundrisse, Schnitt, Ansichten, 3D Darstellung.
1.11.	Sportgebäude Wülknitz, WB 2 <sup>er</sup> Preis	650 q.m. Sport- und Vereinsgebäude als einer energieeffizienter und ökologischer Bau (Holz, Zellulose, Stampflehm, Gründächer, Glas usw).	Wettbewerb: Architektur Idee, Konzept für Stadtplanung und Nachhaltigkeit, Lageplan, Grundrisse, Schnitte, Ansichten, Axonometrien und Schemen, Modelbau, Baubeschreibung.  Gewinnen den <b>2<sup>en</sup> Preis<sup>2</sup></b> im Wettbewerb mit 14 Projekte und mögliche Vergabe vom Projekt zum Planen und Bauen
1.12.	“NaturTektur” <sup>3</sup>	Innovative modellhafte freiwillige Initiative für Kinderweiterbildung im Bereich von nachhaltiger Architektur und Natur Bewusstsein.	Kontakte Knüpfen in Deutschland: Fr. Claudia Domel (DBU-Sonderbeauftragte für Mittel- und Osteuropa im Bezug zur internationalen Fördertätigkeit mit Fokus auf innovativen modellhaften Umweltprojekten); FASBA <sup>1</sup> : Dirk Scharmer <sup>13</sup> u. Dirk Großmann <sup>14</sup> ; Rentzsch <sup>6</sup> und Reiter <sup>4</sup> Architekten; RMP Architekten <sup>21</sup> : PH Architektur; Rongen Arch <sup>22</sup> : PH Architektur; Evrintegra GmbH <sup>23</sup> : Baufirma aus Berlin; Lehmbaustammtisch, Dresden <sup>12</sup> .
<b>2. Architekturreisen und Besuch von Projekten</b>			
2.1.	MFH „Nestwerk“, Pillnitz <sup>4</sup>	Der erste MFH im Passivhaus-Standard in Sachsen, wo auch natürliche Materialien wie Holz, Zellulose, Holzfaser benutzt werden. Beim Errichten von den Interiorwände würde auch Lehm als Selbstbau mit Hilfe der Bauherren benutzt.	
2.2.	KITA „St. Florian“, Döbeln <sup>5</sup>	Passivhaus Kindergarten errichtet im Kirchenhof im Zusammenhang mit der architektonischen Gestaltung des historischen Kontexts als ökologisches Gebäude mit Lehmsteinwände, Lehmputze, Gründächer, Interior Pflanzbeete, Schilfmatte.	
2.3.	KITA	Passivhaus Kindergarten gebaut in einem modernen Stil und folgen das Prinzip der	

	„Zauberhaus“, Delitzsch <sup>6</sup>	Solar Architektur, energie-effizienzen und ökologischen Bauten (Gründächer, Interior Pflanzbeete, Naturlicht usw).
2.4.	„Erdschiff“ Konzept, Leipzig <sup>7</sup>	Bau von einem Gemeindezentrum aus natürlichen Materialien – Lehm, Holz, recycle Autoreifen, der durch Selbstbau von freiwilligen Menschen und Freunden erfolgt würde.
2.5.	Sanierung „Sonnenhof“ und „Lindenhof“, Klotzsche, Dresden <sup>8</sup>	Energie-effiziente Sanierung von Betonpanel Mehrfamilien Wohnblöcke in Dresden, die in der Zeit des ehemaligen DDRs errichtet wurden. Die Renovierung folgt die Prinzipie des Energie-effizienten Bauens: Dämmung, Sonnenschutz, Vermeidung von Wärmebrücken, Komfortlüftung und auch die Idee der Naturschutz von Lebensräume der Tiere – Wohnkasten sind für die Fledermäuse gebaut, die im Bereich als geschützte Tiere bezeichnet waren.
2.6.	Kappelle der Versöhnung, Berlin <sup>9</sup>	Die Kapelle ist das erste große öffentliche Neubauprojekt in Stampflehm Bauweise seit über 150 Jahren in Deutschland und ein des besten modernen Beispiele für Lehm Bau. Die Kapelle ersetzt die alte Kirche, die an der Grenze zwischen Ost und West Berlin stattfand und in den späteren Jahren des Sozialismus zerstört war. Der Neubau besteht aus zwei ellipsoiden Körpern, wobei der äußere aus Holz errichtet war und das Herz der Kapelle komplett als Lehm Bau entstand.
2.7.	Ökodorf „Sieben Linden“, Beetzendorf OT Poppau <sup>10</sup>	Das Ökodorf „Sieben Linden“ ist ein zukunftsweisendes Gemeinschaftsprojekt. Mit zur Zeit 140 Bewohner/innen würde seit 1997 nachhaltige Lebensstile in den Bereichen Ökologie, Soziales, Kultur und Ökonomie verwirklicht. Im Dorf würden zahlreiche Passiv und Niedrigenergie Mehrfamilien “Sonnenhäuser“ mit natürlichen Materialien (Stroh, Lehm, Holz) gebaut. Das Dorf besteht aus Gemeindezentren mit Seminar- und Spielräume, Bibliothek, Küche und Essbereich, Arbeitsatelier; Mehrfamilienhäuser; Kindergarten; Bungalows; Gärten; Erneuerbare Energieanlagen (Solar & PV); Schilffwasserkläranlage; Kompostierungsanlage usw.
2.8.	„Die Grüne Zitadelle“, Magdeburg	Die Grüne Zitadelle ist ein von Friedensreich Hundertwasser entworfenes Gebäude in Magdeburg. Fertiggestellt wurde es im Jahr 2005. Die Grüne Zitadelle umschließt zwei Innenhöfe, im größeren gibt es einen Springbrunnen. Der Name des Hauses hat seine Grundlage im grasbewachsenen Dach. Zudem befindet sich eine große Anzahl Bäume auf, im und am Gebäude. Einige wurden auf dem Dach gepflanzt. Durch das Wachsen der Bäume und das Verblässen der Außenfarbe soll es sich verändern und das <i>Gefühl des Alterns</i> eines Bauwerks vermitteln (de.wikipedia.org).
2.9.	Katolische Propstei “St. Trinitatis“, Leipzig	Nachhaltigkeit spielt beim Neubau der Propsteikirche Leipzig eine wichtige Rolle und im 2012 wurde ein DBU-Förderbescheid übergeben. Beispiele für ökologische Elemente sind: Speicherung und Nutzung des Brauchwassers; 700 m <sup>2</sup> Photovoltaikfläche am Kirchturm; Beheizung und Kühlung des Bauwerkes durch Geothermie; Optimierung der Gebäudedämmung; Beauftragung regionaler Unternehmen usw.
<b>3. Fachliche Seminare</b>		
3.1.	Internationale Passivhaus Tage, 2015 <sup>11</sup>	Besuch der Baustelle von einem Ersatzneubau der ehemaligen Scheune als MFH (Mehrfamilienhaus) mit insgesamt 15 Wohneinheiten in einem neu gestalteten, denkmalgeschützten Vierseithof in Dresden-Altomsewitz, wo der Neubau im Passivhaus-Standard errichtet würde. Beim Umbau würden auch Lehmsteine im einer Fachwerk Holzkonstruktion benutzt.

