

Haus der Zukunft

1  
Fenster



Wand



Energie

TECHNOLOGIEENTWICKLUNGEN FÜR  
NACHHALTIGE GEBÄUDE

INNOVATIVE ÖSTERREICHISCHE PRODUKTE  
IM RAHMEN DER PROGRAMMLINIE „HAUS DER ZUKUNFT“



Mit dem Forschungs- und Technologieprogramm „Nachhaltig Wirtschaften“ hat das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie (bmvit) bereits 1999 eine Initiative gestartet, die den Umstrukturierungsprozess in Richtung Nachhaltigkeit effektiv unterstützen soll. Im Rahmen von mehreren Programmlinien werden seither Forschungs- und Entwicklungsprojekte sowie Demonstrations- und Verbreitungsmaßnahmen unterstützt, die wichtige Innovationsimpulse für die österreichische Wirtschaft setzen.

Die Programmlinie „Haus der Zukunft“ hat das Ziel, marktfähige Komponenten, Bauteile und Baukonzepte für Wohn-, Büro- und Nutzbauten (Neubau und Sanierung) zu entwickeln und in Demonstrationsvorhaben zu realisieren. Diese neuen nachhaltigen Entwicklungen und Produkte sollen im Vergleich zur derzeit noch verbreiteten Bau- und Sanierungspraxis folgende Kriterien erfüllen:

- Reduzierung des Energie- und Stoffeinsatzes
- verstärkter Einsatz erneuerbarer Energieträger
- Nutzung nachwachsender und ökologischer Materialien
- Berücksichtigung sozialer Aspekte
- Erhöhung der Lebensqualität
- vergleichbare Kosten gemessen an herkömmlichen Bauweisen

Die Programmlinie „Haus der Zukunft“ wird von der Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) durchgeführt.



## PROJEKTE

# NEUE PRODUKTENTWICKLUNGEN FÜR DAS HAUS DER ZUKUNFT

### 1 WALCHFENSTER04

#### VOM FUNKTIONSMUSTER ZUM SERIENNAHEN PROTOTYP

Ausarbeitung des Funktionsmusters des Fenster- und Fassadensystems walchfenster04 zu einem seriennah produzierbaren Prototyp inkl. Entwicklung der benötigten neuen Produktionsprozesse und -technologien

### 2 NEUE HOCHWÄRMEDÄMMENDE HOLZLEICHTBAUWEISEN

Entwicklung für den Einsatz in Objekten im Passivhausstandard

### 3 PHOTOVOLTAIK-MODULE FÜR DIE GEBÄUDEINTEGRATION

Entwicklung neuer Herstellungsverfahren für Photovoltaik-Solarmodule, die sich besonders gut für die Gebäudeintegration eignen

## 1 PROJEKT

### WALCHFENSTER04

Walch Fenster / Ludesch (Vorarlberg)

Das walchfenster04 ist ein neu entwickeltes, direkt verklebtes Holz-Glas-Fenstersystem für Fenster und Fassaden in Ganzglasausführung. Der Holzrahmen wird bei dieser neuen Konstruktion außen vollflächig von der Stufen-glasscheibe abgedeckt und ist somit optimal vor Witterungs- und Umwelteinflüssen geschützt. Die großflächigen Elemente eignen sich besonders für den Einsatz in Passivhäusern.

