

# Sunlighthouse

**VELUX®**  
MODEL  
HOME 2020



Das VELUX Experiment

Wissenschaftliches Monitoring  
& Erkenntnisse für die Baupraxis

# Vorwort



DI Michael Walter

Das Projekt „Sunlighthouse“ stellt einen Meilenstein in der Weiterentwicklung energieeffizienter Gebäude dar. Eine zeitgemäße Planung und die gesamtheitliche Betrachtung schafft eine Balance zwischen den manchmal widersprüchlichen Anforderungen an Energieeffizienz und Tageslicht-Architektur.

Das bedeutet für die Nutzer nicht nur ausgesprochen geringe Betriebskosten sondern vor allem höhere Lebensqualität in Form von frischer, gesunder Raumluft, einem hohen Anteil an Tageslicht, einem ganzjährig angenehmen Raumklima und der perfekten Kombination aus Innen- und Außenraum - also Lebensqualität pur.

Der Besuch von mehr als 2.500 Architekten, Energieexperten, Entwicklern, Studenten, Professoren und Politikern aus dem In- und Ausland, verdeutlichen die Wichtigkeit dieser Thematik.

Es zeigt auch, dass das Steildach für spannende Architektur, bei der sich die aktiven und passiven solaren Komponenten perfekt und formal ansprechend in das Dach integrieren lassen, richtungsweisend ist.

Durch einen umfangreichen Monitoring-Prozess konnten wertvolle Erkenntnisse für das zukünftige

Bauen und Wohnen gewonnen werden. Die Energiebilanz von Fenstern (also die Wärmeverluste und die nutzbaren solaren Gewinne während der Heizperiode) ist bei der heutigen Fenstergeneration ausgeglichen; Fenster spielen somit bei der Gestaltung der Gebäudehülle eine sehr wichtige Rolle. Es ist gewährleistet, dass mehr Spielraum in der Planung mit Tageslicht vorhanden ist, um eine entsprechende natürliche Belichtung und Belüftung des Hauses zu erreichen.

Es ist uns wichtig, dass das Sunlighthouse nicht als isoliertes wissenschaftliches und theoretisches Projekt betrachtet wird. VELUX geht davon aus, dass die gewonnenen Erkenntnisse und die Grundsätze des „Active Houses“ in die tägliche Baupraxis übertragen werden. Der gesamtheitliche Ansatz verbindet höchste Ressourcenschonung mit leistbaren Bau- und Betriebskosten.

DI Michael Walter  
Geschäftsführer VELUX Österreich GmbH



DI Dr. Peter Holzer

„Ein Experiment ist besser als tausend Expertenmeinungen.“

VELUX Gründer Villum Kann Rasmussen bringt auf den Punkt, was den Hersteller von Dachflächenfenstern bewog, in die Errichtung von insgesamt sechs modellhaften Gebäuden, den „Model Homes 2020“ zu investieren.

Gefordert waren gleichermaßen höchste Qualitäten sowohl hinsichtlich des Komforts und Wohlbefindens seiner BewohnerInnen, als auch hinsichtlich der Energieeffizienz und der Umweltverträglichkeit der Gebäude.

Alle Model Homes 2020 wurden intensiv wissenschaftlich begleitet. In Österreich von der Donau-Universität Krems, dem Österreichischen Institut für Bauen und Ökologie sowie dem interuniversitären Forschungszentrum IFZ Graz. Nach tausenden Stunden der konzeptiven, rechnerischen, messtechnischen und sozialwissenschaftlichen Begleitung steht fest: Das Experiment ist gelungen. Die mutige und gleichzeitig sensible Architektur, mit exzellenter Tageslichtversorgung und hervorragender Verschränkung von Innen- und Außenräumen, in Verbindung mit hochwertigem Wärmeschutz, ökologischer Materialwahl und effizienter Gebäudetechnik haben ein Gebäude ergeben, das alle Anforderungen erfüllt:

Ein stimulierendes, lichtdurchflutetes, CO<sub>2</sub>-neutrales Plusenergiehaus, mit bestem Innenraumkomfort bei gleichzeitig intensiver und erlebbarer Anbindung des Außenraums.

Selbst ein gelungenes Experiment bleibt ein Experiment: Keine Kopiervorlage, sondern eine Methode wissenschaftlichen Erkenntnisgewinns. In diesem Sinn hat das Sunlighthouse Antworten gegeben und Handlungsbedarf aufgezeigt:

- Die Synthese scheinbar widersprüchlicher Qualitäten im Spannungsfeld von Ökologie, Energieeffizienz, Tageslichtversorgung, Naturnähe und Außenraumanbindung ist machbar. Standort- und nutzungssensitive Architektur ist dazu der Schlüssel.
- Ein Haus soll ein Haus sein und keine Maschine. Gebäudetechnische Systeme müssen effizient, aber robust und möglichst einfach sein. Es besteht Raum für Entwicklung.
- Die nutzbare und erlebbare Anbindung des Außenraums erweist sich als elementare Qualität eines gesundheitsförderlichen Innenraumkomforts. Eine systematische wissenschaftliche Aufarbeitung dieser Zusammenhänge ist dringend angezeigt.

Namens der beteiligten ForscherInnen danke ich VELUX für den Mut zum Experiment, für die unvoreingenommene Bereitschaft zum Erkenntnisgewinn und für die exzellente Zusammenarbeit.

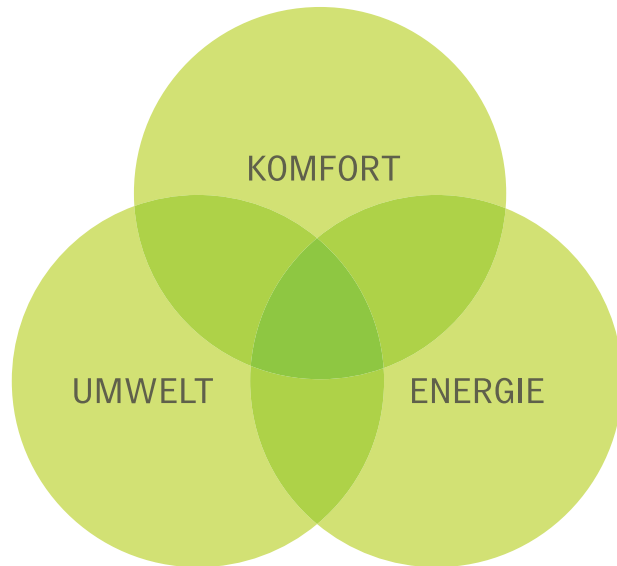
DI Dr. Peter Holzer  
Geschäftsführer  
Institute of Building Research & Innovation GmbH  
(Donau-Universität Krems bis März 2013)



# Das Ziel

## Active House ist kein reines energetisches Gebäudekonzept.

Der Mensch mit all seinen Ansprüchen, seine Gesundheit und sein Wohlbefinden stehen im Mittelpunkt. Active House ist ein Gebäudekonzept, welches das Zusammenspiel der Energieeffizienz, dem Innenraumklima und den Auswirkungen des Gebäudes auf die Umwelt bewertet.



Das Sunlighthouse stellt in jeder Hinsicht ein Musterbeispiel eines Active Houses dar. Active House ist eine Plattform, die von der VELUX Gruppe unterstützt wird.

**activehouse**.INFO  
NETWORK AND KNOWLEDGE SHARING



### Komfort

- Ein Gebäude mit einem Innenraumklima, das Gesundheit, Komfort und Wohlbefinden für die Bewohner fördert
- Ein Gebäude, das gute Luftqualität, adäquate thermische Behaglichkeit und entsprechenden visuellen und akustischen Komfort bietet
- Ein Gebäude mit einem Innenraumklima, das sich für die Bewohner leicht regulieren lässt und gleichzeitig zu verantwortungsvollem, ökologischem Verhalten anregt



### Energie

- Ein Gebäude, das energieeffizient und benutzerfreundlich ist
- Ein Gebäude, das die vorgeschriebenen Minimalwerte hinsichtlich Energieeffizienz deutlich übertrifft
- Ein Gebäude, das die verschiedenen Energiequellen, die intelligent in das Gesamtkonzept integriert sind, ausnützt



### Umwelt

- Ein Gebäude, das möglichst wenig Auswirkungen auf die Umwelt und Ressourcen hat
- Ein Gebäude, das ökologische Schäden vermeidet
- Ein Gebäude, das aus Materialien hergestellt wird, die sich leicht wiederverwerten lassen

Mehr Informationen finden Sie unter [www.activehouse.info](http://www.activehouse.info)

# Phasen des Experimentes

## Das Sunlighthouse ist ein wissenschaftlich begleitetes Projekt.

Im Einklang mit dem ActiveHouse Konzept wurden für das Sunlighthouse hochstehende Ziele hinsichtlich Komfort, Energieeffizienz und Umweltverträglichkeit festgelegt.