3.2.	Lehmbau- stammtisch <sup>12</sup>	Diskussion einer Sanierung mit Hilfe der Lehmtechniken. Durchgeführt von Michael Weser.
3.3.	„Fachgerechtes Bauen mit Stroh“ <sup>13</sup>	Der Wochenendeseminar im Ökodorf “Sieben Linden” würde von Dirk Scharmer geführt: Architekt, Baubiologe, Passivhausplaner, Koordinator für Nachhaltiges Bauen, Mitglied der FASBA (Fachverband Strohhallenbau Deutschland e.V.), der in dem Ökodorf in den letzten 15 Jahren zahlreiche strohgedämmte, lehmverputzte, sonnen- und holzbeheizte besonders umweltfreundliche Wohnhäuser geplant und begleitet hat. Der Seminar hat alle theoretischen Themen im Bereich von Strohbau in 24 Lehrstunden kurz umgefasst, sowie auch praktische Diskussion an einer Baustelle und bei mehreren gebauten Strohhäuser und am Ende haben alle Teilnehmer ein Zertifikat bekommen, sowie auch fachliche Filme und Broschüre.
3.4.	„Selber bauen: Stroh und Lehmbau in Eigen- leistung“ <sup>14</sup>	Der Seminar widmet sich neben einer Einführung und den Grundlagen der Strohbauweise den Möglichkeiten von Eigenleistungen im Stroh- und Lehmbau am eigenen Bauprojekt. Der Schwerpunkt dieses Seminars liegt auf Machbarkeit, Organisation und Ausführung von Stroh- und Lehmbau in Eigenleistung und würde von Dipl.-Ing. Dirk Großmann geführt: selbstständiger Handwerker und Geschäftsführer von BauStroh GmbH <sup>15</sup> , der an mehreren Strohbauprojekte teilgenommen hat.
3.5.	HAUS 2016	Die Baumesse HAUS <sup>16</sup> ist die größte Messe in Dresden und spricht jeden an, der zu Beginn der Bausaison aktiv werden möchte. Die Messe richtet sich an Bauunternehmen, Handwerker, private und gewerbliche sowie öffentliche Bauherren und -interessierte, Architekten, Planer, Ingenieure und sonstige Dienstleister aus den Bereichen Bauen, Sanieren, Modernisieren.
3.6.	Lehmbau- stammtisch, April 2016	Vortrag zum Thema „NaturTektur“ und „Natur BewusstSein“ in Bulgarien und Deutschland im Vorne von mehr als 20 Teilnehmer an dem Lehmbaustammtisch halten, Dresden, April 2016.

Tabelle No1

### **Detaillierte Beschreibung der Ergebnisse: 1.1. Spreewald Sportpark Lübbenau**

„Der Natur wieder ein Stück zurückzugeben“ soll das Motto des Projekts sein.

Entworfen wird das Stadium in der Stadt Lübbenau und das Thema ist die Schaffung eines Sportparks, einschließlich: Vereingebäude, Kegelbahngebäude mit Tribüne, Sportbar, Lautsprecher Turm, Lager und viele äußeren Sportfunktionen.

Die architektonische Komposition besteht aus einem Schwerpunkt – dreigeschossiger Ellipsoid und eingeschossigem linearen Volumen parallel zum Stadion, der die Kegelbahn, die zusätzlichen Nutzräume und den Sportlager enthält. Das Flachdach der Kegelbahn wird als Stadiumterrasse benutzt, wo sich ein Sportbar, Lautsprecher Turm und eine Zuschauertribüne befinden.

Der Hauptgang liegt am Osten, in der Richtung vom Hauptbewegungsweg, unter der Auskragung der oberen Geschosse, wo man eine Zeit am gedachten und im Sommer geschatteten Ort genießen kann. Der Windfang führt zur Haupt-Foyer des Gebäudes: der Mehrzweckraum, der in einem freien ovalen Form geplant ist. Die Bewegungslinie führt weiter in die Richtung der Kegelbahn. Im Herz des Vereinsgebäudes steht der Podest für öffentliche Veranstaltungen, worüber ein runder Luftraum durch die anderen zwei Geschosse läuft.

Wenn man auf der Treppe um den Kreis hinaufgeht, wird der 1. OG erreicht. Der Aufzug ermöglicht die vertikale Kommunikation und Bewegung für Behinderte Menschen. Im Zentrum der Galerie neben der Sitz- und Spielplätze, von denen man einen Einblick zum Mehrzweckraum genießen kann, steht der Spreewald Pokal, im Vorne von einer Klimawand aus Lehm. Die Stempflehmwand gilt für Feuchtigkeits- und Wärmekontrolle. Gegenüber der Klimawand steht eine gebäudehöhe Grünwand, die auch die optimale Raumfeuchtigkeit versorgt. Am Geschoss befinden sich auch Umkleidekabinen, Duschen- & WC Bereiche. Am 2. OG werden die folgenden Räumen geplant: Sportgaststätte mit Küche, Lager, WC Bereich, Büroräume, Clubräume, Kraftraum und Loggia, die einen Einblick nach Osten gibt.

Im Vorne der Kegelbahn befindet sich die Zuschauerzone, den Bar und die Serviceräume.

