Realprojekt Energiespeicherhäuser

Wissenschaft und Handwerk forschen an Baumaterialien und Technologien der Zukunft

ENERGIE
SPEICHER
HÄUSER

EIN LEUCHTTURMPROJEKT

Wohngesund leben in EnergieSpeicherHäusern

Wir bauen in Herzogenaurach:
8 Forschungshäuser als Reihenhäuser

RAAB
Aus Freude am Bauen

RAAB Baugesellschaft mbH & Co KG
Frankenstraße 7 Constance Köpke Tel: 09573 338 - 39
96250 Ebensfeld E-Mail: koepke@raab-bau.de

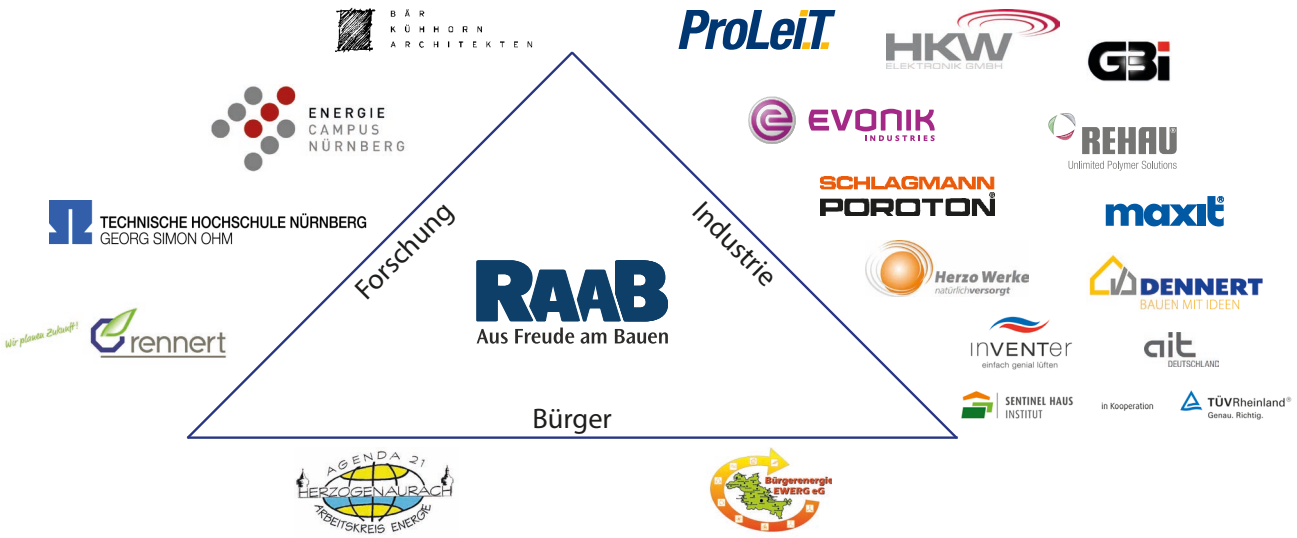
„Wohngesund leben in Energiespeicherhäusern" Herzo Base – Ein Leuchtturmprojekt

Entwicklung

Die Wissenschaftler und Professoren des Energie Campus der Technischen Hochschule Nürnberg sind mit einer spannenden Idee auf uns zugekommen. Es sollte ein Realprojekt von acht Energieeffizienzhäusern 40 Plus gebaut werden. Und das große Ziel dahinter war, die Synergie-Effekte durch das Zusammenschließen von acht Käufern mit gemeinsamer Energieerzeugung und gemeinsamer Nutzung gegenüber einzelnstehenden Einfamilienhäusern zu zeigen. Denn die haustechnische Versorgung von klassischen Einfamilienhäusern kann nicht gleichermaßen energieeffizient sein, wie Hausgemeinschaften mit vorteilhaften Synergieeffekten. Der Grund: Die verschiedenen Lebensrhythmen der Bewohner ermöglichen einen maximal effizienten Energieverbrauch. Dabei sollen neue technologische Lösungen in Baustoffkunde, Energieerzeugung und -nutzung zur Anwendung kommen.

