

# STILLE ENERGIEQUELLE FÜR DIE WÄRMEPUMPE

## PVT-WÄRMEPUMPENSYSTEME FÜR EMISSIONSFREIE QUARTIERSLÖSUNGEN



Bild: Nassauische Heimstätte

**Bild 1:** Die Nassauische Heimstätte besitzt rund 59.000 Mietwohnungen an 128 Standorten in Hessen und Thüringen. Am Standort Bürgeler Straße 9 – 33 in Frankfurt Fechenheim, der vier Gebäude mit rund 100 Wohnungen umfasst, sollen nun erstmals vier PVT-WP-Systeme den Betrieb aufnehmen.

Um Deutschland bis 2045 treibhausgasneutral zu machen, muss in den nächsten Jahren der Wärmebedarf von Millionen Immobilien so weit wie möglich reduziert werden. Vor allem für den Bestand sind Sanierungskonzepte gefordert, die auf der einen Seite die Energieeffizienz der Gebäude deutlich verbessern, auf der anderen aber auch praktikabel und bezahlbar sind. Die vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie BMWi (jetzt Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz), geförderte Projektinitiative IntegraTE sondiert die Möglichkeiten und Grenzen sogenannter PVT-Wärmepumpensysteme. PVT-Kollektoren gewinnen sowohl Strom als auch Wärme aus Sonnenenergie.

Mit dem deutschen Klimaschutzgesetz wurden die Klimaschutzvorgaben verschärft und die Zeitspanne bis zur angestrebten Nettotreibhausgasneutralität um fünf Jahre auf das Jahr 2045 verkürzt. Bereits bis 2030 sollen die Emissionen um 65 % gegenüber 1990 sinken – entsprechend sind die Energiewirtschaft, die Industrie, der Bereich

Verkehr, die Landwirtschaft und auch der Gebäudesektor in punkto Energieeffizienz und Klimaschutz gefordert. Um die angestrebten CO<sub>2</sub>-Reduzierungen zu realisieren, muss der Primärenergiebedarf für Millionen Immobilien in Deutschland Jahr für Jahr deutlich reduziert werden. Das ist mit hohen Kosten verbunden und erfordert darüber hinaus sinnvolle Energieversorgungskonzepte für den Neubau und vor allem für die Bestandsmodernisierung.

„Bezüglich Energieeffizienz und Emissionsreduktion im Wohnungsbaubestand werden sich die Unternehmen im Rahmen der Erneuerung beziehungsweise Modernisierung auch weiterhin auf neue effiziente Techniken einlassen müssen“, erklärt Uwe Ricke-Adler, Vorstand der Gemeinnützigen Bau- und Siedlungsgenossenschaft Wiesbaden (Geno50). Ein Schwerpunkt der Geschäftstätigkeit liegt heute auf der Aktualisierung und Modernisierung des Wohnungsbestandes.

„Im Vorfeld einer Sanierung müssen wir genau prüfen, welche technischen Einrichtungen im jeweiligen Projekt als

sinnvolle Lösung möglich sind“, fasst Ricke-Adler seine Erfahrungen zusammen. „Das werden in Zukunft eher individuelle Einzellösungen sein, die den jeweiligen Anforderungen an Energieeffizienz und Emissionsreduktion im Wohnungsbaubestand gerecht werden.“ Die Geno50 hat inzwischen bereits Erfahrungen mit Biomassenahwärmenetzen in Verbindung mit Pelletheizkesseln, Solarthermie verbunden mit Gasbrennwerttechnik sowie der Kombination von Photovoltaik und Wärmepumpen gesammelt. In letzterer Lösung sieht Ricke-Adler großes Potential.

### Grenzen der Wärmepumpe bei der Bestandssanierung

Doch gerade im Bestand sind der Wärmepumpe Grenzen gesetzt. Denn die vorhandene Grundstücksfläche ist in vielen Fällen nicht ausreichend, um das Erdreich als Wärmequelle zu nutzen. Und wird auf eine Luft/Wasser-Wärmepumpe gesetzt, ist häufig der Geräuschpegel, der beim Ansaugen der Luft in die Außeneinheit entsteht, ein Hindernis – wenn nicht sogar ein Ausschlusskriterium. „Um die Anlagen wirtschaftlich zu betreiben, sind Arbeitszahlen der Wärmepumpe deutlich über 3 notwendig“, so die Erfahrung von Tobias Reichert, zuständig unter anderem für Energiekonzepte im Unternehmensbereich Modernisierung und Großinstandhaltung der Nassauischen Heimstätte Wohnungs- und Entwicklungsgesellschaft mbH, unter Leitung von Karin Hendriks, in Frankfurt am Main. „Dies ist bei unsanierten Häusern mit hohem Temperaturniveau kaum möglich.“

