

Angepasste Technologien für ein zukunftsfähiges Bauen

Text Robert Wimmer, Sören Eikemeier

Zukunftsfähiges Bauen muss nicht immer Hightech sein. Ganz im Gegenteil. Die technischen Lösungen der Angepassten Technologie sind einfach, funktionell und entsprechen dem regionalen Kontext und Klima. Eine Verschmelzung von tradiertem Wissen mit modernen Konzepten der Planung und Energieversorgung führt zu erstaunlichen Lösungen. Zwei ausgewählte Beispiele aus unterschiedlichen Klimazonen und Kulturkreisen werden in diesem Beitrag vorgestellt. Eines davon – das Zero Carbon Resorts Demonstrationsgebäude auf den Philippinen – wurde 2015 im UN Hauptquartier in New York mit dem Global Human Settlement Award ausgezeichnet.

Einleitung

Zukunftsfähiges Bauen bedient sich traditioneller Strategien und moderner Technologien gleichermaßen, um den größtmöglichen Nutzerkomfort bei minimalem Ressourcenverbrauch zu erzielen.

Ein fundiertes Verständnis von Klima, Kultur und den verfügbaren (erneuerbaren) Ressourcen in der Region ist dafür eine wesentliche Voraussetzung. In allen Klimazonen gibt es ausgezeichnete Beispiele dafür, wie es möglich war, mit natürlichen Baustoffen, klimatisch angepassten Konstruktionen und historischen Bautechniken

mit den jeweiligen vorhandenen Ressourcen und dem Know-how ein akzeptables Innenraumklima zu erreichen und den jeweiligen Lebensstilen zu entsprechen.

Heute gelingt dies meist nur mit erheblichem technischen Aufwand und einem entsprechend hohen Energieverbrauch. In gemäßigten Klimazonen dominiert dabei die Heizenergie den Energieverbrauch, während in tropischen Regionen Kühlenergie annähernd die Hälfte des gesamten Energieverbrauchs eines Gebäudes ausmacht. Die Verfügbarkeit von technischen Lösungen der Klimatisierung hat das Gebäude quasi von seiner Umgebung unabhängig gemacht. Das führte auch zu einer gewissen Vereinheitlichung der Gebäudeformen, da diese nicht mehr auf klimatische Bedingungen Rücksicht nehmen mussten. Bei traditionellen Gebäuden war das Prinzip „form follows function“ hingegen eine unabdingbare Voraussetzung. Genau deswegen sind traditionelle Gebäude und vor allem deren Konstruktionsdetails von unschätzbarem Wert, wenn es darum geht, zukunftsfähige Gebäude zu entwickeln, die sowohl den heutigen Nutzerbedürfnissen als auch der Prämisse der Ressourcenschonung gerecht werden. Die Knappheit der materiellen Ressourcen hat eine Reihe intelligenter Lösungen hervorgebracht, die auch heute einen wertvollen Beitrag leisten können, wenn sie richtig interpretiert auf moderne Nutzerbedürfnisse angewandt werden.



Betrachtung des gesamten Lebenszyklus

Das Prinzip der Ressourcenschonung gilt dabei nicht nur für den Betrieb der Gebäude, sondern für den gesamten Lebenszyklus. Vor allem den Baustoffen aus nachwachsenden Rohstoffen kommt hier eine besondere Rolle zu, da sie sowohl in der Herstellung als auch bei der Entsorgung deutlich weniger Umweltprobleme verursachen und einen wesentlich geringeren ökologischen Fußabdruck hinterlassen.

Insgesamt fällt heute ein verhältnismäßig großer Anteil des Energie- und Ressourcenverbrauchs im Gebäudebereich an [1]. Das betrifft die Herstellung von Baustoffen, die Errichtung der Gebäude und in weiterer Folge den Energieverbrauch während der Nutzungsphase. Für Heizung und zunehmend auch für Raumkühlung wird Energie benötigt; besonders für Gebäude mit einem niedrigen thermisch-energetischen Standard. Dazu kommt der Energiebedarf für Warmwasser und Anwendungen wie Kochen oder Waschen, aber auch für die Beleuchtung und andere technische Einrichtungen. Darüber hinaus ist bei einer Betrachtung des gesamten Lebenszyklus der Gebäude auch der Energie- und Ressourcenverbrauch zu bedenken, der für die Herstellung der Materialien und Komponenten erforderlich ist, sowie jener, der durch den

Abbruch und die Entsorgung von Bauteilen und Gebäuden nach dem Ende der Nutzungsdauer entsteht.