- ▶ 2008: geladener Wettbewerb; Juryvorsitz Prof. Arch. DI Walter Unterrainer
- ▶ Sieger: HEIN-TROY Architekten
- ▶ Wissenschaftliche Projektbegleitung durch die Donau-Uni und dem IBO:
  - Bauphysikalische Berechnungen
  - Ökologische Bewertung
  - Energetische Optimierung
  - Tageslicht-Evaluierung
  - Haustechnikkonzept
- ▶ 2008 bis 2010: Integrale Planung zwischen Arch. Juri Troy, der Donau-Uni Krems, dem IBO, den Haustechnik- und den Elektroplanern
- ▶ 22. April 2010: Spatenstich
- ▶ Mai 2010 bis Oktober 2010: Bauphase
- ▶ Eröffnung am 28. Oktober 2010
- ▶ November 2010 bis Jänner 2012: öffentlich zugänglich für Architekten und Energieexperten aus dem In- und Ausland
- ▶ 2.500 Besucher; davon auch aus Ungarn, Tschechien, Slowakei, Deutschland, Belgien, Russland, Schweiz, Lettland, Dänemark, Slowenien und Kroatien
- ▶ Ende 2011: Familiensuche  
111 Familien bewarben sich für den Praxistest
- ▶ Praxistest: Testfamilie (2 Erwachsene, 2 Kinder) bewohnen von 1. März 2012 bis 28. Februar 2013 das Sunlighthouse (siehe Seite 6)
- ▶ umfangreiches Monitoring
  - quantitativ: durch die Donau-Uni Krems
  - qualitativ: durch SoziologInnen des IFZ Graz



Eröffnungsfeier am 28. Oktober 2010



Architekturbüros Reinberg und ah3 im Sunlighthouse



VELUX Geschäftsführer DI Michael Walter im Gespräch mit Wiens Vizebürgermeisterin Mag.a Maria Vassilakou



# Monitoring

Das Sunlighthouse wurde einem umfangreichen und detaillierten Monitoring-Prozess unterzogen. Die Monitoringphase dauerte 1 Jahr (vom 1. März 2012 bis 28. Februar 2013); damit konnten alle Jahreszeiten erfasst werden.

## Quantitatives Monitoring

durch die Donau-Uni Krems

- ▶ Ermittlung der tatsächlichen Verbräuche
  - Heizwärme
  - Warmwasser
  - Heiztechnikverluste
  - Haushaltsstrom
  - Haustechnikstrom
  - Ermittlung von Raumkomfortparameter
  - Tageslichteintrag
  - Innenraumtemperatur
  - Luftqualität
- ▶ Ermittlung der tatsächlichen Erträge
  - Photovoltaik
  - Solarkollektoren
- ▶ Evaluierung und Vergleich mit den Berechnungen

## Qualitatives Monitoring

durch Soziologen des IFZ Graz

- ▶ Interviews der Bewohner und Evaluierung über deren subjektives Empfinden zu Komfortkriterien wie Raumtemperatur, Tageslichtversorgung, Behaglichkeit, Unterschied zur vorherigen Wohnung, Benutzerfreundlichkeit etc.
- ▶ Gebäudeperformance und Bewohnerverhalten



Donau-Universität Krems  
Department für Bauen  
und Umwelt



Interuniversitäres  
Forschungszentrum  
IFZ Graz

## Auswahl der Testfamilie:

Um repräsentative Aussagen im Hinblick auf den Energieverbrauch unter realen Wohnbedingungen treffen zu können, wurde nach einer Testfamilie gesucht, die das Sunlighthouse über einen Zeitraum von einem Jahr bewohnte. 111 Familien haben sich für das „probewohnen“ im Sunlighthouse beworben.

Eine unabhängige Jury aus Psychologen und Kommunikationsexperten entschied sich für Familie Dorfstetter.

Yasmin und Ludwig Dorfstetter konnten nicht nur durch ihre sympathische Ausstrahlung, Abenteuergeist und ihre Begeisterung für das Projekt überzeugen. Beide bringen durch ihre beruflichen Tätigkeiten auch wertvolles Wissen im Bereich Ökologie in das Projekt mit ein:

Der Niederösterreicher Ludwig Dorfstetter (32 Jahre) arbeitet bei den Österreichischen Bundesforsten als Spezialist für Privatwaldbewirtschaftung. Die gebürtige Allgäuerin Yasmin Dorfstetter (30 Jahre) ist als wissenschaftliche Mitarbeiterin bei der Forschungs Kooperation Klimaschutz eine Idealbesetzung für die Aufgabe, das Sunlighthouse einem gründlichen Praxistest zu unterziehen: „Beruflich steht der nachhaltige Umgang mit natürlichen Ressourcen bei uns schon lange im Vordergrund. Deshalb sind wir begeistert, im Rahmen dieses Experiments auch privat die Zukunft des ökologischen Bauens und Wohnens ein Stück mitzugestalten.“

Darum wagen die beiden Wahl-Salzburger mit ihren Kindern Johann (3 Jahre) und Alfred (5 Jahre) den Sprung von Salzburg nach Niederösterreich.



# Tageslicht-Evaluierung

## Analyse des Diffuslichtes

Klares Ziel beim Sunlighthouse waren auch an trüben Tagen außergewöhnlich helle Räume, die vorzugsweise mit Tageslicht auskommen. Damit ergibt sich auch eine Reduktion der künstlichen Beleuchtung auf ein notwendiges Minimum. Um ausgewogene Belichtungsverhältnisse zu schaffen wurde besonders auf gleichmäßige Belichtung - das heißt auch Licht in die Tiefe des Raumes - geachtet.

Der Tageslicht-Quotient (TQ) wird in vielen Ländern als gängige und einfache Messmethode für den Tageslicht-Einsatz verwendet. Der TQ gibt an, wieviel % des außen verfügbaren Tageslichts bei bedecktem Himmel auf einer Innenfläche in der Höhe von 85 cm über dem Fußboden auftreffen. Je höher der Tageslicht-Quotient, desto mehr Tageslicht ist im Raum vorhanden. Räume mit einem Tageslicht-Quotienten von durchschnittlich 2% und mehr gelten als adäquat belichtet. Ein Raum oder ein Bereich wird als wirklich hell empfunden, wenn der TQ 5% und mehr beträgt.

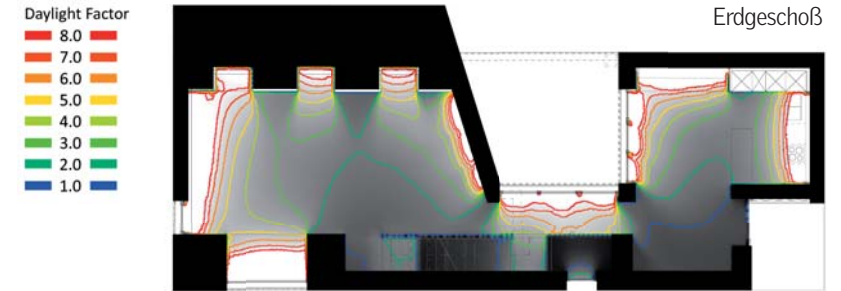
## Leuchtdichteverteilung des bedeckten Himmels

Der Tageslichtquotient wird immer bei bedecktem Himmel ermittelt. Die Leuchtdichte im Zenith ist dreimal so hoch wie jene am Horizont.

## Reale Messung bei diffusem Himmel im Sommer



## Computersimulation mittels VELUX daylight visualizer



## Modellstudie im Lichtlabor der Donau-Uni Krems





Die auf Messungen äußerer und innerer Beleuchtungsstärke basierenden Berechnungen von Tageslichtquotienten in ausgewählten Bereichen ergeben folgendes Ergebnis:

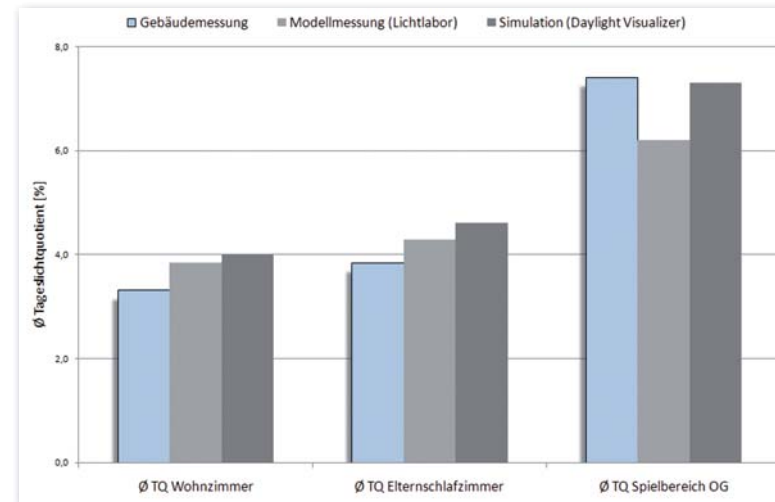
- ▶ Wohnbereich durchschnittlich 3,3%
- ▶ Elternschlafzimmer durchschnittlich 3,8%
- ▶ Spiel- und Gangbereich durchschnittlich 7,4%

Die bestmögliche Nutzung des in hoher visueller Qualität und völlig kostenfrei zur Verfügung stehenden natürlichen Lichts ist eines der wesentlichen Projektziele. Das Vorhandensein optimaler Tageslichteinträge begünstigt neben optimalen visuellen Raumkomforteigenschaften innerhalb des Sunlighthouse, auch hohe Tageslichtautonomie und damit verminderten Energiebedarf für künstliche Beleuchtung sowie den Ablauf von lichtinduzierten photophysiologicalen Prozessen.

