

## **WP<sub>SOURCE</sub> – Planungs- und Konzeptwerkzeug für Wärmequellen und -übertrager für Wärmepumpen**

**Franziska Bockelmann, Markus Peter, Mathias Schlosser**

Technische Universität Braunschweig – Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS)

**Keywords:** Wärmepumpe, Niedertemperaturwärmequelle, Wärmeübertrager, Vordimensionierungsprogramm, Bewertung und Vergleich

### **Zusammenfassung**

Im Zuge des wachsenden Einsatzes von Wärmepumpen steigt auch die Anzahl der am Markt angebotenen, potentiell nutzbaren Niedertemperaturwärmequellen und zugehörigen Wärmeübertrager. Planer scheuen aber oft den Aufwand, sich einen ausreichenden Überblick über die verfügbaren Technologien und Randbedingungen, wie z. B. Flächenbedarfe, Investitionskosten oder ähnliches, zu den einzelnen Systemen und Komponenten zu verschaffen. Um bereits im Rahmen der Vorplanung die Bewertung geeigneter Wärmepumpensysteme sowie deren Niedertemperaturwärmequellen und -übertrager zu erleichtern, aber auch um die Verbreitung der Wärmepumpentechnologie im Allgemeinen voranzubringen, ist eine übersichtliche Zusammenstellung unterschiedlicher technologischer Ansätze wünschenswert.

Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderte Forschungsprojekt „future:heatpump“ widmet sich der energetischen und wirtschaftlichen Bewertung von Niedertemperaturwärmequellen für Wärmepumpen. Im Rahmen des Forschungsprojektes wird das Vordimensionierungsprogramm WP<sub>SOURCE</sub> entwickelt. WP<sub>SOURCE</sub> ist ein einfaches, Excel-basiertes Werkzeug zur grundlegenden Bewertung und Vorauswahl sowie überschlägigen Dimensionierung unterschiedlicher Wärmequellen und -übertragersysteme für vom Planer definierte Anwendungsfälle von Wärmepumpen. Auf der Grundlage vorgegebener Anlagenparameter, dem resultierenden thermischen Verhalten des Gesamtsystems und aktueller Marktdaten, stellt WP<sub>SOURCE</sub> für individuell vorgegebene Einsatzbedingungen mögliche Anlagenkonfigurationen zusammen und erlaubt es dem Anwender, thermisch und wirtschaftlich geeignete Niedertemperaturwärmequellen und -wärmeübertrager für die in der Planung befindliche Wärmepumpenanlage zu identifizieren. Dabei bietet die Aufbereitung und Gegenüberstellung der Daten einen direkten Vergleich verschiedener Wärmequellen und -übertragersysteme, z. B. in Bezug auf die Entzugsleistungen der Wärmeübertrager in Verbindung mit den ihnen zugeordneten Wärmequellen und die unter den gegebenen Randbedingungen zu erwartenden Arbeitszahlen und Kosten.

### **1. Einleitung**

Die Einbindung von Wärmepumpen in die Energieversorgung von Gebäuden ist eine zunehmend angewandte Technik, die vornehmlich zur Wärme aber auch zur Kältebereitstellung genutzt wird. Bei der Energieversorgung von Gebäuden sind Wärmepumpen bei Planern und Bauherren weitgehend etabliert. In den letzten 10 Jahren lag der Marktanteil von Wärmepumpen bei der Erzeugung von Wärme für Gebäude konstant bei etwa 10 %. (Abb. 1) Derzeit erfolgt die Wärmebereitstellung bei Wohnungsneubauten zu 30 - 40 % über Wärmepumpen [Quelle bwp]. Zur Kälteerzeugung in Nichtwohngebäuden werden zunehmend *reversible Wärmepumpen*, die eine Wärme- und Kälteerzeugung ermöglichen, eingesetzt. Beim Verbraucher bewirkt der zunehmende

Einsatz der Wärmepumpentechnologie Interesse und Vertrauen, auch wenn viele Wärmepumpen in der Praxis unbefriedigend oder zumindest nicht optimal arbeiten.

Nicht selten sind die Gründe für schlecht arbeitende Wärmepumpen deren unzureichende Anbindung an die Niedertemperaturwärmequelle und/oder eine fehlerhafte Dimensionierung des zugehörigen Wärmeübertragers. Hinzu kommt, dass Wärmepumpen zum Teil nicht gemäß der Auslegung betrieben werden (können), was oft die Folge zu optimistischer Annahmen bei der Planung ist, teilweise aber auch durch eine nutzerbedingt falsche Betriebsweise verursacht wird. In vielen Fällen ist das primärenergetische, ökologische und auch wirtschaftliche Potenzial einer Wärmepumpe größer, als es sich in der Praxis darstellt.

