

Netzflexibler Wohnbau als Energiespeicher

für Windstrom-Spitzenlasten
im öffentlichen Stromnetz



Kurzfassung

Niederösterreich / Wien, März 2023

Forschungsvorhaben gefördert von der Wohnbauforschung der
niederösterreichischen Landesregierung, Kennzeichen F-2267



Netzflexibler Wohnbau als Energiespeicher für Windstrom-Spitzenlasten im öffentlichen Stromnetz

Wohnpark Wolfsbrunn

2453 Sommerein

Bauablauf

Baubeginn: 2018

Fertigstellung Bauphase 1 (Reihenhäuser): Herbst 2019

Fertigstellung Bauphase 2 (Wohnhaus): Frühjahr 2020

Projektteam

Bauträger: SÜDRAUM Gemeinnützige Wohnbaugesellschaft mbH, Ing. Jörg Hoffmann, M. Eng.

Architektur: AW Architekten ZT GmbH, Mag. art. Ralf Steiner

Bauteilaktivierung: FIN – Future is Now Kuster Energielösungen GmbH, Harald Kuster, vollSOLAR GmbH, DI(FH) Florian Ritsch

Haustechnik und Installation: Heizbär GesmbH, Harald Grabner

Mess-, Steuer- und Regelungstechnik: GRT Gebäude- und Regeltechnik GmbH, Ing. Florian Breithenthaler

Monitoring: ao. Univ.-Prof. i. R. DI Dr. techn. Klaus Kreč, mit Unterstützung von eNu (Ing. Josef Gansch, MSc), GRT GmbH (Ing. Florian Breithenthaler), EVN AG Energiewirtschaftliche Planung (DI Christian Lechner, MBA) und VÖZ (DI Sebastian Spaun)

Dissemination und Beratung: Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie, DI Sebastian Spaun, DI Claudia Dankl

Autor des Endberichts: ao. Univ. Prof. i. R. DI Dr. techn. Klaus Kreč

Gefördert und unterstützt von

Amt der NÖ Landesregierung Wohnungsförderung / Wohnbauforschung

Gemeinde Sommerein

EVN AG

Landesinnung Bau Niederösterreich

BAU!MASSIV! – Forschungsinitiative Zukunftssicheres Bauen

Beton Dialog Österreich

Vereinigung der Österreichischen Zementindustrie VÖZ

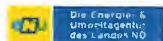


AW ARCHITEKTEN



GRT

EVN
Energie. Wasser. Leben.



VÖZ

beton
Werte für Generationen

BAU!MASSIV!

WKO
WIRTSCHAFTS- KAMMER
Österreichischer
Klimaschutzverband



ABSTRACT

Der Wohnpark Wolfsbrunn in Sommerein am Leithagebirge besteht aus 14 Reihenhäusern und einem zweigeschossigen Gebäude mit 22 Wohnungen für junges und betreutes Wohnen. Eine Besonderheit des Wohnparks ist seine Energieversorgung: Alle Gebäude werden über bauteilaktivierte Betondecken im Sommer gekühlt und im Winter geheizt. Die Wärmeerzeugung wird mittels Sole-Wasser-Wärmepumpen in Verbindung mit Tiefensonden, deren Bohrpfähle bis in 100 Meter Tiefe reichen, bewerkstelligt. Im Sommer wird das Erdreich rund um die Tiefenbohrungen für eine passive Kühlung genutzt. Aufgrund der großen Registerflächen in den thermisch aktivierten Decken genügen Soletemperaturen im Bereich um 20 °C zur Bereitstellung der erforderliche Kühlleistung, als Energieaufwand fällt dafür nur der elektrische Strom für die Umwälzpumpe an.

Für die Beheizung war das Ziel, den Stromverbrauch der Wärmepumpen zu einem Großteil durch Überschussstrom aus dem naheliegenden Windpark zu decken. Anfang Oktober 2021 wurde das hierfür erforderliche Windsignal vom Energieversorger EVN bereitgestellt. Die Umstellung der Regelung des Wärmepumpenbetriebs auf den gezielten Einsatz von Windüberschussstrom erfolgte im Laufe des Oktober 2021.

Die Auswirkung des umgesetzten innovativen Energiekonzepts auf die thermische Behaglichkeit der Bewohner:innen einerseits und den Energieeinsatz andererseits wurde mittels der Erhebung und Auswertung einer Vielzahl an Messungen über einen Zeitraum von 2 Jahren untersucht. Dieses Monitoring wurde in der Zeit zwischen 1. August 2020 und 31. Juli 2022 durchgeführt. Der Fokus der Untersuchungen lag dabei auf der Analyse folgender Themen:

- Verwertung des Windsignals zur Nutzung von Windüberschussstrom
- Optimierung des Zusammenspiels zwischen der Stromlieferung aus Windparks, der Wärmeerzeugung mittels Wärmepumpen und der Wärmeverteilung durch die thermische Aktivierung von Betondecken
- Analyse des thermischen Komforts in den Wohnräumen im Jahresverlauf
- Individualität im Nutzungsverhalten in einem Mehrparteienhaus mit Bauteilaktivierung

Die Erfassung der von Stromzählern, Wärmemengenzählern und Temperatursensoren gemessenen Daten erfolgte in Abständen von teils 5 und teils 15 Minuten. Dadurch wurde eine sehr hohe Auflösung der Zeitverläufe erreicht sowie – vor dem Hintergrund der 2-jährigen Messreihe und der hohen Anzahl an registrierten Datenarten – auch ein sehr umfangreiches Datenpaket generiert. Die hohe zeitliche Auflösung erwies sich beim Aufspüren und Eliminieren von Fehlmessungen als hilfreich. Für die Auswertungen erwiesen sich die 15-Minuten-Werte als sinnvoll und ausreichend. Mit dem über 2 Jahre laufenden Monitoring wurde ermöglicht, das Funktionieren der Systeme zu überprüfen und zu dokumentieren, technische Probleme festzustellen und an ihrer Behebung zu arbeiten.

Wissenschaftliches Monitoring

Als wissenschaftliches Monitoring werden hier sehr detaillierte Untersuchungen bezeichnet, die dem Ziel dienen, zum einen gängige Berechnungsansätze in Hinblick auf ihre Zuverlässigkeit zu testen. Zum anderen sollen Grundlagen für die Entwicklung neuer Berechnungsansätze, sowie für Planungsempfehlungen gewonnen werden.

An der Untersicht der thermisch aktivierten Decke in der Wohnküche von einem der Reihenhäuser wurden Sensoren zur Messung von Wärmestromdichte und Oberflächentemperatur an zwei unterschiedlichen Stellen der Decke montiert. Die gemessenen Wärmestromdichten wurden in Verbindung mit den gemessenen Oberflächentemperaturen und der vom Raumfühler registrierten Temperatur dazu verwendet, auf Wärmeübergangskoeffizienten für die Deckenuntersicht rückzurechnen. Als Ergebnis dieser Detailuntersuchung zeigt sich, dass die Wärmeübergangskoeffizienten nicht nur stark ortsabhängig sind, sondern auch eine ausgeprägte Abhängigkeit von der Differenz zwischen Oberflächen- und Raumtemperatur aufweisen. Die in Normberechnungen angesetzten temperaturunabhängigen Wärmeübergangskoeffizienten liefern im Fall der untersuchten Wohnküche

nur für kleine Temperaturdifferenzen annähernd zutreffende Ergebnisse in Hinblick auf die Prognose der sich einstellenden Wärmestromdichten. Für größere Wärmestromdichten erweisen sich die normierten Wärmeübergangskoeffizienten als zu groß und liegen damit nicht auf der sicheren Seite.

Das Verständnis der Funktion der thermisch aktivierten Decken als Wärmetauscher ist insofern von großem Interesse als die Differenz zwischen Vorlauf- und Rücklauf-temperatur – die sog. Spreizung – als wesentliche Größe in die Regelung der Wärmepumpe eingeht. Um die thermischen Verhältnisse in der aktivierten Decke besser zu verstehen, wurde in zwei Reihenhäusern der Temperaturabfall des Heizmittels im Zuge der Durchströmung des Rohrregisters mittels Temperatursensoren gemessen. Zudem lieferte der am Verteiler eingebaute Wärmemengenzähler für den untersuchten Heizkreis ergänzend u. a. die Vorlauf- und die Rücklauf-temperatur. Für den Heizfall im Tiefwinter fielen vorerst starke Schwankungen der Heizmitteltemperatur im Rohrregister auf. Als Grund für diese Schwankungen konnte ein ausgeprägtes Takten der Wärmepumpe ausgemacht werden. Es ist davon auszugehen, dass sich die Änderung der Regelung der Wärmepumpen mit dem Ziel der Umsetzung längerer Laufzeiten nicht nur in Hinblick auf die Lebensdauer des Geräts positiv auswirken wird, sondern auch die Energieeffizienz der Wärmepumpe spürbar steigern wird. Aufgrund der hohen Wärmeleit- und Wärmespeicherfähigkeit der Betondecken werden die beobachteten Schwankungen der Heizmitteltemperatur so stark ausgeglichen, dass sie an der Deckenunterseite kaum mehr messbar sind und damit für den thermischen Komfort im Raum keine Rolle spielen. Bemerkenswert war zudem, dass für die Temperatur des Heizmittels nach dem Durchfließen des Rohrregisters auf dem Weg vom Register zum Verteiler eine Erwärmung registriert wurde. Der Grund für diesen Effekt wurde in der Führung der Rohre zwischen Verteiler und Rohrregister festgemacht: Vor- und Rücklaufleitungen werden dort eng nebeneinander geführt, daher tritt eine thermische Kopplung auf, die die Vorlauftemperaturen senkt und die Rücklauftemperaturen anhebt. Eine Reduzierung dieser thermischen Kopplung mittels Planung anderer Rohrführung und/oder Dämmung der Rohre im Bereich des Verteilers birgt das Potential einer weiteren Erhöhung der Energieeffizienz des Gesamtsystems in sich.