Die Tageslichtsituation innerhalb von Gebäuden ist deshalb sowohl für Gesundheit und Wohlbefinden der BewohnerInnen, als auch für die subjektive Akzeptanz von Räumen entscheidend.

Die im Zuge des Monitorings ermittelten Werte bestätigen die in der Planungsphase aufgrund von Lichtlaboruntersuchungen und Computersimulation erstellten Prognosen für quantitative Tageslichteinträge. Das laut Norm DIN 5034 Teil 1, Tageslicht in Innenräumen, erforderliche Tageslichtquotientenniveau von 0,9% wird klar überschritten.

Arch. DI Gregor Radinger, MSc  
Donau-Uni Krems, Department für Bauen und Umwelt



Vergleich zwischen der tatsächlichen Messung, der Modellmessung im Lichtlabor und der Computersimulation

### Qualitatives Monitoring: (Originalzitate der Bewohner aus dem Interview mit SoziologInnen des IFZ Graz)

**Yasmin Dorfstetter:** *Also was ich immer noch faszinierend finde, jetzt auch weil ich mir einige Häuser angeschaut habe beim Suchen, ist das mit dem Licht. Dass man wirklich so toll Licht hat und die Beleuchtung wenig braucht. Das ist eigentlich noch mehr, als ich mir erwartet hätte.*

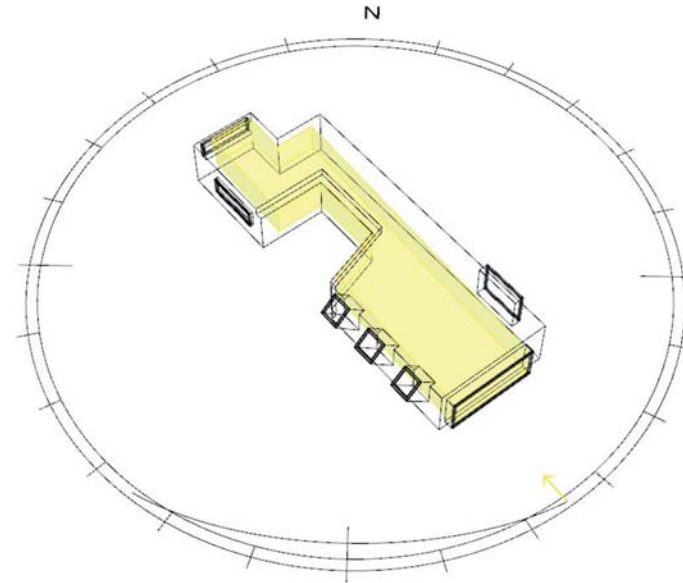
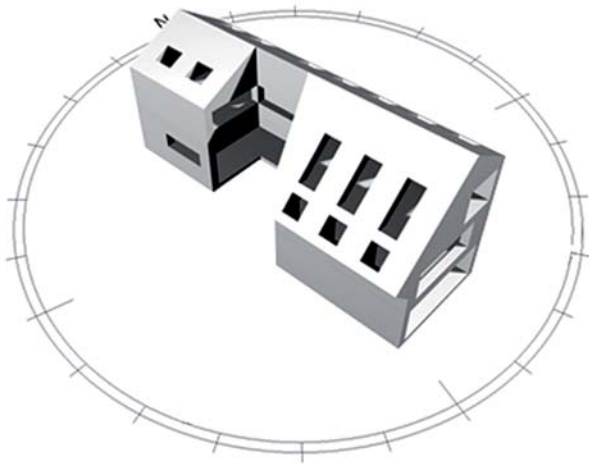
### Genug Licht auch im Winter

**Ludwig Dorfstetter:** *Also was man merkt im Vergleich zu den Nachbarhäusern, wir sind die letzten, die das Licht anschalten. Das merkt man deutlich. Aber auf der anderen Seite, wenn es hier dunkel ist, habe ich mehr Licht an, weil man gewohnt ist, dass es hell ist. Also das ist ein bisschen paradox. Man ist gewohnt, dass es immer hell ist, ich habe es mir ein paar Mal abends gedacht, wenn ich am PC gearbeitet habe, z.B. da habe ich das Licht in der alten Wohnung kaum angehabt, da hätte die Hintergrundbeleuchtung vom Bildschirm gereicht, wenn ich nebenher nichts lesen muss oder nur irgend-welche Mails beantworte. Da hätte ich ein Licht nie eingeschalten gehabt. A, zu geizig und B, wenn es halt im Verlauf des Tages dunkler wird, da habe ich eine relativ hohe Toleranz dagegen. Was mir eben aufgefallen ist, wenn es dunkel ist, dass doch vermehrt Licht an ist, weil man einfach gewohnt ist, dass es hell ist.*

# Tageslicht-Evaluierung

## Analyse des direkten Lichtes

Direktes Licht im Innenraum ermöglicht das Vorhandensein von hohen Beleuchtungsstärken und begünstigt den Ablauf von biochemischen Prozessen. Daher ist es gerade in den Wintermonaten von entscheidender Bedeutung, wieviel und wie lange die Räume mit direktem Sonnenlicht versorgt werden können.



Direktlicht-Eintrag im Sunlighthouse am 21. Dezember ermittelt mit der Software „LightPenetrationFactor“ © Renate Hammer und Peter Holzer

## Direktlichteinträge

Eine eigene entwickelte Berechnungs- und Visualisierungsmethode, entwickelt am Department für Bauen und Umwelt nach einer Idee von Renate Hammer und Peter Holzer zeigt jenes Raumvolumen innerhalb des Sunlighthouses, das zu bestimmten Uhrzeiten oder Zeitspannen von direktem Licht getroffen („durchlichtet“) wird.

## Ergebnis

Die Untersuchungen verdeutlichen den hohen Durchlichtungsgrad in den Wintermonaten im Erdgeschoßbereich von Sonnenauf- bis Sonnenuntergang. Das normativ erforderliche Vorhandensein von Direktlichteinträgen an Wintertagen in Wohnbereichen von 1 Stunde wird deutlich überschritten (im Sunlighthouse wurden mehr als 6 Stunden ermittelt).

Gleichzeitig bewirken Gebäudeposition, Baukörper- und Fenstergeometrien verringerten Eintrag von Direktlicht in den Sommermonaten.

Zur Überprüfung der Berechnungsergebnisse und Beobachtung der wechselnden, dynamischen Lichtsituationen im Sunlighthouse werden diese im Zuge des Monitorings fotografisch dokumentiert.



