

# Herzlich willkommen

Dipl.-Ing. (FH) Detlef Malinowsky

# Firmenvorstellung

**IBDM GmbH**

**Otto-Hahn-  
Strasse 34**

**85521 Riemerling  
bei München**

Gegründet: 1997

Mitarbeiter: 20

Einsatzorte:

Bayern

Deutschland

Europa

Russland

Detlef  
Malinowsky

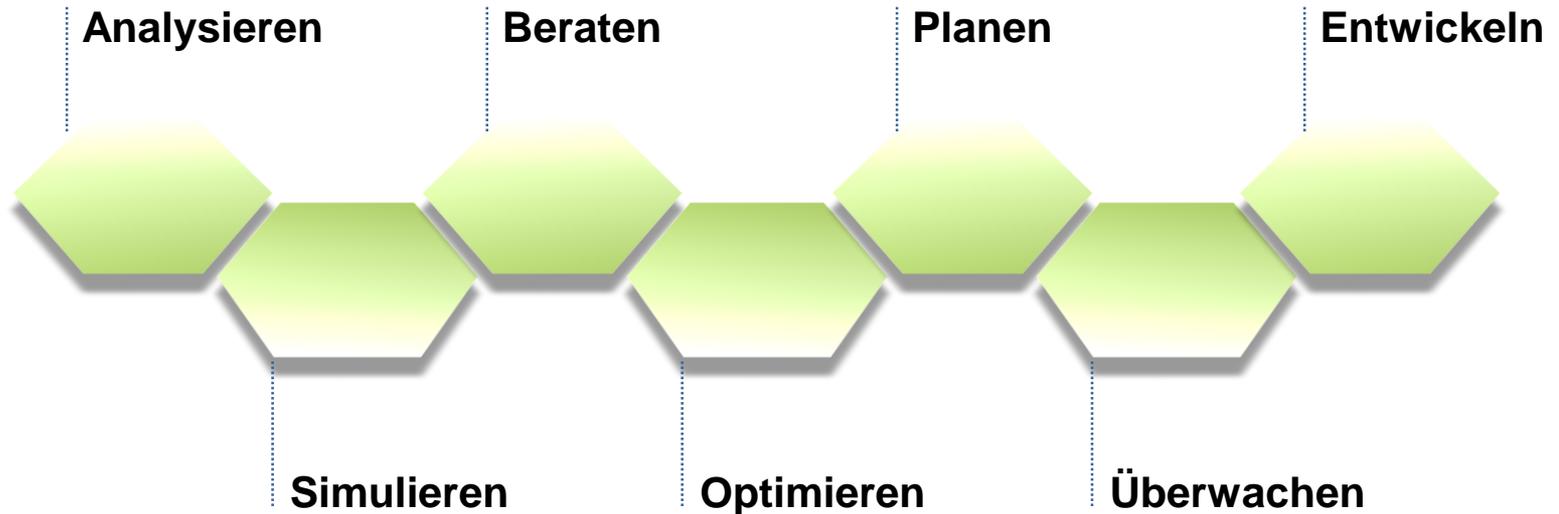
Tel.:  
089/6387913-0

Fax:  
089/6387913-29

[www.ibdm.de](http://www.ibdm.de)

E-Mail:  
mail@ibdm.de

Die IBDM ist der Optimierungsdienstleister in der Energietechnik!



In einigen (vielen) Fällen erfüllen Wärmepumpen in der Praxis nicht die Erwartungen, die der Bauherr oder Nutzer im Vorfeld hatte. Oft werden Probleme erst bemerkt, wenn die Stromrechnung höher ausgefallen ist als erwartet. Begibt man sich auf die Suche nach den Ursachen, wird schnell klar, hier wurden Beratungs-, Planungs-, Umsetzungs-, Montagefehler gemacht.