**Außenwände und Fassade:** Die Außenwände als ein Teil der thermischen Hülle bestehen sich am EG des Vereinsgebäudes aus tragenden sichtbaren lasierten Stahlbetonwänden mit XPS Kerndämmung und am 1. und 2. OG aus nichttragenden Holzständerwandelementen mit Zellulose Dämmung mit einer hinterlüfteten Fassade, die mit Lärchenholzschildeln bekleidet ist.

**Decken:** Die Decken im Vereinsgebäude werden als tragende vorgefertigten Bauteile aus Holz ausgeführt. Die innere Holzflächen bleiben sichtbar. Die Decke über den Kegelbahn wird aus Stahlbeton gebaut.

**Dachkonstruktion:** Das Dach besteht aus: tragenden Bauteilen aus Holz mit einer Dämmung inzwischen, Exterior Gefällendämmung, Abdichtungen und wird mit Pflanzen begrünt.

**Außentüren , Fenster:** Die Holz-Alu Fenster und das Pfosten-Riegel System (wieder Holz-Alu) werden als Passivhauskomponenten mit 3-Scheiben-Isolierverglasung , Uwert  $\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$  und g-Wert = 50% ausgeführt. Alle Komponenten werden luftdicht gebaut und mit einem Blower-Door Test geprüft.

**Sonnenschutz:** Der äußere Sonnenschutz auf der Südseite wird durch die Montage von senkrechten Jalousien realisiert, die in der Fassadenebene versteckt werden.

**Heizung:** Die Vereingebäude und der Kegelbahn werden im Passivhausstandard errichtet. Die benötigte Resternergiemenge wird von einer Wärmepumpe (CO<sub>2</sub> Hochtemperatur) bereitgestellt. Zur Warmwasserbereitung wird eine Solarthermieanlage benutzt.

**Elektroenergie:** Eine PV Anlage sorgt für die Produktion von erneuerbarer Energie und Strom am Ort.

**Raumluftechnik:** Eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung versorgt alle Räumen im Vereinsgebäude und Kegelbahn mit Frischluft, welche im Wärmetauscher mit der Abluft erwärmt wird.

**Maßnahmen zur Energieeinsparung:** Das Passivhaus verbraucht mit  $15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$  sehr wenig Energie. In den Sommermonaten werden die Aufenthaltsräume über die Fenster belüftet. Der große Luftraum kann auch zur Sommerlüftung durch den Kamineffekt mit Hilfe der Oberlichter verwendet sein. In den Wintermonaten wird eine kontrollierte Lüftung mit Wärmerückgewinnung die Räume mit Frischluft versorgen.

Die Stampflehmwand im Vereinsgebäude und auch die Betonwände würden als ein Wärmespeicher benutzt. Die sehr gute Wärmedämmung von Dach, Wand und Fußboden hält die Wärme im Gebäude. Bei einem Blower-Door-Test wird die Winddichtigkeit ( $n_{50} \leq 0.6 \text{ h}^{-1}$ ) überprüft, um zu vermeiden, dass durch Undichtigkeiten in der Fassade mehr Energie verloren geht als durch Transmission.

## Zusammenfassung der Ergebnisse: PassivHaus-Standard<sup>17</sup>

**Ein Wohngebäude ist ein Passivhaus, wenn die folgenden drei Anforderungen erfüllt sind:**

1. Ein behagliches Innenklima ist ohne separates Heizsystem und ohne Klimaanlage erreichbar: Dazu darf der Jahresheizwärmebedarf nach Passivhaus Projektierungs-Paket (PHPP) max. 15 kWh/(m<sup>2</sup>a) sein.
2. Die Behaglichkeitskriterien müssen in jedem Wohnraum im Winter wie im Sommer erfüllt sein. Daraus ergeben sich i.d.R. folgende Anforderungen:
  - U-Werte opaker Außenbauteile müssen unter 0,15 W/(m<sup>2</sup>K) liegen.
  - U-Werte von Fenstern und anderen transluzenten Bauteilen müssen unter 0,8 W/(m<sup>2</sup>K) liegen.
  - Transluzente Flächen in West- oder Ostorientierung ( $\pm 50^\circ$ ) sowie transluzente Flächen mit Neigungen unter  $75^\circ$  gegen die Horizontale dürfen 15% der dahinterliegenden Nutzflächen nicht überschreiten oder sie müssen einen temporären Sonnenschutz mit einem Minderungsfaktor von mindestens 75% aufweisen. Für südorientierte Fenster liegt die Grenze erst bei 25% der dahinterliegenden Nutzflächen.
  - Die Zulufttemperaturen am Luftauslass im Raum dürfen  $17^\circ$  nicht unterschreiten. Eine gleichmäßige Durchströmung aller Räume und in allen Räumen muss gewährleistet sein (Lüftungseffizienz). Die Lüftung muss in erster Linie auf Lufthygiene ausgelegt sein (DIN 1946).
  - Die Häuser müssen in jedem Wohnraum mindestens eine offenbare Außenluftöffnung aufweisen, eine Durchströmung der Wohnung mit Außenluft muss möglich sein (freie Sommerkühlung).
3. Der spezifische Primärenergieeinsatz für alle Haushaltsanwendungen (Heizung, Warmwasserbereitung und Haushaltsstrom) zusammen darf nicht höher sein als 120 kWh/(m<sup>2</sup>a). Berechnung nach PHPP.

**Folgende Grundsätze gelten für den Bau von Passivhäusern:**

*Wärmedämmung:* Alle opaken Bauteile der Außenhülle des Hauses sind so gut gedämmt, dass sie einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von max. 0,15 W/(m<sup>2</sup>K) haben, d.h. pro Grad Temperaturunterschied und Quadratmeter Außenfläche gehen höchstens 0,15 Watt verloren.

*Passivhaus-Fenster:* Die Fenster (Verglasung einschließlich der Fensterrahmen) sollen einen U-Wert von 0,80 W/(m<sup>2</sup>K) nicht überschreiten, bei g-Werten um 50% (g-Wert = Gesamtenergiedurchlassgrad, Anteil der für den Raum verfügbaren Solarenergie).

*Lüftungswärmerückgewinnung:* Die Komfortlüftung mit der hochwirksamen Wärmerückgewinnung bewirkt in erster Linie eine gute Raumluftqualität - in zweiter Linie dient sie der Energieeinsparung. Im Passivhaus werden mindestens 75% der Wärme aus der Abluft über einen Wärmeübertrager der Frischluft wieder zugeführt.