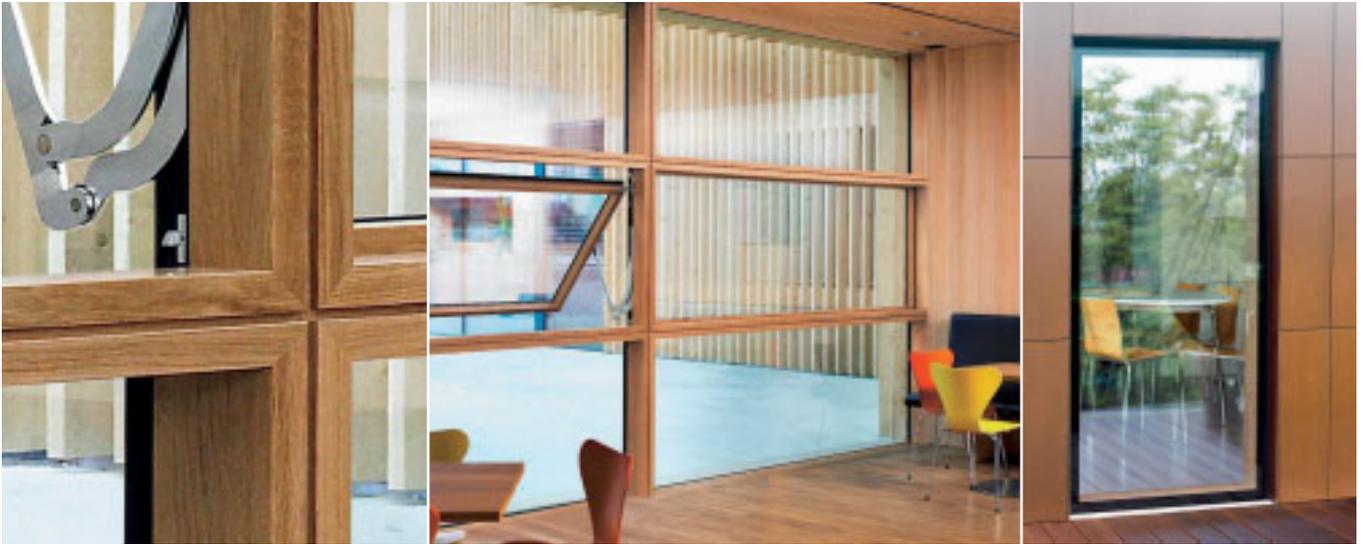
Nachdem in einem ersten Funktionsmuster die allgemeine technische Lösung für dieses innovative Fenstersystem ausgearbeitet wurde, lag der Schwerpunkt des Projekts im Rahmen von „Haus der Zukunft“ auf der Entwicklung von neuen Produktionstechnologien (z.B. der speziellen Verklebungstechnologie Holz-Glas) und Prozesstechnik sowie in der detaillierten Ausarbeitung des Systems für die seriennahe Produktion.



#### Folgende Entwicklungsarbeiten wurden bei der Umsetzung der neuen Konzeption zum markttauglichen Produkt durchgeführt:

- Ausarbeitung aller Komponenten, Werkzeuge und Produktionsprozesse (z.B. Holzbearbeitungen, Entwicklung GFK-Profile, Beschlagsproduktion für Wendebeslag, Produktionspläne für verschiedene Fensterarten, etc.)
- Entwicklung von verschiedenen Öffnungsarten, Prototypenbau mit anschließenden Versuchsreihen (Daueröffnungsversuche, Maximallastversuche, etc.)
- Entwicklung und Test von roboter-gestützten Verklebungsprozessen mit selbst entwickeltem Spanntisch für schlanke Holzrahmen
- Entwicklung einer Fensterheizung für extreme Anforderungen (z.B. sehr tiefe Fensternischen)
- Produktionskosteneinschätzung für die industrielle Fertigung
- Produktion von seriennahen Prototypen für Testzwecke

Die neue Konstruktion besteht aus schlanken Holzfenstern, die sich zu einer modernen Ganzglassfassade zusammensetzen lassen. Wartungsfreiheit und einfache Pflege wird durch die außenliegende ESG-Scheibe erreicht, ►

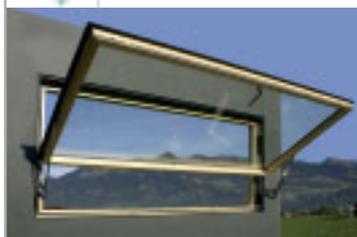


► die die komplette Fensterkonstruktion gegen Umwelteinflüsse und Witterung schützt. Durch die statische Verklebung von Holz und Glas wird die Glasscheibe als aussteifendes Element mitgenützt. Dadurch sind sehr schlanke Holzrahmen möglich und die Verwindungsstabilität wird erhöht.

Formate und Größen sind so gestaltet, dass Architekturraster von bis zu 2,5 m Achsmaß mit nur einem Öffnungsflügel ausgestattet werden können. So lassen sich wirtschaftliche Ganzglasfassaden gestalten, bei denen von außen nicht erkennbar ist, ob es sich um Fixverglasungen oder um Öffnungsflügel handelt. Durch die schmalen Rahmen wird eine wesentlich höhere Lichteinfallfläche erreicht. Im Innenraum können die Fenster in die Wand integriert werden, so dass der Eindruck eines rahmenlosen Fensters entsteht.

