

Das Planungssoftware-Angebot reicht von produktspezifischen Auslegungsprogrammen ...

Bild: Vaillant

Mehr JAZ, mehr Zaster

WÄRMEPUMPEN-PLANUNGS SOFTWARE Wärmepumpen-Planungsprogramme versprechen präzisere JAZ-Werte und günstigere Förderkonditionen, verlässlichere Ertragsvorhersagen und einfachere Wirtschaftlichkeitsvergleiche. Bei der Programmauswahl sollte man auf die Unterschiede achten. Marian Behneck

Wärmepumpen-Betriebsdaten müssen möglichst genau in ihrer zeitlichen Abhängigkeit berechnet werden, damit sie den Anforderungen an den Wärmeertrag und den Komfort zu jedem Zeitpunkt im Jahresverlauf genügen. Wärmepumpen-Simulationsprogramme liefern nicht nur genauere Prognosen zur Jahresarbeitszahl (JAZ), zur Wirtschaftlichkeit und zu den Betriebskosten einfacher Standardanlagen. Sie ermöglichen auch die Planung und Optimierung komplexer Systeme, etwa Kombinationen mit anderen Energiegewinnungssystemen oder die Eigenstromnutzung über PV- oder BHKW-Anlagen.

Simulationen liefern günstigere JAZ-Werte

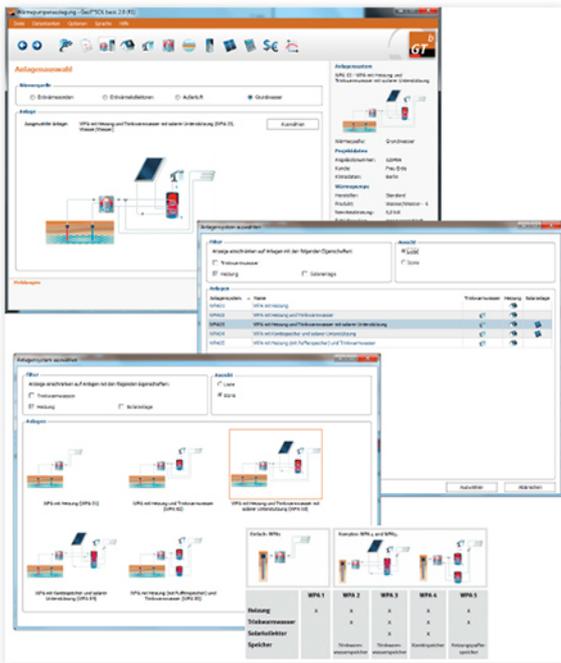
Ertragsprognosen der Wärmepumpen-Hersteller oder nach Regelwerken ermittelte Prognosen ausführender Unternehmen decken sich in der Praxis selten mit den tatsächlichen Erträgen. Das liegt u.a. daran, dass das Betriebsverhalten und die Wirtschaftlichkeit einer Wärmepumpen-Heizung von verschiedenen Faktoren abhängen. Neben den Gebäude-, Lage- oder Klimadaten müssen auch Wechselwirkungen berücksichtigt werden, weil sich die Wärmepumpen-Parameter, Quellentemperaturen und die Temperaturanforderungen der Heizung gegenseitig beeinflussen. Wärmepumpen-Betriebsdaten müssen folglich möglichst präzise in ihrer zeitlichen Abhängigkeit berechnet werden, damit sie den Anforderungen an den Wärmeertrag und den Komfort

zu jedem Zeitpunkt im Jahresverlauf genügen. Zwar reicht für eine Basis- oder Innovationsförderung eine nach VDI 4650-1 [2] berechnete Mindestjahresarbeitszahl als Fördervoraussetzung, sie berücksichtigt jedoch nur fundamentale Daten der Wärmepumpe, der Heizwassertemperaturen oder der Umwälzpumpen-Leistung. Andere Einflussgrößen, wie etwa die Temperaturen des Erdreichs, werden lediglich geschätzt. Simulationsrechnungen ermöglichen demgegenüber eine präzisere Planung, eine Optimierung der Anlagenkonfiguration, realistischere Betriebskosten-