Um diese Schwierigkeiten zu kompensieren, haben Reichert und sein Kollege Mathias Lupp, aus dem Fachbereich Zentrale Technische Aufgaben (ZTA), nun erstmals PVT-Wärmepumpensysteme im Rahmen der Bestandssanierung eingesetzt. Diese Technologie gewinnt über PVT-Kollektoren sowohl Strom als auch Wärme aus Sonnenenergie und beliefert damit eine Wärmepumpe. Neben der Wärmeversorgung ist auch die Kühlung bei entsprechender Funktionalität des Systems in den Sommermonaten möglich.



Bild: Tina Merkau

## PVT-Wärmepumpen für Quartier in Frankfurt

In Frankfurt Fechenheim werden von der Nassauischen Heimstätte im Rahmen eines Sanierungsprojekts bei vier Gebäuden mit rund 100 Wohnungen erstmals PVT-WP-Systeme den Betrieb aufnehmen (Bild 1). Jeder der vier Gebäuderiegel wurde mit einer autarken PVT-Wärmepumpen-Anlage ausgerüstet. Diese umfasst jeweils 72 PVT-Module mit einer Gesamtfläche von 119 m<sup>2</sup> und zwei Wärmepumpen, die modulierend bis 20 kW Nennleistung bringen. Außerdem wurden pro Gebäude zwei Gasbrennwertgeräte mit insgesamt 76 kW als Zusatzheizung installiert. Laut Simulation liefert das PVT-WP-System mehr als 50 % des jährlichen Gesamtwärmebedarfs eines Gebäuderiegels, der restliche Wärmebedarf wird über die Brennwertkessel gedeckt. Die Jahresarbeitszahl (JAZ) der Wärmepumpen liegt bei 3,8. Das heißt, die Wärmepumpe benötigt nur eine Einheit Strom, um fast vier Einheiten Wärme zur Verfügung zu stellen.

„Bevor wir die neuen Systeme installiert haben, wurden die Wohnungen vollmodernisiert, so dass der jährliche spezifische Heizwärmebedarf heute 38,4 kWh/m<sup>2</sup> beträgt“, beschreibt Mathias Lupp den

Ablauf der Sanierungsarbeiten. „Es wurden neue dreifachverglaste Fenster eingebaut, ein Wärmedämmverbundsystem (WDVS) mit 16 cm Dämmung angebracht, sowie die Kellerdecke und die oberste Geschossdecke gedämmt. Neben der neuen Zentralheizung inklusive zentraler Warmwasserbereitung ist auch eine kontrollierte Wohnungsabluft installiert worden. Die Vorlauftemperatur liegt nun unter Volllast bei 55 °C.“ Normalerweise modernisiert die Nassauische Heimstätte im bewohnten Zustand, coronabedingt hat die Modernisierung jedoch zum Leerzug in den Wohnungen geführt.

Finanzielle Unterstützung für das Projekt erhielt die Nassauische Heimstätte aus dem Fördermitteltopf des Bundesamtes für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (BAFA), wobei sich die Fördersituation kontinuierlich verbessert. „Seit 2021 können wir über die KfW die kompletten Anlagen und die energetische Ertüchtigung der gesamten Hüllfläche zur Verbesserung der Energieeffizienz fördern lassen,“ erläutert Lupp.

Grenzen für den Einsatz von PVT-WP-Systemen sieht Lupp in den derzeit trotz Förderung hohen Investitionskosten. Trotzdem sei die Technologie vor allem dann prädestiniert, wenn eine Vollmodernisierung anstehe. „Geht es um einen reinen Technikaustausch bei einer Heizungsanlage mit 70 °C Vorlauf, kann ich mit diesen Systemen keine lohnende Jahresarbeitszahl erzielen“, lautet seine Bilanz. Auch sollten Bauherren beachten, dass es diese Technologie noch nicht von der Stange gibt. „Die Systeme laufen immer nur so gut, wie die Fachleute sie jeweils konzipiert haben beziehungsweise so gut, wie die Steuerung programmiert wurde“, gibt Lupp zu bedenken. „Aber mit zunehmender Marktdurchdringung wird sich das schnell verbessern.“