Aus diesem Grund ist es auch entscheidend, den gesamten Lebenszyklus eines Gebäudes bereits in der Planungsphase zu berücksichtigen. Der Bausektor ist einer der ressourcenintensivsten Industriesektoren und bietet daher ein entsprechend hohes Verbesserungspotenzial.

An zwei völlig unterschiedlichen Praxisbeispielen wird im Folgenden die Herangehensweise der Angepassten Technologie verdeutlicht. Bei den beiden Beispielen handelt es sich zum einen um Prototypengebäude für ein Siedlungsprojekt in Österreich und zum anderen um ein Demonstrationsgebäude für den Tourismussektor auf den Philippinen. Die klimatischen Bedingungen könnten kaum unterschiedlicher sein und dennoch überwiegen die prinzipiellen Ähnlichkeiten in der auf Angepasster Technologie basierenden Planungsstrategie.

Das übergeordnete Ziel der Beispiele ist es, innovative Gebäudekonzepte zu zeigen, welche die CO₂-Emissionen über den gesamten Lebenszyklus deutlich reduzieren und nur ein Minimum an grauer Energie benötigen. Um die optimale Leistung der Gebäude zu erreichen, wurden – basierend auf einer Analyse traditioneller Gebäudetypen und verschiedener Strategien des passiven Heizens und Kühlens – regionale Baustoffe und Bautechniken mit moderner Architektur kombiniert. Die Energieversorgung erfolgt ausschließlich auf Basis erneuerbarer Energie.

Beispiel 1: Projekt Life Cycle Habitation (LCH)

Ein Beispiel bei dem diese Strategien für zukunftsorientiertes Bauen im österreichischen warmgemäßigten, immerfeuchten Klima realisiert wird, ist das Projekt Life Cycle Habitation¹. Dabei wurden innovative, CO₂-neutrale und lebenszyklusorientierte Gebäudekonzepte entwickelt, die in Hinblick auf die EU 2020 Zielsetzungen als Beispiel für energieeffiziente Siedlungen von morgen dienen.

Die Siedlung basiert auf den Erfahrungen des Projekts S-House, einem Büro- und Ausstellungsgebäude in Passivhausbauweise, welches nach den Kriterien Nachhaltigen Bauens als „Faktor 10“-Gebäude in Kooperation mit dem Architekturbüro Scheicher realisiert wurde. „Faktor 10“ bedeutet dabei, dass der Energieverbrauch im Vergleich mit konventionellen Gebäuden um auf rund ein Zehntel dessen reduziert wurde was konventionelle Gebäude verbrauchen. Ähnliches gilt für den Ressourcenverbrauch bei der Errichtung. Durch die Verwendung der nachwachsenden Rohstoffe Stroh und Holz konnten negative Umweltauswirkungen erheblich reduziert werden. Dabei wurde bereits bei der Planung der gesamte Lebenszyklus des Gebäudes – von der Errichtung über die Nutzung bis hin zum Abbruch bzw. Rückbau – berücksichtigt. So wurde beispielsweise auf eine leichte Trennbarkeit der Baustoffe Wert gelegt, damit diese am Ende

der Nutzungsphase recycelt bzw. weiter- oder wiederverwendet werden können [2].

Designstrategien

Für das Life Cycle Habitation Projekt (LCH) werden in Böhmeimkirchen, Niederösterreich, hoch ressourcen- und energieeffiziente Gebäudeprototypen für den Wohnbau errichtet. Insgesamt werden in der Demonstrationsphase ein zweistöckiger Gebäudeverbund, bestehend aus zwei Reihenhäusern, vier Wohnungen und einem Gemeinschaftszentrum in einer modular vorgefertigten Holz-Strohbauproduktion sowie zwei Einfamilienhäuser in lasttragender Strohbauweise errichtet.

Passivhauskomponenten, optimierte Haustechnik, effiziente Endgeräte und eine optimale Verwendung von regional verfügbaren nachwachsenden Rohstoffen für die Baumaterialien werden in einer innovativen Weise miteinander kombiniert. Auf diese Weise können sowohl die benötigte Energie für die Herstellung der Materialien und Komponenten als auch die anfallenden Transportwege auf ein Minimum reduziert werden. Von Anfang an wird auch ein Rückbaukonzept in der Planung berücksichtigt, sodass die einzelnen Materialien auch nach der Nutzungsphase recycelt bzw. in den Stoffkreislauf zurückgeführt werden können und Abfälle weitestgehend vermieden werden. Die Energieversorgung basiert ausschließlich auf erneuerbarer Energie, die CO₂-Bilanz ist durch den hohen Anteil von nachwachsenden Baustoffen sogar negativ [3].