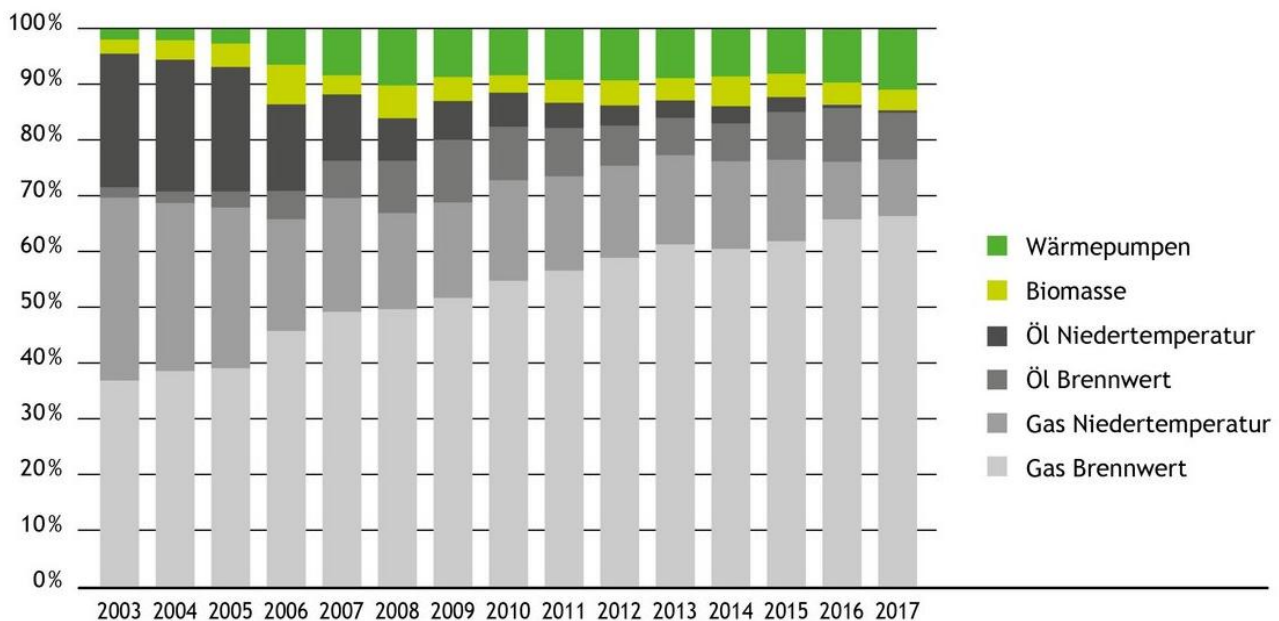


Abb. 1: Marktanteile unterschiedlicher Wärmeerzeuger in Deutschland [Quelle BDH über bwp]

Mit dem wachsenden Angebot verfügbarer Wärmepumpen ist auch die Zahl der potenziell nutzbaren Niedertemperaturwärmequellen und -wärmeübertragersysteme gestiegen. Bei der Erschließung dieser Wärmequellen bieten sich zudem diverse Anwendungs- und Optimierungsmöglichkeiten an. Aber bereits bei der Auswahl der Niedertemperaturwärmequelle stehen nicht immer hinreichende Informationen und eindeutige Kriterien zur Verfügung. Hinzu kommen innovative Produkte, wie etwa Eisspeicher, Energiezäune oder Hochleistungs-Energiepfähle, die für viele Planer zunächst unbekannt sind und bezüglich deren Leistungsfähigkeit oder das Kosten-Nutzen-Verhältnis oft kaum fundierte Kenntnisse vorliegen.

Vom Grundsatz her stellen sich bei der Planung und Umsetzung von Energiekonzepten für Gebäude immer wieder die gleichen Fragen. Bei der Vielzahl der am Markt angebotenen Wärmeübertrager für die Niedertemperaturwärmequellen für Wärmepumpen möchte sowohl der Planer als auch der Bauherr wissen, wo die Unterschiede zwischen den verschiedenen Wärmeübertragern liegen und welche Wärmequelle und/oder Wärmeübertrager in einem vorliegenden Fall sinnvoll genutzt werden können.

Zusammenfassend:

- Welche ist die richtige Wärmequelle für meine Wärmepumpe?
- Gibt es signifikante Unterschiede zwischen den grundsätzlich geeigneten Wärmeübertragern, z. B. hinsichtlich deren Effizienz und Kosten?

- Welche Grundlagen und Randbedingungen müssen beachtet werden?
- Wo erhalte ich eine produktneutrale und übersichtliche Gegenüberstellung der in meinem Fall möglichen Wärmepumpensysteme und ihrer Komponenten?

Ein Ziel des Forschungsvorhabens „future:heatpump“ ist, die Leistungsfähigkeit und Unterschiede von Wärmepumpen in Kombination mit unterschiedlichen Wärmeübertragungssystemen und Niedertemperaturwärmequellen systematisch zu betrachten und energetisch und wirtschaftlich sinnvolle Varianten zu identifizieren. Vor dem Hintergrund der oben genannten Fragen sollen dem Planer und Bauherrn relevante Informationen zu marktgängigen und für ein bestimmtes Projekt mögliche Varianten übersichtlich dargestellt werden.

