RESILIENZ DURCH SOLARTHERMIE

OPTIMIERTE ANLAGENPLANUNG ERSCHLIESST ERHEBLICHE POTENZIALE

Quelle: EUKON

Bild 1: Abstimmung der für Solar nutzbaren Dach- und Wandflächen

Mit der großen Erfolgsgeschichte der Photovoltaik, insbesondere durch die Einführung des EEG oder wie es früher hieß der kostendeckenden Einspeisevergütung, wurde die Solarthermie über die Jahre immer weiter ins Abseits gedrängt. Zu Unrecht. Denn die derzeitige Energiewende fokussiert sich im Wesentlichen auf Photovoltaik und Windstrom sowie den Einsatz von Wärmepumpen und Elektromobilität. Diese energiepolitische Monokultur führt wie bei allen Monokulturen immer zu starken Abhängigkeiten und hohen Risiken. Denn resiliente Systeme, d. h. Systeme die auf Störungen oder Veränderungen flexibel und anpassungsfähig reagieren, beruhen auf Vielfalt.

Neues Potential für die Solarthermie

Es gibt völlig neue Potenziale beim Einsatz der Solarthermie. Zunächst einmal ist diese auf die Fläche bezogen um den Faktor 2- bis 3-mal effizienter als die Photovoltaik. Folglich ist es sinnvoll, jeglichen Wärmebedarf, welcher sich mit Solarthermie decken lässt, auch solarthermisch bereitzustellen. Der zweite Vorteil besteht darin, dass sich Wärmeenergie deutlich preisgünstiger und mitunter auch deutlich länger speichern lässt als Elektrizität. Durch den Einsatz von großen Speichern, wie sie beispielsweise in Sonnenhäusern üblich sind, kann zusätzliche Regelenergie bereitgestellt werden. Diese kann dann in einem vernetzten Energiesystem nutzbringend eingebracht werden. Hierunter ist eine Sektorenkopplung zu verstehen, die diesen Namen auch verdient. Wichtig zu wissen ist, dass die Speicherung nicht nur aus einem Hochtemperaturspeicher, sondern auch aus Niedertemperaturspeichern wie Anergiespeichern, Anergienetzen und Bauteilaktivierung bestehen kann. Durch den Einsatz von Solarthermie können so resiliente Energieversorgungssysteme entstehen, mit denen beispielsweise die Zeiten einer Dunkelflaute problemlos überbrückt werden können. Mit Einführung von variablen Strompreisen, die konsequenterweise zu erwarten sind, bietet diese Option zukünftig die Möglichkeit, Energiekosten zu optimieren. Mit sinkenden Energieerzeugungspreisen wird das Geld zukünftig mit Energiemanagement und Wärmespeicherung verdient werden! Clever ist, wer hier ausreichend flexibel reagieren kann.

Für regenerative Energie überkommene Heizungstechnik

Ein grundsätzliches Problem, welches allerdings nicht nur die Solarthermie, sondern alle neuen Energietechniken auf Basis von regenerativen Energien betrifft, ist, dass diese auf einer Technik beruhen, die bereits 200 Jahre alt ist. Ausgehend von der Verbrennung von fossilen Energieträgern bei hohen Temperaturen um die 1.000°C machen wir uns diese Energie nutzbar, in dem wir die Temperaturen soweit runtermischen, dass wir sie in unseren Heizungsanlagen nutzen können. Das führt zum Beispiel dazu, dass eine Wärmepumpe in einem Mehrfamilienhaus mit einer Vorlauftemperatur von 65 bis 70°C betrieben werden muss, um legionellenfreies Trinkwarmwasser bereiten zu können. Diese Temperatur wird dann zum Beispiel auf Fußbodenheizungsniveau herunter gemischt. Dies führt dazu, dass die Potenziale einer Wärmepumpe kaum genutzt werden.