*Luftdichtheit des Gebäudes:* Die Leckage durch unkontrollierte Fugen muß beim Test mit Unter-/Überdruck von 50 Pascal kleiner als 0,6 Hausvolumen pro Stunde sein.

*Wärmebrückenfreiheit:* Alle Kanten, Ecken, Anschlüsse und Durchdringungen müssen besonders sorgfältig geplant und ausgeführt werden, um Wärmebrücken zu vermeiden. Wärmebrücken, die nicht vermieden werden können, müssen soweit wie möglich minimiert werden.

**Preisvergleich** (nach Baukosten 2015, statistische Kostenkennwerte, BKI Kostenplanung):

EFH einfacher Standard (KfW 40):	830 EUR / BGF m <sup>2</sup> (Mittel)
EFH mittlerer Standard (KfW 40/60/70, Effizienzhaus 40/55/70):	1.170 EUR / BGF m <sup>2</sup> (Mittel)
EFH hoher Standard (KfW 40/60/70, Effizienzhaus 40/70/85):	1.510 EUR / BGF m <sup>2</sup> (Mittel)
EFH Holzbauweise (KfW 40/60, Effizienzhaus 55/70/85):	1.140 – 1.225 EUR / BGF m <sup>2</sup> (Mittel)
EFH Passivhausstandard Massivbau:	1.225 EUR / BGF m <sup>2</sup> (Mittel)
EFH Passivhausstandard Holzbau:	1.330 EUR / BGF m <sup>2</sup> (Mittel)

## Zusammenfassung der Ergebnisse: Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen<sup>18</sup>

Dämmstoff	$\lambda^a$ W/(m.K)	$\rho^b$ kg/m <sup>3</sup>	$\mu^c$	$c^d$ J/kg.K	Baustoff- klasse <sup>e</sup>	Brand- verhalten <sup>f</sup>	Preis EUR/m <sup>2</sup>
Getreidegranulat, 250 mm	0.047	105-115	1-2	2.100	B2		23.00
Flachsmatten, 200 mm	0.036-0.040	ca. 30	1-2	1.600	B2		25.00
Frischholz, 120 mm	0.038	45	1/2	2.100	B2	E	15.00
Hanfmatte, 120 mm	0.040-0.050	20 - 45	1-2	1.600 – 1.700	B2	E	13.10
Hanf (lose), 120 mm	0.048	40 – 80	1-2	1.600 – 2.200	B2		13.10
Hobelspäne	0.045	70 – 110	1-2	2.100	B2		18.00
Holzfaserdämmplatten	0.040-0.052	100 – 270	2-5	2.100	B2	E	18.00
Holzfasere (lose), 120 mm	0.040	30 – 40	1-2	2.100	B2		18.00
Holzwolleplatten,	0.090	330 – 500	2-5	2.100	B1	A2-s1, d0	60.00
Kokos	0.045	70 – 80	1	k.A.	B2		35-55
Korkschrot (expandiert)	0.050	75 – 85	1-5	1.800	B2		15-40
Korkplatte	0.040	110 – 120	5-15	1.800	B2	E	15-40
Lehmbauplatten, 20mm	0.130	700	18	-	B2		24.74
Nadelholz, 120 mm	0.040	ca. 160	1-2	2.100	B2		25.00
Schafwolle, 120 mm	0.0326-0.040	16 – 70	1-5	1.720	B2	E	15.51
Schilfrohr	0.055	190	6.5	k.A.	B2		10-20
Baustrohballen, 360 mm	0.052-0.080	90 – 110	2	2.000	B2		10.00
Wiesengras, 120 mm	0.040	25 – 65	1-2	2.200	B2		4.80
Zelluloseflocken	0.040	30 – 60	1-2	2.100	B2	E	16.50
Zelluloseplatten	0.040	70	2-3	2.000	B2	E	10.00
Seegras	0.037-0.0428	70 – 130	1-2	k.A.	B2		25-35
<b>Konventionelle Dämmstoffe zum Vergleich</b>							
Polystyrol (expandiert)	0.035-0.040	15 – 25	30-100	1.400	B1		5-20
Steinwolle	0.033-0.040	20 – 200	1	840 – 1.000	A1	A1	5-20

Quelle: FNR – eigene Zusammenstellung auf Angaben der Hersteller beruhend

- Wärmeleitfähigkeit: gibt die Größe des Wärmestroms an, der pro Sekunde durch 1 m<sup>2</sup> einer 1 m dicken Schicht bei einer Temperaturdifferenz von 1 K übertragen wird. Werte, die kleiner als 0.050 W/(m.K) sind, garantieren gute wärmedämmende Eigenschaften.
- Rohdichte: Masse eines Stoffes in kg bezogen auf einen Kubikmeter
- Wasserdampf-Diffusionswiderstandzahl: gibt an, um wie viel der Widerstand einer Stoffschicht bezogen auf die Wasserdampfdurchlässigkeit größer ist als die gleich dicke Luftschicht. Bauteile mit niedrigen  $\mu$ -Werten sind vorteilhaft, da sie ein Abtrocknen eingedrungener Raumluftfeuchte ermöglichen.
- Wärmekapazität: gibt die Energiemenge an, die benötigt wird, um 1 kg eines Stoffes um 1° C zu erwärmen. Stoffe bzw. Bauteile mit großen c-Werten weisen ein träges Temperaturverhalten auf, d.h. Dämmstoffe mit hohen c-Werten leisten einen guten „sommerlichen Wärmeschutz“.
- Baustoffklasse: gibt das Brandverhalten eines Baustoffs an. B1 ist schwer, B2 ist normal entflammbar.
- Brandverhalten nach DIN EN 13501-1