Neue VDI 4650-1

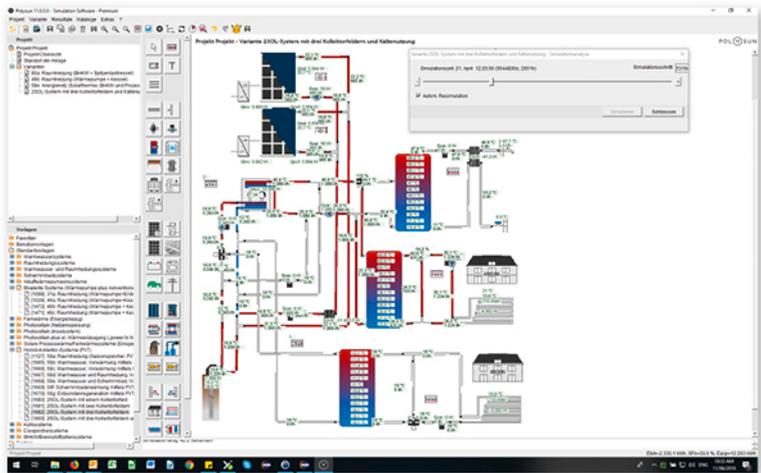
Ab 16. März 2019 gilt für alle neuen BAFA-Förderanträge für die Berechnung der Jahresarbeitszahl einer Wärmepumpe ausschließlich VDI 4650 Blatt 1, Dezember 2016. Die Neuausgabe der VDI-Richtlinie ermöglicht eine genauere Berechnung von Jahresarbeitszahlen. So werden Weiterentwicklungen der Anlagentechnik wie neue Verdichter-Technologien, Hocheffizienzpumpen, die Solarunterstützung oder leistungsgeregelte Wärmepumpen berücksichtigt. Um Antragstellern, Fachhandwerkern und Herstellern genügend Zeit für die Anpassung an die Neuerungen zu geben, hat das BAFA eine Übergangsfrist bis 15. März 2019 eingeräumt.

www.bafa.de



... über produkt- und herstellerübergreifende Planungs- und Simulationsprogramme ...

... bis hin zu umfassenden Anlagen-Simulationsprogrammen für komplexe Hybridanlagen und Anlagen besonderer Nutzung.



und Amortisierungsprognosen. Im Vergleich zu den mit pauschalen Aufschlägen rechnenden Normverfahren lassen sich zudem höhere Jahresarbeitszahlen und damit vorteilhaftere Förderkonditionen erzielen. Auch wenn sich die Ergebnisse manchmal nur geringfügig unterscheiden, können sie dennoch den Ausschlag dafür geben, dass eine bestimmte Förderung erreicht wird.

