PHONOPUR®plus – Nachhaltigkeit seit 1994

Präambel

Das Thema Nachhaltigkeit ist gerade im Bauwesen besonders wichtig. Für Bau und Unterhalt der Bauwerke verbrauchen wir mehr als ein Drittel unserer Energie. Über die Hälfte aller Materialien werden im Bauwesen verbraucht.

1994 hatte PURHOLZ die Aufgabe, ein Wandelement für den Raummodulbau zu entwickeln, das eine maximale Anzahl an bauphysikalischen Eigenschaften bei gleichzeitiger Montagefreundlichkeit zu entwickeln. Gedacht war an einen Einsatz im modularen Hotelbau.
Das Element sollte leicht sein, Schall- und Brandschutz beinhalten und natürlich optimale Dämmwerte aufweisen.

Entwickelt wurde PHONOPUR®, ein nichttragendes Außenwandelement, mit einem Brandschutz von F30 in der Konstruktion, einem Luft-Schallschutz von 42 dB und einem Gewicht von <30 kg pro Quadratmeter.
Leider kam es nur zu Einbauten in einem Sozialgebäude einer Firma und einem Musterbau für ein Hotel, da der Kunde in Insolvenz ging und zerschlagen wurde.

Mit dem Knowhow und den seinerzeitigen Anregungen der Bundesregierung für wandelbare Jungfamilienhäuser wurde 1995 in Crossen das erste Einfamilienhaus errichtet. Es handelt sich um eine Holzskelettbauweise (ähnlich Fachwerk) mit den integrierten aussteifenden, aber nur selbsttragenden, kleintafeligen Wandelementen PHONOPUR®.

Nach Analyse von Bauzeit, Kosten und Wärmedämmung hat PURHOLZ befunden, dass die Sandwichwirkung der Elemente – wie aus DDR-Zeiten im Betrieb bekannt – genutzt werden und damit das Holzskelett entfallen sollte. Dadurch reduzierte sich der Einsatz von Holz als Wärmebrücken im Fugenbereich.

Gleichzeitig sollte das Bausystem auch für den Selbstbau (DIY) geeignet sein und mit üblichem Handwerkzeug ohne schweres Gerät auch vom Baulaien montiert werden können.

Im Folgenden soll aufgezeigt werden, dass PHONOPUR®plus nicht nur ein smartes Bausystem zum Selberbauen ist, sondern insgesamt alle Fragen der Nachhaltigkeit bei gleichzeitig vernünftiger Betrachtung der technischen und ökonomischen Aspekte beantwortet.

1. Technische Daten PHONOPUR®plus

Gebrauchsmusterschutz beim Deutschen Patentamt Nr. 295 13 784.3

Zulassung	DIBt Nr. Z-9.1-383 (allgemeine bauaufsichtliche Zulassung, Deutsches Institut für Bautechnik)
Brandschutz	IBMB Nr. 3445/1330 – We/Rm (Gutachtliche Stellungnahme der Materialprüfstelle für das Bauwesen, Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz Braunschweig)
Schallschutz	Bauakustischer Prüfbericht Nr. 31941-1.001 Beratende Ingenieure Kötter, Rheine/Dresden

	PHONOPUR®plus – Wandelement ohne WDVS	42,0 R'w in dB
	PHONOPUR®plus – Wandelement mit 40 mm WDVS	45,0 R'w in dB
Wärmeschutz	Wärmeschutz-Berechnung nach DIN 4108, CAPAROL	
	Gefach ohne WDVS	U = 0,28 W/m²K
	Gefach mit 60 mm WDVS	U = 0,19 W/m²K
	Rechenwert nach EnEV zzgl.	0,1 W/m²K
	diffusionsoffen ohne Dampfbremse!	
Maße	Höhe	max. 3.000,0 mm
	Breite	max. 1.250,0 mm
	Dicke	142,5 mm
	Gewicht (Vollwand) 3,125 m²	90,0 kg
	Vertikallast Vollwandelement	zul N = 40,0 kN/m
	Vertikallast Fensterelement	zul N = 30,0 kN/m
	Horizontallast allgemein	zul F_H = 7,0 kN/m
	Holzfeuchte des umlfd. Rahmens	u = 12,0% ± 3%
Aufbau	Fermacell®-Ausbauplatte	12,5 mm
	Rockwool® Thermarock-Mineralwolle	50,0 mm
	OSB-Platte	10,0 mm
	PU-Hartschaum (100% FCKW- und HFCKW-frei)	60,0 mm
	OSB-Platte	10,0 mm

