



Luft-Horizontal-Wärmepumpen by Ochsner
Die Leisesten. Die Effizientesten. Weltweit.
Ihre Nachbarn werden Ohren machen!

2. Workshop 2016

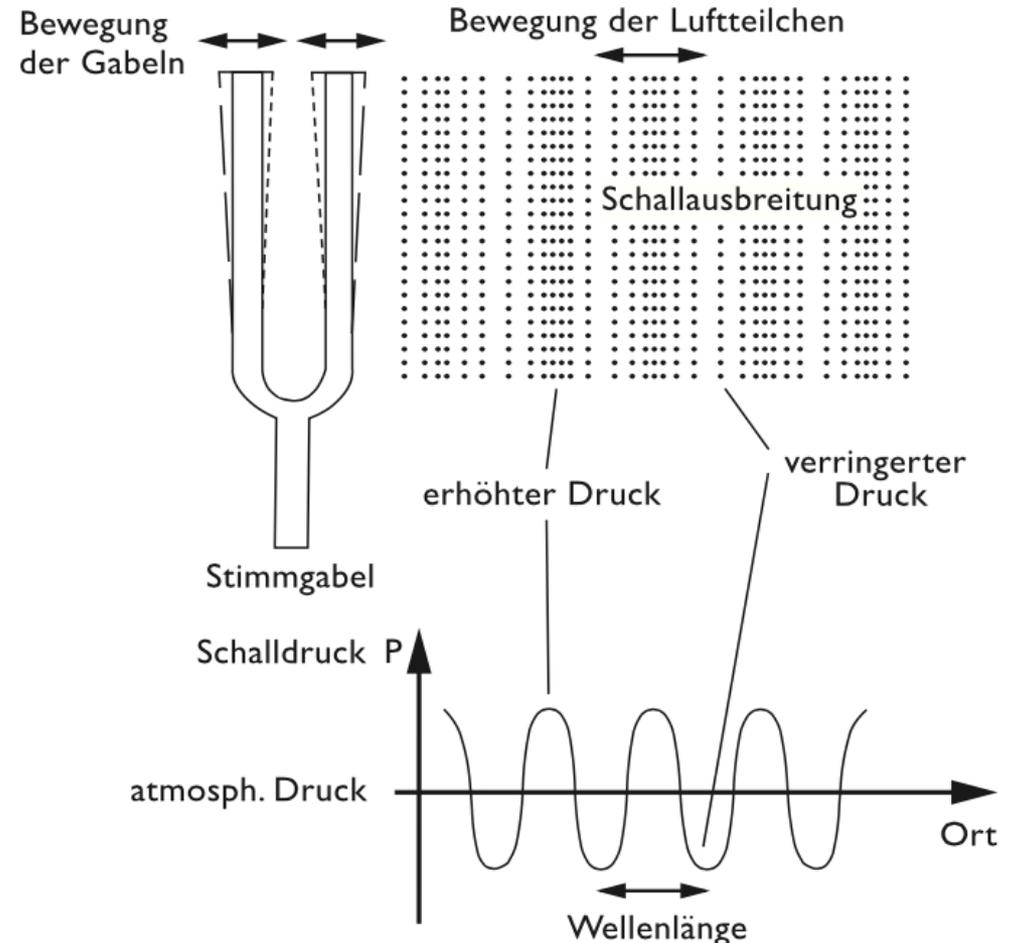
Leitenstern GmbH

Inhalt

- Vorstellungsrunde
- Vorstellung Firma Leitenstern GmbH
- Vorstellung Firma Ochsner Wärmepumpen
- Gesetzliche Grundlagen in Deutschland – die „TA Lärm“
- Definitionen verschiedener Begrifflichkeiten der Schalllehre
- Vorstellung Schallrechner des BWP
- Lautstärkevergleich verschiedener Luft/Wasser-Wärmepumpen
- Effizienzvergleich verschiedener Luft/Wasser-Wärmepumpen
- Fördermittelmöglichkeiten von (Luft/Wasser-)Wärmepumpen durch den Bund