Einfacher berechnen und optimieren

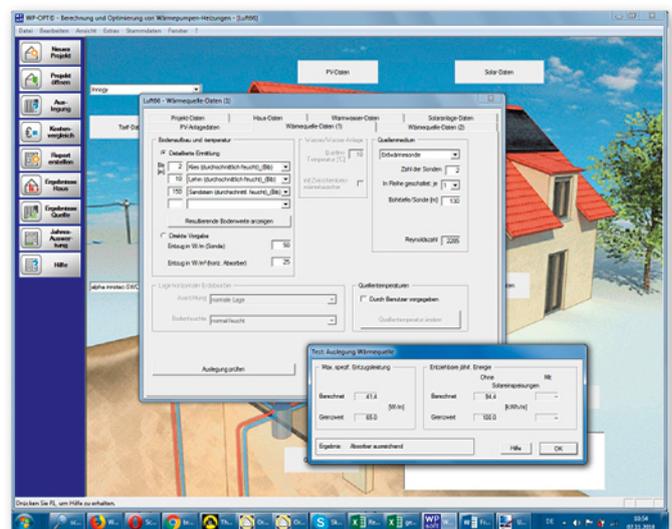
Einen hohen Rechenaufwand verursachen aufgrund der Wechselwirkungen und Temperaturabhängigkeiten insbesondere Anlagen mit einem hohen Anteil für die Trinkwassererwärmung und Systeme mit mehreren Wärmeerzeugern. So hängt der jeweilige Stromverbrauch einer Wärmepumpenheizung von den Temperaturen im Heizungskreislauf und der Wärmequelle ab. Da sich beide im Jahresverlauf ändern, muss man für jeden einzelnen Zeitabschnitt die Heizwassertemperatur in Abhängigkeit von der Außentemperatur am jeweiligen Standort berechnen. Simulationsprogramme ermitteln diese Werte automatisch in zeitlicher Abhängigkeit und in der gewünschten zeitlichen Auflösung. Auf Basis dieser Simulationen ist eine näher an die Realität heranreichende Vorhersage möglich. Außerdem kann man den Kunden die Folgen eines veränderten Nutzungsprofils für die Jahresarbeitszahl und Wirtschaftlichkeit einer Anlage anhand von Grafiken anschaulich darstellen: Steigen der Warmwasserverbrauch oder die Raumtemperatur-Anforderungen, sinkt die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Projekte lassen sich auch einfacher optimieren, wenn sie mit unterschiedlichen Randbedingungen durchgerechnet werden – z.B. mit verschiedenen Wärmequellen, Quellengrößen, Speichervarianten, Wärmepumpen und Betriebsweisen. Werden die Alternativen nacheinander berechnet und als kommentierte Anlagenvariante hinterlegt, erleichtert das Systemvergleiche und das Auffinden der jeweiligen Variante. Auch Auslegungsfehler lassen sich vermeiden. Ein häufiger Fehler ist, dass Sonden nur nach der Leistung der Wärmepumpe ausgelegt werden, nicht jedoch nach dem benötigten Wärmeent-

zug. Mit Simulationsprogrammen wie WP-OPT lassen sich beide Randbedingungen prüfen. Nützlich ist diese Funktion z.B. dann, wenn eine ältere Wärmepumpe durch eine technisch bessere ersetzt wird, die dem Erdreich mehr Energie entzieht.

Eigenstromnutzung berechnen

Wärmepumpen eignen sich gut für die Kombination mit PV-Anlagen und BHKWs. Der selbst erzeugte Strom kann unmittelbar für den Betrieb der Wärmepumpe genutzt werden und trägt bei sinkender Einspeisevergütung dazu bei, dass sich die Gesamtanlage schneller rechnet. Hinzu kommt, dass sich die Verbindung aus Wärmepumpe und Photovoltaik positiv auf den Jahresprimärenergie-Bedarf eines Wohngebäudes auswirkt, da nach EnEV selbst erzeugter Strom rechnerisch vom Endenergiebedarf eines Gebäudes abgezogen werden kann. Allerdings benötigt

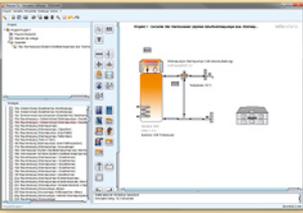


Da sowohl die Wärmequellen-Temperatur als auch der Wärmebedarf und andere Parameter jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen, ist der Planungsaufwand hoch – Software reduziert diesen Aufwand.