## 2. Das Vordimensionierungsprogramm WP<sub>SOURCE</sub>

Um die Vorplanung von Wärmepumpenanlagen zu erleichtern, ist eine übersichtliche und projektbezogene Zusammenstellung verschiedener Niedertemperaturwärmequellen und zugehöriger Wärmeübertragungssysteme hilfreich. Daher war die Idee eine Zusammenstellung von zurzeit relevanten Niedertemperaturwärmequellen für Wärmepumpen und zugehöriger Wärmeübertragungssysteme zu erarbeiten, deren Leistungsfähigkeit, Effizienz und Wirtschaftlichkeit an beliebigen Standorten in Deutschland abzuschätzen und sämtliche Daten und Erkenntnisse in einer für den Planungsalltag geeigneten Form zur Verfügung zu stellen. Die Zusammenstellung und Aufbereitung der Daten soll einen direkten Vergleich der verschiedenen Wärmequellen und -übertragungssysteme ermöglichen und wesentliche Kenngrößen, wie etwa die Entzugsleistungen der Wärmeübertrager in Verbindung mit den ihnen zugeordneten Wärmequellen, oder die unter den gegebenen Randbedingungen zu erwartenden Arbeitszahlen und Kosten, vergleichend darstellen. Die Betriebsbedingungen und Effizienz der einzelnen Systeme wurden und werden durch projektbegleitende Untersuchungen an bestehenden Anlagen ermittelt und verglichen sowie mittels umfangreicher Systemsimulationen untersucht und belegt.

Das in diesem Zusammenhang entwickelte Vorauslegungsprogramm WP<sub>SOURCE</sub> ermöglicht eine Bewertung, Vorauswahl und überschlägige Dimensionierung der untersuchten Wärmequellen und -übertragungssysteme für einen vom Planer definierten Anwendungsfall.

Der Einsatzbereich des Programms liegt bei der Grundlagenermittlung sowie der Planung und Erstellung von Energiekonzepten mit Wärmepumpen als vorrangigem Wärmeerzeuger.

Derzeit umfasst WP<sub>SOURCE</sub> Ein- und Mehrfamilienhäuser sowie Bürogebäude. Bei den Wohngebäuden werden Wärmepumpensysteme zur Gebäudebeheizung und Trinkwassererwärmung abgebildet. Im Bereich Bürogebäude erlaubt das Programm zurzeit die Bereitstellung von Raumwärme. Die Trinkwassererwärmung wird – wie bei diesen Gebäuden allgemein üblich – nicht mittels der Wärmepumpe realisiert. Eine Berücksichtigung von Kältebedarf in Form von Klimakälte ist Teil des anschließenden Projektes „future:heatpump 2“. Kältebedarf in Wohngebäuden, der in den meisten Fällen auf architektonische Gegebenheiten oder höheren Komfortansprüchen zurückzuführen ist, ist nicht in das Programm integriert.

In Abhängigkeit der Nutzereingaben zur Gebäudetypologie und des jeweiligen thermischen Standards des Gebäudes sowie der hinterlegten Ergebnisse aus den analysierten und simulierten Systemen und Systemvarianten, ermittelt WP<sub>SOURCE</sub> mögliche und geeignete Niedertemperaturwärmequelle/Wärmeübertrager Kombinationen und stellt diese für den individuellen Anwendungsfall in einer Vorauswahl zusammen. Neben möglichen und effizienten Varianten werden Empfehlungen zu den Niedertemperaturwärmequellen, den Wärmeübertragungssystemen und den Wärmepumpen zur Verfügung gestellt. Parallel zur Vorauswahl findet eine überschlägige Dimensionierung der Wärmeübertrager statt.

Als weiteres Ergebnis werden ökologische (CO<sub>2</sub>-Emission, Primärenergie) und wirtschaftliche Faktoren (Investitions- und Betriebskosten) ermittelt und gegenübergestellt. Mit Blick auf die Realisierung einer Variante informiert das Programm auch über wichtige Nebenbedingungen des jeweiligen Ansatzes, wie etwa der Beachtung von Schallschutzanforderungen bei Luft-Wasser-Wärmepumpe oder erforderlichen Pumpversuchen bei der Nutzung von Grundwasser als Wärmequelle und/oder -senke.



Abb. 2: Benutzeroberfläche von WP<sub>SOURCE</sub>, Beispiel

## 2.1 Von der Kalkulation zur Auslegung – Methodik

Die Programmentwicklung und Anwendung basiert auf dem Tabellenkalkulationsprogramm MS Excel<sup>®</sup>. Nach dem strukturellen Aufbau der Programmumgebung wurden zunächst allgemeine Inhalte und Daten aus der Literatur und Normung in das Programm eingepflegt. In einem umfangreichen Prozess wurden und werden Referenzgebäude mit unterschiedlichen Wärmepumpen und Niedertemperaturwärmequelle/Wärmeübertrager Kombinationen an verschiedenen Orten in Deutschland mit teilweise variierenden Randbedingungen (z. B. Erdreichparameter) numerisch simuliert und die Ergebnisse dieser simulationstechnisch analysierten Systemen sowie daraus abgeleitete Zusammenhänge und Funktionen in das Programm implementiert. (Abb. 3)

Auf der Grundlage der im Forschungsprojekt future:heatpump untersuchten Anlagenvarianten, Mess- und Simulationsergebnissen, wesentlicher technischer Rahmenbedingungen und hersteller- bzw. anbieterspezifischer Angaben werden Umsetzempfehlungen von

Niedertemperaturwärmequellen und Wärmepumpen für die entsprechenden Gebäudetypologien und –standards sowie deren Effizienz abgeleitet und dokumentiert. Dabei stellen Simulationsergebnisse eine wesentliche Grundlage zur Bewertung, Vorauswahl und Dimensionierung durch  $WP_{SOURCE}$  dar. Simulationen erweitern zudem die Programmoptionen und Gültigkeitsbereiche zur Auswahl und Vordimensionierung der Niedertemperaturwärmequelle und -übertrager.