Eine weitere Besonderheit des Fenstersystems ist ein neu entwickelter Wendebeslag, mit dem der Fensterflügel um 165 Grad gewendet werden und damit das Aussenglas von innen gereinigt werden kann. Herkömmliche Besläge schwenken durch die Dichtungsebene, somit ist eine ganz außen liegende Dichtung nicht möglich. Bei der hier entwickelten Konstruktion wird der Beslagfalz bereits an der äußeren Glasscheibe zur Außenluft abdichtet.

Durch die hohen Dämmeigenschaften des Glasverbundes aus Silikonschaum ( $\psi$  0,033 W/mK) wird die Fensterkonstruktion an einer entscheidenden Stelle wesentlich verbessert. Dadurch sind sehr gute Werte in Bezug auf **Schallschutz und Wärmedämmung** zu erreichen. Die technischen Eigenschaften der Konstruktion wurden von mehreren Instituten (ift Rosenheim, Holzforschung Austria, HSB Biel) geprüft. Im System sind derzeit 4 Typen von Fenster- und Fassadenelementen vorgesehen: Fixverglasung, Wendefenster, Senkklappfenster und Drehfenster.



#### **Schallschutz:**

*Durch die Verklebung der äußeren Scheibe wird die Schallübertragung innerhalb des Systems bereits ganz außen unterbrochen. Dadurch erreicht das Fenster Schallschutzwerte zwischen 34,7 und 48 dB.*

#### **Wärmeschutzwerte:**

*Öffnungsflügel (Prüfgröße 123 x 148 cm):  
3-fach Wärmeschutzverglasung  $U_w=0,83 \text{ W/m}^2\text{K}$*

*Fixverglasungen (Prüfgröße 123 x 148 cm):  
3-fach Wärmeschutzverglasung  $U_w=0,79 \text{ W/m}^2\text{K}$*

*Durch die schlanken Rahmen und die dadurch sehr geringen Rahmenanteile in Bezug auf die Gesamtfenstergröße verbessern sich die  $U_w$ -Werte bei größeren Formaten noch wesentlich – ein Vorteil der vor allem im Objektbereich zum Tragen kommt.*



Die Fenster werden in einer Standardvariante in Fichtenholz ausgeführt; Lärche- und Eichenholzvarianten sind ebenfalls möglich.

Nach zwei Jahren Entwicklung hat 2007 die Serienproduktion des wachfensters04 begonnen und erste Projekte wurden bereits realisiert. Das Fenster- und Fassadensystem wurde bereits mehrfach für sein innovatives Design ausgezeichnet.

# NEUE HOCHWÄRMEDÄMMENDE HOLZLEICHTBAUWEISEN

Weissenseer Holz-System-Bau GmbH / Weissensee (Kärnten)

■ Im Zentrum dieses Projekts stand die Entwicklung, Analyse und Optimierung von hochgedämmten Wandbauteilen für Gebäudehüllen in Holzbauweise.

Die Konzeption und Ausarbeitung der neuen Baukonstruktionen erfolgte in Kooperation mit den Projektpartnern HERAKLITH AG, ISOCELL Vertriebs GmbH, WIGOHAUS Ing. Roth GmbH sowie der Fachhochschule Kärnten, die die Entwicklungsarbeiten wissenschaftlich begleitete.

Im Rahmen des „Haus der Zukunft“-Projekts wurden mehrere unterschiedliche Wandkonstruktionen sowie verschiedene Bau- und Dämmstoffkombinationen entworfen und getestet und nach bauphysikalischen, ausführungstechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten analysiert und optimiert.

Ziel der Forschungstätigkeiten war es, die Wirkungsweise und im Speziellen das hygrothermische Langzeitverhalten von energetisch hocheffizienten Baukonstruktionen unter realen klimatischen Beanspruchungen zu analysieren und damit Grundlagen für weitere Innovationen im Bereich des Passivhaus-Standards durchzuführen.

Für die Analyse und Optimierung der Baukonstruktionen und -bauteile sowie der Anschluss- und Detailsituationen wurde von der Fachhochschule Kärnten ein neues dynamisches Simulationsverfahren eingesetzt. Dieses moderne Verfahren erlaubt die realitätsnahe Beurteilung der Bauteilperformance schon im Designstadium. Dies ist besonders im Holzbau von großer Bedeutung, da speziell das Trocknungspotenzial einer Leichtbaukonstruktion, deren Wärmedämmung und in weiterer Folge auch die Dauerhaftigkeit und das Langzeitverhalten der Bauteile wesentlich beeinflusst.