## Zusammenfassung der Ergebnisse: Strohbau

### **Eigenschaften und Vorteile der Strohbauweise im Überblick:**

1. **Wärmeleitfähigkeit** quer zur Haupthalmrichtung: 0.052 W/(m.K), Beispiel für ca. 36 cm Dämmstärke und 6 cm Holzständer: U-Wert = 0.15 W/(m<sup>2</sup>.K).
2. Ca. 20% des in der Landwirtschaft anfallenden Strohs werden nicht benötigt. Mit dieser Menge können jährlich bis zu **350.000 Einfamilienhäuser** gedämmt werden.
3. **Einfache Herstellung**, nur Qualitätssicherung und –kontrolle zusätzlich erforderlich.
4. Baustrohballen besonders nachhaltig (**jährlich nachwachsend**) und regional vorkommend.
5. **Keine Flächenkonkurrenz** zum Anbau von Nahrungsmittelpflanzen.
6. Auf Wunsch in **Bioqualität**.
7. **Dreifacher Klimaschutz:**
  - CO<sub>2</sub> – Speicherung beim Wachstum
  - CO<sub>2</sub> – Minimierung bei der Herstellung von Strohhallen
  - CO<sub>2</sub> – Vermeidung beim Gebäudebetrieb
8. **Sehr gute Brandschutzeigenschaften:** eine 36 cm dicke Baustrohballenwand mit > 0.8 cm Putzschicht erreicht F30 nach DIN 4102 und kann als schwer entflammbar (B nach DIN EN 13501) betrachtet werden.
9. Hohe Wärmespeicherung, dadurch guter **sommerlicher Wärmeschutz**.
10. **Energieeffizienz bei Herstellung und Betrieb:** Strohwand herstellen und über 40 Jahre „beheizen“ bis allein der Herstellungsaufwand einer Konventionellen erreicht ist.
11. Die **Verarbeitung ist wenig aufwendig** und auch für Laien möglich.
12. **Einfache Entsorgung:** Holz und Lehm kompostierbar.

### **Nachhaltigkeitsvorteile der Strohbauweise**

Die Verwendung von Baustrohballen als Dämmstoff bringt eine Reihe von Vorteilen hinsichtlich der Nachhaltigkeit des gesamten Bau- und Herstellungsprozesses mit sich, die sich über alle drei Bereiche der Nachhaltigkeit erstrecken: der ökologischen, der sozialen und der ökonomischen.

- Beim Wachstum des Strohs werden der Atmosphäre beachtliche Mengen klimaschädliches Kohlendioxid entzogen und für die Lebensdauer gespeichert.
- Die Bereitstellung des fertigen Dämmstoffs „Baustrohballen“ verursacht im Vergleich zu anderen Dämmstoffen vielfach geringere Emissionen und bedarf einer deutlich geringeren Herstellungsenergie. Sie erfolgt quasi „nebenbei“ im sowieso ablaufenden landwirtschaftlichen Ernteprozess. Aufgrund des bundesweit überall vorhandenen Getreideanbaus können Transportwege besonders stark minimiert werden.

- Strohballengedämmte Gebäude erfüllen höchste Dämmstandards. Hierdurch werden sehr geringe Mengen Heizenergie benötigt bzw. weniger klimaschädliche Gase emittiert.
- Die Entsorgung von Bauteilen aus Holz, Stroh und Lehm ist einfach und umweltfreundlich möglich. Neben der Kompostierung ist zukünftig auch die thermische Verwertung der Holzteile und des Strohs vorstellbar (in einer Kaskadennutzung widerspricht die thermische Verwertung von Stroh nicht einer vorherigen stofflichen Nutzung als Dämmstoff).
- Bedingt durch den einfachen Herstellungsprozess der Ballen und vorhandene Eigenleistungsmöglichkeiten beim Bau können Kosten und Aufwand für die Herstellung reduziert sein, und hierdurch die Verfügbarkeit von nachhaltigem Wohneigentum auch für weniger wohlhabende Bevölkerungsschichten verbessert werden.
- Die prinzipielle ortsnahe Verfügbarkeit der drei Hauptrohstoffe Holz, Stroh und Lehm bringt ein hohes regionales Wertschöpfungspotenzial, was die dezentralen Wirtschaftskreisläufe stärkt.

## **Die Ökobilanz der Strohbauweise im Vergleich**

### **1. Primärenergiebedarf**

Während eine mit Lehm- und Kalkputz verkleidete strohgedämmte Wand für ihre Herstellung lediglich einen Primärenergiebedarf von etwa 50 kWh/m<sup>2</sup> aufweist, benötigt eine herkömmliche Kalksandsteinwand das 6-Fache: 401 kWh/m<sup>2</sup>, eine mineralfasergedämmte Holzrahmenwand mehr als das 4-Fache: 263 kWh/m<sup>2</sup> und eine übliche zellulosegedämmte Holzrahmenwand etwa das 3-Fache: 186 kWh/m<sup>2</sup>.

### **2. Treibhauspotenzial**

Während die Herstellung eines Quadratmeters einer mit Lehm- und Kalkputz verkleideten strohgedämmten Wand der Atmosphäre ca. 88 kg klimaschädliches CO<sub>2</sub> – Äquivalent je m<sup>2</sup> Wand entzieht, verschmutzt eine herkömmliche Kalksandsteinwand mit einem polystyrolbasierten Wärmedämmverbundsystem diese mit 108 kg CO<sub>2</sub> – Äquivalent/m<sup>2</sup>. Eine mineralfasergedämmte Holzrahmenwand entzieht der Atmosphäre 20 kg CO<sub>2</sub> – Äquivalent/m<sup>2</sup> und eine übliche zellulosegedämmte Holzrahmenwand sogar 55 kg CO<sub>2</sub> – Äquivalent/m<sup>2</sup>.

## **Zusammenfassung der Ergebnisse: Lehm**

### **Vorteile des Baustoffes Lehm:**

#### **1.1. Verfügbarkeit**

- Lehm kommt, bis auf die Ausnahme von einigen Bergregionen fast überall vor.
- Er fällt fast immer beim Aushub an und kann je nach Zusammensetzung als Baumaterial verwendet.

#### **1.2. Lehm spart Baumaterial- und Transportkosten**

- Sehr oft fällt Lehm schon auf die Baustelle beim Aushub der Fundamente ab.
- Ist er zu fett, so muss er mit Sand „abgemagert“, d.h. vermischt werden.
- Durch die Verwendung von Baustellenlehm wird einerseits Geld durch Wegfall der Transportkosten eingespart und andererseits wird die Umwelt durch weniger Abgase belastet.