Vorteilhafte Eigenschaften

- Montage ohne schweres Gerät (Kran) oder Spezialwerkzeug
- 3,125 m² in einem Element errichtet, 100 m² in ca. 3 Tagen
- durch hohe Vorfertigung Ausdehnung der Jahresbauzeiten
- zugelassen für ein- und zweigeschossige Gebäude plus Dachgeschoß
- Lieferung der präzise vorgefertigten Bauteile direkt auf die Baustelle
- Fermacell-Platte ermöglicht sofortiges Spachteln, Tapezieren, Malern, Fliesen
- grenzenlos kombinierbar mit konventionellem Holz-, Stahl- und Steinbau
- flexible Objektgestaltung durch Elementeanpassung
- diffusionsoffener Wandaufbau ohne Dampfbremse
- Wärmedämmverhalten unübertroffen in Relation zur Wanddicke
- leichtes Erreichen von Passivhausstandard durch WDVS
- ausschließliche Verwendung von Markenprodukten
- über 40jährige Erfahrung in Sandwichtechnik
- Unterstützung bei Kalkulation, Konstruktion, Bauphysik und Statik
- Energiekosten: Beispiel 160 m² Wohnfläche, Flüssiggas, Brennwertkessel, Fußbodenheizung, Warmwasserbereitung: <1.000 EURO p.a.
- Standardversicherungsschutz möglich

2. Definition Nachhaltigkeit

Alle in der EU erzeugten Wirtschaftsgüter sollen folgende Eigenschaften aufweisen:

- möglichst geringe Belastung bei der Herstellung
- geringer Energiebedarf bei der Herstellung
- keine Auswirkungen auf die Gesundheit der Nutzer
- keine Belastung der Umwelt in der Nutzung
- einfach entsorgbar, wiederverwendbar und recyclingfähig nach Ende der Nutzungsphase

Dem Holzbau kommt bei der Nachhaltigkeit besondere Bedeutung zu: Holz und Holzwerkstoffe spielen bei der Betrachtung der nachwachsenden Rohstoffe eine Hauptrolle und bilden den Ursprung beim Begriff Nachhaltigkeit.

Die entwickelte Hybridkonstruktion PHONOPUR®plus ist so konstruiert, dass die besten Eigenschaften unterschiedlicher Materialien genutzt werden. Der Anteil des jeweiligen Materials ist jeweils so gewählt, dass er den maximalen Nutzen bei minimalem Einsatz bietet.

3. Materialeinsatz im Element

3.1 Mineralwolle

Mineralwolle ist einer der beliebtesten und preiswertesten Dämmstoffe. Dabei hat sie aufgrund ihres Herstellungsprozesses eigentlich ein schlechte Ökobilanz: man stelle sich allein den Energieaufwand vor, mit dem Stein zu Fäden geschmolzen werden muß.
Andererseits har sie neben gewissen wärmedämmenden Eigenschaften auch den Vorteil, dem Schall- und Brandschutz zu dienen.
Deshalb ist sie in PHONOPUR®plus mit 50 mm Stärke zu finden, also genau dem Platzbedarf, den eine Hohlraumsteckdose hinter der Gipsfaserplatte in der „Installationsebene“ benötigt.

Alternativ könnten Holzfasermatten, Schafwolle oder Flachs eingesetzt werden. Leider sind diese Materialien um ca. das Fünffache teurer und gleichzeitig wird der Brandschutz verringert. Außerdem müssen in diese Naturdämmstoffe Polyester zur Aussteifung (Schafwolle) und Chemikalien gegen Ungeziefer eingebracht werden, was den Bio-Aspekt schon wieder in Frage stellt.