Produktvergleich Wärmepumpen-Planungssoftware

Programm-Name / Version	DK-INTEGRAL / 7.8	ETU-Simulation / k.A. (vorher: WP-Simulation)	GeoT*SOL / 2019
Produktbild			
Anbieter:	Delzer Kybernetik www.dk-integral.de	Hottgenroth / ETU Software www.hottgenroth.de	Valentin Software www.valentin-software.com
Marktdaten: Jahr der Einführung / Installationszahl	1984 bzw. 2018 / > 200	2009 / 2000	2011 / > 500
Datenbank: WP- / Boden- / Klimadaten D / A / CH / Tarife / DB erweiterbar / Standorte	+ / + / + / + / + / - / + / alle	+ / + / + / + / + / + / - / weltweit optional	+ / - / + / + / + / - / + / 8000
Wärmequelle: Erdsonde / Kollektor / Wasser / Sole / Luft / Sonne / kombiniert / Sonst.	+ / + / + / + / + / + / + / Massivabsorber, Kraft-Wärme-Kopplung, Kalt- und Warmnetze	+ / + / + / + / + / + / +	+ / + / + / + / + / + / +
Betrieb: Heizung / Trinkwarmwasser / monovalent / monoenerget. / bivalent / Kaskade / modulierend / Kühlung aktiv / passiv / Sonst.	+ / + / + / + / + / + / + / + / + / Hüllflächen-Heizung-Kühlung	+ / + / + / + / + / + / + / + / +	+ / + / + / + / + / - / + / - / - / alternativ, parallel, teilparallel, jeweils mono- und bivalent (6 Betriebsweisen)
Kombination mit PV- / ST- / PVT-Kollektor / BHKW / Spitzenlastkessel / Wärmespeicher / Batteriespeicher / Sonst.	+ / + / + / + / + / + / + / mehrere PV-Anlagen parallel unterschiedlicher Ausrichtung	+ / + / - / + / + / + / + / +	- / + / - / - / + / + / -
Eingabehilfen: Schemaplan / Eingabeassistent / Vorgabewerte / Plausibilitätskontrolle / sonst.	- / + / + / + / Koppelmatrix	+ / + / + / + / VDI 3805 Datenbanken	+ / + / + / + /
Simulation I: Gebäude / WP / Wärmequelle / Erdreich-Auskühlung / Regeneration / ST- / PV-Kombination / Sonst.	+ / + / + / + / + / + / + / COP, PCM, alle Speicher	+ * / + / + / - / - / + / + / (* optional erweiterbar)	- / + / + / + / - / + / -
Simulation II: Eigenstromverbrauch / aus PV- / aus BHKW-Simulation / Batteriespeicher / Sonst.	+ / + / + / +	+ / + / + / +	+ / - / - / - / Schnittstelle PV*SOL
Ausgabe I: JAZ / VDI 4650 / DIN EN 14825 / Nutzenergie / Stromverbrauch / Betriebskosten / Wirtschaftlichkeit / CO ₂ -Einsparung / Sonst.	+ / - / - / + / + / + / + / - / Ausgabedaten dynamisch simuliert	+ / + / - / + / + / + / + / -	+ / + / - / + / + / + / + / +
Ausgabe II: Tabelle / Grafik / Report / Auflösung h / d / w / m / y	+ / + / + / + / + / + / + / +	+ / + / + / + / + / + / + / +	- / + / + / - / - / + / - / +
Ausgabe-Formate: ASCII / RTF / DOC / XLS / PDF / Sonst.	+ / - / - / + / -	- / + / + / + / +	- / + / - / - / +
Besonderheiten	- Dynamisches Simulationsmodell - COP-Optimierung - WP/BHKW-Kombinationen möglich	- HottCAD Erfassung - Datenaustausch zu EnEV sowie Vor- und Ausführungsplanung	- Einbindung Solaranlage mit Minutensimulation - übersichtliche Oberfläche - realitätsnahe Abbildung der Anlagenhydrauliken
Preise: Einstiegs- / Kompletversion / Wartungsvertrag pro Jahr (in Euro, ohne MwSt.)	850,- * / 4250,- ** / 850,-, inkl. Updates (* Ausbildungslizenz ** inkl. 1 Jahr Support, 1 Tag Schulung)	ab 59,- pro Monat, inkl. Updates	60,- * / 595,- / 107,10 (1/2 Jahr inklusive) * 180 Tage befristet