Exergetische Planungsphilosophie

Das Ingenieurbüro Eukon entwickelt deshalb Anlagenkonzepte auf Basis von völlig neuartigen Hydraulik- und Regelungskonzepten. Dahinter steckt die Planungsphilosophie, die auch als „exergetisch optimierte Anlagenplanung“ beschrieben werden kann. Eine spezielle, gebrauchsmustergeschützte Hydraulik soll dazu demnächst als fertig vorkonfigurierte Hydraulikstation, Plug&Play-fähig auf den Markt kommen.

In mehreren Projekten mit unterschiedlichen Anlagenkonstellationen wurde nachgewiesen, dass diese Planungsphilosophie zu deutlich höheren

Persönliches Exemplar: Weitergabe nicht gestattet, Inhalte unterliegen dem Schutz des deutschen Urheberrechts
© Copyright Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.

Gebäudesteckbrief je Gebäude:

- 8 Wohneinheiten (71,40 m² bis 123,35 m²)
- 782,5 Energiebezugsfläche (PHPP)
- 760,17 m² Wohnfläche
- A/V-Verhältnis: 0,564m^{-1}
- Passivhausstandard mit 12,8 KWh/m²
- Sonnenhausstandard (überwiegender Energieträger Sonnenenergie)
- Wohnungszentrale Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung (91 %)
- 64,94 m² Solarthermie mit Vakuumröhrenkollektoren
- 17,68 KWp Photovoltaikanlage
- 10,24 KWh Batteriespeicher
- 2 KFZ Ladestationen für Mieter
- 10 kW Wärmepumpe, inverter gesteuert mit Heißgasenthitzung
- 10 m³ Hochtemperaturspeicher (90°C max.)
- Anergiespeicher mit thermischer Aktivierung der Bodenplatte unter dem Gebäude für die saisonale Wärmespeicherung

Systemarbeitszahlen führt. Besonders interessant ist in diesem Zusammenhang die Kombination von Solarthermie und Wärmepumpe. Bei den klassischen Konzepten arbeiten die Solarthermie und die Wärmepumpe eher gegeneinander. Durch die neue Planungsmethode wurden bereits Systemarbeitszahlen von 6 gemessen – wohlgemerkt gemessen und nicht gerechnet, und das bei Systemtemperaturen von 50 bis 60°C. Somit werden aus einer bezogenen Kilowattstunde Strom 6 Kilowattstunden an Nutzwärme. Das bedeutet eine Effizienzsteigerung von nahezu 100 % bei annähernd vergleichbaren Kosten, wie sie etwa für eine Sole-Wärmepumpe mit Erdsonden ohne Solaranlage aufzuwenden sind. Durch den zusätzlichen Einsatz einer Photovoltaikanlage lässt sich der Nutzen an regenerativer Sonnenenergie natürlich noch weiter optimieren, unter der Voraussetzung, dass erforderliche Speicherkapazitäten vorhanden sind. Bei Gebäuden mit gutem Wärmeschutz ist damit eine Klimaneutralität vergleichsweise einfach zu erreichen.

Klimaschutzsiedlung Ibbenbüren

Definiertes Ziel in Ibbenbüren war es, die zukünftigen Wohnungen energetisch CO_2-neutral zu betreiben und eine hohe Unabhängigkeit von einer externen Energieversorgung zu erreichen. Auf dieser Basis wurden zunächst zwei von fünf Gebäuden entwickelt. Jedes Gebäude umfasst acht Wohnungen. Der energetische Standard der Gebäude bezieht sich auf den Passivhausstandard des Passivhausinstituts in Darmstadt. Mit einer erwarteten solaren Deckung von insgesamt über 80 % entspricht das Gebäude dem Sonnenhausstandard des Sonnenhausinstitutes. Das Projekt wurde vom Land als Klimaschutzsiedlung-NRW ausgezeichnet und ein entsprechendes Monitoring durch Fördermittel unterstützt.