# Raumluftqualität

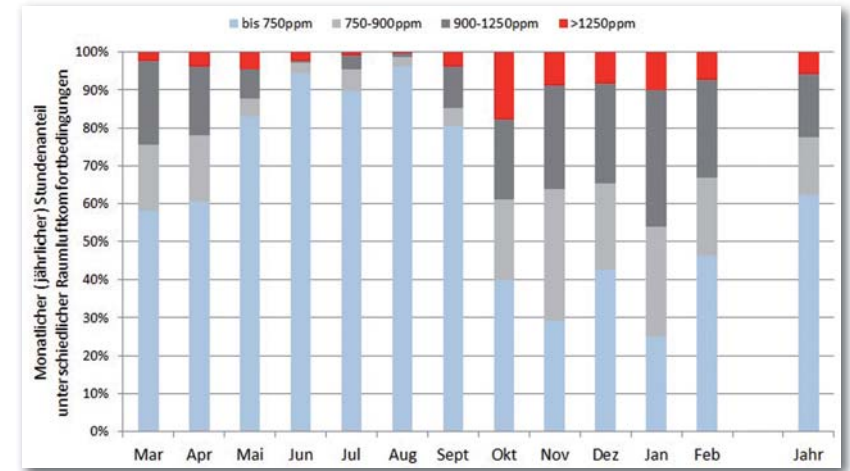
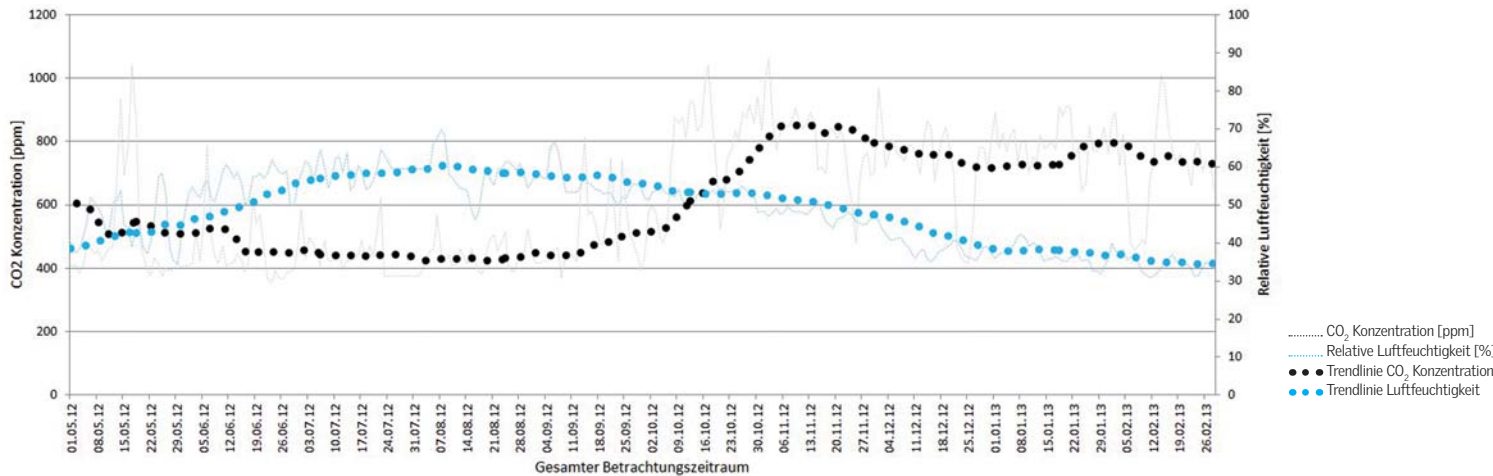
Zur Sicherung einer guten Raumluft kam ein duales Lüftungssystem zum Einsatz.

- ▶ Kontrollierte Wohnraumlüftung mit einer hohen Wärmerückgewinnung in der kalten Jahreszeit (unter 14° C Außentemperatur)
- ▶ Eine bedarfsgerechte Fensterlüftung (Fenster öffnen und schließen je nach Raumtemperatur, Außentemperatur, CO<sub>2</sub>-Konzentration, Luftfeuchtigkeit innen und Windgeschwindigkeit) in der wärmeren Jahreszeit (ab 14° C Raumtemperatur)

## Ergebnis

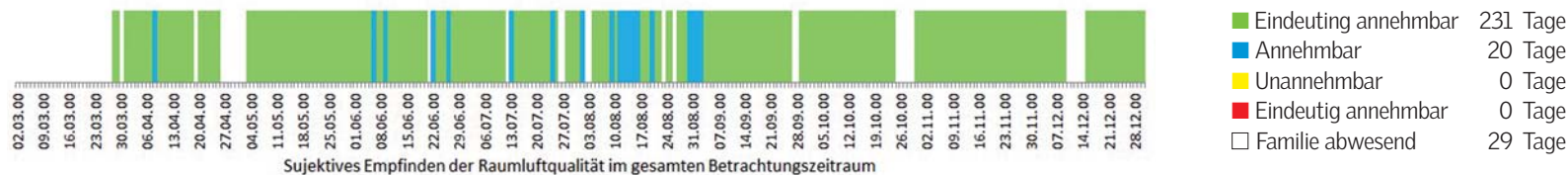
Die durchschnittliche, monatliche CO<sub>2</sub> Konzentration der Raumluft im Sunlighthouse liegt zwischen 437 ppm und 797 ppm. Demnach wird eine angenommene äußerer CO<sub>2</sub> Konzentration von 350 ppm um nicht mehr als 447 ppm überschritten. Die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit beträgt zwischen 25% und 60% und liegt damit innerhalb des nach EN 15251 empfohlenen Wertebereiches. Erhöhte bzw. verminderte Werte von CO<sub>2</sub> Konzentration und relativer Luftfeuchtigkeit ergeben sich u.a. aufgrund von Personenabwesenheit bzw. Überbelegung sowie durch die außentemperaturabhängige Umstellung von Fensterlüftung auf mechanische Lüftung und deren Einstellungsparametern. In der BewohnerInnenbefragung wird die Raumluftqualität überwiegend als "Eindeutig annehmbar" bezeichnet. Systemumstellungen zu Beginn der Heizperiode bewirkt eine geringfügige Qualitätsabnahme.

## Luftqualität gemessen:



Auswertung der CO<sub>2</sub>-Konzentration der Raumluft im Schlafzimmer gemäß EN 15251

## Von den Bewohnern empfunden:



# Raumtemperatur

Klimatische Randbedingungen während der Monitoringphase:

- Bemerkenswert hohe monatliche Durchschnittstemperaturen während der Sommermonate
- Ein langanhaltender, einstrahlungsarmer Winter mit Schnee bis nach Ostern
- Tiefe Temperaturen in der Winterperiode
- Die durchschnittliche Außentemperatur während der Betrachtungsperiode von 1. 3. 2012 bis 28. 2. 2013 liegt bei 9,7° C.
- Vergleiche mit dem wärmsten und kältesten Jahr innerhalb eines Beobachtungszeitraumes von 2002 - Die Daten beziehen sich auf Dokumentationen, die der Homepage der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) zu entnehmen sind.

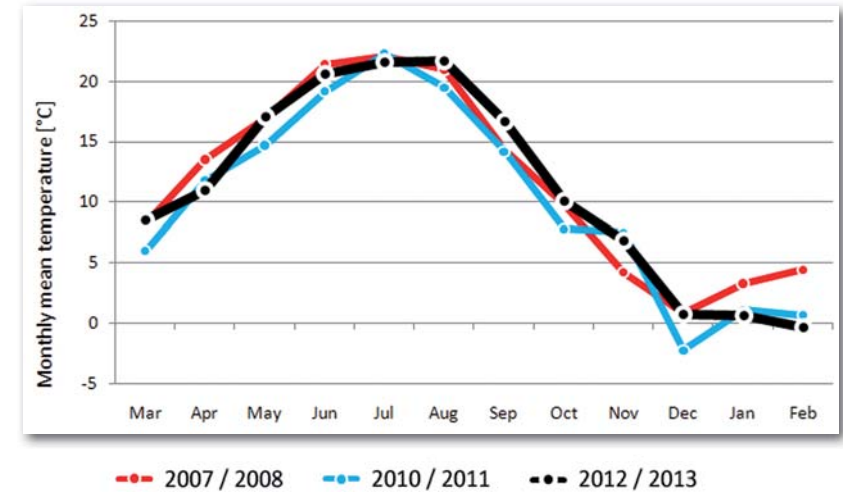
Ergebnis:

Durchschnittliche Temperaturen im Juli 2012:

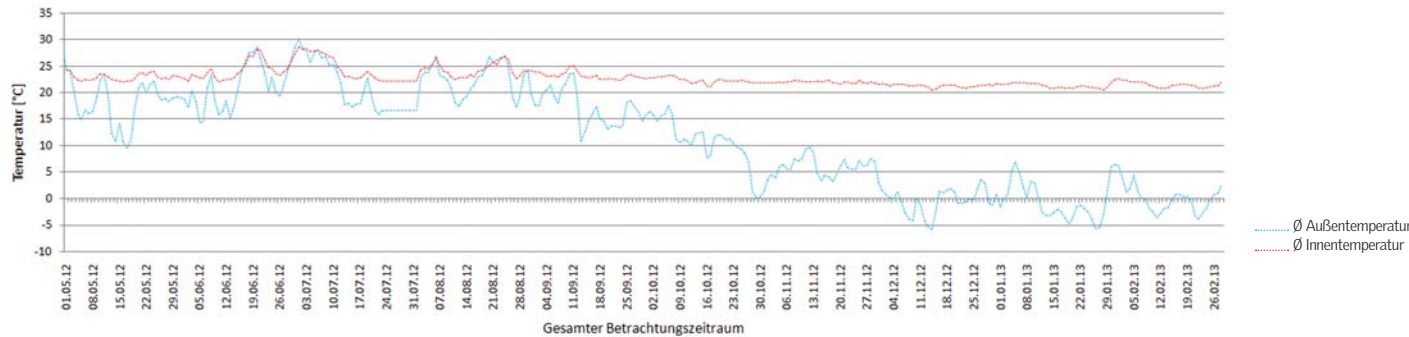
Te: 22,8° C Ti: 24,4° C

Durchschnittliche Temperaturen im Jänner 2013:

Te: - 0,5° C Ti: 21,3° C



Temperatur gemessen:

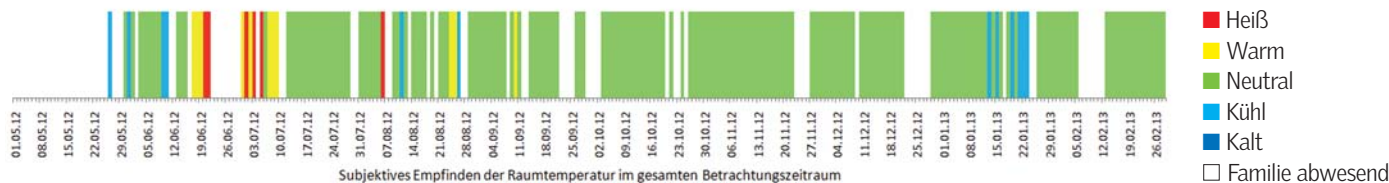


Zur quantitativen und qualitativen Beurteilung der Raumtemperatur werden die gemessenen Werte jenen Informationen gegenübergestellt, die aus der BewohnerInnenumfrage zur subjektiven Temperaturempfindung abgegeben wurden.

Im Sunlighthouse wurden die Raumtemperaturen kontinuierlich gemessen und die so erhobenen Werte jenen Informationen gegenübergestellt, die in der BewohnerInnenumfrage zur subjektiven Temperaturempfindung abgegeben wurden.

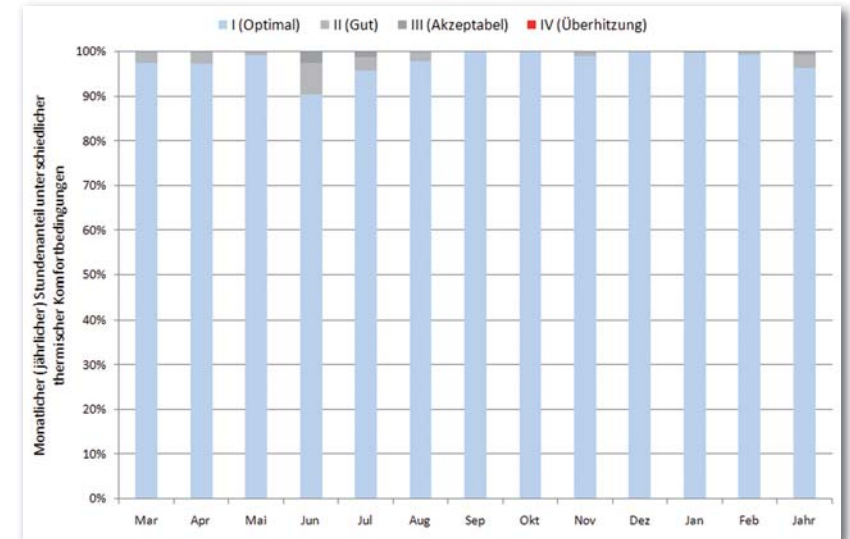
Die durchschnittliche Innenraumtemperatur liegt demnach bei 22° C.

Von den Bewohnern empfunden:



6 Tage  
22 Tage  
211 Tage  
12 Tage  
0 Tage  
29 Tage

**Anmerkung:** In der ersten Hitzeperiode haben die Bewohner häufig manuell eingegriffen und unter Tags gelüftet. Dies resultiert in höheren Raumtemperaturen. Bei der zweiten Hitzewelle im August wurde auf die Automation vertraut und damit angenehmere Raumtemperaturen erzielt.



Das subjektive Temperaturempfinden wird zumeist als "neutral" bezeichnet. Diese qualitative Beurteilung der Raumtemperaturen bestätigt deren rechnerische Bewertung nach EN 15251 Prinzip wonach diese überwiegend im Wertebereich der Bestkategorie I liegen.

## Qualitatives Monitoring: (Interviews der Soziologen mit den Bewohnern)

### Winter

**Yasmin Dorfstetter:** *Es ist ein unwahrscheinlich konstantes Innenklima finde ich. Man hat eher so das Problem, man merkt gar nicht, dass es draußen kalt wird. Grad in der Übergangszeit oder wie es draußen kalt geworden ist, da muss man wirklich schon aufpassen, also solange man sich drinnen aufhält, wir laufen immer noch barfuß durch das Haus und, dass man z.B. immer ein Paar Socken parat hat, wenn man rausgeht oder man die Kinder dann auch dementsprechend anzieht. Man nimmt das im Haus gar nicht so wahr, wenn es draußen kalt wird. In anderen Häusern merkt man diesen Umschwung eher, da merkt man im Haus dann normalerweise auch, dass es draußen kalt ist.*

### Sommer

**Ludwig Dorfstetter:** *Ich war positiv überrascht. Ich war die ganze letzte Woche in Deutschland auf einer Tagung und wie ich zurückgekommen bin, hab ich mir gedacht, das Haus wird extrem heiß sein. An dem Tag an dem ich zurückgekommen bin hat es auch über 30 Grad gehabt, aber ich war angenehm überrascht, dass es doch relativ gut kühl hält. Ich glaube die wärmsten Zimmer sind die Kinderzimmer, sie sind kleiner als der Rest, ich bilde mir halt ein, dass es dort am wärmsten wäre im Haus. Es kühlt auch in der Nacht relativ gut ab. Also ich schwitze nicht beim Schlafen, man kann entspannt schlafen, das ist eigentlich für mich das wichtigste Kriterium. Von dem her ist es eigentlich besser als gedacht. Die Frage ist natürlich, wie ist es, wenn es 2 Wochen lang über 30 Grad hat, aber das kommt eh relativ selten vor, also von dem her. Zurzeit schlägt sich das Haus relativ wacker. In puncto Hitze hab ich die größten Bedenken gehabt, aber zurzeit geht es relativ gut. Es kühlt wirklich abends relativ gut ab und nachts, wenn man die Fenster unten offen hat.*

# Energiebedarf und -produktion

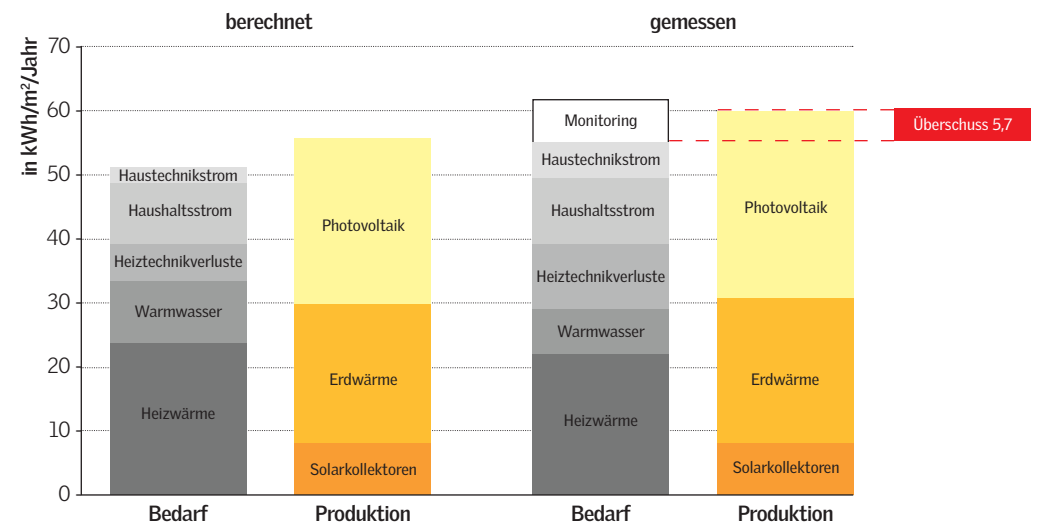
## Konzept:

- ▶ Gesamtenergiebedarf so gering wie möglich
- ▶ Niedriger Primärenergiebedarf
- ▶ Abdeckung ausschließlich durch erneuerbare Energieträger
- ▶ Kein Energiebedarf zur Gebäudekühlung
- ▶ Angestrebt: Plus-Energie-Standard
- ▶ Angestrebt: CO<sub>2</sub>-Neutralität im Betrieb (berücksichtigt sind sämtliche Verbräuche: Heizwärme, Warmwasser, Leitungsverluste, Haushaltsstrom, Haustechnikstrom)