Drei Forschungslinien werden dabei für das Gesamtkonzept zu einer Systemlösung zusammengeführt [4]:

- Hoch energieeffiziente und nachhaltige Baustoffe: Baustrohballen werden aus regionalen nachwachsenden Rohstoffen mit einem sehr geringen Bedarf an grauer Energie hergestellt, speichern CO₂ und verfügen über gute thermische Eigenschaften.
- Innovative, modular vorgefertigte Konstruktionen: Sowohl lasttragende als auch vollständig vorgefertigte modulare Elemente werden von lokalen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) in der Region erzeugt.
- Energieversorgung aus erneuerbaren Quellen: Thermischer und auch elektrischer Energiebedarf werden

Grafik 1

Entwurfsplanung des Prototypengebäudes Life Cycle Habitation Projekt, © Architekten Scheicher ZT GmbH



¹ Projekt Life Cycle Habitation, www.lch.grat.at, Das Projekt wird realisiert mit Unterstützung des Finanzierungselements LIFE+ der Europäischen Union und der Umweltförderung des Klima- und Energiefonds, abgewickelt durch die Kommunal Kredit Public Consulting.

ausschließlich durch erneuerbare Energien (Solar-kollektoren, Photovoltaikpaneele, Biomasse-KWK) bereitgestellt.

Die Optimierung der Gebäudeperformance ist in diesem Projekt ebenso wichtig, wie die Analyse der ökologischen Aspekte. Ein begleitendes Monitoring wertet die bauphysikalischen und raumklimatischen Bedingungen während der Nutzungsphase aus, um die errechnete Gebäudeperformance in der Praxis zu verifizieren.

Beispiel 2: Projekt Zero Carbon Resorts (ZCR)

Als zweites Beispiel für ein zukunftsorientiertes Bauen mit Angepassten Technologien wurde das im Projekt Zero Carbon Resorts² auf den Philippinen realisierte Demonstrationsgebäude ausgewählt. Aufgrund des tropischen Klimas liegt hier der Schwerpunkt auf passivem Kühlen. Auch dieses Demonstrationsgebäude, welches am Trainingszentrum des „Palawan Council for Sustainable Development“ errichtet wurde, besteht vorwiegend aus lokal verfügbaren nachwachsenden Rohstoffen und kombiniert höchste Energieeffizienz mit einem zeitgemäßen Design. Im Gegensatz zum Projekt LCH werden bei diesem Gebäude im tropischen Klima passive Kühlstrategien demonstriert sowie ein vollkommen autonomer Betrieb in Bezug auf Energieversorgung, Wasserversorgung und Abwasserbehandlung. Das Gebäude ist als prototypisches Ressortcottage in Leichtbauweise errichtet und verfügt über eine Gesamtfläche von 114,42 m². Diese beinhaltet einen Hauptraum (mit Wohn- und Essbereich), ein Schlafzimmer sowie ein Badezimmer. Als Baumaterial wurden vorwiegend lokal verfügbare Bambussorten in verschiedenen Formen und Anwendungen verwendet, aber auch andere traditionelle Baumaterialien wie z. B. Rattan kamen zum Einsatz. Im Gesamtkonzept des Gebäudes wurde eine Reihe von Schlüsselinnovationen angewendet, die passive Kühlprinzipien traditioneller philippinischer Gebäude neu interpretiert umsetzen. Das netzunabhängige Versorgungssystem kombiniert Photovoltaik-Paneele, thermische Solarkollektoren, ein innovatives Tageslichtsystem

mit Solartubes, einen indirekt betriebenen Solarkocher sowie ein Regenwassersammel- und Abwasserbehandlungssystem [5].

Strategien für ein passives Kühlen

Eine der wichtigsten passiven Kühlstrategien ist natürlich die Verschattung. Das Gebäude wurde mit einem nach allen Himmelsrichtungen überhängenden Dach entworfen, um eine Überhitzung des Innenraumes durch direkte Sonneneinstrahlung so weit wie möglich zu verhindern.