Grundlage für die Lösung in Ibbenbüren ist einerseits die exergetisch optimierte Anlagenplanung und andererseits das Sonnenhaus-Konzept. Die Realisierung des Passivhausstandards war Voraussetzung dafür, dass die verfügbaren Dach- und Wandflächen für die Nutzung von Solarthermie und Photovoltaik ausreichen. Gerade beim größeren Gebäude kommt es schnell zu einem Mangel an Flächen für die Solarnutzung, weil diese im Verhältnis zum Bedarf meist deutlich knapp werden. Hier ist daher eine Abstimmung zwischen Solarthermie und Photovoltaik besonders wichtig. Durch eine Reduzierung des Bedarfs mithilfe entsprechender Anlagensimulationen können Anlagenkomponenten entsprechend kleiner ausfallen.Die Kombination und Abstimmung dieser Konzepte führt auch zu einer höheren Gesamtwirtschaftlichkeit.

Lösungsansatz Anergiespeicher

Auf Basis einer exergetisch optimierten Anlagenplanung sollte ein möglichst hoher Grad an Unabhängigkeit von fossilen Trägern und einer externen Energieversorgung erreicht werden. Hierbei wurde das völlig neu entwickelte Hydraulik- und Regelkonzept umgesetzt.

Eine Grundüberlegung hierbei war, wie es gelingen kann, die Überschüsse vom Sommer in die Heizzeit zu verlegen, die solare Überschusswärme also saisonal zu speichern. Die Erkenntnisse aus einem Forschungsvorhaben, welches Eukon vor 15 Jahren durchgeführt hat, wurden als Basis genutzt, um einen sogenannten Anergiespeicher zu entwickeln. Hierbei wurde das Erdreich um das Gebäude mit einer etwa 1,20 m tiefen Dämmschürze versehen. Durch ein Rohrregister in etwa 90 cm Tiefe kann das unter dem Gebäude befindliche Erdreich thermisch aktiviert werden. Zusätzlich wird die Bodenplatte durch ein zweites Rohrregister ebenfalls thermisch aktiviert. Im Winter kann dann das bis auf maximal 25° erwärmte Erdreich als Wärmequelle für die Wärmepumpe dienen.

Dreh- und Angelpunkt hierbei ist der große Heizungspuffer mit etwa 10 m³ (10.000 Liter) Inhalt. Die Wärmepumpe selber hat zwei Kondensatoren. Der erste Kondensator dient in erster Linie zur Heißgasenthitzung und wird in einer höheren Region des Speichers eingespeichert. Der eigentliche Kondensator speist seine Wärmeenergie etwas niedriger ein. Die thermische Solaranlage wird durch die

Anergie

Energie lässt sich in zwei Formen unterscheiden: Exergie und Anergie.
Während sich der Anteil an Exergie praktisch in jede andere Energieform umwandeln lässt, kann Anergie nur in der Form genutzt werden, in der sie vorliegt. Der Anergiespeicher speichert Niedertemperaturwärme, die mit Hilfe von elektrischer Energie (Exergie) auf ein höheres Temperaturniveau gehoben und damit nutzbar gemacht wird.