## Sanierungskonzept in Berlin-Lankwitz

Ein weiterer Pionier beim Einsatz von PVT-WP-Systemen ist die Berliner Degewo. Die PVT-Wärmepumpenanlage ist Teil des Sanierungskonzeptes für ein Mehrfamilienhaus in Berlin-Lankwitz (Bild 2). 1954 erbaut, umfasst das Gebäude insgesamt 64 Wohneinheiten über acht Stockwerke mit einer Gesamtwohnfläche von 3.733 m<sup>2</sup>. Die komplexe Sanierung wurde von Januar 2016 bis Juni 2017 durchgeführt und von der HTW Berlin wissenschaftlich begleitet. Projektziele waren unter anderem die Transformation des Gebäudebestandes im Einklang mit den energiepolitischen Vorgaben wie der Treibhausgasneutralität 2045 sowie die weitgehende Eigenversorgung mit Wärme und Hausstrom. Dabei sollten

Bild 2: Ein weiterer Pionier beim Einsatz von PVT-WP-Systemen ist die Berliner Degewo. Die Anlage ist Teil des Sanierungskonzeptes für ein Mehrfamilienhaus in Berlin-Lankwitz von 1954 mit 64 Wohneinheiten, komplett saniert über acht Stockwerke mit einer Gesamtwohnfläche von 3.733 m<sup>2</sup>.

PVT-Kollektor – ideale Ergänzung zur Wärmepumpenheizung

Grafik: Integrate

Ein PVT-Kollektor erzeugt aus Solarstrahlung sowohl Strom als auch Wärme. Dazu wird hinter das Photovoltaik-Modul ein Rohrregister montiert, das von einem Wärmeträger durchflossen wird. Dieser thermische Absorber nimmt die Abwärme der Photovoltaik-Module und die Umgebungswärme auf und stellt sie der Wärmepumpe als Wärmequelle zur Verfügung. Der Solarstrom kann außerdem zum Betrieb der Wärmepumpe oder im Haushalt verwendet werden.

Das Rohrregister besteht aus Aluminium, Kupfer oder Kunststoff und ist mit dem PV-Modul entweder fest verklebt, laminiert, in den Rahmen eingeklemmt oder kann bei bestehenden PV-Anlagen nachgerüstet werden. Übers Jahr hinweg können PVT-Kollektoren bis zu viermal mehr Gesamtenergie, also Wärme und Strom, liefern als eine Photovoltaikanlage mit der gleichen Fläche und sind damit eine ideale Ergänzung zu einer Wärmepumpenheizung.