Erläuterungen: + Ja, = Nein, k. A.: keine Angabe, a. A.: auf Anfrage, h: Stunde, d: Tag, w: Woche, m: Monat, y: Jahr.

	planSOFT / k.A.	POLYSUN Designer / 11	WP-OPT / 4.9
			
	Vaillant Deutschland www.vaillant.de	Vela Solaris www.velasolaris.com	WPsoft www.wp-opt.de
	2015 / online Version	2009 / > 30 000 weltweit	1999 / > 1000 + Firmenversionen
	+ / - / + / - / - / - / + / +	+ / + / + / + / + / + / weltweite Wetterdaten, Standort frei wählbar	+ / + / + / + / + / + (1087) / weitere Länder weltweit, Klimadatenbank editierbar
	+ / + / + / + / + / - / +	+ / + / + / + / + / + / Hybridkollektoren, nicht abgedeckte Kollekt., Heizkessel, Abwärme	+ / + / + / + / + / + / Luftvorwärmung im Erdreich, Industrieabwärme, Abwasser, Abluft, Sonde-Flachabsorber-Kombination
	+ / + / + / + / + / + / + / + / +	+ / + / + / + / + / + / + / + / + / Smart Grid Ready-Schnittstelle, WP-Ansteuerung über PV-Anlage	+ / + / + / + / + / + / - * / + ** / Heißgasenthitzung zur WW-Bereitung (* nur Firmenversionen, ** mit Solar-Zusatzmodul)
	+ * / + * / + * / + * / + * / + * / + * (* über weitere planSOFT- Module)	+ / + / + / + / + / + / + / + / Anergienetze (Kalte Nahwärme), Quartierslösungen, E-Mobility	+ / + / + * / + ** / + / + / - / frei konfigurierbarer Energieträger (* getrennte Berechnung PV und Thermie gleichzeitig, ** über frei konfigurierbaren Energieträger)
	- / - / + / + /	+ / + / + / + / Erdsondenauslegung nach SIA	+ * / + / + / + / Handbuch mit Lösungen bei Sonderanwendungen (* teilweise)
	- / - / - / - / - / - / -	+ / + / + / + / + / + / + / Eisspeicher	+ / + / + / + / + / + / + / + / WW-Speicher, passive Kühlung
	- / - / - / -	+ / + / + / + / Stromerzeugungsprofile, E-Mobility	+ / + / + / - / -
	+ / + / + / + * / + * / + * / + * / + * / (* über weitere planSOFT- Module)	+ / + / - / + / + / + / + / + / + / Quellentemperatur (min./max.), Laufzeiten, Druckverlust	+ / + / + * / + * / + / + / + / + * / + * / Energiedeckung, Temperaturverlauf in Quelle, Einfluss Energiepreisanstieg (* mit Zusatztool)
	+ / + / + / - / - / - / - / -	+ / + / + / + / + / + / + / + / + / + / Berechnung stundenweise, Ausgabe bis auf Ausnahmen monatsweise	+ / + / + / + * / + * / + * / + * / Berechnung stundenweise, Ausgabe bis auf Ausnahmen monatsweise
	- / - / - / - / + / UGS	+ / + / + / + / + / + / + / PPT	+ / + / + / + * / + * / + * / + * / Reportanzeigeprogramm wählbar, individuelle Reports und Vorlagen
	- Anforderung TA Lärm werden überprüft (Schallrechner) - kombinierbar mit weiteren planSOFT Modulen	- Simulation Hydrauliken (ST, PV, PVT mit WP etc.) - Regeneration und Freecooling mit Erdwärmesonden, Eisspeicher - Sondenfeld-Simulation	- Altgeräte-Datenbank für Gutachten und Umrüstung - günstige Netzwerkversion - einfache Variationen, Simulation fehlerhafter Anlagen, kompetenter Support
	kostenlose Online-Version im Vaillant FachpartnerNET	499,- / 3599,- / ab 179,- (je nach Version)	395,- / 685,- / 80,-