3.2 PU-Hartschaum

Allgemein anerkannt ist PU-Schaum der Hochleistungsdämmstoff an sich. Als Erdöl-Produkt wird er jedoch immer kritisch beäugt. PU-Schaum beinhaltet jedoch immer mehr nachwachsende Rohstoffe (z.B. Ameisensäure, Rapsöl u.ä.), ganz abgesehen von dem Aspekt, dass Erdöl hier höchst effizient der Energieeinsparung dient und nicht nur zum Heizen verbrannt wird. Eine eindimensionale Betrachtung führt also zu Fehlbewertungen.
Als ein Beispiel sei hier auch der statische Nutzen des PU-geschäumten Sandwichelementes genannt, der wiederum Wärmebrücken reduziert und auch kleine Holzquerschnitte erlaubt, mithin kann auch geringer dimensioniertes Holz aus Windbruch u.ä. genutzt werden. Somit dient PU-Schaum auch der Einsparung anderer Materialien.
Die lückenlose Füllung eines Elementes mit PU-Schaum verhindert auch mögliche – durch Transport oder spätere Nutzung auftretende – Isolationsspalte, durch die schwere Bauschäden hervorgerufen werden können.
Bereits seit 1992 wird bei PURHOLZ 100% FCKW- und HFCKW-frei geschäumt.
PU-Schaum gibt keine Emissionen ab, ist baubiologisch neutral und kann ganz am Ende des Lebenszyklus (nach vielfältigen Recycling-Möglichkeiten) der Wärmegewinnung zugeführt werden.

3.3 OSB-Platten

Oriented Strand Board ist eine Holzwerkstoffplatte, die ursprünglich in den USA, inzwischen aber überall in Europa hergestellt wird. Es handelt sich um sehr grobe Holzfasern (Strands), die in bewusster Schichtung (oriented) mithilfe des holzeigenen Leimes Lignum und nur 4% Zusatzklebstoffen (normale Spanplatte 13%) zu einer stabilen, wenig hygroskopischen Platte zusammengepresst werden.

In PHONOPUR®plus werden zwei Platten eingesetzt, von denen eine bis zum endgültigen Verschließen der Fassade mit geeigneter Wetterschale ca. sechs Monate der Witterung ausgesetzt werden kann.
Hier handelt es sich also um ein Produkt, das ganz überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen besteht und kaum erhöhte Emissionen abgibt (bis auf das natürliche, im Holz vorhandene Formaldehyd).
Verbunden durch ganzflächige PU-Verschäumung ergibt sich ein hochstabiles Sandwichelement, das im Zulassungstest unter 33 Tonnen Belastung nicht zerbrach.

3.4 Gipsfaserplatte

Gipsfaserplatten haben gegenüber Gipskarton den Vorteil, dass die Cellulose-Fasern bei der Herstellung im Gipsbrei eingerührt werden. Nach dem Aushärten bekommt man eine stabile Platte, die jedoch insoweit flexibel ist, dass sie beim Anstoßen an Kanten weniger leicht bricht.
Gleichzeitig dient dieselbe Platte auch dem Brandschutz und kann in Feuchträumen (Bad, Küche) eingesetzt werden. Hier benötigt man bei Gipskarton dreierlei Varianten – ein Minus in der Beschaffung und Lagerung. Wenn also ein Gebäude später umgebaut wird, hat man mit der Gipsfaserplatte immer die Gewissheit, an jeder Stelle alle Eigenschaften vorzufinden – und nicht hier den Brandschutz und dort den Feuchteschutz.
Abschließend spricht für Gipsfaser die Möglichkeit industriellen Verarbeitung an Maschinen – Gipskarton würde einfach zerbrechen.
Neu auf dem Markt gibt es von dem Lieferanten Fermacell© eine greenline-Variante: sie soll Schadstoffe aus der Luft auffangen und damit dem guten Raumklima dienen. Sie kann wie gewohnt verarbeitet werden und der Aufpreis von rund 250 EURO pro Einfamilienhaus ist sicher zu verschmerzen.