## Gesamtenergie-Bilanz

	berechnet	gemessen
<b>Energiebedarf</b>	<b>pro m<sup>2</sup> pro Jahr</b>	<b>pro m<sup>2</sup> pro Jahr</b>
Heizwärme	24,0 kWh/m <sup>2</sup> /a	23,1 kWh/m <sup>2</sup> /a
Warmwasser	10,0 kWh/m <sup>2</sup> /a	5,5 kWh/m <sup>2</sup> /a
Heiztechnikverluste	5,1 kWh/m <sup>2</sup> /a	9,7 kWh/m <sup>2</sup> /a
Haushaltsstrom	9,2 kWh/m <sup>2</sup> /a	11,1 kWh/m <sup>2</sup> /a
Haustechnikstrom	2,5 kWh/m <sup>2</sup> /a	5,1 kWh/m <sup>2</sup> /a
<b>Gesamter Energiebedarf</b>	<b>50,8 kWh/m<sup>2</sup>/a</b>	<b>54,5 kWh/m<sup>2</sup>/a</b>
<b>Energieproduktion</b>	<b>pro m<sup>2</sup> pro Jahr</b>	<b>pro m<sup>2</sup> pro Jahr</b>
Photovoltaik	23,9 kWh/m <sup>2</sup> /a	29,1 kWh/m <sup>2</sup> /a
Solarkollektoren	7,4 kWh/m <sup>2</sup> /a	7,2 kWh/m <sup>2</sup> /a
Erdwärme	24,3 kWh/m <sup>2</sup> /a	23,9 kWh/m <sup>2</sup> /a
<b>Gesamte Energieproduktion</b>	<b>55,6 kWh/m<sup>2</sup>/a</b>	<b>60,2 kWh/m<sup>2</sup>/a</b>
<b>Überschuss</b>	<b>4,8 kWh/m<sup>2</sup>/a</b>	<b>5,7 kWh/m<sup>2</sup>/a</b>



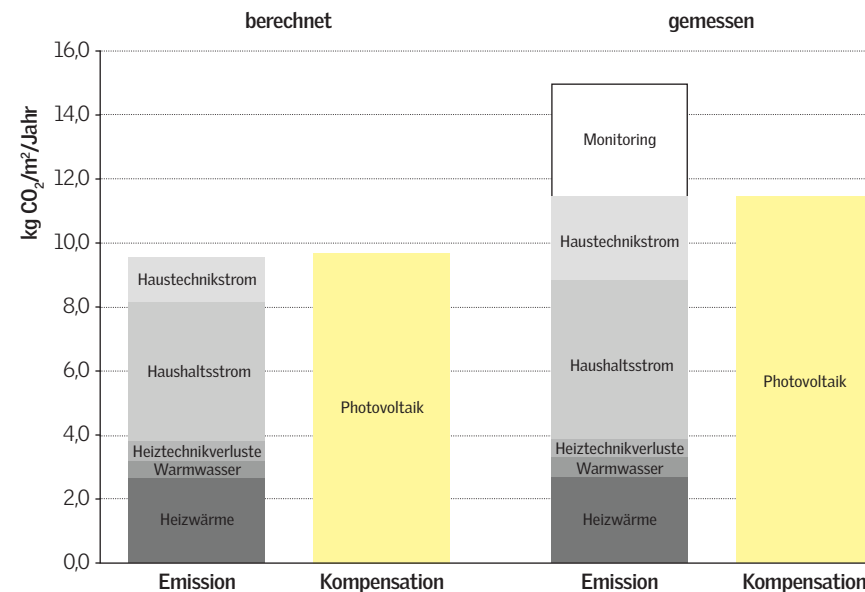
## Ergebnis

- ▶ Wie geplant ist das SLH gesamtenergetisch bilanziell ein
  - on-site-plus-energy-house und ein
  - on-site-zero-carbon-emission-house.
- ▶ Der Wärmebedarf für Raumheizung und jener für Warmwasser halten mit 23,1 kWh/m<sup>2</sup>a und mit 5,0 kWh/m<sup>2</sup>a ihre Planwerte ein und unterschreiten diese sogar.
- ▶ Hingegen übersteigen die Wärmeverluste der Heizungstechnik die Planwerte. Sie betragen 9,7 kWh/m<sup>2</sup>a und überschreiten damit den Planwert von 5,1 kWh/m<sup>2</sup>a deutlich.
- ▶ Der Bedarf an Haushaltsstrom beträgt 11,1 kWh/m<sup>2</sup>a und überschreitet damit den Planwert von 9,2 kWh/m<sup>2</sup>a um 20% seines Wertes.
- ▶ Der Bedarf an Strom für Gebäudetechnik beträgt 5,1 kWh/m<sup>2</sup>a und überschreitet damit den Planwert von 2,5 kWh/m<sup>2</sup>a deutlich.
- ▶ Für Monitoring Einrichtungen wie Monitore, Server und Datenübertragungssysteme wurden 7,6 kWh/m<sup>2</sup>a aufgewendet.
- ▶ Die gesamte Energieproduktion beträgt 60,2 kWh/m<sup>2</sup>a und überschreitet damit den vorsichtig angesetzten Planwert von 55,6 kWh/m<sup>2</sup>a um 20%.
- ▶ Wärmepumpe und thermische Solaranlage haben die in sie gesetzten Erwartungen erfüllt.
- ▶ In der Gesamtenergiebilanz ergibt sich demnach, unter Ausklammerung des Stromverbrauchs für das Monitoring, ein Gesamtenergieüberschuss von 5,7 kWh/m<sup>2</sup>a, womit der Planwert von 4,8 kWh/m<sup>2</sup>a eingehalten und knapp überschritten wird.
- ▶ Auch in der CO<sub>2</sub>-Bilanz wird der Planwert eines Überschusses von 0,1 kg/m<sup>2</sup>a erreicht und eingehalten.

DI Rudolf Passawa, MAS  
Donau-Uni Krems, Department für Bauen und Umwelt

## CO<sub>2</sub>-Bilanz

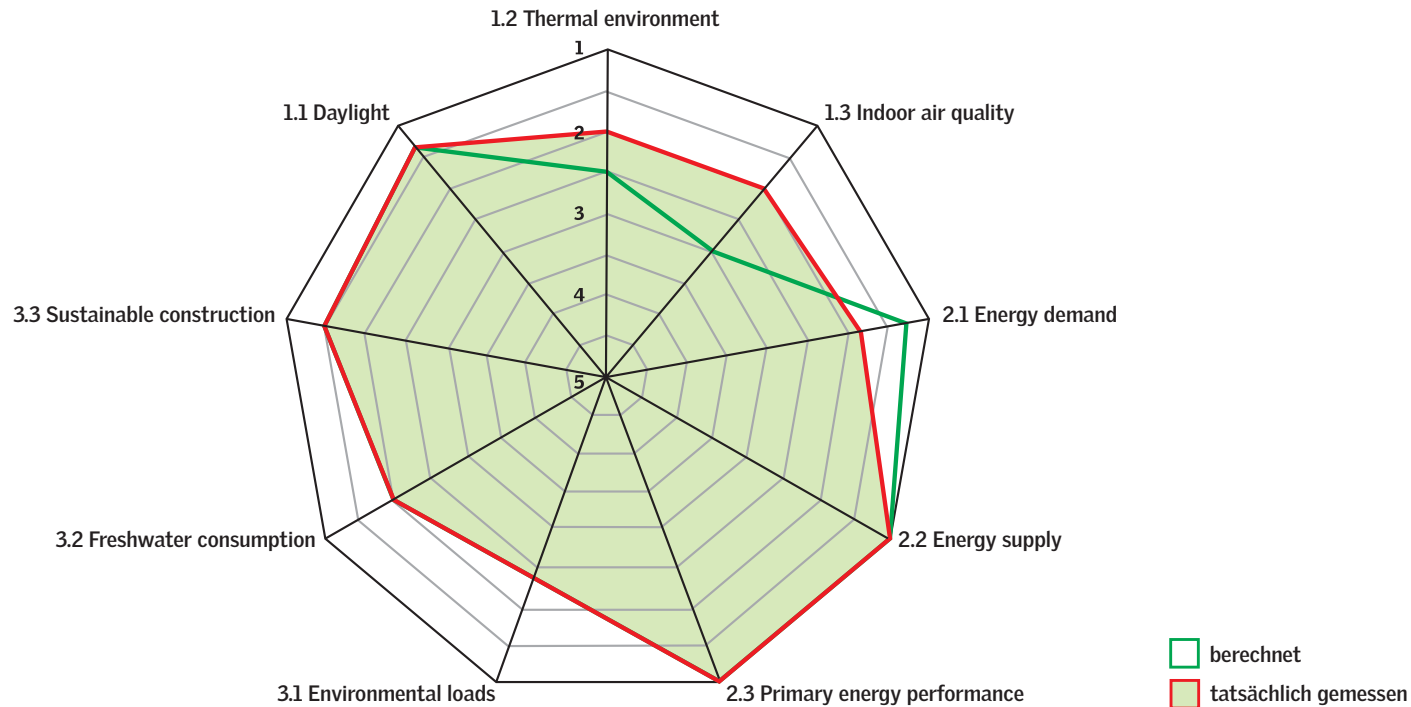
	berechnet	gemessen
<b>CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	<b>kg pro m<sup>2</sup> pro Jahr</b>	<b>kg pro m<sup>2</sup> pro Jahr</b>
Heizwärme	2,7 kg/m <sup>2</sup> /a	2,6 kg/m <sup>2</sup> /a
Warmwasser	0,5 kg/m <sup>2</sup> /a	0,3 kg/m <sup>2</sup> /a
Heiztechnikverluste	0,6 kg/m <sup>2</sup> /a	0,8 kg/m <sup>2</sup> /a
Haushaltsstrom	4,4 kg/m <sup>2</sup> /a	5,3 kg/m <sup>2</sup> /a
Haustechnikstrom	1,2 kg/m <sup>2</sup> /a	2,4 kg/m <sup>2</sup> /a
<b>Gesamte CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>	<b>9,4 kg/m<sup>2</sup>/a</b>	<b>11,4 kg/m<sup>2</sup>/a</b>
<b>CO<sub>2</sub>-Kompensation</b>	<b>kg pro m<sup>2</sup> pro Jahr</b>	<b>kg pro m<sup>2</sup> pro Jahr</b>
Photovoltaik	9,5 kg/m <sup>2</sup> /a	11,5 kg/m <sup>2</sup> /a
<b>Gesamte CO<sub>2</sub>-Kompensation</b>	<b>9,5 kg/m<sup>2</sup>/a</b>	<b>11,5 kg/m<sup>2</sup>/a</b>
<b>Überschuss</b>	<b>0,1 kg/m<sup>2</sup>/a</b>	<b>0,1 kg/m<sup>2</sup>/a</b>