Das reale Bauteilverhalten der neuen Konstruktionen unter variierenden klimatischen Verhältnissen konnte im Rahmen des Projekts erfolgreich analysiert werden. In Zukunft wird es möglich sein, die bauphysikalische Wirkungsweise der Bauteile auch in anderen klimatischen Zonen zu prognostizieren. Ergänzend zu den theoretischen Untersuchungen wurde ein Versuchs- bzw. Demonstrationsbau am Weissensee/Kärnten errichtet, um Praxisuntersuchungen durchführen zu können. 14 ausgewählte Bauteile werden hier in einem Freilandversuch messtechnisch begleitet und analysiert.



Aus wirtschaftlicher Sicht beachtlich ist der hohe Vorfertigungsgrad der entwickelten Einzelelemente, aufgrund dessen zukünftig produktbedingte Mehrkosten gesenkt werden können.

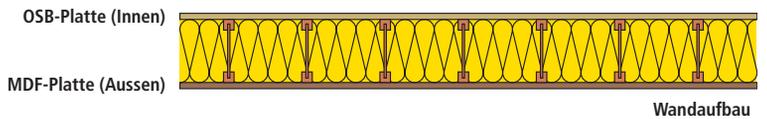
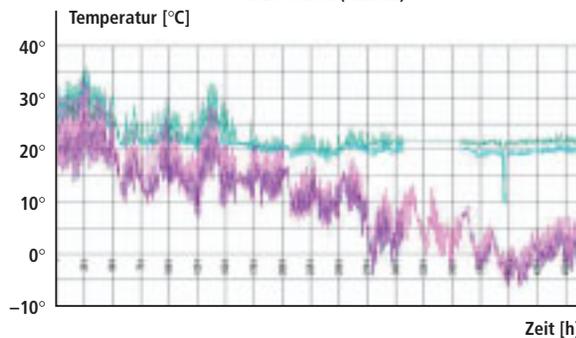
Basierend auf den bisher gewonnenen Erkenntnissen entwickelt das Projektteam derzeit weitere innovative Gebäudekonzepte. In einem Folgeprojekt werden spezielle Holzkonstruktionen für das erste schwimmende Passivhaus entworfen. Einsatzgebiete für dieses weltweite Novum können Schwimmhäuser, Amphibienhäuser in Hochwassergebieten und auch wasserdichte Keller in normalen (Passiv-) Häusern sein.



## Vergleich der Temperaturwerte: Simulation und Messung am Versuchsbau

- OSB-Messung ■
- OSB-Simulation ■
- MDF-Messung ■
- MDF-Simulation ■

Temperaturen an der Grenzfläche MDF-Platte zur Dämmung sowie OSB-Platte zur Dämmung



**Wandquerschnitt (ohne innere und äußere Beplankung):**  
Auf der Außenseite ist eine sehr diffusions-offene MDF-Platte (Mitteldichte Faser-Platte), an der Innenseite eine verhältnismäßig diffusionsdichte OSB-Platte (Oriented Strands Board) angebracht. Dazwischenliegend ist das statische Traggerippe aus wärmetechnisch optimierten TJI-Trägern, sowie die (passivhaustaugliche) Wärmedämmung angeordnet.

Die Grafik zeigt einen Vergleich zwischen der zu Projektbeginn durchgeführten Simulation und den am Versuchsbau tatsächlich gemessenen Temperaturwerten. Hier ist deutlich zu sehen, dass die vorab simulierte Aussagen sehr nahe an der Realität liegen. Das Simulationsverfahren ermöglicht es daher, bereits im Planungsprozess rasch und kostengünstig, langfristige, realistische Abschätzungen über das Bauteilverhalten zu tätigen.

## PHOTOVOLTAIK-MODULE FÜR DIE GEBÄUDEINTEGRATION

Erte Solar GmbH / Amstetten (NÖ)  
HEI Consulting GmbH / Wien

■ Ein großes, bisher kaum genutztes Potenzial für die nachhaltige Energieerzeugung in modernen Bauten liegt in der energetischen Nutzung der Gebäudehüllen. Untersuchungen (z.B. im Rahmen der IEA PVPS Task 7) zeigen, dass in Österreich durch die Nutzung der Gebäudefassaden für Photovoltaik-Flächen etwa 35 % des Gesamtstromverbrauchs gedeckt werden könnte. Ziel eines Projekts im Rahmen von „Haus der Zukunft“ war es, neue Produktionsverfahren für Photovoltaik-Solarmodule zu entwickeln, die sich besonders für die Integration in die Gebäudehülle eignen.