Das interdisziplinäre Forschungsvorhaben und Leuchtturmprojekt

Das Projekt „Wohngesund leben in Energiespeicherhäusern" wurde auf dem ehemaligen Kasernengelände „Herzo Base" in Kooperation mit der Technischen Hochschule Nürnberg - Energie Campus-, der Agenda 21 Gruppe Herzogenaurach, Industriepartnern und dem Architekturbüro Bär Kühhorn Architekten aus Nürnberg entwickelt. Die Energiespeicherhäuser zeigen ein energieflexibles Gebäude- und Energiekonzept von morgen, das die Weiterentwicklung von Komponenten der Gebäudehülle und -technik sowie deren Systemintegration in acht Plusenergie-Reihenhäusern im KfW40Plus Standard, als Mehrfamilienwohnhaus mit gemeinsamer Technik umfasst.



ENERGIE CAMPUS NÜRNBERG

TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
GEORG SIMON OHM

Gefördert durch:

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen 03ET1364A

Vergleich der Reihenhäuser mit unterschiedlichen Wandaufbauten

Die Außenwandkonstruktion und das Wärmedämmkonzept aller acht Häuser sehen außerdem unterschiedliche Aufbauten der Ziegelwand, der Innen- und Außenputze sowie der Wandanstriche der einzelnen Häuser vor.

Um die verschiedenen Wandbaukonzepte miteinander vergleichen und energetisch bewerten zu können, wurden die Hauseinheiten so angeordnet, dass eine gedachte Spiegelachse in die Mitte der Häuserzeile zwischen Haus 4 und Haus 5 gelegt werden kann.

Bild 1 zeigt die unterschiedlichen Wandaufbauten der acht Reihenhäuser und die theoretisch vorhergesagten U-Werte.

1 P Haus 8	2 P Haus 7	3 P Haus 6	4 P Haus 5	4 C Haus 4	3 C Haus 3	2 C Haus 2	1 C Haus 1
Solarfarbe Solaroberputz λ = 0,17 W/mK	Solarfarbe Solaroberputz λ = 0,17W/mK	Solarfarbe Solaroberputz λ = 0,17 W/mK	Solarfarbe Solaroberputz λ = 0,17 W/mK	Solarfarbe Solaroberputz λ = 0,17 W/mK	Solarfarbe Solaroberputz λ = 0,17 W/mK	Solarfarbe Solaroberputz λ = 0,17 W/mK	Solarfarbe Solaroberputz λ = 0,17 W/mK
Armierungs-spachtel mit Gewebe 5 mm, Multi 262 λ = 0,82 W/mK	Kein Armierungs-spachtel	Kein Armierungs-spachtel	Kein Armierungs-spachtel	Kein Armierungs-spachtel	Kein Armierungs-spachtel	Kein Armierungs-spachtel	Armierungs-spachtel mit Gewebe 5 mm, Multi 262 λ = 0,82 W/mK
Wärmedämmen der Putz therm 76, 2 cm, λ = 0,08	Superfaser-Leichtunterputz IP 190 SFL, 2 cm, λ = 0,13	Superfaser-Leichtunterputz IP 190 SFL, 2 cm, λ = 0,13	Superfaser-Leichtunterputz IP 190 SFL, 2 cm, λ = 0,13	Superfaser-Leichtunterputz IP 190 SFL, 2 cm, λ = 0,13	Superfaser-Leichtunterputz IP 190 SFL, 2 cm, λ = 0,13	Superfaser-Leichtunterputz IP 190 SFL, 2 cm, λ = 0,13	Wärmedämmen der Putz therm 76, 2 cm, λ = 0,08
Perlit-Ziegel 42,5 cm λ =0,07 W/mK	Perlit-Ziegel 42,5 cm λ =0,07 W/mK	Perlit-Ziegel 36,5 cm λ =0,07 W/mK	Perlit-Ziegel 36,5 cm λ =0,07 W/mK	Calostat-WDF 12 cm λ=0,035 W/mK	Calostat-WDF 12 cm λ=0,035 W/mK	Calostat-WDF 12 cm λ=0,035 W/mK	Calostat-WDF 12 cm λ=0,035 W/mK
Normale Wärmebrücken	Normale Wärmebrücken	Calostat-Wärmebrücken -Optimierung	Normale Wärmebrücken	Perlit-Ziegel T8 30 cm, λ=0,08	Perlit-Ziegel T8 30 cm, λ=0,08	Perlit-Ziegel T8 30 cm, λ=0,08	Perlit-Ziegel T8 30 cm, λ=0,08
Innenputz pluscalc 381 λ =0,18 W/mK	Kalk-Gips Innenputz, IP 23 F, 10 mm, λ =0,27	Kalk-Gips Innenputz, IP 23 F, 10 mm, λ =0,27	Innenputz pluscalc 381 λ =0,18	Innenputz pluscalc 381 λ =0,18	Kalk-Gips Innenputz, IP 23 F, 10 mm, λ = 0,27	Kalk-Gips-Innenputz IP 23 F, 10 mm, λ = 0,27	Innenputz pluscalc 381 λ =0,18
Solance	Silikatfarbe	Solance	Silikatfarbe	Silikatfarbe	Solance	Silikatfarbe	Solance
U = 0,152 W/(m²K) Fußbodenheiz. Dennert Deckenheizg.	U = 0,155 W/(m²K) Fußbodenheiz Dennert Deckenheizg.	U = 0,179 W/(m²K) Fußbodenheiz. Filigran-Deckensystem	U = 0,178 W/(m²K) Fußbodenheiz. Filigran-Deckensystem Mit Mörtelpads	U = 0,132 W/(m²K) Fußbodenheiz. Filigran-Deckensystem	U = 0,132 W/(m²K) Fußbodenheiz. Filigran-Deckensystem	U = 0,132 W/(m²K Fußbodenheiz. Dennert Deckenheizg.	U = 0,130 W/(m²K) Fußbodenheiz. Dennert Deckenheizg.
Dünnbettmörtel	Dünnbettmörtel	Dünnbettmörtel		Dünnbettmörtel	Dünnbettmörtel	Dünnbettmörtel	Dünnbettmörtel