Begrifflichkeiten der Schalllehre

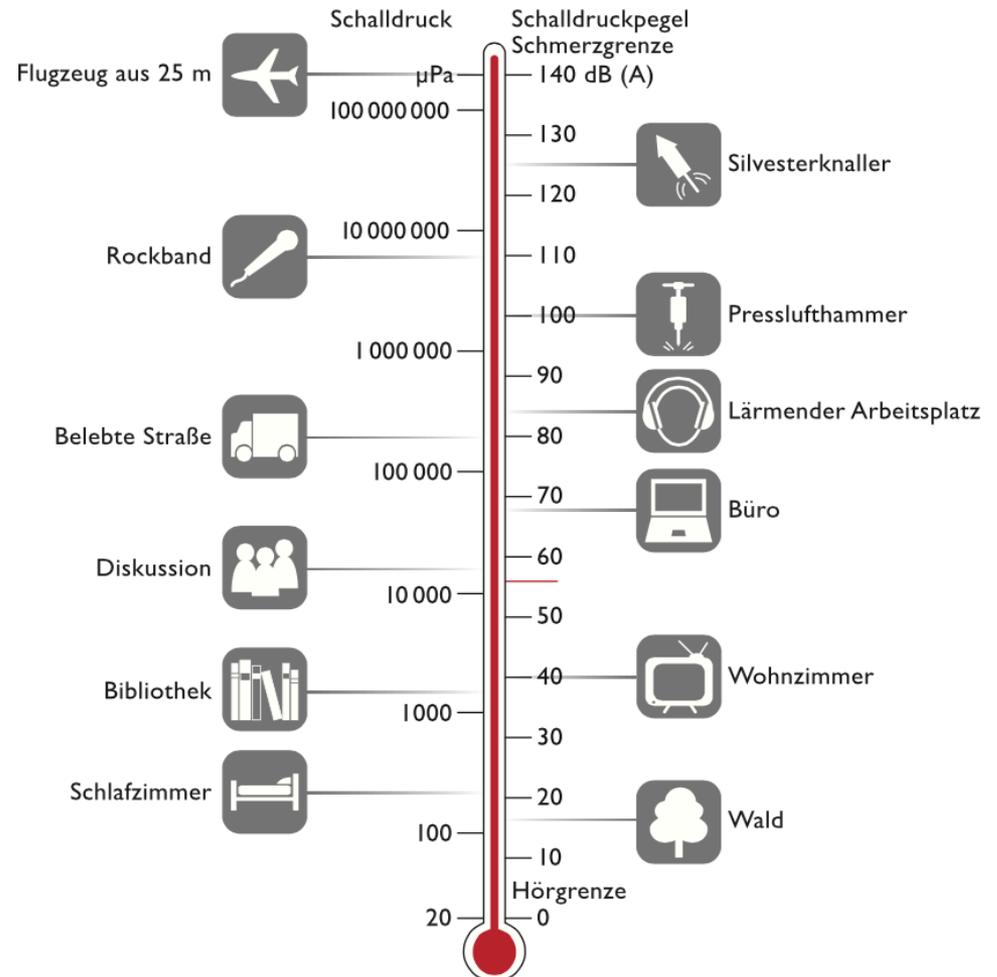
Jede Geräuschquelle, se es nun eine Wärmepumpe, ein Auto oder ein Flugzeug, emittiert eine bestimmte Menge an Schall. Dabei wird die Luft in Schwingungen versetzt und breitet sich wellenförmig aus. Diese Druckwelle versetzt beim Erreichen des menschlichen Ohres das Trommelfell in Schwingungen, das dann wahrnehmbare Töne erzeugt. Als Maß für den Luftschall werden die technischen Begriffe Schalldruck und Schalleistung verwendet.



Begrifflichkeiten der Schalllehre

Die **Schalleistung** ist eine schallquellentypische Größe, die nur rechnerisch aus Messungen ermittelt werden kann. Sie beschreibt die Summe der Schallenergie, die in alle Richtungen abgegeben wird.

Schalldruck entsteht dort, wo eine Geräuschquelle die Luft in Schwingung versetzt und damit den Luftdruck verändert. Je größer die Änderung des Luftdrucks ist, umso lauter wird das Geräusch wahrgenommen.



Schalldruckpegel und Schalleistungspegel

Häufig werden die Begriffe Schalldruck- und Schalleistungspegel verwechselt oder fälschlicherweise synonym gebraucht.

