

Herzo Base –

Entwicklung einer prädiktiven Betriebsführungsstrategie für Wärmepumpen in Verbindung mit thermischen und elektrischen Speichern



Abbildung 1: Visualisierung der geplanten Energiespeicherhäuser „Herzo Base“. Illustration: © Architekturbüro Bär Kühhorn

Durch die aktuellen Entwicklungen und weltweit geführten Debatten bezüglich der Auswirkungen des Klimawandels hat der Klimaschutz, insbesondere auf lokaler Ebene in den Kommunen, sehr an Bedeutung gewonnen. Die Anforderungen an moderne Gebäude hinsichtlich Energieeffizienz, CO₂-Emissionen und Nutzungsqualität geraten immer mehr in den Mittelpunkt. Die Bundesregierung hat das Ziel gesetzt, den Wärmebedarf bis 2020 um 20 % gegenüber 2008 zu reduzieren und den Einsatz erneuerbarer Energien und innovativer Techniken im Gebäudebereich zu stärken^[1]. Um die genannten Anforderungen in Einklang zu bringen, bedarf es eines abgestimmten Konzeptes, das Gebäudehülle, Gebäudetechnik und Anlagentechnik berücksichtigt. Das Projekt „Herzo Base – Energiespeicherhäuser – Ein energieflexibles Gebäude und Energiekonzept von morgen“ befasst sich mit der Weiterentwicklung und Optimierung von Komponenten der Gebäudehülle und -technik sowie deren Systemintegration in ein

Einheiten (vgl. Abbildung 1). In interdisziplinärer Zusammenarbeit von drei Forschungsbereichen der Technischen Hochschule Nürnberg wird die ganzheitliche Betrachtung des Reihenhauses zur Senkung des Wärmebedarfs bei gleichzeitiger Steigerung der Energieeffizienz erzielt. Es werden höchst-

wärmedämmende Massivwandbaustoffe mit integrierter Wärmedämmung für die Gebäudehülle untersucht (Prof. Dr. Wolfgang Krcmar). Im Bereich der Gebäudetechnik werden die Anwendung sowie die Steuerung von elektrischen und thermischen Speichern in Kombination mit Photovoltaikanlagen (PV) und Wärmepumpen optimiert, um die Eigennutzung der PV-Stromproduktion zu erhöhen (TGA: Prof. Dr. Arno Dentel; Elektrotechnik: Prof. Dr. Günter Kießling).

Energiekonzept und Energiezentrale

In Bezug auf das haustechnische Energiekonzept liegt der Schwerpunkt auf der Entwicklung einer prädiktiven Betriebsführungsstrategie zur optimalen Be- und Entladung der thermischen Speicher, um Vorteile zentraler Speichertechnologien im energetischen Verbund ein-

zelter Gebäudeeinheiten zu nutzen (vgl. Abbildung 2). Ziel des Projektes ist es, den Eigenanteil der PV-Anlage durch eine gezielte Lastverschiebung zu steigern. Daher liegt eine wesentliche Bedeutung auf der zentralen Bündelung und Speicherung von thermischer und elektrischer Energie. Diese erfolgt in der Energiezentrale (vgl. Abbildung 3), dem gemeinsamen Technikraum der Energiespeicherhäuser. Der thermische Pufferspeicher ist die zentrale Komponente in der Energiezentrale und wird als eine Speicherkaskade ausgeführt, die sich aus mehreren in Reihe geschalteten Speichern zusammensetzt. Die Beladung des Pufferspeichers erfolgt über zwei parallel geschaltete Wärmepumpen, die über acht Erdsonden versorgt werden. Die Wärmepumpen können aufgrund der modulierenden Betriebsweise ihren optimalen Betriebspunkt anfahren und so-