Bild 1: Wandaufbau der einzelnen Reihenhäuser mit berechneten U-Werten

Experimentalbau - mit dem wahrscheinlich besten Dämmstoff der Welt!

Die Gebäudehüllen der Energiespeicherhäuser wurden in moderner Ziegelmassivbauweise ausgeführt. Vier der acht Häuser wurden entsprechend dem Stand der Technik mit perlitgefüllten Hochlochziegeln in der Wandstärke 42,5 cm bzw. 36,5 cm aufgebaut. Sie dienen als Vergleichshäuser zu den anderen vier Wohneinheiten, deren Wandaufbau zweischalig erfolgt, nämlich mit perlitgefüllten Hochlochziegeln der Wandstärke 30 cm sowie zusätzlich 12 cm breiten Vorsatzziegeln die mit CALOSTAT, einem neuartigen, höchstwärmedämmenden, unbrennbaren und diffusionsoffenen Dämmstoff (von Evonik Industries AG) befüllt wurden.

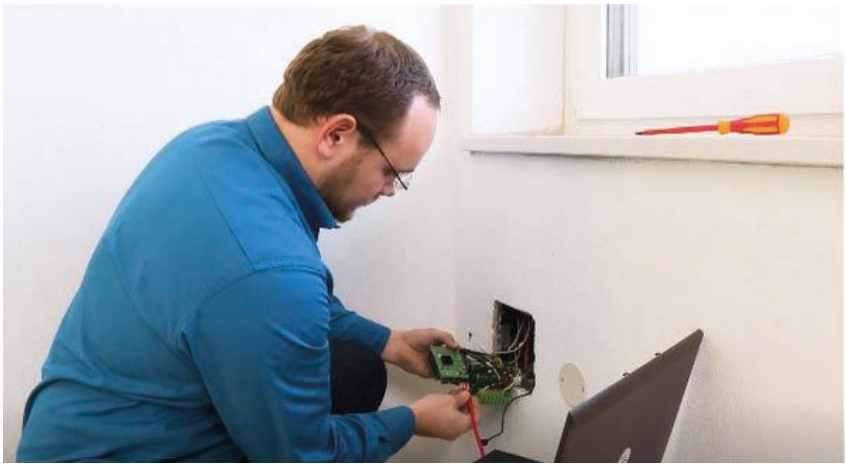
Die Verfüllung einer Ziegelvorsatzschale wurde auf dem Campus durch Studierende selbst vorgenommen, da diese innovative Baustoffkombination nicht im Handel erhältlich ist.

Monitoring im bewohnten Zustand

Durch ein mehrjähriges Monitoring der Technischen Hochschule Nürnberg wird das Gebäude im bewohnten Zustand unter realen Nutzungsbedingungen energetisch bewertet und der Betrieb optimiert.