Alle Angaben beruhen auf Herstellerinformationen, Stand: 2/2019

Weitere Programme und Anbieter

- Aquarea Designer:** www.panasonic.de
JAZ-Rechner: www.waermepumpe.de
Junkers Bosch Jahresarbeitszahlen-Rechner: www.junkers.com
NIBE DIM: www.nibe.de
Novelan Konzept: www.novelan.com
TERRA-OPT: www.idm-energie.at
Vito-WP: www.viessmann.de
Wärmepumpen-Navigator: www.stiebel-eltron.de
- (Ohne Anspruch auf Vollständigkeit!)

eine Wärmepumpe in der Heizperiode zwischen Oktober und April den meisten Strom. In dieser Zeit liefert eine PV-Anlage aber nur etwa 30 bis 35 % ihres Jahresertrags. Umgekehrt ist der PV-Stromertrag im Sommer am höchsten – just dann, wenn der Heizwärmebedarf eher gering ist. Zum Einsatz kommen deshalb smarte Regelungstechniken, die das Zusammenspiel der Anlagenteile optimieren. Auf die Besonderheiten dieser Systeme gehen Wärmepumpen-Simulationsprogramme zwar in der Regel nicht ein, auch weil sich der Markt derzeit noch entwickelt. Welchen Stromertrag die PV-Anlage einbringt, lässt sich über einen integrierten PV-Rechner oder eine Schnittstelle zu einem externen Programm in Abhängigkeit von Standort, Ausrichtung und Dachneigung aber relativ genau ermitteln. Die Software berücksichtigt den zeitlichen Verlauf der PV-Stromerzeugung und gibt an, wie viel selbst erzeugter Strom für Warmwasser und Heizung genutzt bzw. als Überschüsse an Elektrospeicher abgegeben werden können. Beim Wirtschaftlichkeitsvergleich kann selbst erzeugter BHKW-Strom als Gewinn einbezogen werden.

Welche Planungsprogramme bietet der Markt ...

Wärmepumpen-Planungsprogramme werden maßgeschneidert für die jeweiligen Zielgruppen angeboten: Bauherren und Hauseigentümer können über Online-Wärmepumpenplaner oder -JAZ-Rechner eine Anlage überschlägig auslegen und Fördermöglichkeiten ausloten. Für Installateure und Fachhandelspartner kostenfreie Berechnungs- und Auslegungsprogramme von Wärmepumpen-Herstellern bieten ähnliche Berechnungsfunktionen wie die im Folgenden genannten herstellerübergreifen-

den Simulationsprogramme. Allerdings enthält die Datenbank nur Gerätedaten des jeweiligen Herstellers. Meist handelt es sich um eine Firmenversion des Simulationsprogramms WP-OPT von WPsoft, sodass Funktionen und Bedienung mehr oder weniger identisch sind. Deshalb wurde in dieser Marktübersicht beispielhaft nur die Software planSOFT von Vaillant berücksichtigt.

Für TGA-Fachplaner und Energieberater sind herstellerübergreifende Simulationsprogramme das geeignete Planungs- und Optimierungswerkzeug. Sie berechnen die förderungsrelevante Jahresarbeitszahl nach VDI 4650-1 und per Simulationsrechnung, machen einen Betriebskostenvergleich mit anderen Energieträgern wie Öl, Gas und Pellets, ermitteln die jährlichen Investitionskosten unter Berücksichtigung der Lebensdauer der Komponenten, der Zinsen und jährlichen Energiepreissteigerungen sowie den Stromverbrauch und die Stromkosten in den einzelnen Tarifen der verschiedenen Stromanbieter. Ferner wird – unterteilt nach Heizung und Warmwasser – der Temperaturverlauf in der Wärmequelle berechnet, der durchschnittliche monatliche Wärmebedarf, die Vorlauftemperatur, die Heizleistung etc. Die Einstiegspreise für herstellerunabhängige Wärmepumpen-Simulationsprogramme liegen bei 400 bis 500 Euro, Komplettversionen kosten teilweise deutlich mehr.