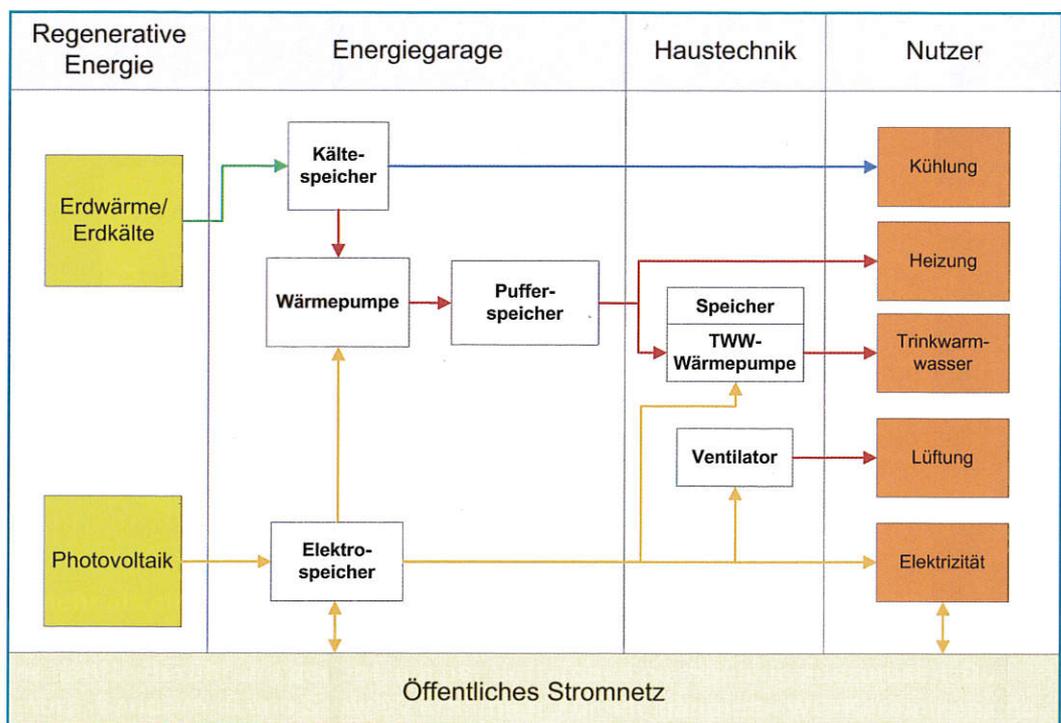


Abbildung 2: Funktionsschema der Technischen Gebäudeausrüstung

mit einem hohen COP (Coefficient of Performance) und folglich eine Steigerung der JAZ (Jahresarbeitszahl) erreichen. Auf dem nach Ost-West gerichteten Hausdach sowie auf dem nach Süden orientierten Dach der Carports werden PV-Anlagen installiert, die den Strombedarf des Reihenhauses zu einem möglichst hohen Anteil decken sollen. Des Weiteren wird für jede Reiheneinheit ein Ladeanschluss für Elektroautos reserviert.

In den einzelnen Reiheneinheiten befindet sich je eine Trinkwarmwasser-Wärmepumpe mit Speicher zur Trinkwarmwasserbereitung. Die Trinkwarmwasser-Wärmepumpen werden als Wasser-Wasser-Wärmepumpe ausgeführt, die als Wärmequelle den zentralen thermischen Speicher nutzen. Insbesondere die energieeffiziente und hygienische Bereitstellung von Trinkwarmwasser im Mehrfamilienhausbereich stellt ein weiteres zentrales Thema des Forschungsprojektes dar. Eine individuelle Regelung der Warmwassertemperatur in den einzelnen Gebäudeeinheiten und eine Vergleichmäßigung des elektrischen Energiebezugs durch die zeitlich unterschiedliche Nachladung soll damit erreicht werden. Die Be- und Entlüftung der einzelnen Gebäudeeinheiten erfolgt über je eine Lüftungsanlage. Neben dem Warmwasserspeicher kommt die Gebäudemasse als thermischer Speicher zum Tragen. Aufgrund der Speicherung von Wärme bzw. Kälte in den Bauteilen können kurzzeitige Schwankungen ausgeglichen und ein behagliches Raumklima gewährleistet werden. Durch die hohe Trägheit des Systems, wird die Gebäudemasse in der Betriebsführungsstrategie berücksichtigt.

Prädiktive Regelstrategie und Simulation

Der energetische Verbund einzelner Gebäudeeinheiten hat den Vorteil einer zeitlich verschobenen Nachfrage nach Energie in den einzelnen Parteien. So werden Energiebedarfsspitzen vermieden, die ein Beladen des thermischen Speichers, gegebenenfalls mit Netzstrom, erzwingen. Die zentrale Energieerzeugung und -speicherung des Reihenhauses ermöglichen eine optimale Ausnutzung und Verteilung von Wärme unter Berücksichtigung der PV-Stromproduktion.