# Active House-Radar

Das Active House Radar zeigt auf einen Blick, inwieweit die einzelnen Kriterien Komfort, Energie und Umwelt erreicht werden. Je voller das Diagramm, desto besser das Ergebnis.

Die Abbildung zeigt auch, wie alle Parameter innerhalb der einzelnen Kriterien zusammenhängen.



## Bewertungsmethode

- Um das Risiko der Überwärmung zu quantifizieren kommen dynamische Simulationsprogramme zum Einsatz. In Wohnungen ohne mechanische Kühlungen (z. B. Klimaanlage) werden sogenannte „adaptive Komfortkriterien“ angenommen. Eine Vielzahl von Messungen und Befragungen belegt, dass die Bandbreite der Temperaturen, die im Innenraum als behaglich empfunden werden, ganz wesentlich vergrößert wird, wenn Gebäude zwar keine mechanische Kühlung haben, dafür aber den NutzerInnen persönliche Anpassungsmöglichkeiten anbieten, wie etwa Fenster öffnen, Kleidung anpassen, Sonnenschutz bedienen und ähnliches. In diesem Fall hängt die Grenze der komfortablen Innenraumtemperatur von der langfristigen Außentemperatur ab. Dieses Phänomen wird als „Adaptiver Komfort“ bezeichnet und ist für Gebäude ohne technische Kühlung im Anhang A.2 der europäischen Norm EN 15251 definiert.
- Die Anforderungen sollten mindestens 95% der Zeit eingehalten werden .

Das Active House Radar des Sunlighthouses ist somit die grafische Darstellung der auf Seite 8-15 ausführlich beschriebenen Kriterien.

## Ein Active House bietet ein optimales Raumklima

Ein angenehmes thermisches Raumklima ist essentiell für Wohnkomfort.

Adäquater thermischer Komfort, sowohl im Sommer als auch im Winter, hebt die Stimmung, steigert die Leistungsfähigkeit und lindert in einigen Fällen sogar Schmerzen (z.B. in Altenheimen). Häuser, die nach Active House Kriterien geplant sind, dürfen im Sommer nicht überwärmen und müssen im Winter angenehm warm sein - und das ohne ungebührlichen Energieverbrauch.

Nach Möglichkeit sollten einfache, energieeffiziente und möglichst wartungsarme Haustechniksysteme zum Einsatz kommen.

Es gibt keine Anforderungen an die Maximaltemperaturen für den Winter (Heizperiode) und Minimumtemperaturen für den Sommer (Kühlperiode), da diese sehr von den Gewohnheiten und Vorlieben der Nutzer abhängig sind. Das ist die Abwandlung zur EN 15251.

[www.activehouse.info/  
about-active-house/specification](http://www.activehouse.info/about-active-house/specification)



# Gebäudezertifizierungen und Auszeichnungen

**IBO** Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH

**IBO ÖKOPASS ENDBEWERTUNG**



für das Objekt **VELUX Sunlighthouse**  
3013 Pressbaum, Grenzgasse 9  
Architektur: HEIN-TROY Architekten; Baujahr: 2010

Die Einhaltung der Kriterien wurde vom IBO kontrolliert

Di Dr. Bernhard Unger, IBO Geschäftsführung Wien, Dezember 2012

IBO ÖKOPASS Endbewertung

**Vorbereitung**  
Die Vorbereitung erfolgt auf Basis der Planungsunterlagen und der Erfahrungen aus vorherigen Bauprojekten in vergleichbarer Ausführung. Die genauen Bewertungsgrundlagen entnehmen Sie der Kriterienbeschreibung, die Ihnen gemeinsam mit dem IBO ÖKOPASS übergeben wird.

**Endbewertung**  
Nach Fertigstellung des Gebäudes werden alle Kriterien vom IBO bzw. von vom IBO beauftragten unabhängigen Institutionen durch stichprobenartige Messungen überprüft. Die geprüfte Qualität der Wohnhausanlage, (des Wohnhauses) ist dann im IBO ÖKOPASS dargestellt.

*Hinweis:*  
Detaillierte Messergebnisse lassen sich im umfangreichen Mess- und Prüfbericht nachschlagen, den die Wohnungsnutzer beim Bauträger nach Abschluss der Endbewertung einsehen können.

**Ergebnisse der IBO ÖKOPASS Endbewertung für das Objekt VELUX Sunlighthouse, 3013 Pressbaum, Grenzgasse 9 im Überblick:**

1. Behaglichkeit im Sommer und Winter	Sehr Gut
2. Innenraumluftqualität	Sehr Gut
3. Schallschutz	Ausgezeichnet
4. Tageslicht und Besonnung	Ausgezeichnet
5. Elektromagnetische Qualität	Sehr Gut
6. Ökologische Qualität der Baustoffe und Konstruktionen	Sehr Gut
7. Gesamtenergiekonzept	Ausgezeichnet
8. Wassernutzung	Sehr Gut

www.ibo.at

**ÖGNB** Österreichische Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen

**klima:aktiv** Die Klimaschutzinitiative des Lebensministeriums

**VELUX Sunlighthouse**

Architektur: HEIN-TROY Architekten  
Bauphysik: IBO Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH  
Haustechnik: TB 2FD-Projekt GmbH & Donau-Universität Krems

Bauherr: VELUX Österreich GmbH

Objektadresse:  
3013 Pressbaum, Grenzgasse 9

Das VELUX Sunlighthouse in Pressbaum ist das erste CO<sub>2</sub>-neutrale Einfamilienhaus Österreichs in Errichtung und Betrieb. Dieses wissenschaftliche Projekt zeigt, dass sich Energieeffizienz mit außerordentlich gutem Raumklima - mit viel Tageslicht und frischer Luft - vereinen lässt. Das Sunlighthouse zielt somit auf die gesamtethische Betrachtung mit dem Fokus auf Gesundheit und Komfort der Bewohner ab. Besonderheit ist eine gebäudeintegrierte Photovoltaik-Anlage, formal ansprechend kombiniert mit Dachflächenfenstern und Solarkollektoren in einer innovativen Steildach-Lösung. Das Sunlighthouse erreicht Plus-Energiestandard.