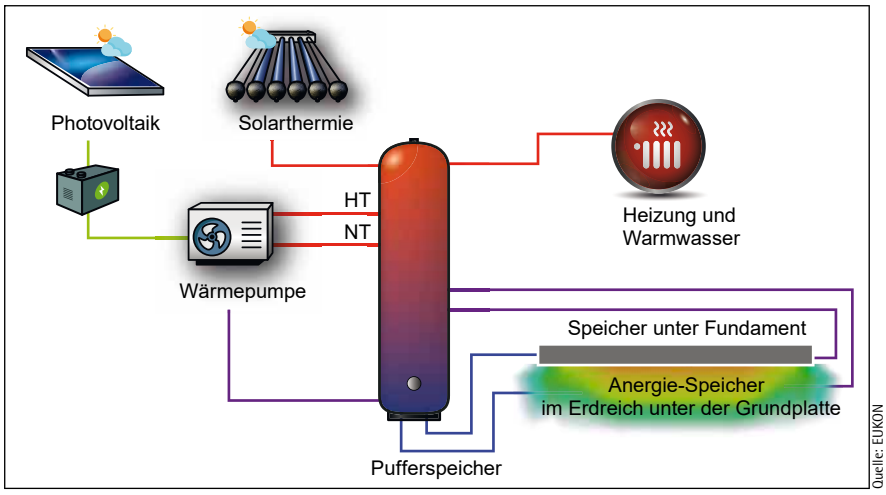

Bild 2: Vereinfachte Darstellung des Grundkonzeptes

Persönliches Exemplar: Weitergabe nicht gestattet, Inhalte unterliegen dem Schutz des deutschen Urheberrechts
© Copyright Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.

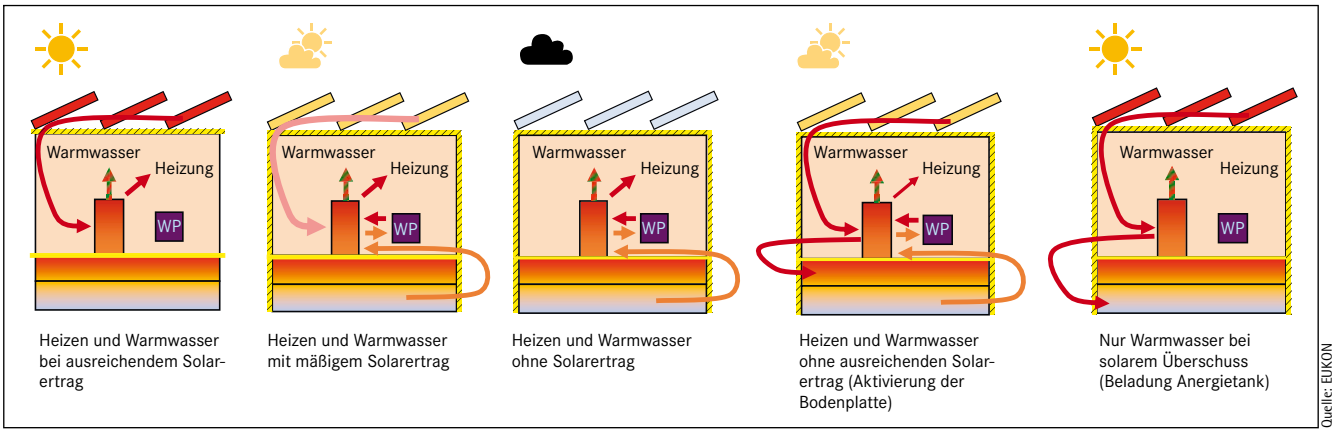

Bild 3: Darstellung verschiedener Anlagen- und Betriebszustände

gebrauchsmustergeschützte Hydraulik so gesteuert, dass sie im Normalfall immer in den oberen Speicherbereich einspeist. Lediglich im Falle einer nur geringen Einstrahlung wird die dann ansonsten nicht nutzbare Energie in die Bodenplatte eingespeichert. Der solare Überschuss im Sommer hingegen wird in die unteren Regionen ins Erdreich eingespeichert. Aufgrund der speziellen Hydraulik arbeitet die Wärmepumpe sozusagen als Vorwärmesystem für den Kollektor. Trotz der relativ einfachen Hydraulik mit vergleichsweise wenigen Umschaltventilen bietet das System eine enorme Vielzahl an Betriebsmöglichkeiten.

Auch die Photovoltaikanlage wird in das Beheizungskonzept mit eingebunden. So wird die Wärmepumpe nach dem Überschuss Strom, d. h. der Differenz zwischen Eigenbedarf und Produktion der Photovoltaikanlage, leistungsgeregelt betrieben. Die Batteriespeicher kommen hier zudem als Puffer zur Geltung. Durch die elektrischen Speicher muss die Wärmepumpe nicht so schnell nachregeln, wenn gerade mal eine Wolke vorbeizieht. Andernfalls würde eine kurzfristige Bewölkung zu einem hoch- und herunterregeln der Wärmepumpe führen.