Für das Monitoring der Wandbaukonzepte wurden die Ziegelsteine, Putzschichten und Sonderbauteile in allen acht Häusern mit Temperatur-, Wärmestrom- und Feuchte-Sensoren ausgerüstet. Die Komponenten wurden von den Studenten zusammengesetzt und von den Handwerkern verbaut.

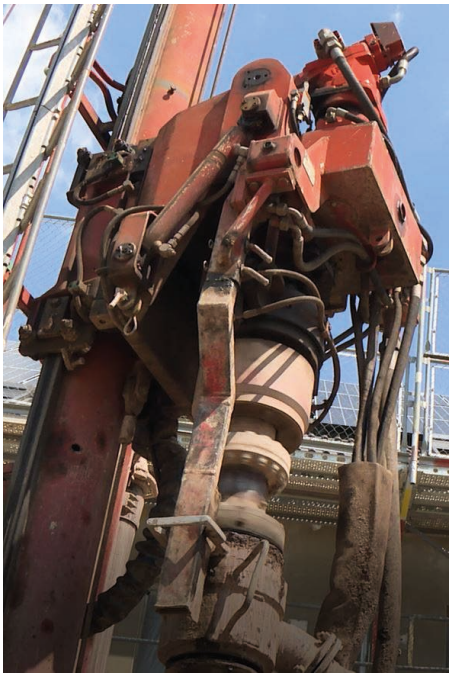
Die Messstellen in den Wänden eines Hauses wurden so gewählt, dass jeweils ein „CALOSTAT-Haus“ mit einem „Perlite-Haus“ wärmetechnisch verglichen werden kann.



Energieerzeugung und innovative Energienutzung auch nach Wetterprognose

Das innovative Energiekonzept beinhaltet eine Systemintegration von mehreren Energieerzeugern (Photovoltaikanlage 88 kWp über die in Ost-West ausgerichteten Satteldachflächen und zwei Sole/Wasser-Wärmepumpen mit sieben Tiefenbohrungen für die Sonden) sowie thermischen und elektrischen Speichern (39 kWh-Batterien). Diese Konzeption wurde bei den Energiespeicherhäusern durch den gemeinschaftlichen Energiekeller aller Nutzer umgesetzt.

Eine Passive Kühlung zur Raumtemperierung wurde integriert. Es wird sowohl eine PV-optimierte als auch eine prädiktive Betriebsführung zur Be- und Entladung der Speicher bei PV-Produktion umgesetzt, welche die Vorteile zentraler Speichertechnologien im energetischen Gebäudeverbund gezielt nutzen. Der PV-Strom-Eigenverbrauch erhöht sich bei gleichzeitiger Reduzierung des Netzbezuges. Die prädikative Betriebsführungsstrategie basiert auf Wetterprognosen. Eine kontrollierte Be- und Entlüftungsanlage als dezentrale Lösung (Außenwandlüftungsgeräte) mit Wärmerückgewinnung dient der Frischluftversorgung. Für die Energiespeicherhäuser wurden spezielle Technik- und Softwarelösungen der Industriepartner entwickelt und eingesetzt.



Simulationen der Technischen Hochschule Nürnberg

Für die optimale Auslegung der technischen Lösungen wurden von den Projektgruppen der verschiedenen Fakultäten Werkstofftechnik, Gebäude- und Versorgungstechnik und Elektrotechnik, Feinwerktechnik und Informationstechnik des EnergieCampus der Technischen Hochschule Nürnberg zahlreiche Simulationen gerechnet und analysiert.

Bautechnische Lösungen der Zukunft

- Nutzung von Synergieeffekten durch Gemeinschaftstechnik und Gemeinschaftsanlagen
- neuartiger Baustoff mit der in die Vorsatzschale integrierten Calostat-Wärmedämmung – in dieser Anwendung eine Weltneuheit!
- innovative Anlagentechnik mit vorausschauender Regelungstechnik auch nach Wetterprognosen durch eigens entwickelte Software zur sinnvollen Energienutzung
- Smart Home mit Tablet (für elektrische Rollladen, Heizungseinstellung, zentrale Ausschaltung der Beleuchtung, Videosprechanlage)
- Energiespeichersysteme, wie Batteriespeicher
- Nutzung erneuerbarer Energien mit der gewählten Geothermie-Heiztechnik - eine der energieeffizientesten regenerativen Heiztechniken überhaupt
- in der Bauart auf das Projekt passend konstruierte Wärmepumpen
- durch selbst erzeugten Strom herausragender Autarkiegrad von ca. 65 %.
- geringe Betriebskosten
- hoher energetischer Baustandard (Effizienzhaus KfW 40 Plus und Plusenergiehaus), geringster Heizwärmebedarf, hohe Energieeffizienz
- Monitoring im bewohnten Zustand
- Ressourcenschonung, geringer Bodenflächenbedarf
- zertifizierte Wohngesundheit durch das Sentinel Haus Institut und den TÜV Rheinland