#### **1.3. Lehm spart Energie und verringert die Umweltverschmutzung**

- Der Lehm dürfte das Material mit dem geringsten Primärenergiebedarf sein.
- Unter Primärenergie eines Baustoffes wird diejenige Energiemenge verstanden, die zur Erzeugung eines Produktes einschließlich Herstellung und Transport der Ausgangsstoffe notwendig ist.
- Lehm benötigt in etwa nur 1% der Energie, die zur Herstellung von Mauerziegeln oder Stahlbeton notwendig ist.

#### **1.4. Lehm reguliert die Luftfeuchtigkeit**

- Lehm ist ein gesunder Baustoff, der zusätzlich eine gute Sorptionsfähigkeit besitzt, d.h. er reguliert die Luftfeuchtigkeit in dem Raum und trägt somit zu einem gesunden und angenehmen Wohnklima bei.
- Er kann die Luftfeuchtigkeit sehr schnell aufnehmen und sie bei Bedarf wieder abgeben.
- Die relative Luftfeuchtigkeit liegt in einem „Lehmhaus“ bei ca. 50% und differiert dabei max. um  $\pm 5\%$

#### **1.5. Lehmwerke können sehr alt werden**

- Lehm als bewährtes Baumaterial überdauert bei fachgerechter Verarbeitung Jahrhunderte.

#### **1.6. Lehm ist immer wieder verwendbar**

- Der ungebrannte Lehm ist zu 100% wiederverwendbar, d.h. Lehm kann, im Gegensatz zu anderen Baustoffen, die Umwelt als Bauschutt nicht belasten.
- Er braucht nur zerkleinert und mit Wasser angereichert zu werden um wiederverwendbar zu sein.

#### **1.7. Lehm schützt Holzkonstruktionen**

- Bedingt durch seine geringe Gleichgewichtsfeuchte von 0.4 bis 6 Gewichtsprozent werden Stoffe die vom Lehm umgeben sind, wie Holz und andere organische Stoffe (z.B. Stroh), entfeuchtet bzw. trockengehalten – je nach Tongehalt, Tonart und Feuchtegehalt der Luft. In gewisser Weise kann man dann von einem konservierenden Effekt des Lehms sprechen. Chemischer Holzschutz ist unnötig.

### **1.8. Lehm bindet Schadstoffe**

- Sind Schadstoffe im Wasserdampf der Luft gelöst, so kann diese der Lehm absorbieren.
- Für das subjektive Empfinden, daß Lehm die Raumluft reinigt, gibt es bis jetzt nur wenige Untersuchungen.

### **1.9. Lehm eignet sich für den Selbstbau**

- Unter der Anleitung eines Facharbeiters können Laien sehr schnell die verschiedenen Lehmbautechniken lernen.
- Da für die meisten der traditionellen Techniken ein sehr geringer Geräteaufwand nötig ist, dafür aber ein hoher Arbeitsanteil, eignen sie sich besonders gut für den Selbstbau.

### **1.10. Lehm speichert Wärme**

- Lehm, als gleichzeitig dämmendes und wärmespeicherndes Material, gleicht Temperaturschwankungen gut aus.
- Ähnlich wie andere schwere Baustoffe kann auch Lehm sehr gut Wärme speichern und so zur passiven Nutzung der Solarenergie beitragen, d.h. zur Energieeinsparung.
- Die wärmetechnischen Eigenschaften lassen sich bei der örtlichen Herstellung durch Zuschläge je nach Erfordernis verbessern, bzw. dadurch der Wandquerschnitt verringern.

### **1.11. Lehm lässt sich gut reparieren**

- Lehm lässt sich gut reparieren und nachzubessern.

### **1.12. Lehm eignet sich gut für kreative Gestaltung**

- Lehm lädt zur künstlerischen Gestaltung und kreativen Tätigkeit am Bau ein.

### **1.13. Lehm schirmt hochfrequente Strahlungen ab**

- Lehm schirmt Räume gegen hochfrequente Strahlung von Mobilfunknetzen, schnurlosen Telefonen, UMTS und GPS wesentlich besser ab als andere massive Baustoffe.
- Im Vergleich zu einer üblichen Dacheindeckung mit Ton- oder Beton-Dach-ziegeln, die nur eine minimale Dämpfung aufweisen, dämpfen 24 cm dicke Lehmsteingewölbe diese Strahlung zu 99.9 bis 99.9999% ab.

### **Nachteile des Baustoffes Lehm:**

## **2.1. Lehm ist kein genormter Baustoff**

- Je nach Fundort weißt der Baustoff Lehm unterschiedliche Eigenschaften auf Grund seiner Zusammensetzung auf.
- Lehm ist eine Mischung aus Ton, Schluff (sehr feiner Sand) und Sand usw.
- Lehme unterschiedlicher Zusammensetzung kommen oft in benachbarten Baugruben vor.
- Der mögliche Einsatzbereich und die Art der Verarbeitung von der jeweiligen Lehmart abhängig sind.

## **2.2. Erosion/Wetterabhängigkeit**

- Lehmoberflächen müssen zusätzlich geschützt werden, damit sie nicht von Regen und Wind angegriffen werden.
- Lehmbauten müssen sortfältig gegen Feuchtigkeit geschützt werden.
- Die Trocknungszeiten des Lehms sind stark witterungsabhängig, was die Kalkulation der Bauzeiten unter Umständen schwierig macht.
- Ein weiterer Punkt ist, daß Lehm frostempfindlich ist, d.h., daß die Bauteile bei vielen Lehmbautechniken bis zum Eintritt des Frostes genügend getrocknet sein müssen.

## **2.3. Lehm schwindet beim Austrocknen**

- Um Lehm verarbeiten und um seine Bindekraft aktivieren zu können, muss er, je nach Verarbeitungstechnik, mit mehr oder weniger Wasser angemacht werden. Durch das Verdunsten dieses Wassers reduziert sich sein Volumen und es entstehen Trocken- bzw. Schwindrisse.

## **2.4. Lehm ist nicht wasserfest**

- Lehm muss im eingebauten Zustand, vor Wasser und Frost geschützt werden.
- Folgende konstruktiven Maßnahmen für einen dauerhaften Schutz sind möglich: großer Dachüberstand, Spritzwassersockel und horizontale Isolierung gegen „aufsteigende Nässe“.
- Entsprechende Oberflächenbehandlungen oder wasserfeste Putze sind weitere Möglichkeiten.
- Lehmputze sind allerdings mit das schwierigste Kapitel und sollten immer Tests gemacht werden.