3.5 Holz

Holz ist ein nachwachsender Rohstoff. Er bindet CO_2 in seiner Wachstumsphase aus der Atmosphäre, bindet es als Kohlenstoff im Holz und trägt dadurch nicht wenig zu einer positiven Ökobilanz bei. Für den Holzbau spricht der Rechenwert „Primärenergie erneuerbar“ in der Energiebilanzberechnung nach Energieeinsparverordnung (EnEV). Er ist um ein Vielfaches höher als für massive Konstruktionen. Die im Massivbau enthaltene „Primärenergie nicht erneuerbar“ kommt hauptsächlich aus nicht erneuerbaren Quellen und kann dadurch nicht in einen höheren Heizwert umgewandelt werden.
PURHOLZ bezieht sein Nadelschnittholz aus dem Inland. Gründe dafür sind kurze Transportwege, kurze Lieferzeiten und hohe Qualität und Liefertreue. Da PHONOPUR®plus ein zugelassenes Bauprodukt und damit fremdüberwacht ist, ist das Ü-Zeichen auch für die Vormaterialien Pflicht. Das ist im Ausland nicht leicht zu finden.
Das Holz hat Fensterqualität, ist also nahezu astfrei und auf 13% Feuchte getrocknet. Dieser Trocknungsprozeß wird von den zuliefernden Sägewerken durchgeführt. Zwar ist dieser Vorgang auch recht energieintensiv, dient jedoch den hohen Qualität und Lebensdauer des Endproduktes. Außerdem verhindert die sehr niedrige Feuchte spätere Schwundrisse und vor allem Ungeziefer. Chemischer vorbeugender Holzschutz ist damit nicht notwendig.
Die Holzqualität ist hoch, aber die Holzquerschnitte sind gering – auch das ist ein Beitrag zum Umweltschutz: es kann auch Bruchholz verwendet werden, Rotstreif ist zulässig. Es müssen also keine „schönen“ Stämme abgeholzt werden und das Holz kann aus schnell nachwachsenden Wäldern kommen.

4. Herstellung der PHONOPUR®plus-Elemente

Auch bei der Produktion der Elemente selbst wird auf Nachhaltigkeit im Herstellungsprozeß geachtet. Die rationelle Vorfertigung reduziert den Energiebedarf insgesamt und somit die Umweltbelastung, Müll kann ordentlich getrennt entsorgt werden, Transportwege der einzelnen Materialien reduzieren sich auf einen zentralen Herstellungsort und verschmutzen demzufolge weniger die Luft.

5. Wärmedämmung bis hin zum Passivhaus

Das Element PHONOPUR®plus hat einen U-Wert von 0,19 im Gefach. Berücksichtigt man die Wärmebrücken an den Fugen, kommt man auf einen U-Wert gesamt von 0,28. Damit waren bereits seit 1994 alle Standards der EnEV 2000 erfüllt und es werden grundsätzlich immer mindestens Niedrigenergiehäuser errichtet.
Mit neuer Haustechnik, basierend auf ressourcenschonendem Equipment und erneuerbaren Energien, wird noch viel mehr erreicht: das Passivhaus, erstmals errichtet mit PHONOPUR®plus-Elementen in Outrewarche/Belgien Ende 2009.

Ab 2011 geht die Entwicklung von PHONOPUR®plus weiter: die Holzquerschnitte werden im Fugenbereich weiter verringert, um wiederum Wärmebrücken zu verringern. Das hilft nicht nur, Energie zu sparen, sondern vermeidet auch mögliche Feuchteansammlungen und schließt somit langfristige Bauschäden aus.

Die Elemente können auch großformatig ausgebildet werden. Dies dient den professionellen Kunden, die oft über Montagekräne auf ihren Fahrzeugen verfügen und somit Montagezeit einsparen. Weiterhin kann der Einsatz von Holz und auch die Fugen durch Elementstöße noch etwas verringert werden.