Gebäudeintegration bedeutet, dass die PV-Module Teil der Fassade oder des Daches sind und neben der Energieerzeugung auch verschiedene andere Funktionen erfüllen. Sie dienen zugleich als Fassadenbaustoff und können zusätzlich als Wetterschutz oder Verschattungselement zum Einsatz kommen.

Die derzeit am Markt erhältlichen PV-Module sind für die Gebäudeintegration nur sehr eingeschränkt nutzbar, da sie aufgrund ihrer starren Größen, kleinen Flächen sowie der verwendeten Materialien und Herstellungstechnologien den Anforderungen des modernen Hoch- und Fassadenbaus nicht entsprechen. Für einen stärkeren Einsatz der heute am Markt erhältlichen PV-Module in der Gebäudehülle bestehen aus Sicht vieler ArchitektInnen folgende Barrieren:

- ungenügende technische Produkteigenschaften (Formate, bautechnische Eigenschaften)
- unbefriedigende Ästhetik
- hoher Planungsaufwand
- schwierige Integration in die Projektabwicklung

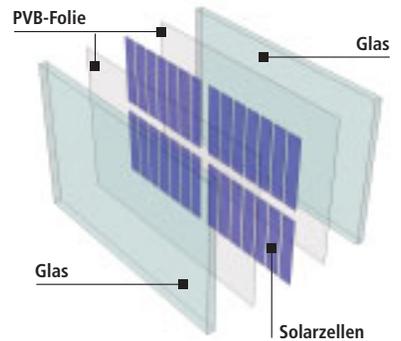
Die Anforderungen bei der Gebäudeintegration sind in der Regel zu unterschiedlich, als dass sie mit den konventionellen Photovoltaik-Modulen aus der

Massenproduktion erfüllt werden können. Ein weiteres Problem stellt die fehlende Standardisierung der Module dar, so dass Produkte unterschiedlicher Hersteller nicht untereinander austauschbar bzw. kombinierbar sind.

Bei den derzeit installierten Systemen dominieren Dachaufständerungen und Bodenmontagen. Technologischer Standard ist die Fertigung kleiner Photovoltaik-Module (typische Fläche 1,5 m<sup>2</sup>) mit einer EVA-Folie (Ethyl-Vinyl-Acetat) als Laminiermaterial und einer Kunststoffverbundfolie an der Rückseite des Moduls.

Bei dem im Rahmen des Projekts entwickelten Fertigungsverfahren werden die kristallinen Solarzellen mit einer speziellen Verbundtechnik alterungsbeständig zwischen zwei Glasplatten eingekapselt. Dieses Verfahren wurde bisher nur zur Herstellung von Verbund-sicherheitsglas für den Gebäudebereich

### Aufbau eines VSG-Solarmoduls



oder im Automobilbereich für die Herstellung von Windschutzscheiben eingesetzt. Diese neuen Module werden nicht mit der üblichen EVA-Folie laminiert, sondern mit einer sogenannten PVB-Folie (Poly-Vinyl-Butyral). Diese Lamination weist gegenüber konventionellen Fertigungsverfahren Vorteile hinsichtlich Reißfestigkeit, Bruchdehnung, Resttragfähigkeit und Langzeitverhalten auf.

Die Modulrückseite wird nicht als Kunststoffverbundfolie ausgebildet, sondern mit einer zweiten Glasplatte versehen. Damit können semitransparente Module gefertigt werden. Zudem wird durch diese Konstruktion die Alterungsbeständigkeit erhöht. ►



#### Pilotprojekt Solardach Gemeindeforum Ludesch

Die „kommunikative Mitte“ des neuen Gemeindeforum Ludesch bildet der mit 350 m<sup>2</sup> transluzenten Photovoltaik-Modulen überdachte Dorfplatz. Seitens der Gemeinde bestand der Wunsch den neuen Dorfplatz zu überdachen, um diesen möglichst flexibel nutzen zu können. Das Dach besteht aus 120 PV-Hochleistungsmodulen, welche in 12 Bahnen sheetartig nach Südwesten ausgerichtet sind. Das Dach bietet den gewünschten Witterungs- und Sonnenschutz. Neben diesen Funktionen wird die Anlage pro Jahr ca. 16.000 kWh an elektrischer Energie erzeugen.