## **2.5. Informationsmangel**

- Die derzeitige Verbreitung von Fachwissen über die Lehmverarbeitung ist bei Baufachleuten und Behörden immer noch sehr gering.
- Oft wird dann bei Ausschreibung ein „Angstzuschlag“ auf das Angebot gelegt, da man den Baustoff nicht kennt und deswegen unsicher ist.

## Detailierte Beschreibung der Ergebnisse: 1.11. Sportgebäude Wülknitz, Wettbewerb, 2<sup>er</sup> Preis<sup>2</sup>

### **Dorf – (Sport) – Platz = Belebung der Ortsmitte**

1. **Funktionsplan:** Nutzung vorhandener Ressourcen durch Doppelbelegung im Zusammenhang zum Neubau
2. **Dorfplatzrahmen:** Stärkung der Ortsmitte durch klare Raumkanten
3. **Maßstäblichkeit:** Vermittlung zwischen den Baumassen „Turnhalle/Sportgebäude/Dorfhäuser“
4. **Lebenszyklus:** Behutsame Erweiterungen nach Bedarf und zukünftiger Ausbau der Freifläche zum Dorfplatz
5. **Nachhaltigkeit:** ökologische, wirtschaftliche und soziale Entwicklung
6. **Offenheit:** alle öffentlichen Nutzungen „barrierefrei“

### **FUNKTION und WIRTSCHAFTLICHKEIT**

Der Funktionsplan basiert sich auf die Idee für Doppelnutzung im Zusammenhang zum Neubau. Die Umkleiden der Fußballer befinden sich in der vorhandenen Turnhalle. Der vermeintlich weite Weg zum Sportplatz entspricht auch den Wegen in großen Stadien und gehört mit zur Warmlaufphase vor dem Spiel. Die Spieler sind in der Regel einige Minuten vor dem Anpfiff auf der Spielfläche. Schiedsrichter und Zuschauer verfolgen die Warmlaufphase unmittelbar aus dem Schiedsrichterbüro und dem Vereinsraum. Das Herzstück des „Dorfsportplatzes“ wird der zweigeschoßhöhe Vereinsraum mit angekoppelter Kegelbahn und den dazugehörigen 2 Umkleiden- und Waschräume am Obergeschoß. Die zeitweisen nicht start belasteten Räume (wie Kantine, Lager usw) und WC`s des Mehrzweckgebäudes würden gemeinsam von der Öffentlichkeit und den Vereinen genutzt, die durch einen brandgeschützten Kernverbindung (Foyer und Durchgang zum Sportplatz) mit dem Neubau verbunden sind. Damit wird der Neubauanteil auf ein absolutes Mindestmaß reduziert und umgf. 20% von der Fläche des Wettbewerbsraumprogramms sind gespart, weil die Wirtschaftlichkeit als einer der wichtigsten Punkten in dem nachhaltigem Konzept des Entwurfs gilt. Der Schiedsrichterraum blickt aus der 1. Etage unmittelbar auf das Spielfeld und ist in genügender Distanz zu den Umkleiden durch den Luftraum, um Konfliktsituationen zu vermeiden. Für ein kleines Hallenturnier sind die Umkleiden richtig geplant. Weitere Sportgruppen der Gemeinde können die neusanierten Sanitäreinrichtungen in der Turnhalle mitnutzen. Das Büro der Geschäftsführung befindet sich auch am Obergeschoß aus repräsentativen Gründen. Eine Außentreppe erfolgt die Brandschutzsicherheit un den Rettungsweg am OG. Der Platzwart findet seinen Weg zum Sportplatz und zur Garage durch den zweiten Eingang im Mehrzweckgebäude. Die Technik befindet sich auch im selben Gebäude und ermöglicht einen möglichstkurzen Anschluß zur Heizung in der Turnhalle. Das Pumpenhaus ist als ein einfaches und separates Element über dem Brunnen geplant. Das schwebende Dach verbindet die Gebäudeteile und in Abhängigkeit des Bedarfs zur Erweiterung sind die Möglichkeiten in den Plänen dargestellt. Einmal als Erweiterung des Obergeschosses fürs Sport oder als Ergänzungsbauwerk am östlichen Zufahrtsweg für Kultur.

### **ARCHITEKTUR und STADTPLANUNG**

Das zweigeschoßige Neubau gilt als einen Akzent für den Dorfplatz, steht im Mittelpunkt der horizonatellen Riegelgebäuden und passt zum Maßstab der dominieren Architekturkörper der Turnhalle. Der Dorfplatz unter dem Maibaum würde räumlich durch einen Kunststück und Fahrräderwand geschlossen. Die Nordfassade erfolgt einen ruhigen horizontalen Rhythmus, wobei der OG und Durchgang farbig und architektonisch im Kontrast stehen: beim Komposition der Öffnungen, geschlossenen Fassadenflächen, Baukörpern usw. Die Südfassade folgt die selben Prinzipien und ermöglicht den Blickt zum Sportplatz und Sportterrasse durch den verglasten Körper. Die Verglasung und geschlossene Flächen stehen im Bilanz im Bezug zum Energie-Effizienz. Das Farbkonzept folgt die Darstellung der Turnhalle, die im Moment als ein Stadtplanungsakzept gilt und kann durch Holz, Glas, Paneel usw gebaut sein.

## **KONSTRUKTION und ÖKOLOGIE**

Der Neubauteil wird in Holzständerbauweise mit Zellulosedämmung errichtet. Die Konstruktion wird gut gedämmt, so dass ein hoher Energiestandard von mindestens 40% der ENEC 2016 erreicht werden kann. Das schwebende Dach dient als ein wichtiger Element für die Solararchitektur, der im Sommer als Sonnenschutz dient, sowie auch ermöglicht den Regenschutz für die Gäste der offenen Sportterrasse. Eine künstlerische Lehmwand sorgt für das Raumklima im Vereinhaus, sowie auch für das natürliche Wohlgefühl im Raum. Beim Entwerfen würde der Baumbestand komplett erhalten.

## **NACHHALTIGKEIT**

Das gesamte Projekt liegt auf einer Idee für Nachhaltigkeit, wobei alle wichtigen sozialen, wirtschaftlichen und ökologischen Aspekten betrachtet sind und endlich in einem klaren Zusammenhang für den neugeplanten Dorf-Sport-Platz liegen.