... und wie unterscheiden sie sich?

Unterschiede zeigen sich bereits bei den Wärmepumpen-Daten: Realistische Berechnungen bei kritischen Betriebsbedingungen sind nur mit exakten Daten möglich. Je mehr Betriebspunkte, Kenngrößen und Leistungsdaten berücksichtigt werden, desto genauer ist das Berechnungsergebnis. Ebenso wichtig sind präzise Boden- und Klimadaten für den jeweiligen Standort in Deutschland, wobei erweiterte bzw. weltweite Standortdaten teilweise zusätzlich erworben werden müssen.

Während mit allen Programmen gängige Anlagentypen für Heizung oder Warmwasser geplant werden können, werden Betriebsweisen unterschiedlich berücksichtigt. Auch bei der Art und Qualität der Simulation gibt es Unterschiede: Zum Standard gehören die Simulation der Wärmepumpe, der Wärmequelle sowie der Gebäudenutzung. Kritische Betriebsbedingungen lassen sich jedoch nur anhand zusätzlicher, detaillierter Simulationsrechnungen untersuchen, etwa die Auskühlung des Erdreichs. Schemapläne, Eingabeassistenten oder Vorgabewerte vereinfachen die Eingabe und Auslegung. Plausibilitätskontrollen prüfen Eingabewerte auf Fehler und Unstimmigkeiten. Allerdings sollten sie eine gewisse Fehlertoleranz aufweisen und nur einen Hinweis anzeigen. Dadurch ist es z.B. im Rahmen von Gutachten möglich, die Folgen von Auslegungsfehlern zu quantifizieren – etwa eine schlechtere Jahresarbeitszahl, die aus einer unterdimensionierten Sonde und einer niedrigeren Quellentemperatur resultiert.

Zu den Ausgabedaten zählen die simulierte, respektive nach VDI 4650-1 bzw. DIN EN 14825 [3] berechnete JAZ, die Nutzenergie, der Stromverbrauch, die Betriebskosten und die Wirtschaftlichkeit. Darüber hinaus werden teilweise auch Quellentemperaturen (min./max.), die CO₂-Einsparung, Laufzeiten, der Druckverlust etc. als Tabelle oder Grafik in der gewünschten zeitlichen Auflösung (Stunde, Tag,

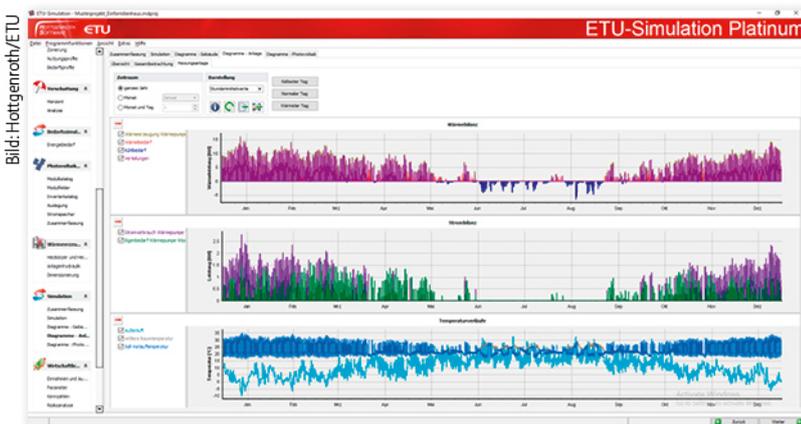
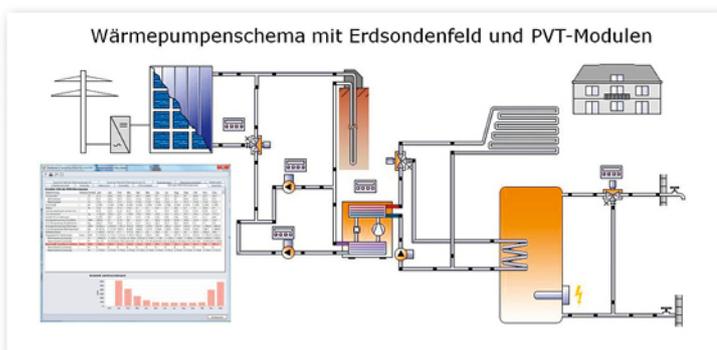