Ergebnisse

Die Bauteilaktivierung erweist sich als äußerst robustes System, das in der im Wohnpark Wolfsbrunn umgesetzten Ausführung zum einen zu Jahresverläufen der vom Raumfühler registrierten Temperaturen führt, die von einer sehr hohen Temperaturkonstanz geprägt sind. Zum anderen stellen sich zwischen der vom Raumfühler registrierten Temperatur auf der einen Seite und den ebenso gemessenen Oberflächentemperaturen auf der anderen Seite nur kleine Unterschiede ein, was zu einer hohen thermischen Behaglichkeit führt. So war z. B. der gemessene Unterschied zwischen der Oberflächentemperatur der thermisch aktivierten Decke und der vom Raumfühler registrierten Temperatur in einer Wohnung des Mehrparteienhauses bei 90 Prozent der im Jahresverlauf registrierten Messwerten kleiner als 0,7 Kelvin.

Im Fall des Mehrparteienhauses ist es gelungen, durch die Speicherung von Energie in den massiven Gebäudeteilen ca. 80 % des während der Zeiten ohne Windüberschussstrom anfallenden Verbrauchs in die Zeiten mit Windüberschussstrom zu „verschieben“. Damit wird das Überangebot an Strom während windreicher Zeiten genutzt und der Stromverbrauch während Zeiten ohne Windüberschuss gezielt und deutlich spürbar reduziert.

Bei den Reihenhäusern konnte eine Auswirkung der Regelung nach dem Windsignal auf den Stromverbrauch nicht ausgemacht werden. Die für die Reihenhäuser umgesetzte Regelung der Wärmepumpe kann das Windsignal insofern nur ungenügend nutzen als sich aufgrund der engen Verquickung der Wärmebereitstellung für die Bauteilaktivierung und jener für die Warmwasserbereitung eine Abschaltung der Wärmepumpe während windarmer Zeiten als nicht möglich erweist. Dies zeigt zum einen, dass eine möglichst gute Entkopplung von Warmwasserbereitung und der Beheizung des Gebäudes angestrebt werden sollte. Zum anderen kann das Potential der Zwischenspeicherung von Energie nur dann gut genutzt werden, wenn die Haustechnikplanung von vornherein auf eine effektive Regelung der Wärmepumpe nach dem Windsignal abgestellt ist.

Potenzial für eine weitere Optimierung ist gegeben, zentral ist dabei das Regelungsverhalten der Wärmepumpen sowie die Wärmebereitstellung für die Warmwasserbereitung. Bei der Planung der Verlegung der Rohrleitungen der Bauteilaktivierung ist auf eine möglichst gute thermische Entkopplung von Vor- und Rücklaufleitungen im Bereich der Verteiler zu achten.

Der Wohnpark Wolfsbrunn in Sommerein ist Teil weiterführender Forschungs- und Innovationsprojekte, beispielsweise des Projekts „Hybrid LSC“, das Teil von Green Energy Lab und damit der FTI-Initiative Vorzeigeregion Energie ist. In diesem Projekt werden intelligente Steuerungsstrategien gesucht, die größtmögliche Flexibilität für das Energiesystem bereitstellen. Bürger:innen und Stakeholder als Teilnehmer:innen von Local Sustainable Communities („LSC“) werden dabei miteinbezogen. In Sommerein werden im Rahmen von „Hybrid LSC“ u. a. Befragungen der Bewohner:innen durchgeführt. Erste Ergebnisse der sozialwissenschaftlichen Untersuchungen liegen bereits vor, sind aber nicht Teil dieses Berichts.

Ausblick

Planer:innen und Bauherren haben eine große Verantwortung, nachhaltige und klimarelevante Gebäude zu planen und umzusetzen. Die Kombination des Energiespeichers Beton mit der Versorgung durch Windenergie konnte anhand des Wohnparks Wolfsbrunn mit Unterstützung der NÖ Wohnbauforschung sowie Vertreter:innen aus Wirtschaft, Industrie und Forschung in der Praxis getestet und analysiert werden. Die Ergebnisse ermöglichen es, weitere Optimierung bei der Regelung und der Auslegung des Systems vorzunehmen. Der Wohnpark Wolfsbrunn ist damit ein Wegweiser für klimainnovatives, qualitativ hochwertiges und zugleich leistbares Wohnen und ein weiterer Schritt in Richtung des standardmäßigen Einsatzes von thermischer Bauteilaktivierung im sozialen Wohnbau.