Als Schalldruck bezeichnet man in der Akustik den messtechnisch erfassbaren Pegel, der durch eine Schallquelle in einem bestimmten Abstand verursacht wird. **Der gemessene Schalldruckpegel ist immer abhängig von der Entfernung zur Schallquelle. Der Schalldruckpegel ist die messtechnische Größe, die z.B. für die Einhaltung der immissionstechnischen Anforderungen gemäß TA Lärm maßgeblich ist.**

Die gesamte, durch eine Schallquelle in alle Richtungen ausgesandte Luftdruckänderung wird als Schalleistung bzw. Schalleistungspegel bezeichnet.

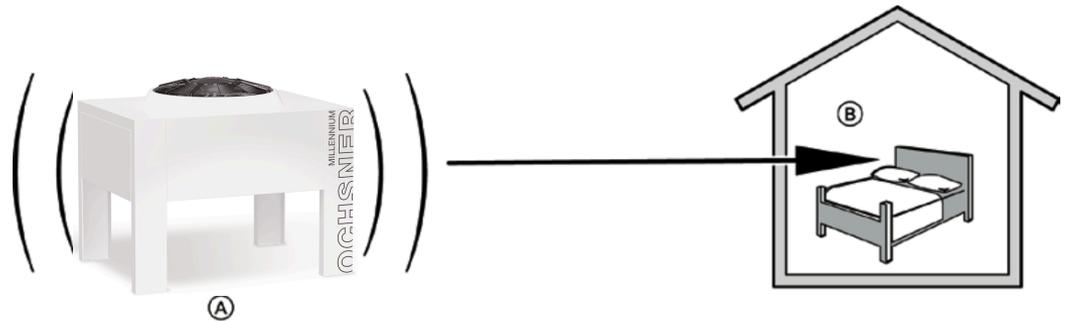
Betrachtet man die gesamte abgestrahlte Schalleistung und bezieht diese auf die Hüllfläche in einem bestimmten Abstand, so bleibt der Wert immer gleich. Da die abgestrahlte Schalleistung nicht messtechnisch erfasst werden kann, wird dieser Wert aus Schalldruckmessungen in einem definierten Abstand zur Schallquelle rechnerisch ermittelt.

Der Schalleistungspegel ist eine schallquellenspezifische, abstands- und richtungsunabhängige Größe, die nur rechnerisch ermittelt werden kann. Anhand des Schalleistungspegels können Geräte schalltechnisch miteinander verglichen werden.

Emission und Immission

Der von einer Schallquelle ausgesandte Schall (Schallereignis) wird als Schallemission bezeichnet und als Schalleistungspegel angegeben.

Die Einwirkung von Schall auf einen bestimmten Ort wird Schallimmission genannt und als Schalldruckpegel gemessen.



- (A) Schallquelle (Wärmepumpe)
Emissionsort
Messgröße: Schalleistungspegel L_w
- (B) Ort der Schalleinstrahlung
Immissionsort
Messgröße: Schalldruckpegel L_p

„TA Lärm“ – Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm

In Deutschland dürfen bestimmte Richtwerte bei der Immission von Lärm nicht überschritten werden. Diese Richtwerte gibt die sog. „TA Lärm“ – die Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – vor.

Bei der Wärmepumpe im Allgemeinen und der Luft/Wasser-Wärmepumpe im Besonderen sind dabei der Schalleistungspegel sowie der Schalldruckpegel maßgeblich, die in dB (Dezibel) bzw. dB(A) gemessen werden.

Bei der Luftwärmepumpe mit Außenaufstellung liegt der Schalleistungspegel nach WPZ* je nach Heizleistung zwischen 51 (Ochsner GMLW 5 plus) und 77 dB(A). Als Faustregel gilt, dass sich bei einer Verdoppelung des Abstands zur Schallquelle der Schalldruckpegel um 6 dB(A) reduziert.