Da das Stromangebot aus der PV-Anlage fluktuierend ist, wird eine Regelstrategie entwickelt, welche die Energieerzeuger, -speicher und -verbraucher so steuert, dass

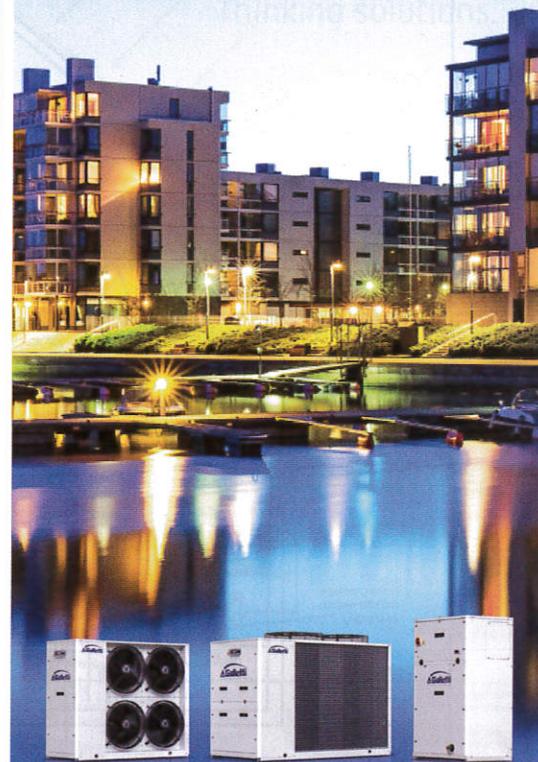
möglichst viel eigenerzeugter PV-Strom genutzt wird. Infolgedessen wird die Einspeisung ins öffentliche Stromnetz vermieden und das Netz entlastet. Bei PV-Überschuss werden alle verfügbaren Energiespeicher ausgenutzt, um Strom im elektrischen Speicher oder in Form von Wärme zu speichern. Der elektrische Speicher wird maximal aufgeladen, die Wärmepumpen werden betrieben und beladen den thermischen Speicher auf Übertemperatur. Zudem wird die bauliche Speichermasse ausgenutzt, indem die Vorlauftemperatur der Fußbodenheizung erhöht wird.

Die prädikative Be- und Entladestrategie des thermischen und elektrischen Speichers basiert auf Wetterprognosen. Mit Hilfe eines Simulationsmodells und den prognostizierten Wetterdaten wird ein Lastprofil für den Folgetag erstellt, das den Wärme- und Strombedarf des Gebäudes abbildet. Basierend auf diesen Prognosen wird der Betrieb der Wärmeerzeuger und die Be- und Entladung der Speicher bestimmt. Das prognostizierte Lastprofil wird mit dem tatsächlichen Lastgang sowie aktualisierten Wetterdaten verglichen und gegebenenfalls angepasst und optimiert.

Monitoring und Betriebsoptimierung

Nach Fertigstellung der Häuser in 2017 erfolgt ein Intensivmonitoring mit Betriebsoptimierung über 13 Monate. Die energetische Bewertung der Energiespeicherhäuser orientiert sich am Bilanzierungsverfahren der DIN V 18599 [2]. Dabei werden die Energieflüsse von Erzeugung, Speicherung und Verbrauch aufgezeichnet und bewertet. Zudem werden die Betriebsweise und die Messgrößen zur Betriebsoptimierung der Wärmepumpen sowie des thermischen und elektrischen Speichers erfasst, verglichen und bewertet. Die Aufzeichnung der Messwerte erfolgt zentral durch einen Server in der Energiezentrale und kann über eine gesicherte Verbindung von der Technischen Hochschule abgerufen werden. Hierdurch können die Ziele des Vorhabens überprüft und notwendige Schritte in Bezug auf die Optimierung der Betriebsweise und Gebäudeautomatisierung abgeleitet werden.