Ganzheitlicher Ansatz

Gebäude sind für rund 35 Prozent des gesamten Energieverbrauchs in Deutschland verantwortlich und die Steigerung ihrer Energieeffizienz ist für das Erreichen der Klimaziele von Bundesregierung und EU von großer Bedeutung.

Mindestens ebenso wichtig wie die Energieeffizienz sind die Menschen, für die geplant und gebaut wird. In einem Gebäude sollen sich die Nutzer in erster Linie wohlfühlen, denn schließlich verbringen wir heutzutage fast 90 Prozent unserer Zeit innerhalb von Gebäuden – zum Wohnen, Arbeiten oder Spielen. Um das zu erreichen, muss noch mehr auf die Bedürfnisse von Nutzern und Bewohnern eingegangen werden.

Aus Sicht der RAAB Baugesellschaft GmbH & Co KG zeichnet sich ein zukunftsfähiges Gebäude durch die Verbindung von Wohnqualität, Behaglichkeit, Energieeffizienz und nicht zuletzt auch durch seine Umweltfreundlichkeit und Wohngesundheit aus. Heute steht nicht mehr der bauliche Wärmeschutz isoliert im Mittelpunkt, sondern das Zusammenspiel einer hocheffizienten Gebäudehülle in Verbindung mit der Integration erneuerbarer Energien als ganzheitlicher Ansatz.

SENTINEL HAUS INSTITUT

Zertifizierte Raumgesundheit

Die Reihenhaussiedlung (8 Energiespeicherhäuser) in der Ludwig-Quidde-Straße, 91074 Herzogenaurach, Herzo Base II, wurden gebaut und geprüft nach den wohngesunden Kriterien des Sentinel Haus Instituts.

Die Raab Baugesellschaft mbH & Co. KG, Frankenstraße 7 in 96250 Ebensfeld hat die Gebäude errichtet und ist durch das Sentinel Haus Institut GmbH qualifiziert worden. Die Gebäude erfüllen die strengen, wissenschaftlich entwickelten Vorgaben des Sentinel Haus Instituts bezüglich der Innenraumluftqualität. Gemessen wurden Aldehyde und Lösemittel (VOC). Für jedes Haus besteht ein Emissionsprüfbericht.

Freiburg, den 13. September 2018
Sentinel Haus Institut

Peter Bachmann
Geschäftsführer

ZERTIFIZIERTE RAUMGESUNDHEIT
SENTINEL HAUS INSTITUT
GEPRÜFT

Zertifizierte Raumgesundheit

Forschungsgelder

Die in Kooperation entwickelten und von RAAB errichteten acht Häuser dienen als Modellvorhaben eines Plusenergiehaus-Wohnquartiers.

Für das Forschungsprojekt Energiespeicherhäuser HerzoBase in Herzogenaurach mit einem „energie-flexiblen Gebäude- und Energiekonzept von morgen“ wurden dem EnergieCampus der Technischen Hochschule Nürnberg Fördermittel in Höhe von 1,1 Mio. Euro vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Förderkennzeichen 03ET1364A) bewilligt. Weitere Fördermittel für ein Monitoring im bewohnten Zustand wurden bewilligt.

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Förderkennzeichen 03ET1364A

Bayerischer Landtag passt aufgrund unseres Projektantrages Förderkriterien an

Jeder Käufer eines Reihenhauses erhielt neben der Kfw-Effizienzhausförderung im Rahmen des 10.000 Häuser Förderprogramms in Bayern 2018 einen EnergieBonus von 10.000 Euro.

Das Förderprogramm sah diesen bisher nur für Einfamilienhäuser vor.

Aufgrund unseres Antrags hat der Bayerische Landtag die Förderkriterien angepasst, sodass für unsere Gemeinschaftslösung mit der PV-Anlage als Gemeinschaftseigentum (freigegeben von der Regierung von Unterfranken) die Förderung vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Energie bewilligt wurde!