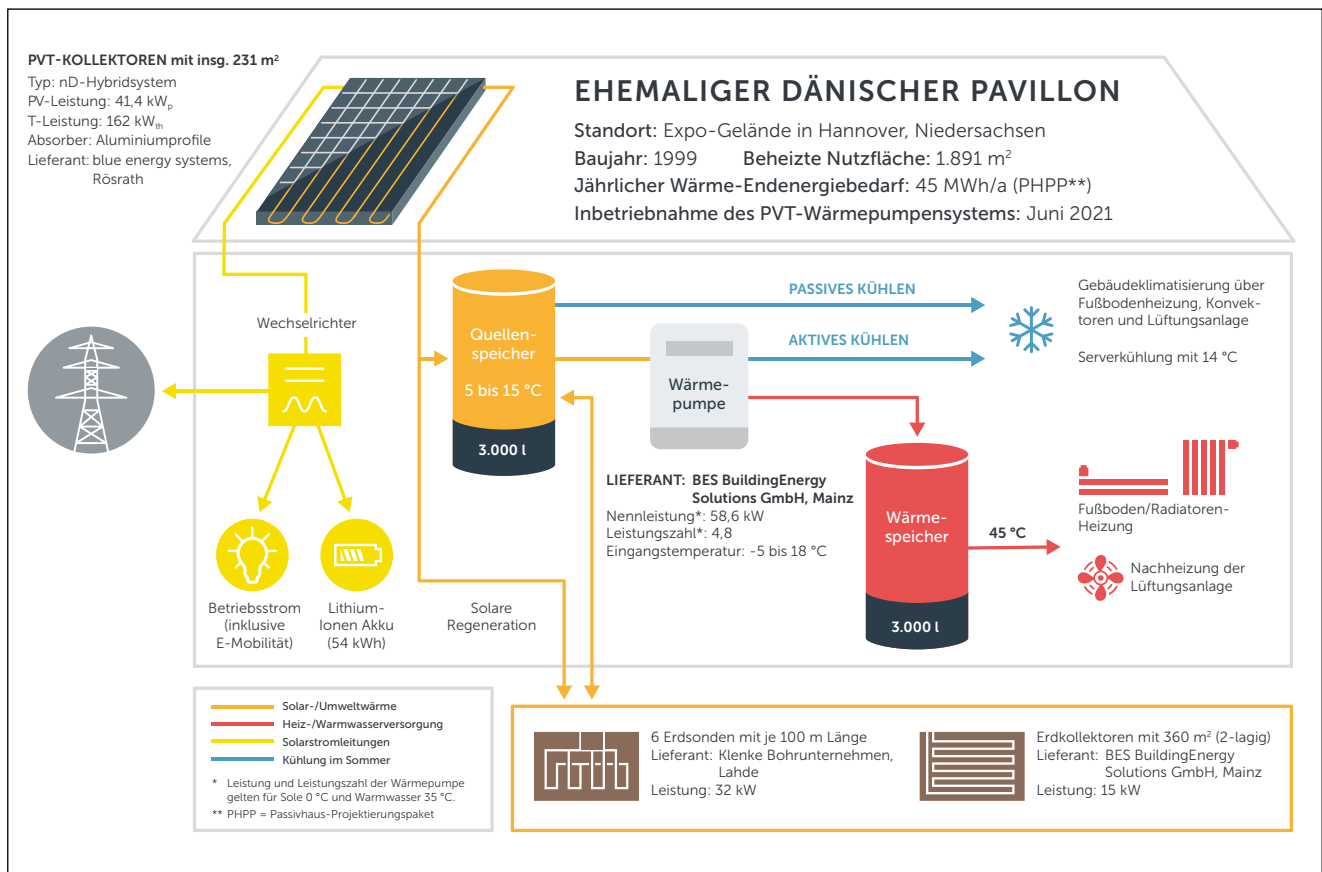


Bild 3: Herzstück des Gebäudeenergiesystems im ehemaligen Dänischen Pavillon ist eine Wärmepumpenanlage mit PVT-Kollektoren und dualen geothermischen Wärmequellen, die den Gebäudekomplex vollständig mit Wärme und Kälte versorgt.

unterschiedlichste innovative Technologien in einem Reallabor kombiniert werden, mit dem Ziel eines maximalen Erfahrung- und Erkenntnisgewinns, niedriger Energiekosten bei hohem Raumkomfort sowie einer zukunftsfähigen und langfristig nachhaltigen Bestandssanierung.

Im Rahmen der Sanierung wurde zunächst der Niedrigenergiehausstandard umgesetzt. Dies erforderte einen temporären Auszug der Mieter und umfasste eine Verdoppelung der Fassaden- und Dachdämmung, den Austausch der Fenster, den Einbau einer kontrollierten mechanischen Wohnungslüftung mit Wärmerückgewinnung sowie eine Minimierung von Wärmebrücken. Außerdem wurden die Wohnungen mit einer Deckenheizung in Form von Kapillarrohrmatten ausgestattet, um das Heizen der Räume auf einem niedrigen Temperaturniveau zu ermöglichen. „Wir mussten das Gebäude für den Einbau der Deckenheizungen komplett entmieten“, erklärt Volker Ries, Energiemanager bei der Degewo Netzwerk in Berlin. „Das machen wir normalerweise bei einer Bestandssanierung nicht, weil das viel zu teuer ist.“

Angestrebt wurde eine maximal mögliche Energiegewinnung über die Gebäudehülle durch den Einsatz von PV-Modulen und PVT-Kollektoren auf dem Dach und an der Fassade. Die Wärme aus

der 188 m<sup>2</sup> großen PVT-Anlage dient als Energiequelle für die beiden Sole-Wärmepumpen sowie für die Regeneration eines teilweise wärmedämmten Niedertemperatur-Erdreichspeichers. Insgesamt können 121 Module zum Einsatz. Über die Wärmepumpen werden die Wohnungen mit Heizwärme und Warmwasser versorgt. Im Winter wird die Wärmeversorgung durch den bestehenden Anschluss ans örtliche Nahwärmenetz ergänzt. Die Steuerung sieht vor, dass vorrangig das Warmwassersystem als Hauptverbraucher mit Nahwärme versorgt wird. Auf diese Weise kann die Heizwärmepumpe über die Wintermonate durchgängig bei niedrigeren Temperaturen betrieben werden, was die Jahresarbeitszahl verbessert. Dieses Konzept zahlt sich aus: Die JAZ der Wärmepumpe für das Heizen liegt bei 3,8, während Brauchwasser über das Jahr mit einer JAZ von nur 2,9 bereitgestellt wird.