Ein zweites wesentliches Element ist die natürliche Belüftung. An allen Seiten des Gebäudes wurden an strategischen Positionen verstellbare Öffnungen wie Fenster, Klappen oder Türen installiert, um den Luftstrom durch das Gebäude zu steuern. Für diese Strategie ist auch die Orientierung des Gebäudes wichtig, nicht nur wegen des Sonnenverlaufs, sondern auch aufgrund der wechselnden Windrichtungen in der trockenen und feuchten Jahreszeit. In der trockenen Jahreszeit, wenn der Wind aus dem Nordosten kommt, werden große Gebäudeöffnungen an der Nordostseite benötigt, während in der Regenzeit Fensterläden an der südwestlichen Seite des Gebäudes erforderlich sind.

Ein weiteres wichtiges Designelement ist die Errichtung des Gebäudes auf Stelzen. Durch den Abstand der Gebäudekonstruktion vom Boden ergeben sich hervorragende Bedingungen für die natürliche Belüftung. Punktfundamente, die durch spezielle Stahlgelenke mit den Bambusstangen der Tragkonstruktion verbunden sind, ermöglichen die Verwendung einer belüfteten Bodenplatte aus nachwachsenden Rohstoffen. Um die Wirkung dieses Kühleffektes zu maximieren, wurde die Bodenplatte mit mehreren Lüftungsschlitzen an ausgewählten Positionen entlang der Mittelwand und den Außenwänden des Hauptraumes und des Schlafzimmers versehen. Ein weiterer Vorteil dieser Fundamentart ist, dass die Menge an Beton im Vergleich zu einer herkömmlichen Bodenplatte deutlich reduziert werden konnte, ebenso wie die versiegelte Bodenfläche, was darüber hinaus auch positiv für das Mikroklima ist.

² Projekt Zero Carbon Resorts – For Sustainable Tourism, www.zerocarbonresorts.eu, Das Projekt wird gefördert von der Europäischen Union über das SWITCH-Asia Programm und von der Austrian Development Agency.

2
Zero Carbon Resorts Demonstrationsgebäude, Philippinen,
© GrAT

3
Lokale Baustoffe und ein innovatives Design sorgen für ein angenehmes Innenraumklima,
© GrAT



2



3

Eine weitere Strategie des passiven Kühlens für das Gebäudedesign ist die Nutzung von thermischer Masse in Form einer Stampflehmwand im Zentrum des Gebäudes. Dadurch werden Oberflächen- und Lufttemperatur positiv beeinflusst, insbesondere die Spitzentemperaturen während der heißen Tageszeit werden so abgemildert. Die Lüftungsschlitze, die sich vor der Mittelwand befinden, helfen dabei die thermische Masse nachts abzukühlen.

Eine weitere Kühlstrategie ist der Aufbau des Daches. Es handelt sich um eine Konstruktion aus mehreren Schichten, bestehend aus Anahaw-Blättern von einer lokal vorkommenden Rundblattpalme, einer laminierten Aluminiumfolie zur Reflexion der Strahlungswärme sowie „Tatad“-Schindeln (aus Bambus) als abschließendes Deckmaterial. Diese Kombination minimiert die Oberflächentemperatur an der Innenseite der Decke deutlich und erhöht so den thermischen Komfort im Gebäude.

Haustechnik

Die einzigen aktiven Kühlgeräte im gesamten Gebäude sind energieeffiziente Niedervolt-Ventilatoren unter der Decke im Hauptraum und im Schlafzimmer, die völlig lautlos laufen und je nach Einstellung zwischen 5 W und 18 W für den Betrieb während der heißen Tage benötigen. Das Gebäude ist dank des bedarfsorientierten Energiesystems auf Basis von Solarenergie zu 100 % energieautonom und wird im Inselbetrieb betrieben. Dieses System ist durch die im Gebäude benötigten Energiedienstleistungen definiert, wobei die Verbraucher- und Versorgenseite sorgfältig aufeinander abgestimmt sind.

Photovoltaikpaneele sind die einzige Quelle elektrischer Energie für das gesamte Gebäude. Das System bietet eine stabile Leistung bei 220 V und läuft 24 Stunden am Tag. Es ist unabhängig vom örtlichen Stromnetz und nicht von den regelmäßigen Netzausfällen in der Gegend betroffen. Damit das System auch in der Nacht und während Zeiten mit einer geringeren solaren Einstrahlung durchgängig betrieben werden kann, wurde ein ausreichend großer elektrischer Pufferspeicher eingeplant.