Beispielcharakter für nachhaltiges Bauen

Das Gebäude hat Beispielcharakter für nachhaltiges Bauen und nachhaltigen Gebäudebetrieb als Beitrag zur Energiewende und als Lösungsansatz für Klimaschutzaktivitäten.

Der Lebenszyklus hinsichtlich Technik, Materialien und Kosten war ein wichtiger Bestandteil der Planung und trug wesentlich zur Kaufentscheidung der Kunden bei.

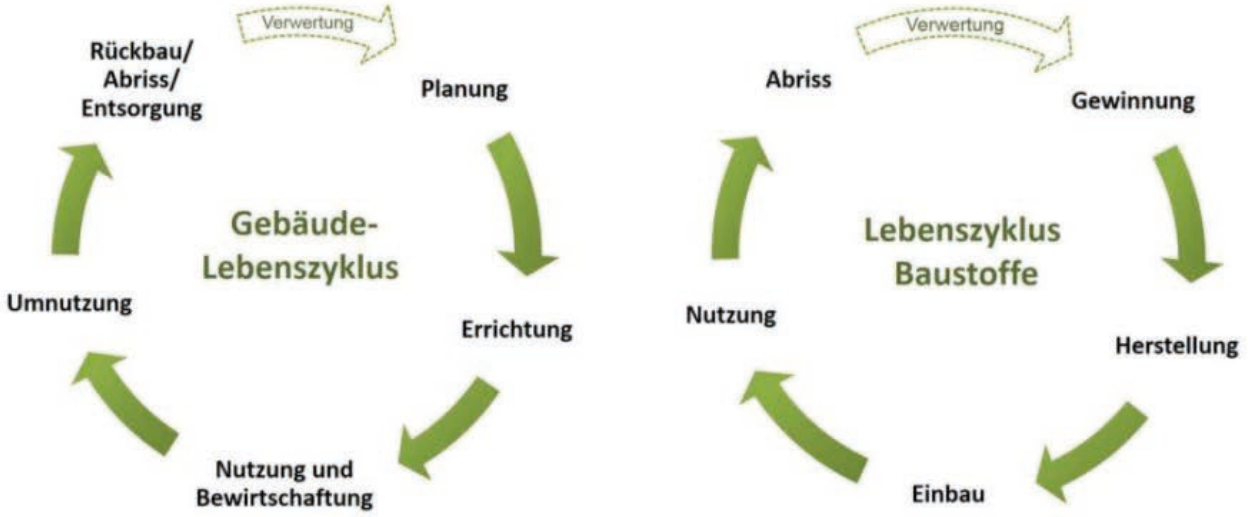
Die Gebäudehülle des Reihenhaus-Komplexes mit U-Werten bis zu 0,13 W/m^{2}K ist hochwärmegedämmt und diffusionsoffen. Das Pilotvorhaben zeigt im Bereich PV und Geothermie die technische und wirtschaftliche Machbarkeit dieser Technologien. Die Wärmepumpen können sich an die PV-Produktion anpassen, dadurch wird ein hoher Grad an PV-Nutzung erreicht.

Durch die gemeinsame Steuerung erfolgt eine sinnvolle Einbindung der Speicher bei gezieltem Betrieb der Erzeuger, das führt zur hohen Effizienz und geringsten bzw. keinen CO_2-Emissionen des Gesamtsystems. Die Geothermie ermöglicht eine kostengünstige passive Kühlung zur Raumtemperierung.

Es ist ein zukunftsorientiertes energieflexibles Gebäude- und Energiekonzept entstanden. Die Reihenhäuser erzeugen mehr Energie als sie verbrauchen und demonstrieren die Umsetzbarkeit von Plusenergiegebäuden.

Lebenszyklus eines Gebäudes

Energieverbrauch und Umweltwirkung stehen häufig nur bezogen auf den Nutzungszeitraum im Fokus des Gebäudebetriebs. Ein hoher Ressourcenverbrauch entsteht aber bereits bei der Herstellung der Materialien, im Bau und später bei der Entsorgung. Deshalb sollten alle Lebensabschnitte des Gebäudes – vom Bau über den Betrieb bis zur Demontage – im Rahmen einer Ökobilanz betrachtet werden. Daher wurden bei den Energiespeicherhäusern recyclingfähige Materialien verwendet. Bereits in der Planungsphase wird die Rückführung der Komponenten in natürliche und technische Stoffkreisläufe berücksichtigt.