Hohe Stromverbräuche bzw. schlechte Effizienzwerte bei WP können viele Ursachen haben. Einen großen Einfluss hat neben dem Gebäude vor allem der Nutzer mit seinem Heizungs- und Lüftungsverhalten und dem Bedarf an warmem Trinkwasser. Der Nutzer wird hier gerne unberechtigt zum Mitschuldner degradiert.

Fazit:

So effizient die WP-Technologie sein kann, so empfindlich ist sie auch gegenüber Fehlern.

Um hier gegenzusteuern, haben Fachleute unter Führung der VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt die **VDI-Richtlinie 4645** erarbeitet.

## Planung und Dimensionierung von Heizungsanlagen mit Wärmepumpen in Ein- und Mehrfamilienhäusern

### Erscheinung

Weißdruck März 2018

### Umfang, Kosten

Die VDI 4645 hat im Original 204 Seiten (deutsch/englisch) und kostet 310 € ([www.beuth.de](http://www.beuth.de))

ICS 91.140.10, 91.140.65

VDI-RICHTLINIEN

März 2018  
March 2018

<p>VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE</p>	<p>Heizungsanlagen mit Wärmepumpen in Ein- und Mehrfamilienhäusern Planung, Errichtung, Betrieb</p> <p>Heating plants with heat pumps in single-family and multi-family houses Planning, Construction, Operation</p>	<p>VDI 4645</p> <p>Ausg. deutsch/englisch Issue German/English</p>
--	--	--

### Inhalte, Änderungen, Bedeutung und Resüme

Die VDI 4645 behandelt die für die Planung und Projektierung von Wärmepumpenanlagen in Ein- und Mehrfamilienhäusern notwendigen Schritte von der Voruntersuchung und Konzepterstellung bis zur Detailplanung.

Dabei gibt sie auch Hinweise zu empfohlenen hydraulischen Schaltungen, zur Dimensionierung von Anlagenkomponenten, zur Dokumentation, zur Inbetriebnahme der Anlage, zur Unterweisung des Betreibers und zu Kostenbetrachtungen.

### **Inhalte, Änderungen, Bedeutung und Resümees**

Somit ist die VDI 4645 eine zentrale technische Regel für alle Aspekte zum Einsatz von Wärmepumpen in Wohngebäuden.

Dabei steht die Richtlinie auch im Kontext zur VDI 4650 "Berechnung der Jahresarbeitszahl von Wärmepumpenanlagen - Elektrowärmepumpen zur Raumheizung und Trinkwassererwärmung" (Weißdruck 12/2016) und zur DIN EN 15450 "Planung von Heizungsanlagen mit Wärmepumpen" (12/2007).

Hinzu kommt die VDI 4645 Blatt 1 (Weißdruck 03/2018, 20 Seiten), die Vorgaben zu Schulungen, Prüfungen und Qualifizierungsnachweisen für einen „Sachkundigen für Wärmepumpensysteme nach VDI 4645“ enthält.

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>Seite</b>
Vorbemerkung	3
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweise	4
3 Begriffe	4
4 Formelzeichen, Abkürzungen und Indizes	8
5 Bilanzgrenzen und Effizienzbetrachtung	9
6 Voruntersuchung	11
7 Zuständigkeiten – Energieversorger, Behörden, Bergamt, Handwerk, Planung	17
8 Grundlagenermittlung	18
9 Detailplanung der Komponenten und der Gesamtanlage	48
10 Auftragsvergabe	92
11 Inbetriebnahme und Unterweisung	92
12 Inspektion und Wartung der Anlage	97
 Anhänge A bis L	

## Die Kapitel 5: Bilanzgrenzen und Effizienzbetrachtung

Die Richtlinie fordert zur Vergleichbarkeit von Ergebnissen zu Leistungs- und Arbeitszahlen von Wärmepumpenanlagen eine klare Festlegung der Bilanz- und Systemgrenze (Betrachtungsgrenze).