- Durch die Verwendung von Fertigungseinrichtungen wie sie in der Verbund-sicherheitsglasherstellung üblich sind, können die Anforderungen nach flexiblen Modulgrößen bzw. auch großflächigen Modulen (bis zu 12,5 m<sup>2</sup>) erfüllt werden. Die neuen Verbundsicherheitsglas (VSG)-Module sind durchbruch-sicher und eignen sich auch für Überkopfkonstruktionen. Nach entsprechender bautechnischer Zertifizierung ist keine Prüfung im Einzelfall erforderlich.

Die breite Markteinführung der Photovoltaik scheidet oftmals an den, im Vergleich zu anderen Energieträgern, höheren Kosten. Bei der Fassaden- und Gebäudeintegration der Photovoltaik

ergeben sich aber erhebliche Kostensynergien. Durch die Mehrfachnutzung der PV-Module als Fassadenelement und Energieerzeuger lassen sich die höheren Planungskosten und Aufwendungen für Maßanfertigungen teilweise kompensieren. Hochwertige Fassadenverkleidungen (z.B. aus Stein) weisen annähernd die gleichen Quadratmeterpreise auf wie Solarfassaden. Mit der Integration von Photovoltaik in die Fassade kann aber eine deutliche Reduktion der Energiekosten erzielt werden. Durch die Nutzung der PV-Module als Verschattungselemente ergeben sich weitere relevante Einsparungen, zum Beispiel bei der Kühlung von großen Bürogebäuden.

## PROJEKTPARTNER/INNEN

- **WALCHFENSTER04**  
Vom Funktionsmuster zum seriennahen Prototyp  
Walch Fenster / Ludesch (Vorarlberg)

Kontakt:  
Walch GmbH  
Zementwerkstrasse 42  
6713 Ludesch  
[www.walchfenster.at](http://www.walchfenster.at)

- **NEUE HOCHWÄRMEDÄMMENDE HOLZLEICHTBAUWEISEN**  
Weissenseer Holz-System-Bau GmbH / Weissensee (Kärnten)

Kontakt:  
Weissenseer Holz-System-Bau GmbH  
Oberdorf 80  
9762 Techendorf-Weissensee  
[www.weissenseer.at](http://www.weissenseer.at)

- **PHOTOVOLTAIK-MODULE FÜR DIE GEBÄUDEINTEGRATION**  
Ertex Solar GmbH / Amstetten (NÖ)  
HEI Consulting GmbH / Wien

Kontakt:  
Ertex Solar GmbH  
Peter Mitterhofer Str. 4  
3300 Amstetten  
[www.ertex-solar.at](http://www.ertex-solar.at)

HEI Consulting GmbH  
Ameisgasse 65  
1140 Wien  
[www.hei.at](http://www.hei.at)

## INFORMATIONEN PUBLIKATIONEN

[www.HausderZukunft.at](http://www.HausderZukunft.at)  
[www.NachhaltigWirtschaften.at/publikationen](http://www.NachhaltigWirtschaften.at/publikationen)

PROJEKTFABRIK  
Währingerstrasse 121/3  
A-1180 Wien

Eine vollständige Liste der Schriftenreihe „Berichte aus Energie- und Umweltforschung“ des bmvit mit Bestellmöglichkeit findet sich ebenfalls auf dieser HOMEPAGE.

**FORSCHUNGSFORUM** im Internet:  
[www.NachhaltigWirtschaften.at/Publikationen](http://www.NachhaltigWirtschaften.at/Publikationen)

in Deutsch und Englisch

- FORSCHUNGSFORUM erscheint vierteljährlich und kann kostenlos auf dieser Website abonniert werden.

## IMPRESSUM

FORSCHUNGSFORUM informiert über ausgewählte Projekte aus dem Bereich „Nachhaltig Wirtschaften“ des bmvit. Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber: Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie; Abteilung für Energie- und Umwelttechnologien; Leitung: Dipl.Ing. M. Paula; Renngasse 5, A-1010 Wien. Fotos und Grafiken: HEI Consulting GmbH, Walch GmbH, Weissenseer Holz-System-Bau GmbH. Redaktion: Projektfabrik, A-1180 Wien, Währinger Straße 121/3. Gestaltung: Wolfgang Bledl. Herstellung: AV+Astoria Druckzentrum GmbH, A-1030 Wien, Faradaygasse 6.