Grafiken: Lebenszyklus Gebäude und Baustoffe, Quelle: Öko-Zentrum NRW

Wohngesundheit durch SHI und TÜV Rheinland

SENTINEL HAUS INSTITUT

Zertifizierte Raumgesundheit

Die Reihenhaussiedlung (8 Energiespeicherhäuser) in der Ludwig-Quidde-Straße, 91074 Herzogenaurach, Herzo Base II, wurden gebaut und geprüft nach den wohngesunden Kriterien des Sentinel Haus Instituts.

Die Raab Baugesellschaft mbH & Co. KG, Frankenstraße 7 in 96250 Ebensfeld hat die Gebäude errichtet und ist durch das Sentinel Haus Institut GmbH qualifiziert worden. Die Gebäude erfüllen die strengen, wissenschaftlich entwickelten Vorgaben des Sentinel Haus Instituts bezüglich der Innenraumluftqualität. Gemessen wurden Aldehyde und Lösemittel (VOC). Für jedes Haus besteht ein Emissionsprüfbericht.

Freiburg, den 13. September 2018
Sentinel Haus Institut

Peter Bachmann
Geschäftsführer

ZERTIFIZIERTE RAUMGESUNDHEIT
SENTINEL HAUS INSTITUT
GEPRÜFT

Zertifizierte Raumgesundheit

Bei der Wahl der Baustoffe wurde auch auf Umweltverträglichkeit und Wohngesundheit geachtet.

In Ergänzung zu den sehr komplexen Anforderungen des Forschungs- und Gemeinschaftsprojektes gab Geschäftsführerin Gisela Raab das **Qualitätsversprechen der zertifizierten Wohngesundheit** ab.

Die Innenraumluftqualität wurde vom Sentinel Haus Institut und dem TÜV Rheinland geprüft und zertifiziert.

Alle am Bau tätigen Handwerksfirmen wurden vor Baubeginn vom Kooperationspartner Sentinel Haus Institut geschult.

Zum Einzug erhielten alle Hauseigentümer den Gesundheitspass über die zertifizierte Innenraumluftqualität ihres Reihenhauses.

Praxistauglichkeit bewiesen – alle Häuser zu ortsüblichen Preisen verkauft

Das Gemeinschaftsprojekt ist in vielerlei Hinsicht etwas Besonderes und Gemeinschaftliches.

Die vielen speziell auf das Konzept abgestimmten Maßnahmen stellen den Unterschied zu marktüblichen Bauten und Standards dar. Durch den Synergieeffekt der Hausgemeinschaften sind die Reihenhäuser wesentlich energieeffizienter als einzelnstehende Einfamilienhäuser und haben zudem einen vergleichsweise geringen Landverbrauch.

Die Bauausführung erfolgte nach ökologischen und nachhaltigen Kriterien in herausragender energieeffizienter Bauweise mit gemeinschaftlicher Energieerzeugung des wohngesunden Reihenhaus-Komplexes.

Alle acht Häuser wurden zur Marktreife qualifiziert und im Mai 2018 im Direktvertrieb als Teileigentum zu ortsüblichen Preisen verkauft – ein Beleg für die Praxistauglichkeit des Forschungsprojekts! Jedem Hauseigentümer wurde der Gesundheitspass für Wohngesundheit über die zertifizierte Innenraumluftqualität, gemessen vom Sentinel Haus Institut und TÜV Rheinland, übergeben.

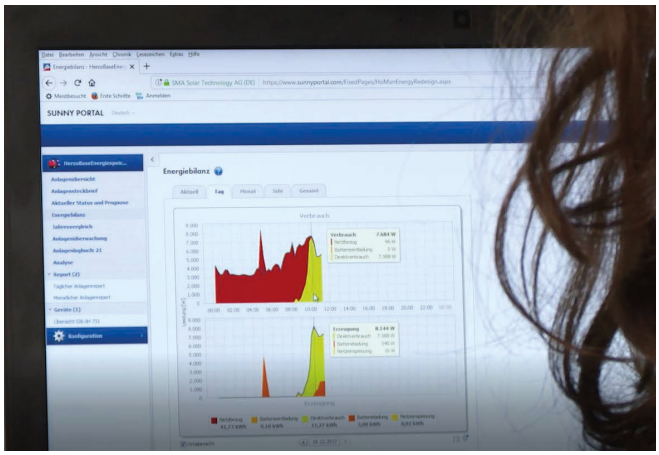
Ergebnisse

Regelmäßiger Austausch mit den Eigentümern ermöglicht die Kennzahlen und Verbrauchswerte mit den Planwerten zu vergleichen. Tatsächlich sind die Hausbesitzer alle sehr technikaffin und insgesamt begeistert:

Die jährlichen Betriebskosten für Heizung und Strom liegen bei durchschnittlich 250–300 Euro pro Reihenhaus mit 155 m² Wohnfläche.