Diese berücksichtigt zum Beispiel auch die Antriebsleistung zur Nutzung der Wärmequelle (Pumpe), den Pufferspeicher (Speicherverluste) und einen möglichen zweiten ergänzenden Wärmeerzeuger (E-Stab).

## Definition der Jahresarbeitszahl

**Erzeugte Heizwärme geteilt durch den dafür benötigten Strom für den Zeitraum eines ganzen Jahres ergibt eine Jahresarbeitszahl.**

Das oft genannte Verhältnis 75% Umweltenergie und 25% Strom ergibt eine JAZ (= Jahresarbeitszahl) von 4.

$$\text{JAZ} = \frac{\text{erzeugte Wärme}}{\text{verbrauchter Strom}} \quad 4 = \frac{4 \text{ kWh a}}{1 \text{ kWh a}}$$

Für das obige Beispiel bedeutet dies:

3 Teile Umweltenergie plus 1 Teil Strom ergeben 4 Teile Wärme, die das Haus erhalten hat.

Diese 4 Teile dividiert durch 1 Teil Strom ergibt die JAZ 4.

Zur Ermittlung werden ein Stromzähler und Wärmemengenzähler benötigt.

**Wärmemengenzähler** erfassen die ans Heizungs- und Brauchwasser abgegebene Wärmemenge.

Der **Stromzähler** erfasst den von der Wärmepumpe verbrauchten Strom.

## Definition der Jahresarbeitszahl

Das BAFA (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, dem Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie BMWI angehörig) definiert die Jahresarbeitszahl wie folgt:

*"Danach ist die Jahresarbeitszahl bei elektrisch angetriebenen Wärmepumpen das Verhältnis aller abgegebenen Wärmemengen zu der eingesetzten Strommenge einschließlich der Strommenge für den Betrieb der peripheren Verbraucher, insbesondere der Grundwasserpumpe, der Soleumwälzpumpe, des Notheizstabes und der Regelung (aber nicht der Heizungsumwälzpumpe). Es wird jedoch auch akzeptiert, wenn der Stromverbrauch für die Regelung nicht von dem Stromzähler der Wärmepumpe erfasst wird. Dies gilt ebenso für Gaswärmepumpen, bei denen die Ermittlung der Jahresarbeitszahl eigentlich auch unter Berücksichtigung des Stromverbrauchs für die Regelung erfolgen soll."*

Demnach ist es zur Einhaltung der Förderrichtlinie zulässig, die Verdichterheizung (Ölsumpfheizung des Verdichters) sowie die Steuerung nicht zu berücksichtigen. Auch wenn dies nicht den Anforderungen an eine Jahresarbeitszahl entspricht.

## Definition der Jahresarbeitszahl

Welche Verbraucher wie berücksichtigt werden, bestimmen die Systemgrenzen.

Wie ist die Jahresarbeitszahl zu bewerten?

Sie ist ein individueller Wert, kann nur als Richtwert gelten und ist nicht reproduzierbar. Sie ist abhängig vom Gebäude, der klimatischen Lage, der Bauweise und der Dämmung des Hauses, der Wärmequelle, der Raumheizung mit Warmwasser, dem Nutzerverhalten und dem Wetter.

Deshalb kann das Erreichen einer bestimmten Jahresarbeitszahl auch nicht garantiert werden!

Auch kann sie nicht zum Vergleich verwendet werden, sondern liefert nur einen relativen Wert, der zur Einschätzung des Heizsystems in einem bestimmten Haus unter Berücksichtigung der Heizgewohnheiten seiner Bewohner dient.

Als direkter Vergleich kann der Kraftstoffverbrauchs eines Autos gesehen werden. Dieser Wert ist für jeden Fahrer unterschiedlich und zudem von ebenso vielen Faktoren abhängig, der Fahrweise, der Beladung, den Reifen samt Luftdruck bis hin zur Strecke, Autobahn, Landstraße oder Innerorts.