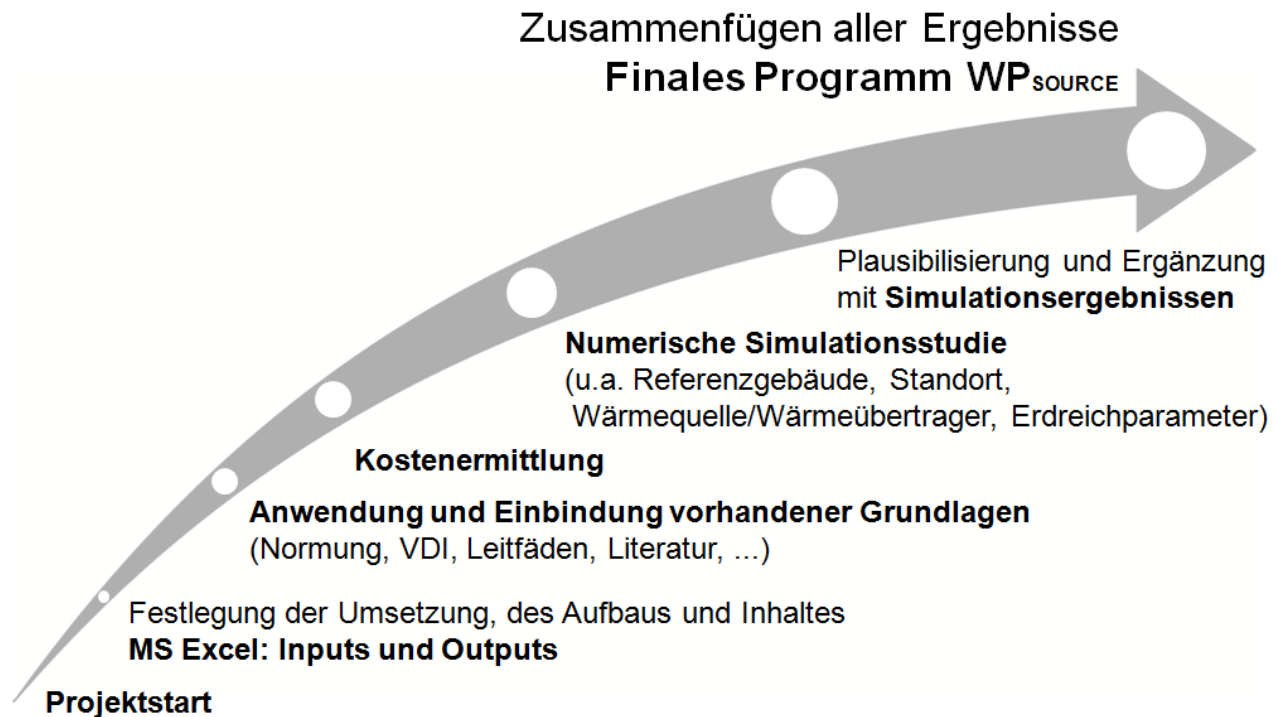


Abb. 3: Ablauf der Entwicklung von  $WP_{SOURCE}$

## 2.2 Aufbau von $WP_{SOURCE}$

Um die Nutzung des Programms durch eine breite Anwenderschaft zu ermöglichen und unterschiedlichen Detaillierungsgraden und Gesichtspunkten bei den Projektierungen und Planungen von Wärmepumpenanlagen Rechnung zu tragen, ist Flexibilität und Vielseitigkeit bei den Einstellungen und Eingaben ein wesentliches Merkmal von  $WP_{SOURCE}$ . Zusammen mit der nutzerfreundlichen Oberfläche und Bedienung sollen Kommentare und Hilfstexte die Verwendung zudem erleichtern und Eingabefehler verhindern.

Mittels Optionsschaltflächen (sog. Radiobuttons) kann der Anwender die für sein Projekt geeigneten Voreinstellungen und grundsätzliche Festlegungen treffen. Wo inhaltlich vertretbar, werden vom Anwender nicht spezifizierte Angaben programmintern mit Standardwerten belegt.