Für die Wasserverwärmung wird anstelle eines elektrischen Durchlauferhitzers, der typischerweise in dieser Region verwendet wird, ein lokal erzeugter Solarkollektor mit angeschlossenem Speichertank verwendet. Thermische Solarenergie wird jedoch nicht nur zum Heizen von Wasser, sondern auch zum Kochen eingesetzt. Ein speziell entworfener Solarkocher wandelt die Energie von direkter Sonnenstrahlung in Wärme von ca. 200 °C um, welche in einem Speichertank mit Thermoöl als Wärmeträgermedium gespeichert wird. Dieser Solarkocher kann daher auch nachts bzw. nach Sonnenuntergang zum Kochen verwendet werden und führt zu einer deutlichen Reduktion des Strom- bzw. LPG-Verbrauchs.

Darüber hinaus ist das Gebäude so entworfen, dass ausschließlich Regenwasser mittels einem Sammel- und Filtersystem für die Wasserversorgung verwendet wird und die anfallenden Abwässer vor Ort gereinigt und wiederverwertet werden. Damit ist es das ideale Modell für den Einsatz auf Inseln und in abgelegenen Regionen.

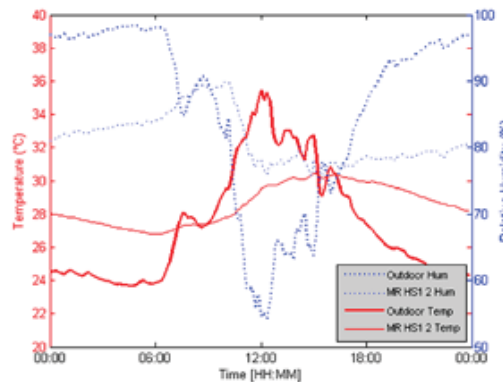


Diagramm 1
Vergleich der klimatischen Außen- und Innenraumbedingungen bzgl. Lufttemperatur und relativer Luftfeuchte für das Badezimmer der ZCR Cottage, © GrAT

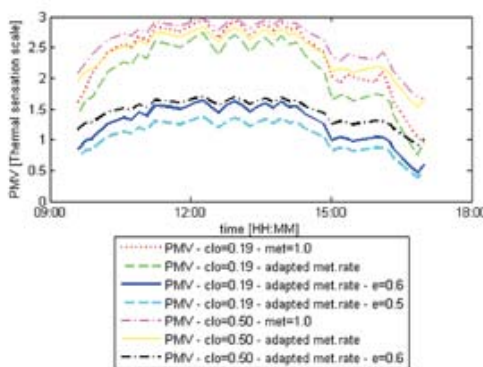


Diagramm 2
Bestimmung des thermischen Komforts mittels der Predicted Mean Vote (PMV) im Hauptraum der ZCR Cottage entsprechend den erforderlichen Adaptierungen für tropisches Klima (PMV - clo=0.19 - adapted met. Rate - e=0.6) für einen sonnigen Tag; Vergleichsberechnungen mit variierenden Parametern, © GrAT

Resümee

Die ausgewählten Prototypengebäude sind gelungene Beispiele dafür, wie zukunftsfähiges Bauen mit angepassten Technologien unter den unterschiedlichsten klimatischen Bedingungen realisiert werden kann. Die technischen Detaillösungen berücksichtigen traditionelles Wissen ebenso wie moderne Nutzerbedürfnisse und aktuelle Technologien.

Messtechnische Begleituntersuchungen über einen längeren Nutzungszeitraum hinweg verifizieren die Funktionalität der Gebäude im Betrieb und belegen, dass ein akzeptables Innenraumklima selbst unter extremen tropischen Klimabedingungen auch ohne die Verwendung von Klimaanlage erreicht werden kann [6].

Die stetig zunehmende Anzahl von Besuchern und deren äußerst positives Feedback zeigen nicht nur die Akzeptanz derartiger Gebäudelösungen, sondern auch das große Verbreitungspotenzial. Klimaneutrale Lösungen sind, wenn sie richtig geplant werden, überall möglich. Die technischen Details unterscheiden sich zwar erheblich, aber eine systematische – an den Prinzipien der Angepassten Technologie orientierte Herangehensweise – führt zu energieeffizienten, bedarfsorientierten Gebäudelösungen mit minimalem Ressourcenverbrauch. Einer der nächsten Schritte ist die Übertragung der Planungsprinzipien auf weitere Zielgebiete mit unterschiedlichen regionsbedingten Anforderungen.