**COP engl. Coefficient of performance = Leistungszahl  $\epsilon_{WP}$  (gesprochen: Epsilon)**

Die Leistungszahl (der COP) von Elektrowärmepumpen ist das Verhältnis des bei bestimmten Betriebsbedingungen abgegebenen Nutzwärmestroms bezogen auf die eingesetzte elektrische Leistung für den Antrieb des Verdichters und der Hilfsantriebe (nach DIN EN 14511 / DIN EN 255-3).

Die Leistungszahl kann nur bei konstanten Betriebsbedingungen - im sogenannten „Beharrungszustand“ - gemessen werden, was nur im Labor möglich ist, aber niemals in der Heizungsanlage im Haus, wo ständig wechselnde Betriebsbedingungen herrschen.

**COP engl. Coefficient of performance = Leistungszahl  $\epsilon_{WP}$  (gesprochen: Epsilon)**

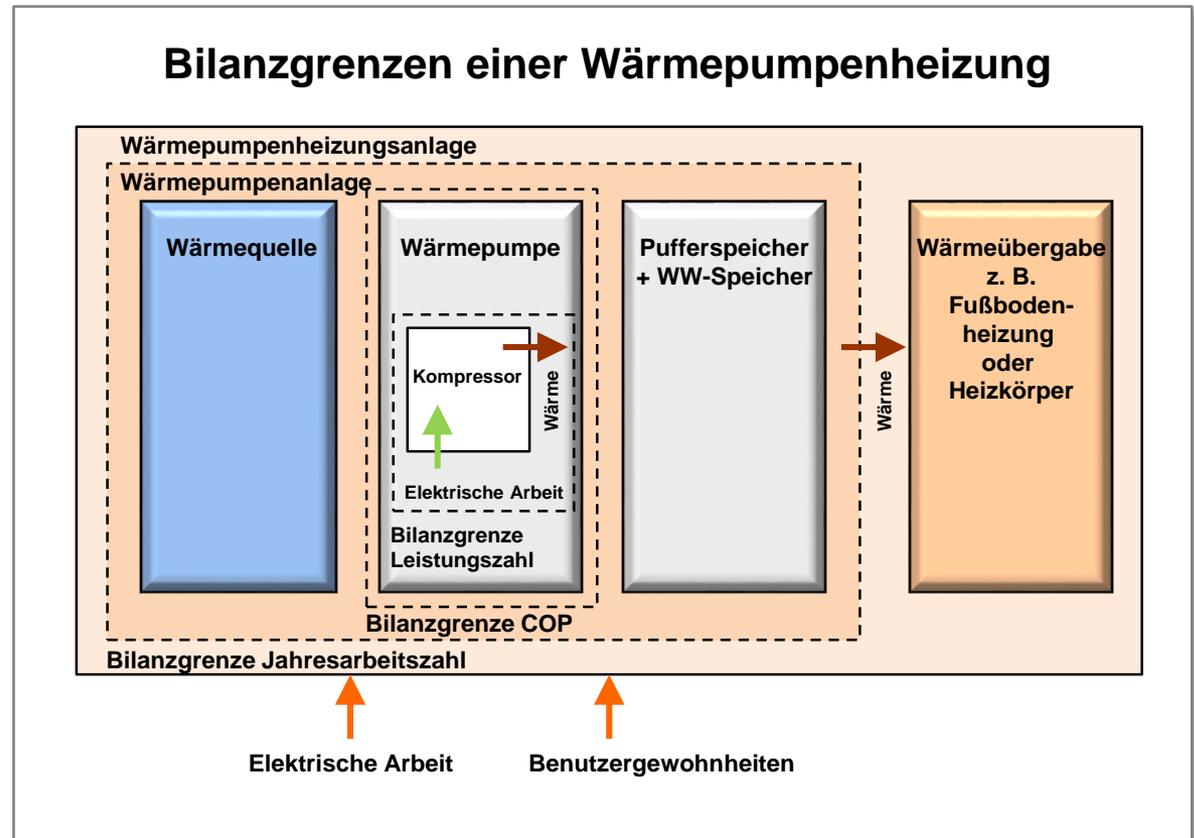
Typische Werte sind:

- B0/W35: B = Brine (engl, für Sole) mit 0 °C bei einer Temperatur von 35 °C des Heizwassers (W = engl. Water) am Austritt aus der Wärmepumpe (auch als Heizwasser-Vorlauftemperatur bezeichnet)
- W10/W35: Temperatur des Grundwassers von 10 °C bei einer Temperatur des Heizwassers am Austritt aus der Wärmepumpe von 35°C
- E4/W35: E = Erdreich 4 °C für direktverdampfendes Kältemittel bei einer Heizungswasservorlauftemperatur von 35°C
- A2/W35: Air, Lufttemperatur von 2 °C bei einer Heizungswasservorlauftemperatur von 35°C

Gerne werden gerade bei Luft/Wasser-Wärmepumpen Angaben zu A7/W35 gemacht, sehen die Werte dadurch deutlich besser aus, entsprechen aber nicht dem gebräuchlichem Standard.

**COP engl. Coefficient of performance = Leistungszahl  $\epsilon_{WP}$  (gesprochen: Epsilon)**

Eine hohe Leistungszahl bzw. COP führt auch zu einer hohen Jahresarbeitszahl. Vom COP kann nicht auf die JAZ geschlossen werden, da der COP nur für die Wärmepumpe allein gilt und die JAZ aber auf die gesamte Hausheizanlage, bei der die Heizflächen samt benötigten Temperaturen, das Warmwasser (falls dies von der Heizungs-Wärmepumpe übernommen wird), das Benutzerverhalten und letztlich das Wetter mit einfließen.