Das umfassende Regelungskonzept wurde auf Basis von freiprogrammierbaren Reglern realisiert. Durch eine entsprechende Fernwartung können alle Parameter gemessen und aus der Ferne optimiert werden.

Simulation vor Inbetriebnahme

Die Herausforderung bestand hier in der Anpassung bestehender Planungswerkzeuge sowie in der Entwicklung neuer Tools, Anlagentechnik in Verbindung mit dem Speicherverhalten im Erdreich und Bedarf abzustimmen. Hierzu wurde eine Anlagensimulation mit einer dynamischen Wärmebrückenberechnung gekoppelt.

Betriebserfahrungen

Die Gebäude wurden im Sommer 2020 in Betrieb genommen. Die ersten Ergebnisse aus dem Monitoring zeigten, dass die prognostizierten Erträge erreicht wurden. Ein Problem stellte jedoch die Aufheizphase mit deutlich erhöhtem Wärmebedarf in der ersten Heizperiode dar. Hier musste das quasi noch kalte Gebäude zunächst auf Betriebstemperatur gebracht werden. Erschwerend kommt hinzu, dass etwa 15 t Wasser im Beton

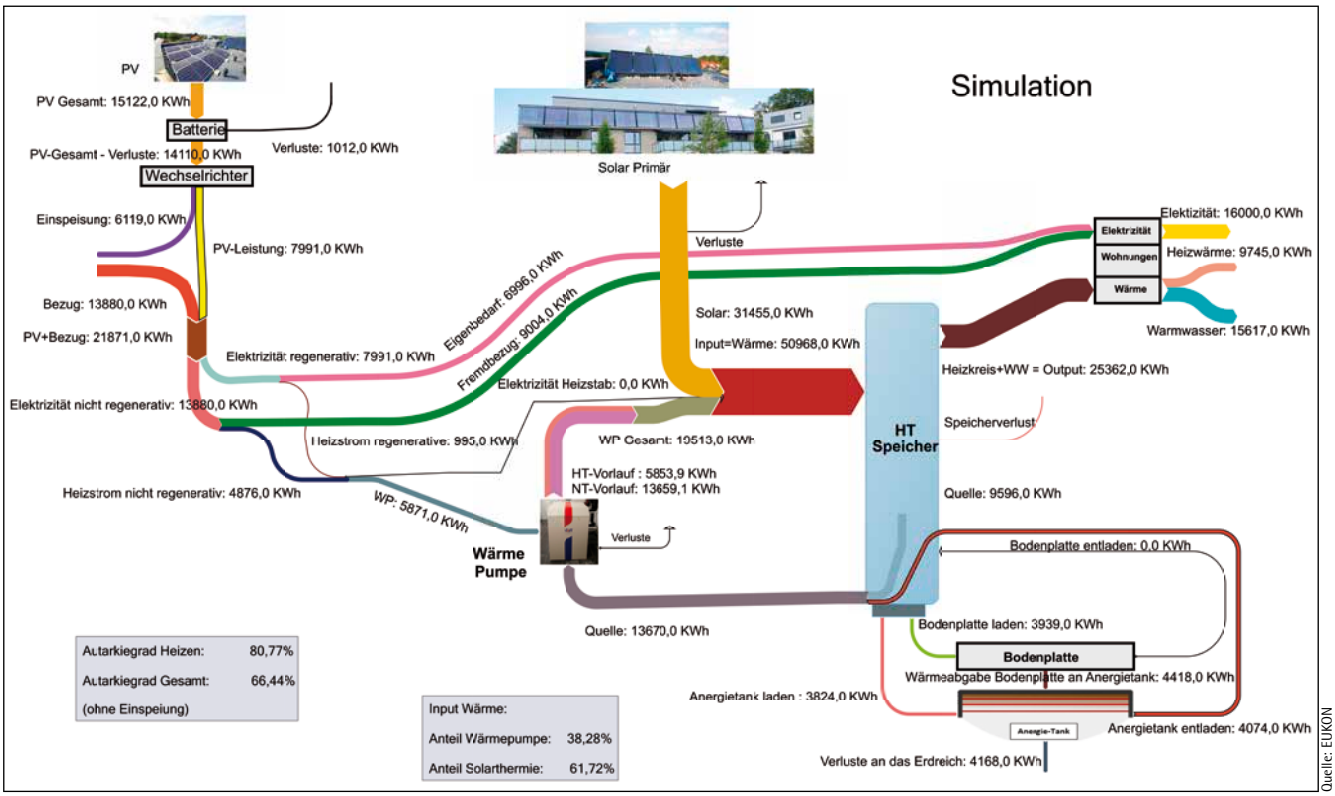

Bild 4: Die Energiebilanz in der Simulation

Persönliches Exemplar: Weitergabe nicht gestattet, Inhalte unterliegen dem Schutz des deutschen Urheberrechts
© Copyright Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.

gebunden sind und während der ersten Heizperioden mit zusätzlicher Energie abgetrocknet werden müssen.

Die Mieter bezahlen keine Energiekosten. Die Wohnungen werden mit einer Warmmiete, einer sogenannten Heizungsflat, angeboten. Dies führt zu dem Problem, dass einige Mieter keine Motivation haben, während der Heizzeit die Fenster geschlossen zu halten. Hier wurde deshalb empfohlen, den Mietern mit erhöhtem Verbrauch die gemessenen Kilowattstunden oberhalb des großzügig prognostizierten Heizwärme und Warmwasserbedarfs von etwa 3.000 kWh zu einem entsprechenden Wärmepreis zu berechnen, welcher dem Strompreis der jeweiligen Grundversorgung für Elektrizität entspricht. Derzeit gibt es einzelne Mieter, die den 15-fachen Energiebedarf im Verhältnis zum sparsamsten Mieter haben. Die Auswertung der ersten Betriebsergebnisse aus dem Monitoring zeigt, dass die Anlage sich weitestgehend der Planung entsprechend verhält und die Anfangsprobleme ausgeräumt werden können.