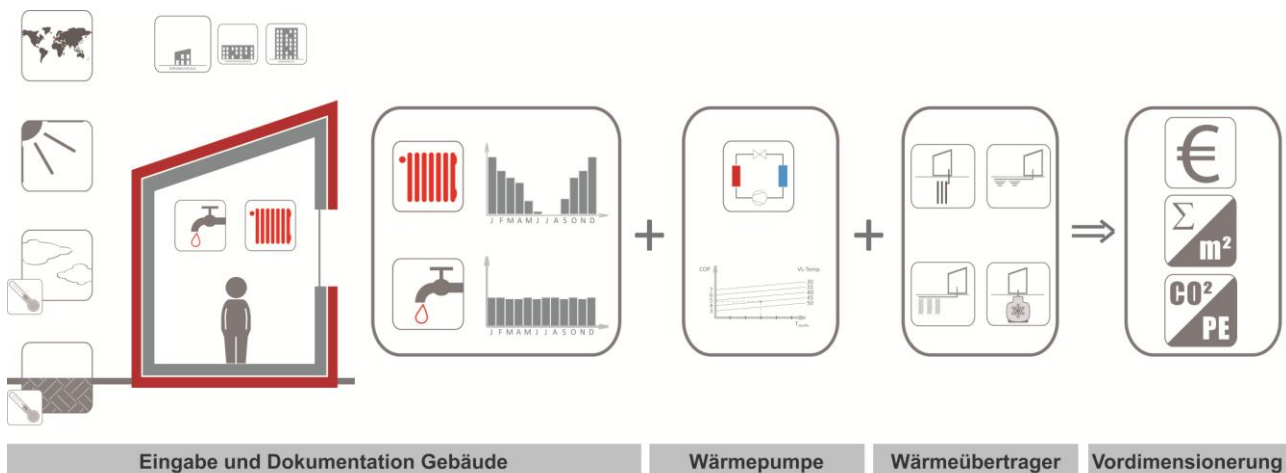


Abb. 4: Schema zum Aufbau und Informationsfluss in WP<sub>SOURCE</sub>

## 1. Schritt: Eingabe und Dokumentation des Wärmebedarfs (Gebäude)

Die Bedienung von WP<sub>SOURCE</sub> beginnt mit der Dokumentation und Spezifikation der Ausgangssituation und der Rahmenbedingungen des jeweiligen Projektes. Nach der Möglichkeit zur Eingabe allgemeiner Projektdaten (z. B. Projektbezeichnung und Standort) gibt der Nutzer bekannte Kennwerte wie etwa die Grundstücksfläche, die Nettogrundfläche des Gebäudes, den thermischen Gebäudestandard, Energiebedarfswerte und ähnliches ein. Darüber hinaus trifft der Nutzer erste Annahmen bezüglich des auszulegenden Heiz- und/oder Kühlsystems. Aus dieser Eingabe und weiteren, projektspezifischen Auswahlmöglichkeiten zum Gebäude (Standort, Baustandard, ...), wird der Heiz- und Kühlenergiebedarf (die Heiz- und Kühllast) ermittelt.

Die Beschreibung des Gebäudes und dessen thermischer Standard sind durch unterschiedliche Herangehensweisen möglich. Grundsätzlich kann sowohl ein Anwender mit detaillierten Kenntnissen über die Rahmenbedingungen eines Projektes und die zu erstellende Wärmepumpenanlage ebenso vom Programm profitieren, wie ein Nutzer mit nur groben Projektinformationen. Je nach Informationsstand kann der Nutzer das Gebäude z. B. durch Angaben aus einer EnEV Bilanzierung, nach eigenen Angaben zum Heizenergieverbrauch oder an Hand der Baualtersklasse definieren. Auch für die Definition eines Trinkwarmwasserbedarfs bei den Wohngebäuden oder eines in einer späteren Programmversion integrierten Kühlenergie- und Kühllastbedarf bei Bürogebäuden stehen unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung.

## 2. Schritt: Wärmepumpe

Entsprechend des Heizleistungsbedarfs der verschiedenen Gebäude verwendet WP<sub>SOURCE</sub> unterschiedliche Wärmepumpen. Die Kenndaten dieser Wärmepumpen wurden aus Daten einer Vielzahl von zurzeit am Markt relevanten Geräten generiert. Die zur Integration in das Programm rechnerisch generierten Geräte repräsentieren Wärmepumpen mittlerer Güte für die jeweilige Leistung und dienen zu programminternen Berechnungen, z. B. von direkt auf eine Wärmepumpe bezogene Größen – wie etwa der Arbeitszahl. Um im Rahmen der numerischen Simulationen Wärmepumpen mit gleicher Charakteristik wie im Programm WP<sub>SOURCE</sub> zu berücksichtigen, wurden entsprechend der benötigten Leistung die Kennwerte der in WP<sub>SOURCE</sub> verwendeten *Referenzwärmepumpen* in die Systemsimulationen implementiert.

### 3. Schritt: Niedertemperaturwärmequelle

Über die mittlere monatliche Arbeitszahl der Wärmepumpe und den ermittelten monatlichen Heizwärmebedarf wird die benötigte Entzugsenergie aus der Niedertemperaturwärmequelle berechnet. Diese Entzugsenergie bildet eine wesentliche Grundlage zur Auswahl und (überschlägigen) Dimensionierung der Niedertemperaturwärmequelle.