Besonders Regionen mit durch Naturkatastrophen zerstörten Gebäuden – wie z.B. Nepal – stehen dabei im Fokus. Dort bietet sich vor dem Hintergrund des Wiederaufbaus eine große Chance für eine Richtungsänderung



Dipl.-Ing. Dr. Robert Wimmer, Geschäftsführer und Vorstandsmitglied der Gruppe Angepasste Technologie (GrAT) an der TU Wien.
rw@grat.at



Dipl.-Ing. Dipl.-Ing. (FH)
Sören Eikemeier,
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
und Vorstandsmitglied der
Gruppe Angewandte Technologie
(GrAT) an der TU Wien.
se@grat.at

hin zur Verwendung von erneuerbaren Ressourcen und zu einer Steigerung der Energieeffizienz, da eine hohe Nachfrage an ökologischen erdbebensicheren Gebäudekonstruktionen besteht, die leistungsfähig sind und aus lokalen Materialien errichtet werden können.

Literaturverzeichnis

- [1] Richtlinie 2010/31/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Mai 2010 über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden (Neufassung), veröffentlicht im ABl. L 153 vom 18. Juni 2010, S. 13.
- [2] Wimmer, R.; Hohensinner, H.; Drack, M. et al.: S-House – Innovative Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen am Beispiel eines Büro- und Ausstellungsgebäudes. Berichte aus Energie- und Umweltforschung 2/2005, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2005.
- [3] Wimmer, R.; Eikemeier, S.; Preisler, A.; Berger, M.: Life Cycle Habitation – Designing Green Buildings, Energy Procedia Volume 96 (2016), pp. 323-332, 2016.
- [4] Wimmer, R.; Eikemeier, S.; Burghardt, M.: Zero Carbon Village – Energieautarke Siedlung, Industrielle Forschung, Haus der Zukunft, Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien 2012.
- [5] Wimmer, R. et al.: Zero Carbon Resorts Handbook Vol. 3, EU SWITCH-Asia program, 2014.
- [6] Eikemeier, S.: Monitoring of a Prototype Building in Tropical Climate – Thermal Comfort Evaluation, Akademiker Verlag, Formal Science Series, ISBN: 978-3-639-88665-8, Deutschland 2016.



1

Zertifizierter Passivhaus-Holzbetonstein mit integrierter Dämmung von isospan

Der Anspruch, Bauprozesse radikal zu vereinfachen und ökologisches Bauen mit Kosteneffizienz zu koppeln zeichnet isospan aus. Mit dem Holzbetonstein ISOPUR bietet der Betonspezialist ein zertifiziertes Produkt speziell für den Passivhausbau im kühl-gemäßigten Klima.

Die Parameter Nachhaltigkeit in der Produktion, Gesundheitsschutz beim Einbau, ausgeglichenes Raumklima und Mehrwert in der Erhaltung des Gebäudes spielen bei der Wahl der Produkte eine tragende Rolle. Der ISOPUR Holzbetonstein

erfüllt alle erforderlichen Wärme- und Schallschutzfunktionen. Herkömmliche Beton- oder Ziegelwände müssen nach dem Aufbau gedämmt und mit zusätzlichen Vorrichtungen versehen werden, um die gesetzlich vorgeschriebenen Werte für Schall- und Wärmeschutz zu erreichen. Das kostet wertvolle Arbeitszeit und meist teure Materialien. Die ISOPUR Elemente aus Holzspanbeton übernehmen neben ihrer tragenden Funktion als Außen- oder Zwischenwand auch Schall- und Wärmeschutz. Die Dämmwerte sind optimal für ökologische Niedrigenergie- und Passivhäuser.

Ökologische Fakten auf einen Blick

Als zusätzliche Informationsgrundlage im Sinne des Nachhaltigen Bauens hat isospan

für die gesamte Produktpalette Umweltproduktdeklarationen (EPD) vorliegen. Die Erklärungen dienen sowohl als Nachweis für die Bauproduktenverordnung als auch als wichtige Grundlage für die ökologische Gebäudebewertung. Außerdem werden Angaben zu technischen Eigenschaften gemacht, die für die Einschätzung der Performance des Bauproduktes im Gebäude benötigt werden, wie Lebensdauer, Wärme- und Schallschulierung oder den Einfluss auf die Qualität der Innenraumluft.

Weitere Informationen

info@isospan.at

www.isospan.at



Die Markenwohnwand - natürlich effizient

- 1 Tragende Funktion mit integrierter Dämmung durch die ISOPUR Elemente aus Holzspanbeton, Wohnhausanlage Living Plus in St. Johann, © isospan Baustoffwerk GmbH