Unser Gemeinschaftsprojekt Energiespeicherhäuser in Herzogenaurach Herzo Base ist in vielerlei Hinsicht etwas Besonderes und etwas Gemeinschaftliches. Das Projekt ist ein beachtenswerter Beitrag zur Energiewende und Dekarbonisierung und ein Lösungsansatz für kommunale Energie- und Klimaschutzaktivitäten mit Beispielcharakter. Damit können Grundlagen geschaffen werden, dass auch für die kommenden Generationen die Welt lebenswert bleibt.

Die Ergebnisse können in den Bereichen Forschung und Entwicklung, Politik zur Gestaltung von effektiven Förderprogrammen und Baubestimmungen im Sinne der Nachhaltigkeit und auch von Kommunen, Bauunternehmen, Bauträgern, Bauinteressierten und der Baustoffindustrie genutzt werden.



Fazit – Forschungsziel klar erreicht

Nach eineinhalb und zwei Jahren wurden Bilanzen mit durchweg sehr guten Ergebnissen gezogen.

Die Verbräuche lagen teilweise unter den Erwartungen (Betriebskosten für Heizung und Strom bei durchschnittlich 250–300 Euro) pro Reihenhaus. Die Jahresdauerlinie des Netzbezuges an Strom zeigte, dass die Batterien optimal ausgelegt wurden. Insgesamt wurde nach dem ersten Jahr Betrieb bereits ein Autarkiegrad von ca. 65 % aus eigener Stromerzeugung erreicht.

Die bisher erhobenen Daten und Ergebnisse bestätigen das Forschungsziel. Das Plusenergiegebäude hat schon im ersten Nutzungsjahr mehr Energie erzeugt, als Energie verbraucht wurde. Es entstanden keine CO_2- Emissionen des Gebäudes übers Jahr. Im ersten Jahr wurden bereits zusätzlich 16 t CO_2-Emissionen für andere Gebäude kompensiert. Damit stellt das Projekt ein Praxisbeispiel für den Weg zur Dekarbonisierung dar, bei dem der Ausstoß an CO_2 in die Atmosphäre vermieden wird.

Zahlen Daten Fakten

Architekturbüro Bär Kühhorn Architekten aus Nürnberg

Gemeinsamer Technikkeller: 145 m^2

Eckhäuser:
Wohnfläche 155 m^2, Nutzfläche (Keller) 39 m^2, Grundstücksfläche 299 m^2, Grundfläche 75 m^2, Garage und Carport 39 m^2, BGF 151 m^2, BRI 664 m^2
spez. Heizenergiebedarf 10,35 kWh/m^2 bzw. 10,69 kWh/m^2
Endenergiebedarf 35,00 kWh/(m^2*a)
Energieeffizienzklasse A+
Effizienzhaus KfW 40 Plus und Plusenergiehaus

Mittelhäuser:
Wohnfläche 155 m^2, Nutzfläche (Keller) 39 m^2, Grundstücksfläche 186 m^2, Grundfläche 72 m^2, Garage und Carport 38 m^2, BGF 145 m^2, BRI 637 m^2
spez. Heizenergiebedarf 8,94 kWh/m^2 bzw. 9,26 kWh/m^2 bzw. 9,51 kWh/m^2
Endenergiebedarf 35,00 kWh/(m^2*a)
Energieeffizienzklasse A+
Effizienzhaus KfW 40 Plus und Plusenergiehaus

Lassen Sie sich inspirieren von unseren Filmen (auch per WeTransfer eingereicht)

Energiespeicherhäuser HerzoBase mit der Technischen Hochschule Nürnberg

https://www.youtube.com/watch?v=tWk9JuI9GhI

Nachhaltig bauen in Bayern

https://www.youtube.com/watch?v=VPZqNgaP0tY