### 4. Schritt: Vordimensionierung

Auf der Basis der Ergebnisse von im Programm hinterlegten Resultaten aus Systemsimulationen, analysiertem Anlagenverhalten und Korrelationen aus vielerlei berechneten Systemvarianten leitet WP<sub>SOURCE</sub> die benötigten Größen zur Vorauswahl und überschlägigen Dimensionierung geeigneter Niedertemperaturwärmequelle und zugehöriger Wärmeübertrager für einen individuellen Anwendungsfall ab. Während die den Simulationen und WP<sub>SOURCE</sub> zugrunde liegenden Daten teilweise in stündlicher und höherer Auflösung vorliegen, basiert die Vordimensionierung auf monatlichen Werten. Auch die ökologischen (CO<sub>2</sub>-Emission, Primärenergie) und wirtschaftlichen Faktoren (Investitions- und Betriebskosten) für die verschiedenen Niedertemperaturwärmequelle/Wärmeübertrager Kombinationen werden als monatliche Werte dokumentiert. Zur Vereinfachung eines Vergleichs werden Monatswerte zusätzlich zu Jahreswerten zusammengefasst.

### 5. Schritt: Zusatzinformationen

Wenn entsprechende Hinweise und/oder Warnungen für bestimmte Betriebsbedingungen der Anlage oder einzelner Komponenten (z. B. Wärmeübertragersysteme) vorliegen und zu beachten sind, werden diese in einem eigenen Bereich ausgegeben. In diesem Zusammenhang erfolgt z. B. ein Hinweis, wenn die Möglichkeit besteht, dass das ausgewählte System neben dem Heizen auch zum Kühlen des Gebäudes verwendet werden kann. Weitere Hinweise beziehen sich auf Schallschutzanforderungen bei Luft-Wasser-Wärmepumpen, Pumpversuche bei einer geplanten Grundwassernutzung und ähnliches.