Sonnenenergie statt grauer Energie

Ein weiterer Zusatznutzen besteht darin, dass die Perimeterdämmung unterhalb der Bodenplatte entfallen kann. Lediglich oberhalb der Bodenplatte befindet sich eine Wärmedämmung von 120 mm. Berücksichtigt man die graue Energie, die in der Perimeterdämmung unterhalb der Bodenplatte stecken würde, ließe sich das Gebäude etwa zwölf Jahre lang nur mit der eingesparten grauen Energie beheizen. Anders ausgedrückt: Es wird durch den Einsatz der Solarthermie graue Energie, das heißt Energie, die für die Herstellung des Baustoffes erforderlich ist, eingespart.

Fazit und Ausblick

Das Projekt zeigt, dass in der Nutzung der Solarthermie noch erhebliche Potenziale stecken. Insbesondere die Kombination von Solarthermieanlagen mit Wärmepumpen bekommt durch völlig neuartige Hydraulik- und Regelungskonzepte eine gänzlich neue Bedeutung. Endlich arbeiten Wärmepumpe und Solaranlage nicht mehr auf einen kalten Rücklauf gegeneinander, sondern ergänzen sich. Durch den Einsatz von Vakuumröhrenkollektoren übernimmt die solarthermische Anlage die Bereitstellung der hohen Temperaturen, auch wenn wenig Sonne zur Verfügung steht. Die Wärmepumpe arbeitet dann sozusagen als Vorwärmesystem. Steht nur sehr wenig Sonnenenergie zur Verfügung, können dennoch die entsprechenden Temperaturen erreicht werden, um die Wärmequelle für die Wärmepumpe vorzuwärmen. Solarer Überschuss im Sommer kann in einem Anergiespeicher eingespeichert oder ebenfalls zur Regeneration der Wärmequelle genutzt werden. Hierdurch lassen sich dann auch Stagnationen im Sommer vermeiden. Durch die geplante Serienfertigung entsprechender Hydraulikeinheiten mit vorkonfigurierter Regelung entsteht so ein Grundsystem, mit dem sich im Prinzip jede Wärmepumpe durch eine solarthermische Anlage zu hohen Systemarbeitszahlen optimieren lässt.