Eine wesentliche Bedeutung bei der Bewertung des Gebäudes hat die Nutzerzufriedenheit. Daher wird anhand einer Evaluierung durch die Bewohner die thermische Behaglichkeit analysiert. Zusätzlich zur Fußbodenheizung werden vier Reiheneinheiten mit Deckenheizung ausgestattet



Maßgeschneiderte Kaltwassersysteme

Ob Heizen, Kühlen oder Brauchwasserbereiten, luft- oder wassergekühlt, für Innen- oder Außenaufstellung: Mit unseren Kaltwasser- und Wärmepumpensystemen von GALLETTI ist alles möglich!

- Je nach aktuellem Bedarf individuelle Wahl zwischen Heiz- und Kühlmodus
- Betriebskostensenkung durch Wärmerückgewinnung
- Gebläsekonvektoren in vielen Variationen
- Einfache Planung und Auslegung
- Flexible Einbindung in Gebäudeleitsysteme
- Komfortable Steuerung

Gerne unterstützen wir Sie bei der Planung, Auslegung und Inbetriebnahme, um eine optimale Lösung zu realisieren.

Tel. 02 02 - 26 82 240

info@kaut.de ■ www.kaut.de

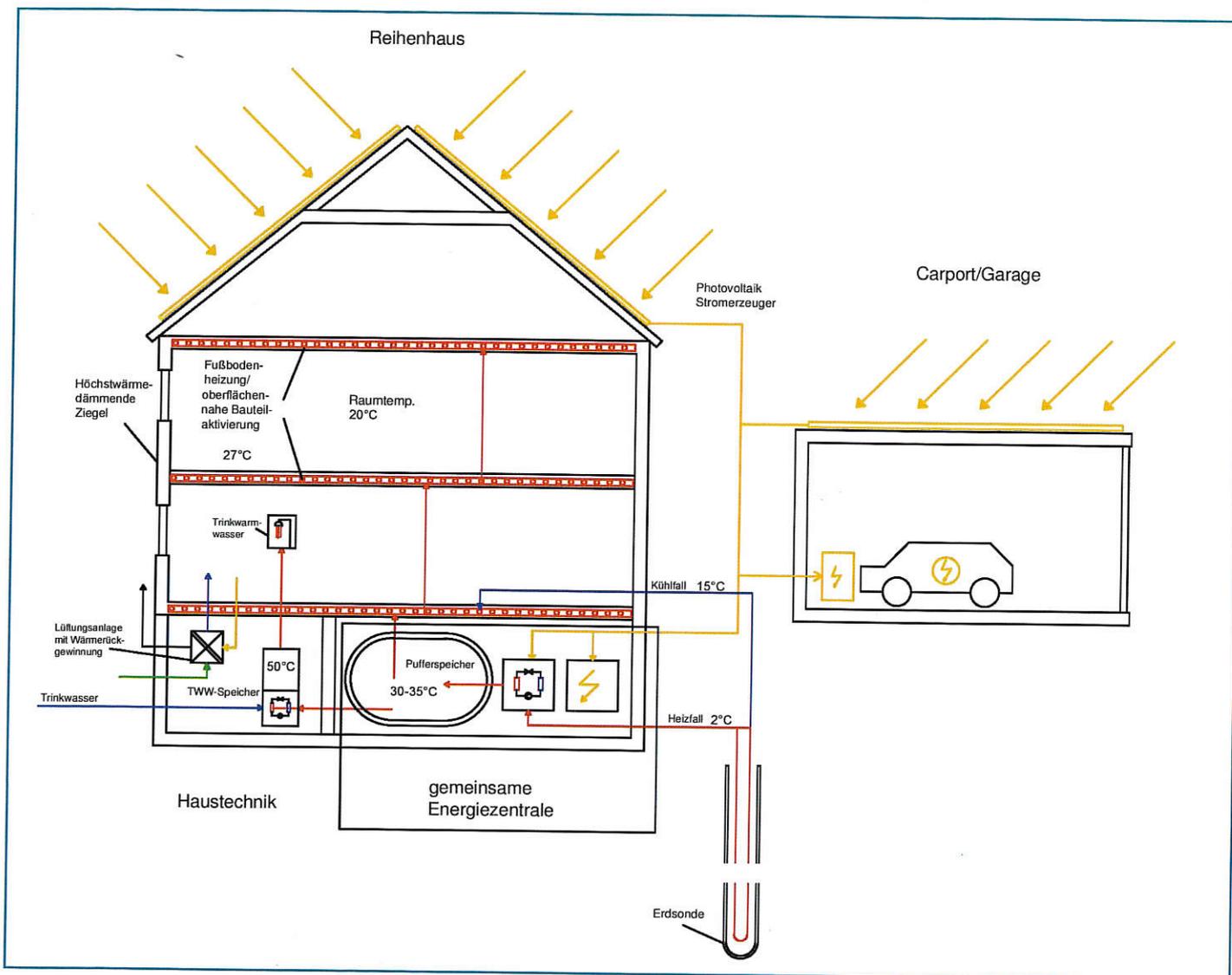


Abbildung 3: Energiekonzept mit gemeinsamer Energiezentrale

und beide Systeme durch die Befragung verglichen und bewertet.

Bei diesem Projekt wird besonders Wert auf die Übertragbarkeit auf andere Wohnorte und -formen gelegt. Aus diesem Grund wurde ein Technikkonzept gewählt, das unabhängig von Lage und Wohnform auf andere Gebäudeverbände und Quartiere übertragen werden kann.