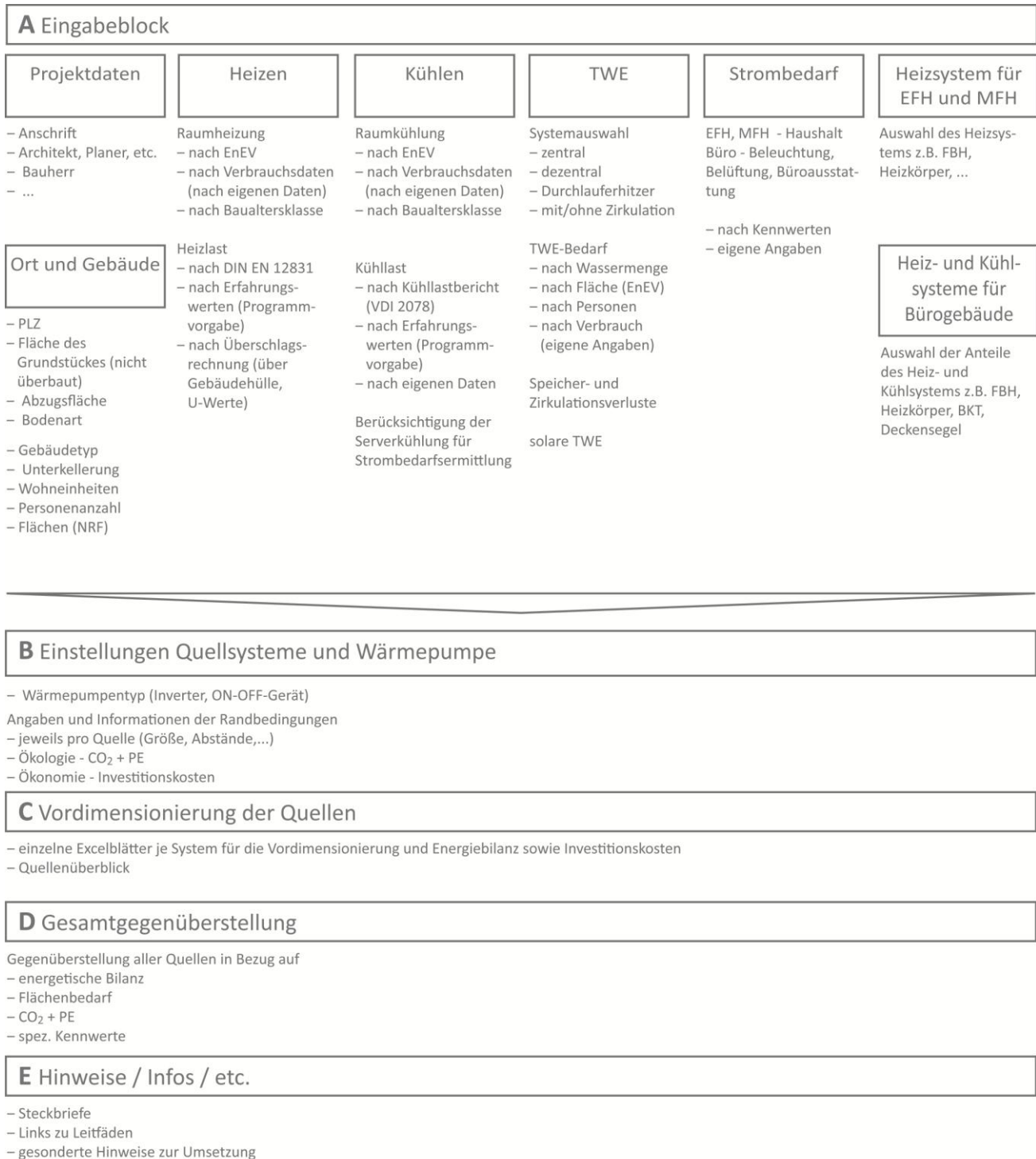


Abb. 5: Schematischer Aufbau des Programms WP<sub>SOURCE</sub>



### 2.3 Niedertemperaturwärmequellen und -übertrager

Das Potenzial der meisten Wärmepumpen und vieler Niedertemperaturwärmequelle ist oft größer als es genutzt wird. Insbesondere an Standorten die günstige (hydro-)geologische Voraussetzungen haben, können wesentliche Anteile eines Wärme- und/oder Kältebedarfs mittels Wärmepumpen und geothermischen Niedertemperaturwärmequellen gedeckt werden. Aber auch eine Vielzahl anderer Wärmequellen, die zur direkten Nutzung in Gebäuden nicht das benötigte Temperaturniveau aufweisen, können mittels Wärmepumpen in Kombination mit geeigneten Niedertemperaturwärmeübertragern nutzbar gemacht werden.

Im Zuge der Zusammenführung und Aufbereitung von Informationen und Angaben von Herstellern und Betreibern von Wärmepumpen(systemen) und deren Zubehör, sowie den Ergebnissen aus einer Marktrecherche im Rahmen des Forschungsprojektes future:heatpump, wurden 13 Kategorien von Wärmeübertrager-/ Wärmepumpensystemen identifiziert, die u. a. das Erdreich Umgebungswärme oder Wasser als Wärmequelle nutzen. Als eigene Kategorie wurde eine typische Luft-Wasser-Wärmepumpe in die Übersicht aufgenommen. Zudem Sonderformen, die zum Teil auch als Hybridsysteme angesehen werden können, wie etwa der sogenannte e-Tank<sup>®</sup>. (Abb. 6)

Für die Implementierung der untersuchten Technologien in WP<sub>SOURCE</sub> wurden Musteranlagen definiert. Bei der Festlegung der Musteranlagen wurden unterschiedliche Gebäude (Ein- und Mehrfamilienhäuser, Bürogebäude) sowie verschiedene Niedertemperaturwärmequellen berücksichtigt. Bei der Systemauswahl wurden derzeit am Markt verfügbare Anlagen und Anlagenteile berücksichtigt und die allgemeinen Entwicklungstendenzen widerspiegelnde Wärmequellen und -übertrager ausgewählt. Im Rahmen der Systemsimulationen wurden sechs über Rohrleitungen mit einer Wärmepumpe verbundenen Wärmeübertragersysteme detailliert untersucht und zusammen mit dem zurzeit am häufigsten installierten Konzept einer Luft-Wasser-Wärmepumpe einander gegenüber gestellt.

Detailliert untersuchte Niedertemperaturwärmeübertrager:

- Erdwärmesonde
- Spiralsonde
- Erdwärmekorb
- Erdwärmekollektor (Flächenkollektor)
- Abwasserwärmeübertrager
- Eisspeicher mit Luftabsorber
  