Nicht alle Ziele für das Zukunftshaus-Konzept der Degewo wurden erfüllt. Dennoch, nach der Sanierung benötigt der Betrieb des Gebäudes 70 % weniger Energie und verursacht 80 % weniger an CO<sub>2</sub>-Äquivalenten Emissionen. Mit dem zunehmenden Anteil an erneuerbaren Energien am deutschen Strommix, wird sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß des Gebäudes in Zukunft noch weiter reduzieren.

## Gebäudeenergiestandard der Zukunft

20 Jahre nach der Expo 2000 in Hannover strahlt der ehemalige Dänische Pavillon wieder Innovationskraft aus. Der neue Besitzer, Carsten Grobe, sanierte mit seinem Architektur- und TGA-Planungsbüro den fast 2.000 m<sup>2</sup> großen Gebäudekomplex, bestehend aus Büro-, Schulungs- und Veranstaltungsflächen, zu einem hocheffizienten, ökologischen Vorzeigeprojekt. Durch die energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle und den Einbau einer Lüftungsanlage mit effizienter Wärmerückgewinnung konnte für das Bürogebäude der spezifische Heizwärmebedarf pro Jahr auf 25 kWh/m<sup>2</sup> reduziert und die gesetzlichen Neubausstandards deutlich unterboten werden. Der verbleibende, geringe Restenergiebedarf kann nahezu vollständig über Erneuerbare Energien gedeckt werden.

Das Herzstück der Gebäudetechnik für Heizen und Kühlen und zur Stromerzeugung ist die gebäudeintegrierte, regendichte PVT-Anlage auf dem Dach des Hauptgebäudes in Verbindung mit einer Sole/Wasser-Wärmepumpe (Bild 3). Von der insgesamt 325 m<sup>2</sup> großen PV-Anlage mit einer Nennleistung von 61 kW<sub>p</sub> sind 230 m<sup>2</sup> mit thermischen Absorberfeldern hinterlegt. Durch einen modularen Aufbau war es möglich, individuelle rahmen-



lose Photovoltaikmodule zu wählen. Durch diese Gebäudeintegration ist ein ästhetisches, einheitliches Erscheinungsbild gewahrt.

Die 60-kW-Wärmepumpe fungiert als monovalenter Wärme- und Kälteerzeuger und erreicht nach dynamischen Simulationsberechnungen eine Jahresarbeitszahl von 4,9. Ein 3.000 Liter großer Quellspeicher, der sowohl vom Dach als auch aus dem Erdreich Wärme aufnimmt und die Wärmepumpe ganzjährig mit Energie versorgt, dient gleichzeitig als Kältespeicher für die Gebäude- und Serverkühlung. Im Heizbetrieb kann die Anlage wahlweise Wärme aus den PVT-Kollektoren oder aus dem Erdreich über Erdwärmesonden (6 Stück à 100 m) und Erdwärmekollektoren (360 m<sup>2</sup> doppellagig) beziehen. Auch eine passive Kühlung erfolgt über die PVT-Kollektoren und das Erdreich. Die Anlagenregelung wählt dabei die Energiequelle, bzw. Energiesenke aus, die das beste Temperaturniveau bietet. Die solare Regeneration durch die PVT-Kollektoren verhindert ein Absinken der Erdreichtemperaturen und stellt dadurch einen energieeffizienten Wärmepumpenbetrieb über die gesamte Lebensdauer sicher. Ein eigenes Betriebsmonitoring soll die Effizienz stetig überwachen und das System weiter optimieren. Eine der Zielsetzungen ist, im Betrieb eine Jahresarbeitszahl von über 5 zu erreichen.