Danksagung

Die Projektentwicklung erfolgt über den Projektträger Jülich. Das Projekt „Herzo Base-Energiespeicherhäuser – Ein energieflexibles Gebäude- und Energiekonzept von morgen“ wird mit Mitteln der Bundesrepublik Deutschland durch den Zuwendungsgeber Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert; Förderkennzeichen: 03ET1364A.

Prof. Dr.-Ing. Arno Dentel
Christina Betzold, M.Eng.
Technische Hochschule Nürnberg
Energie Campus Nürnberg
Arbeitsgruppe Building –
Energieeffiziente Systeme
der Gebäudetechnik
www.encln.de

Literatur

- [1] BMWI (2010). Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. 28.09.2010.
- [2] DIN V 18599 (2011). Energetische Bewertung von Gebäuden. Beuth Verlag, Berlin.

Intersolar Europe in München 22. - 24. Juni 2016

Vom 22. - 24. Juni 2016 treffen sich in München erneut Hersteller, Zulieferer, Großhändler und Dienstleister zur weltweit führenden Fachmesse für die Solarwirtschaft und ihre Partner. Im Fokus der Messe und ihrem Rahmenprogramm stehen die neuesten Trends, Dienstleistungen und Produkte für die Energieversorgung von morgen.

inter
solar

www.intersolar.de

INGENIEUR



SPIEGEL

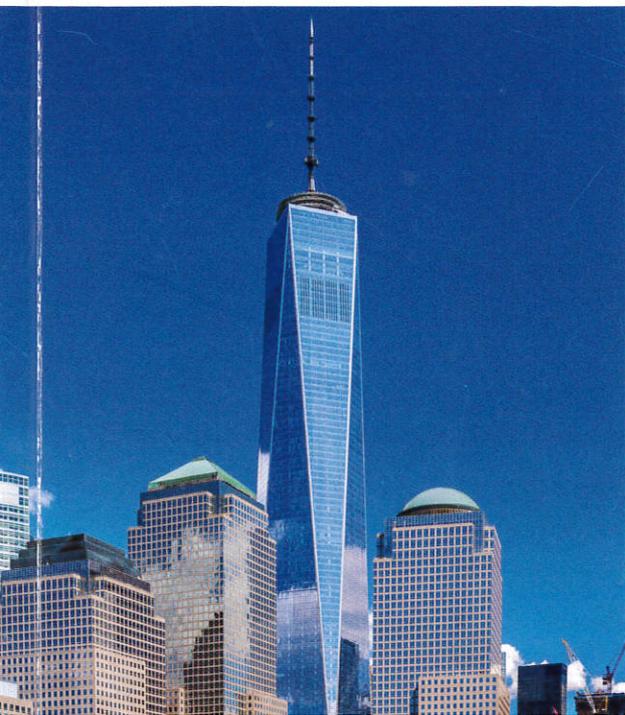
**Bau- und
Gebäudetechnik**

**Technische
Gebäudeausrüstung**

Gebäudeautomation



Fachmagazin für Ingenieure



Ausgabe 1 | 2016