Weiterhin wird geprüft, ob eine stärkere PU-Ebene in der Energiegesamtbilanz punktet. Möglicherweise kann die spätere Außendämmung unter der endgültigen Fassade in bisher üblicher Dicke ausgeführt und muß nicht dem Profi überlassen werden. Auch dies ein Kostenfaktor im Gesamtgebäude.

6. Verpackung

Die Verpackung der Elemente erfolgt liegend (Kleintafel) oder stehend (in der Regel bei Großtafeln) auf Holzpalette mit Stahlband. Das spart Transportvolumen.
In entsprechender Jahreszeit und auf Kundenwunsch werden die Paletten regenfest mit Folie eingewickelt.
Die Verpackung ist auf das Wesentliche reduziert zur Vermeidung von Müll auf der Baustelle.

7. Transport der Bausätze

Der Transport kann einen hoher Kosten- und Umweltfaktor in der Gesamtbetrachtung darstellen. Er kann deshalb mit normalen LKWs ohne Überbreite stattfinden, zur Not auch auf kleinen Anhängern (dann mehrere Fahrten) bei für Großfahrzeugen unzugänglichem Gelände. Großfahrzeuge sind nicht erforderlich.

8. Montage und Sauberkeit auf der Baustelle

Die Montage erfolgt durch maximal vier Personen mit einfachen Werkzeugen wie Hammer, Elektroschrauber, Elektrobohrer und Wasserwaage.

Außer den Holzpaletten, evtl. Folie und Stahlband und wenig Bohrstaub fällt kein Müll auf der Baustelle an.

9. Nutzung der Gebäude

Durch Einsatz geeigneter Haustechnik kann der Energieverbrauch insbesondere im Passivhaus auf ein Mindestmaß reduziert werden.

Die trockene Bauweise vermeidet Feuchteprozesse im Gebäude und vermeidet langwieriges Trocknen, womöglich in genutztem Zustand, was auch dem Wohnklima abträglich wäre.

Das Gebäude kann sofort bezogen werden – Einsparung von Miet- und Finanzierungskosten oder frühere Mieteinnahmen, je nach Nutzung.

In erdbebengefährdeten Gebieten (auch in Deutschland) sind Holzbaukonstruktionen insofern nachhaltiger, als sie durch ihre in gewisser Weise „flexiblen“ Tragwerke Erschütterungen länger standhalten und somit bei leichten Beben nicht zerstört werden können. Dies reduziert notwendige Wiederaufbaumaßnahmen und schont somit weiterhin alle Ressourcen (auch Finanzmittel). PHONOPUR®plus kann lt. seismischem Nachweis bis 5m/sek. eingesetzt werden.

10. Recycling der Paneele

Im Allgemeinen wird angenommen, dass Verbundelemente kaum zu recyceln sind, da die einzelnen Materialien nicht sauber voneinander getrennt werden können.

Die Paneele können jedoch einerseits als Ganzes wieder auseinandergeschraubt und zu neuen Gebäuden verbunden werden (Erfahrungen liegen seit den 80er Jahren vor).

Weiterhin gibt es die Möglichkeit, sie zu schreddern und zu neuen Verbundmaterialien zu verarbeiten.

Ganz am Ende können auch einzelne Materialien bei Vorhandensein einer entsprechenden Logistik dem Produktionsprozeß rückgeführt werden, die Verbundelemente werden der thermischen Verwertung zugeführt.

11. Fazit

PHONOPUR®plus ist eine „eierlegende Wollmilchsau“.
Wohnkomfort gepaart mit vernünftiger Energieeinsparung und Wirtschaftlichkeit, dazu selber montierbar – da ist jeder Bauherr stolz!
Alle wichtigen bauphysikalischen, sicherheitstechnischen und energetischen Aspekte sind integriert.

PHONOPUR®plus ist vielleicht kein Bio-, aber ein wirtschaftliches Öko-Produkt.