- Luft-Wasser-Wärmepumpe

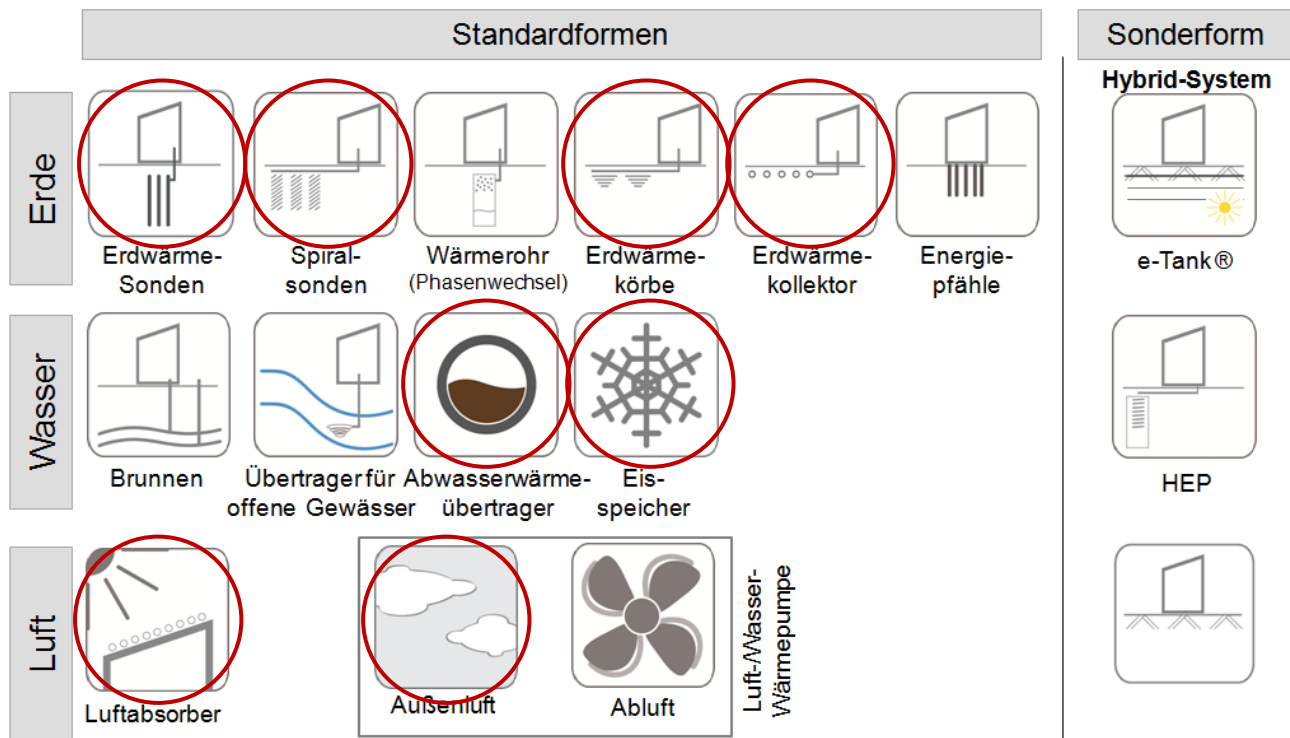


Abb. 6: Wärmeübertragungssysteme für Wärmepumpen (rote Kreise = implementiert in WP<sub>SOURCE</sub>)

### 3. Fazit und Ausblick

Wärmepumpentechnologie wird bei der zukünftigen Wärme- und Kälteversorgung eine wesentliche Rolle spielen. Um das Potential dieser Energieversorgungsvariante möglichst effizient ausschöpfen zu können, kommt der Wahl der Niedertemperaturwärmequelle und des für den jeweiligen Anwendungsfall am besten geeigneten Wärmeübertragers eine entscheidende Bedeutung zu.

Mit dem Programm WP<sub>SOURCE</sub> steht ein multifunktionales und bei der Planung in weiten Bereichen anwendbares Hilfsmittel zur projektspezifischen und an die jeweiligen Rahmenbedingungen angepassten Vorauswahl sowie überschlägigen Dimensionierung geeigneter Niedertemperaturwärmequellen und -wärmeübertrager für Wärmepumpen zur Verfügung.

Durch die Ergebnisse des Forschungsprojektes „future:heatpump“ kann gezeigt werden, dass nahezu unabhängig vom Wärmeübertragungssystem in Bezug auf den Betrieb der Wärmeübertrager und Wärmepumpen sehr gute Ergebnisse erzielt werden können. Für den Anwender wesentliche Unterschiede zwischen den untersuchten Wärmeübertragungssystemen resultieren aus dem unterschiedlichen Flächenbedarf der einzelnen Systeme sowie den Investitionskosten.

Neben den Kosten spielen die Rahmenbedingungen „Baugrundstücke“ und „Raumwärmebedarf“ bei der Planung, Auslegung und Auswahl des Systems und seiner Komponenten eine entscheidende Rolle. Ein wichtiger Hintergrund ist, dass Baugrundstücke heutzutage vergleichsweise klein ausfallen und auch bei Bestandsgebäuden nicht von vornherein mit freien Grundstücksflächen in ausreichender Größe gerechnet werden kann. Aus diesem Grund lässt sich vermuten, dass bei Ein- und Mehrfamilienhäusern (groß)flächige Systeme künftig weniger Anwendung finden. Dem gegenüber steht der Raumwärmebedarf, der infolge einer zunehmend gut gedämmten Bauweise stetig abnimmt - und damit den Wärmebedarf ganz allgemein reduziert. Durch den sinkenden Wärme- und daran gekoppelten Flächenbedarf für ein oberflächennahes System könnten flächige Wärmeübertrager, die durch geringere Einbaukosten attraktiv sind, wieder

Marktanteile gewinnen. Aufgrund der signifikanten Reduzierung im Bereich der Raumwärme stellt die Erwärmung von Trinkwasser zunehmend den Hauptteil der Wärmebereitstellung dar. Das benötigte Temperaturniveau zur Trinkwassererwärmung liegt im Allgemeinen oberhalb von 50 °C und damit über der in modernen Gebäuden üblicherweise notwendigen Vorlauftemperatur für die Raumheizung. Mit einer sinkenden Arbeitszahl wirkt sich dieser Umstand negativ auf die Effizienz einer Wärmepumpenanlage aus. Dieser Zusammenhang sollte bei künftigen Energiekonzepten mit Wärmepumpe berücksichtigt werden.

Im Rahmen zukünftiger Planungen kann WP<sub>SOURCE</sub> Planern und Bauherren aber auch anderen mit ähnlichen Fragestellungen befassten Personen sowohl bei der Auswahl geeigneter Niedertemperaturwärmequellen und -übertrager als auch bei deren vergleichender Gegenüberstellung und überschlägigen Dimensionierung unterstützen und einen Überblick zu entscheidenden Kriterien wie etwa Flächenbedarf, Anlageneffizienz und Investitionskosten liefern.