Es wird Zeit, 200 Jahre Heizungstechnik neu zu denken und Heizungsanlagen zu bauen, die auch den Anforderungen von regenerativen Energieträgern genügen.

Ausgezeichnetes Projekt

Eines der von Eukon realisierten Projekte, die Klimaschutzsiedlung Ibbenbüren, wurde im November letzten Jahres mit dem TGA-Award 2022 ausgezeichnet[1]. Diese nationale Auszeichnung für TGA-Planer und herstellende Unternehmen der TGA-Branche wird für herausragendes Engagement im Sinne einer nachhaltigen Zukunft in der Branche vergeben. Alle zwei Jahre würdigt eine Jury der Fachzeitschrift „Moderne Gebäudetechnik“ herausragende Leistungen in sechs Kategorien. Das Gesamtkonzept der Krefelder konnte den Preis in der Kategorie Neubau/Wohngebäude gewinnen.

In der Laudatio äußerte sich Professor Bert Oschatz vom ITG Institut für technische Gebäudeausrüstung Dresden vor allen Dingen lobend über den Ansatz, den Anteil an regenerativen Energien nicht nur übers Jahr, sondern sozusagen in „Echtzeit“ zu bilanzieren. Denn was nutzt es, solaren Überschussstrom, der möglicherweise vernichtet werden muss, im Sommer bilanziell im Winter nutzen zu wollen. Die Speicherfähigkeit eines elektrischen Speichers reicht in der Regel für maximal ein bis zwei Tage. Um die Energie vom Sommer in den Winter zu verlagern, genügt das in keinem Fall. Professor Timo Leukefeld hat hier beispielsweise den Begriff einer „saisonalen Illusion“ geprägt.

Durch Eukon sei gezeigt worden, so Prof. Oschatz, dass nicht nur eine ausgeglichene Jahresbilanz in puncto Energieverbrauch und CO_2-Emissionen sinnvoll sei, sondern es auch darum gehe, möglichst unabhängig von Bezug aus und einer Einspeisung in das Netz zu werden. Die Preissteigerungen bei Gas, Öl und Strom zeigten nämlich, dass eine rein strombasierte Wärmeversorgung Risiken berge. Daher werden speicherbare, regenerativ erzeugte Energien immer wichtiger.

Weitere Kriterien der Jury für die Preisvergabe waren die umfangreichen und anspruchsvollen Simulationen. Hierbei wurde eine Anlagensimulation mit einer dynamischen Wärmebrückensimulation gekoppelt. Durch ein umfangreiches Monitoring wurden dabei die Messdaten mit den Simulationsergebnissen verglichen, verschiedene Probleme detektiert und entsprechende Lösungsvorschläge erarbeitet. Besonders gut gefallen hat der Jury auch, dass diese Probleme angesprochen und behandelt wurden.

Fußnoten

[1] Weitere Informationen unter: www.eukon.de/tga-award

ZUM AUTOR:
▶ *Dipl.-Ing. Jörg Linnig*
Ingenieurbüro EUKON,
Langjähriges Mitglied in der DGS,
zertifizierter Passivhausplaner,
EnergieEffizienzExperte sowie Mitglied
des Vorstandes im Sonnenhaus-Institut
info@eukon.de

Quelle: EUKON

Bild 5: Das stolze Planerteam der Gewinner des TGA-Award 2022

Persönliches Exemplar: Weitergabe nicht gestattet, Inhalte unterliegen dem Schutz des deutschen Urheberrechts
© Copyright Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.