**HAUS der Zukunft** **bm** **klima:aktiv GOLD**

Standard & Ausstattung: 149  
Wirtschaft & Technik, Qualität: 185  
Energie & Versorgung: 200  
Gesundheit & Komfort: 192  
Baustoffe & Konstruktion: 188

**934** mit 100 möglichen Punktwerten

**20,4** mit 100 möglichen Punkten

**963** mit 1000 möglichen Punktwerten

**20,4** mit 100 möglichen Punkten

**staatspreis 2010**  
Umwelt- und Energietechnologie



**SUSTAINIA**

Das VELUX Sunlighthouse konnte in allen untersuchten Gebäudebewertungssystemen IBO ÖKOPASS, klima:aktiv sowie im Gütesiegel der ÖGNB „Total Quality Building“ ein ausgezeichnetes Ergebnis erzielen.

Erfreulich ist, dass die durchgeführte Evaluierung die anvisierten Stärken des Projekts bestätigen konnte: hohe Tageslichtqualität, beste Energieeffizienz, ausgezeichnete Ergebnisse in der Gesamtökobilanzierung sowie eine außergewöhnlich gute Innenraumluftqualität durch entsprechende Baustoffwahl. Trotzdem oder gerade weil klima:aktiv von allen umfassenden Nachhaltigkeitsbewertungen die mit Abstand strengsten Qualitätskriterien im Bereich Energieeffizienz aufweist, erreicht das VELUX Sunlighthouse die höchste Auszeichnung: klima:aktiv Gold (963 von 1000 möglichen Punkten).

Der IBO ÖKOPASS, der den Hauptfokus auf den Komfort für die BewohnerInnen legt und von der thermischen Behaglichkeit bis hin zum Schallschutz alle nutzungsrelevanten Kriterien abfragt, attestiert dem Objekt maßtechnisch abgesichert in allen Kategorien ausgezeichnete und sehr gute Ergebnisse.

Selbst im ÖGNB-Bewertungstool, dem in Österreich umfangreichsten Bewertungssystem nachhaltigen Bauens, schneidet das Projekt trotz der hohen Gewichtung von Infrastruktur und Lage und der primär für großvolumige Objekte zugeschnittenen, sehr ambitionierten Grenzwerte mit einem für Einfamilienhäuser sensationellem Ergebnis ab.

Ing. Mag. Maria Fellner  
IBO - Österreichisches Institut für Bauen und Ökologie GmbH

BUILDING THE WORLD OF TOMORROW

Das Projekt ModelHome 2020 gehört zu den 100 nachhaltigsten Gebäuden weltweit

Gesundes Holz



**Vorarlberger Holzbaupreis 2011**

Vorarlberger Holzbaupreis  
Kategorie „Bauen außer Landes“

# Abschlussstatement aus soziologischer Sicht



Interuniversitäres  
Forschungszentrum  
IFZ Graz

Im Großen und Ganzen kann aus Sicht der EvaluatorInnen von einer sehr großen Zufriedenheit der BewohnerInnen mit dem Sunlighthouse gesprochen werden. Die BewohnerInnen wurden ein Jahr lang mit telefonischen und persönlichen Interviews begleitet und hatten mehrere Möglichkeiten, um Feedback zu geben. Besonders positiv hervorgehoben wurde die lichtdurchflutete Architektur des Sunlighthouses, die immer wieder und zu allen Jahreszeiten in den Interviews zur Sprache kam. Dadurch bietet das Haus einen hohen Erholungswert und das wirkt sich auch positiv auf die Ausgeglichenheit der Kinder aus. Ebenso die Möglichkeit das Atrium, als „erweitertes Wohnzimmer“ am Übergang zum Garten im Sommer wie im Winter zu nutzen, ist insbesondere bei den beiden Kindern, aber auch bei den Eltern, sehr gut angekommen.

Das Temperaturempfinden im Haus wird als sehr gut und ausgeglichen geschildert. Das Haus bleibt bei größerer Hitze angenehm kühl und im Winter bei Außenkälte angenehm warm. Die Familie, die befürchtet hatte, dass im Sommer Überhitzungsprobleme nicht ausbleiben werden, war positiv überrascht.

Die automatische Beschattung, die die Markisetten herunterfährt, wenn es viel Sonneneintrag ins Haus gibt, führt allerdings auch dazu, sich als Bewohner/in etwas isoliert zu fühlen, weil der Sichtkontakt nach außen dadurch des Öfteren unterbrochen wird und weil dann die helle Atmosphäre etwas abgedunkelt wird.

Das Interesse an der Technologie und am Monitoring des Sunlighthouses war bei der Familie hoch - eine gute Voraussetzung, hier auch entsprechendes Feedback zu bekommen. Manchmal erschien das Haus aber auch etwas „übertechnisiert“ und tat auch manchmal Dinge, die es nicht tun sollte - wie die Fenster in der Nacht immer wieder

automatisch zu öffnen (diese Fehlfunktion wurde nachjustiert). Das Interesse am Monitoring und den eingebauten Technologien lässt allerdings mit fortschreitender Zeit und längerem Bewohnen auch wieder nach.

Die Voreinstellungen der Haustechnik waren zum Großteil jedoch so gut gewählt, dass von den BewohnerInnen selbst nicht viel nachgeregelt werden musste. Lediglich bei abrupten Temperaturwechseln reagiert die Haustechnik mit einer gewissen Trägheit, und die BewohnerInnen bemerkten eine Verzögerung bis sich die Innenraumbedingungen wieder auf dem gewohnten hohen Komfortniveau eingestellt hatten.

Eine längerfristige Bewertung des Sunlighthouses aus Bewohnersicht ist etwas schwierig, da ja von vornherein feststand, dass die Familie das Haus nach einem Jahr wieder verlassen muss. Daher wurde auch nicht weiter in das Gebäude und das Wohnen investiert. Was diesbezüglich auch bemängelt wurde, ist eine gewisse „Unflexibilität“ der Hausarchitektur - es „wächst nicht mit“, z. B. weil die Kinderzimmer und das zweite Bad für Kleinkinder eingerichtet sind. Und die versteckten Schränke sind einerseits sehr bequem, erlauben aber andererseits aber auch wenig Eigengestaltung.

Im Vergleich zu anderen evaluierten Projekten kann aus Sicht der begleitenden Sozialforschung dem Sunlighthouse eine sehr gute Performance sowohl in der Technologie als auch in der Benutzung bescheinigt werden. Das Haus funktioniert nach Einschätzung der BewohnerInnen sehr gut, viele Probleme - die bei anderen energieinnovativen Gebäuden auftreten - sind hier nicht zu bemerken gewesen. Dies hat sicher auch mit der sehr guten Betreuung der BewohnerInnen durch das Team der Firma VELUX zu tun.

DI Wibke Tritthart

Mag. Jürgen Suschek-Berger



# Die Gebäude von morgen gibt es schon heute

Die VELUX Gruppe hat ein komplexes und innovatives Experiment im Hinblick auf nachhaltiges Bauen mit dem Projekt Model Home 2020 initiiert: 6 Gebäude in 5 Ländern, errichtet in 3 Jahren. Alle Demohäuser sind angetreten, um in der Praxis zu testen, ob es möglich ist, maximale Lebensqualität bei minimalen Auswirkungen des Gebäudes auf die Umwelt zu erzielen und ob dieses Konzept mit den erwarteten europäischen Gebäudestandards übereinstimmt.

Heute sehen wir, dass es durchaus möglich ist, nachhaltige Gebäude nach den Active House-Kriterien Komfort, Energieeffizienz und Umwelt zu bauen; nicht nur in der Theorie - auch in der Praxis.

Das Monitoring der ersten vier Gebäude des Model Home 2020 Projektes beweist, dass sich die EU Richtlinien 2020 für Gebäude und die EU-Vorgaben der künftigen nZeb (nearly zero energy buildings) im Einklang mit höchstem Wohnkomfort für die Bewohner umsetzen lassen; dies in Kombination mit lichtdurchfluteten Räumen, frischer Luft, perfekte Raumtemperaturen im Winter wie im Sommer, hervorragende Luftqualität - und Energieeffizienz durch einen gesamtheitlichen Planungsansatz. Das alles, um optimale Bedingungen hinsichtlich Gesundheit und Komfort für die Bewohner zu schaffen.

Zusammenfassend: die Gebäude von morgen gibt es schon heute. Wir haben erfolgreich Häuser gebaut und getestet, die für 2020 geeignet sind; und das mit Produkten, Wissen und Materialien aus dem Jahr 2010.

*Arch. MAA, Mega, Lone Feifer  
VELUX Group, Programme Director Sustainable Living in Buildings*



VELUX Österreich GmbH

Veluxstraße 1  
2120 Wolkersdorf  
Tel. 02245 / 3235 - 0  
office.v-a@velux.com  
www.velux.at



V-A 639-0613

Bringt Licht ins Leben <sup>TM</sup>

**VELUX**<sup>®</sup>

[www.velux.at](http://www.velux.at)  
[www.velux.com/modelhome2020](http://www.velux.com/modelhome2020)