### **4) Diskussion**

Die Abschlußberichtergebnisse haben die wichtige Rolle des Stipendiumsthemas im heutzutageigen Bauen bestätigt und der Bedarf nach nachhaltiger Architektur im Passivhausstandard mit natürlichen Materialien, um alle ökologischen, sozialen und wirtschaftlichen Bedürfnisse der Gegenwart erfüllen zu können, wobei auch der Mangel an Projekten, die die beiden Themen: Passivhäuser und Bauen mit natürlichen Materialien in einer erfolgreichen Art und Weise verbinden.

### **5) Ausblick**

#### **5.1. Erreichte Ziele:**

- a. Passivhaus, Plusenergiegebäude Planung:
  - a. Planung von Spreewald Sportpark Lübbenau – Vereinsgebäude im Passivhaus-Standard;
- b. Bauen mit natürlichen Materialien:
  - a. Erweitern von den theoretischen Kenntnisse im Bereich von Bauen mit natürlichen Materialien durch Fachliteratur, Besuch von Baustellen, Seminare usw.
  - b. Planung mit natürlichen Materialien: Holz, Zellulose, Hanf, Fachs, Stampflehm, Möglichkeit für Planen und Bauen mit Stroh von einem Zweifamilienhaus in Brandenburg.
- c. Besuch von Baustellen:
  - a. Besuch von zahlreichen Baustellen, wo natürlichen Materialien verwendet würden: Holz, Lehm, Stroh, Zellulose, Stein, Hanf, Fachs, Lehm- und Strohbau in Erdschiff Leipzig, Strohbau Seminar zum Selbstbau im Ökodorf Sieben Linden;
  - b. Besuch von Baustelle, wo Passivhaus gebaut würde: Internationale Passivhaus Tage, KITA „Wichtel“ und KITA Großbeeren in den letzten Monaten des Stipendiums.
- d. Kontakte knüpfen mit FASBA und Dirk Scharmer – Gründer von FASBA e.V. in 2002 und Führer vom Seminar “Fachgerechtes Bauen mit Stroh”.
- e. Fachliteratur sammeln

## 5.2. Nicht erreichte Ziele:

- a. keine Kontakte mit Dachverband Lehm e.V. knüpfen, sowie auch mit Universitäten, wo das Stipendiumthema erforscht wird.

## 6) Veröffentlichungen

- 6.1. Im **Spreewald Rundfunk**<sup>19</sup> würde einen Artikel als Veröffentlichung zum Thema "Spreewald Sportpark Lübbenau" geschrieben.
- 6.2. In der **Sächsische Zeitung**<sup>20</sup> würden zwei Artikel als Veröffentlichung zum Thema: "Wettbewerb Sportpark Wülknitz" geschrieben.

## 7) Literaturangaben

1. -Passivhaus aus Strohballen: [http://www.passivhausprojekte.de/#d\\_1899](http://www.passivhausprojekte.de/#d_1899) ;  
-„Das S-Haus“, Passivhaus aus Strohballen: [www.s-house.at](http://www.s-house.at) ;  
-Fachverband Strohballenbau Deutschland e.V., FASBA: <http://fasba.de/> ;  
-Dachverband Lehm e.V.: <http://www.dachverband-lehm.de/> ;
2. Wettbewerb Sportpark Wülknitz: <https://vnnv.bg/2016/04/26/sport-center-in-wulknitz-de-2nd-prize-competition/> ;
3. „NaturTektur“ / „Natur BewusstSein“: <https://vnnv.bg/2015/03/16/ecological-education/> ;
4. <http://reiter-rentzsch.de/> > Passivhäuser > „Nestwerk“ Pillnitz;
5. <http://reiter-rentzsch.de/> > Kindertagesstätten > Kita Döbeln;
6. <http://rentzsch-architekten.de> > Kindereinrichtungen > Kita Delitzsch;
7. Was ist ein „Erdschiff“: <http://www.earthship-tempelhof.de/> ;  
<http://www.dw.com/de/erdschiff-das-ultimate-%C3%B6kohauser/a-16461840> ;
8. „Sonnenhof“ und „Lindenhof“: <http://vnnv.bg/2015/08/09/east-germany-social-blocks-renovation-photo-impression/> ;
9. Kappelle der Versöhnung: <http://www.kapelle-versoehnung.de> ;
10. Ökodorf "Sieben Linden": <http://siebenlinden.de/> ;
11. Passivhaus Tage: [https://service.passivehouse.com/de/ph\\_days/map](https://service.passivehouse.com/de/ph_days/map) ;  
[http://www.passivehouse-database.org/index.php?lang=en#d\\_4513](http://www.passivehouse-database.org/index.php?lang=en#d_4513) ;
12. „Lehmwerkstatt“, Michael Weser: <http://www.lehmwerkstatt-michael-weser.de/> ;
13. „Bauen mit Stroh“: <http://seminare.siebenlinden.de/seminar/show/strohbau-fach-2> ;
14. „Selber bauen“: <http://seminare.siebenlinden.de/seminar/show/stroh-selbstbau-16> ;
15. BauStroh GmbH: [www.baustroh.de](http://www.baustroh.de), [www.strohbau-consultec.de](http://www.strohbau-consultec.de) ;

16. HAUS 2016: <http://www.messe-dresden.de/veranstaltungskalender/messe/details/2016/02/25/haus-2016-groesste-regionale-baumesse-deutschlands.html>
17. PassivHaus Institut: [www.passiv.de](http://www.passiv.de)
18. Dämmstoffe aus nachwachsenden Rohstoffen: [www.natur-baustoffe.info](http://www.natur-baustoffe.info)
19. Lokal-Rundschau Lübbenau, Calau, Altdöbern und Vetschau, 17./18. Oktober 2015;
20. Sächsische Zeitung, Riesaer Zeitung, 29. April 2016, S. 8 und 4. Mai 2016, S.16;
21. R-M-P Architekten: <http://www.r-m-p.de/>;
22. Rongen Architekten: <http://www.rongen-architekten.de/>;
23. Evrintegra GmbH: <http://www.evrintegra.de/> ;

## **8) Unterlagen:**

Grafische Darstellung der Abschlußberichts im Form von Präsentationsfolien