Heute dient das Hauptgebäude des zum Plusenergiegebäude sanierten Pavillons dem Architektur- und TGA-Planungsbüro von Carsten Grobe als Firmensitz. Die Nebengebäude wurden für externe Veranstaltungen oder private Feiern der Öffentlichkeit wieder zugänglich gemacht. „Unser Firmensitz erfüllt schon heute die Klimaschutzziele 2030 bis 2045. Durch die Sanierung der Gebäudehülle auf Passivhausstandard können wir den sehr geringen Heiz- und Kühlbedarf nahezu vollständig über die PVT-Anlage mit Sole/Wasser-Wärmepumpe decken“, sagt Geschäftsinhaber Carsten Grobe.

### Viermal mehr Gesamtenergie als eine PV-Anlage

Die effiziente Flächennutzung, das einheitliche Erscheinungsbild, die geräuschlose Arbeitsweise und die Verbesserung der Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe durch die Sonnenenergienutzung vom Dach sind die wesentlichen Vorteile von PVT-Kollektoren (siehe Check-Box). Übers Jahr hinweg produzieren diese etwa viermal mehr Gesamtenergie, also Wärme und Strom, als eine Photovoltaikanlage mit der gleichen Fläche.

Der Nutzer profitiert nicht nur von dauerhaft niedrigen Betriebskosten, sondern auch von einer lokal emissionsfreien Heizung ohne Feinstaub, die im Vergleich zu einem Gas-Brennwertgerät nur etwa halb so hohe CO<sub>2</sub>-Emissionen verursacht und anders als eine Luft-Wärmepumpe geräuschlos arbeitet.

Im Gebäudesektor ist zur Einhaltung der Klimaziele eine drastische Verbesserung der Energieeffizienz gefordert. Die Kombination von PVT-Kollektoren mit der Wärmepumpe kann überall dort eine interessante Lösung bieten, wo eine energetische Nutzung des Erdreichs nicht möglich ist oder die klassische Luft-Wasser-Wärmepumpe als zu laut empfunden wird. Im Bestand lohnt es sich dabei, den Energiebedarf der Gebäude vorab deutlich zu reduzieren und das Temperaturniveau des Heizungssystems signifikant abzusenken. Dadurch lassen sich mit den Hybridsystemen aus PVT-Kollektoren und Wärmepumpe Jahresarbeitszahlen von 4 und höher erreichen.

#### ZUR AUTORIN:

► *Stephanie Banse*  
Hamburg

banse@solrico.com

### Check-Box: Welche Vorteile bieten PVT-WP-Systeme im Wohnungsbau und was ist bei ihrem Einsatz zu beachten?

- Vor allem dort, wo das Erdreich nicht als Wärmequelle genutzt werden kann und eine Luft/Wasser-Wärmepumpe nicht gewünscht ist, können PVT-Kollektoren eine nachhaltige regenerative Energiequelle für die Wärmepumpe sein.
- Der Einsatz von PVT-Kollektoren ist überall dort interessant, wo über die Dachfläche nicht nur PV-Strom sondern auch Solarwärme gewonnen werden soll und dabei ein einheitliches Erscheinungsbild gewünscht ist.
- Für die PVT-Kollektoren sollte eine ausreichende unverschattete Dachfläche zur Verfügung stehen. Diese wird durch den Einsatz der Hybrid-Kollektoren optimal genutzt.
- Im Zusammenspiel mit PVT-Kollektoren lässt sich die Jahresarbeitszahl der Wärmepumpe deutlich verbessern.
- Für einen effizienten und wirtschaftlichen Einsatz mit hohen Jahresarbeitszahlen im Bestand ist oftmals eine Sanierung der Gebäude erforderlich.

### Weitere Informationen zum IntegraTE-Projekt:

Dr. Harald Drück, IGTE Universität Stuttgart,  
harald.drueck@igte.uni-stuttgart.de  
Dr. Korbinian Kramer, Fraunhofer ISE Freiburg,  
korbinian.kramer@ise.fraunhofer.de  
Peter Pärish, Institut für Solarenergieforschung in Hameln,  
paerisch@isfh.de  
<https://wp-monitoring.ise.fraunhofer.de/integrate/german/index/index.html>



**Kostenlos 30 Tage testen!**  
[www.valentin-software.com](http://www.valentin-software.com)

## Ihre Software für professionelle PV-Planung

**PV\*SOL premium 2022**

PV-Systeme smarter planen:

- Verbesserte Performance
- Import von PAN-Files
- Neue Klimadaten-Quellen

**vaLENTIN**  
software