Diagramme bilden alle relevanten Parameter in der gewünschten zeitlichen Auflösung ab.



Auch komplexere Anlagen mit Erdsonden und PVT-Hybridkollektoren lassen sich per Schemaplan modular zusammenstellen und anschließend simulieren.

Woche, Monat, Jahr) ausgegeben. Einige Programme überprüfen auch Schallemissionen von Luft-Wärmepumpen und die Anforderung der TA Lärm. Schnittstellen wie ASCII, RTF, DOC, XLS, PDF ermöglichen die Weiterbearbeitung und den digitalen Austausch von Text- und Bildinformationen.

Beim Support spielt die Qualität eine wichtige Rolle: Nur wenn die Hotline von Wärmepumpen-Experten betreut wird, können Fachfragen kompetent beantwortet werden. Wartungsverträge halten WP-Planungsprogramme auf aktuellem Stand, allerdings sind die laufenden jährlichen Kosten sehr unterschiedlich. Bei den Preisangaben sollte man darauf achten, ob es sich um eine Einstiegs- oder Kompletversion handelt.

Simulationen setzen korrekte Eingaben voraus

Simulationen liefern nur dann realistische Ergebnisse, wenn die Eingabewerte stimmen. Das beginnt bereits mit der exakten Bestimmung des Wärmebedarfs. So kann aus einer ungenau ermittelten Heizlast oder einem anderen Nutzungsprofil eine ganze Reihe an Folgeabhängigkeiten entstehen, die sich negativ auf die Effizienz, Wirtschaftlichkeit und Behaglichkeit auswirken. Mit Wärmepumpen-Planungssoftware kann man den Kunden die Konsequenzen schon in früher Planungsphase aufzeigen und damit Ärger vorbeugen. ■

Regelwerke, Quellen und Literaturhinweise

[1] Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt, www.bafa.de, www.bit.ly/geb1583

[2] VDI 4650 Blatt 1. Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen – Elektrowärmepumpen zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung. Beuth Verlag, Berlin, Dezember 2016

[3] DIN EN 14825: Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumbeheizung und -kühlung – Prüfung und Leistungsbemessung unter Teillastbedingungen und Berechnung der saisonalen Arbeitszahl. Beuth Verlag, Berlin, Oktober 2016

[4] Gesetz zur Förderung Erneuerbarer Energien im Wärmebereich (Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz – EEWärmeG), Download: www.bit.ly/eeg_volltext

[5] Bonin, J.: Handbuch Wärmepumpen – Planung und Projektierung. Beuth Praxis, Beuth-Verlag, Berlin, 2016

Weitere Infos

www.energie-experten.org: Rubrik Heizung, Wärmepumpe

www.fws.ch: Fachvereinigung Wärmepumpen Schweiz

www.geothermie.de: Bundesverband Geothermie

www.waermepumpe.de: Bundesverband Wärmepumpe (BWP)

(Ohne Anspruch auf Vollständigkeit)