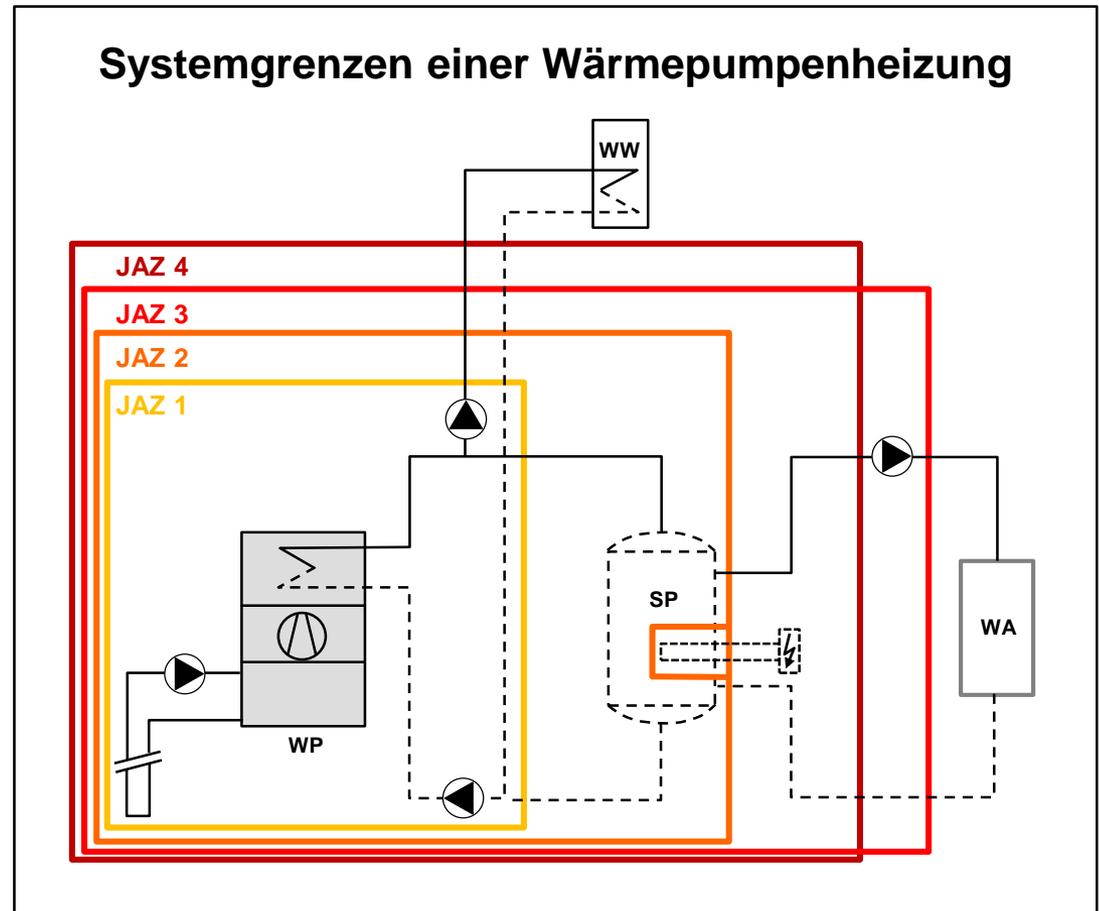


## Jahresarbeitszahl ist nicht gleich Jahresarbeitszahl!

Deshalb ist die richtige Lösung:

JAZ 4:

Wie JAZ 2, zusätzlich E-Heizstab, aber ohne Umwälzpumpen der Heizungsanlage



# Jahresarbeitszahlen nach Studien

**Tabelle 1: Jahresarbeitszahlen für Heizungs-Wärmepumpen**

Wärmepumpe/ Literatur	Wasser/Wasser	Erdreich (Sole)/ Wasser	Erdreich (Direktverdampfer)/ Wasser	Außenluft/ Wasser	Außenluft/ Luft**)
FAWA, 2004	3,4	3,4	3,7	2,6	-
Faninger, 2006*)	3,8–4,5	2,8–3,2	3,0–4,2	2,6–3,5	2,5–2,9
European Heat Pump Association, 2006	4,0–4,5	3,5 (≤ 55 °C) – 4,0 (≤ 40 °C)	3,7(≤ 55 °C) – 4,2 (≤ 40 °C)	3,0–3,5 (klimatisch abhängig)	-
Arsenal Reseach/VEÖ	-	-	4–5,5 Mittelwert: 4,7	-	-
Mindeststandards <b>klima:aktiv</b> Wärmepumpe***)	4,2 (3,7)	4,0 (keine Differenzierung) (3,5)		3,5 (keine Differenzierung) (3,0)	
GEMIS (Version 4.3)	3,3–4,2	2,7–3,9 (keine Differenzierung)		2,35–3,70	-

\*) Mittelwert aller Ende 2005 in Österreich betriebenen Wärmepumpen. Die höheren JAZ-Werte gelten für günstige Einsatzbedingungen; dies sind Niedrigenergiegebäude mit Niedertemperatur-Heizungsauslegung. (unter 40 °C/30 °C)

\*\*) Luft/Luft-Wärmepumpe mit im Erdreich vorgewärmter Außenluft (für den Einsatz zur kontrollierten Wohnraumlüftung mit Wärmerückgewinnung, Passivhäuser).

\*\*\*) Bei gleichzeitiger Warmwasserbereitung wird von einem Abschlag bis zu 0,5 je nach System und Benutzerverhalten ausgegangen.

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

**Dipl.-Ing. (FH) Detlef Malinowsky**

**Otto-Hahn-Strasse 34  
85521 Riemerling bei München**

**Tel. 089/63 879 13 – 0**

**Fax. 089/63 879 13 – 29**

**[detlef.malinowsky@ibdm.de](mailto:detlef.malinowsky@ibdm.de)**

**[www.ibdm.de](http://www.ibdm.de)**