* Internationales Wärmepumpen-Testzentrum Buchs, Schweiz

Grenzwerte für Schallimmissionen in Deutschland

In Wohngebieten dürfen laut TA Lärm in Deutschland folgende Grenzwerte bei Immissionen von Lärm außerhalb von Gebäuden nicht überschritten werden:

- >> Industriegebiete: Ganztägig 70 dB(A)
- >> Gewerbegebiete: Tag 65 dB(A), Nacht 50 dB(A)
- >> Kerngebiete, Mischgebiete, Dorfgebiete: Tag 60 dB(A), Nacht 45 dB(A)
- >> Allgemeines Wohngebiete u. Kleinsiedlungsgebiete: Tag 55 dB(A), Nacht 40 dB(A)
- >> **Reine Wohngebiete:** **Tag 50 dB(A), Nacht 35 dB(A)**
- >> Kurgebiete, Krankenhäuser, Pflegeanstalten: Tag 45 dB(A), Nacht 35 dB(A)

Innerhalb von Gebäude (Mehrfamilienhäuser usw.) gelten noch strengere Grenzen für die Laustärke der Wärmepumpe: Tag 35 dB(A), Nacht 25 dB(A)

Grenzwerte für Schallimmissionen in Deutschland

Zu ermitteln sind die maßgeblichen Schallimmissionen 0,5 m vor der Mitte des geöffneten Fensters (außerhalb des Gebäudes) des vom Geräusch am stärksten betroffenen schutzbedürftigen Raumes.

Schutzbedürftige Räume sind (nach DIN 4109):

- >> Wohn- und Schlafräume
- >> Kinderzimmer
- >> Arbeitsräume/Büros
- >> Unterrichtsräume/Seminarräume

Der Schallrechner des Bundesverband Wärmepumpe e.V. (BWP)

Neben der Empfindlichkeitsstufe gem. TA Lärm, die durch die Art des Baugebietes bestimmt wird, ist der Aufstellort der Wärmepumpe und der damit einhergehende sog. „Richtwirkungsfaktor D_c “ ein entscheidendes Kriterium zur Bewertung des sog. „Beurteilungspegels L_r “:

- >> WP im Gebäude, Schacht an der Fassade (+ 6 dB(A))
- >> WP im Gebäude, Schacht in einspringender Fassadenecke (+ 9 dB(A))
- >> WP außen an der Fassade (+ 6 dB(A))
- >> WP außen einspringender Fassadenecke (+ 9 dB(A))
- >> WP freistehend (+ 3 dB(A))

Natürlich spielt bei der Berechnung des Beurteilungspegels auch die Distanz der Schallquelle zum (schutzbedürftigen) Empfänger eine entscheidende Rolle.

Schall-Beispielrechnung Neubau: Viessmann 222-S AWT-AC 221.A07

- >> Leistung: 5,6 kW
- >> Schallleistung nach ErP: 62 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im Tagbetrieb: 63 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im reduzierten Nachtbetrieb: 58 dB(A)

- >> Empfindlichkeitsstufe: reines Wohngebiet
- >> WP außen an der Fassade: + 6 dB(A)
- >> Distanz zum Empfänger: 7 m

- >> **Beurteilungspegel L_r Tagbetrieb: 47,1 dB(A) → Unterschreitung um 2,9 dB(A)**
- >> **Beurteilungspegel L_r Nachtbetrieb: 36,1 dB(A) → Überschreitung um 1,1 dB(A)**



Schall-Beispielrechnung Neubau: Ochsner GMLW 5 plus

- >> Leistung: 5,35 kW
- >> Schallleistung nach ErP: 48 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im Tagbetrieb: 48 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im reduzierten Nachtbetrieb: 46 dB(A)

- >> Empfindlichkeitsstufe: reines Wohngebiet
- >> WP außen an der Fassade: + 6 dB(A)
- >> Distanz zum Empfänger: 7 m

- >> **Beurteilungspegel L_r Tagbetrieb: 32,1 dB(A) → Unterschreitung um 17,9 dB(A)**
- >> **Beurteilungspegel L_r Nachtbetrieb: 24,1 dB(A) → Unterschreitung um 10,9 dB(A)**



„EXTREM-Beispielrechnung“ Schallrechner: Ochsner GMLW 5 plus

- >> Leistung: 5,35 kW
- >> Schalleistung nach ErP: 48 dB(A)
- >> Max. Schalleistungspegel im Tagbetrieb: 48 dB(A)
- >> Max. Schalleistungspegel im reduzierten Nachtbetrieb: 46 dB(A)

- >> Empfindlichkeitsstufe: reines Wohngebiet
- >> WP freistehend: + 3 dB(A)
- >> Distanz zum Empfänger: 1,5 m

- >> **Beurteilungspegel L_r Tagbetrieb: 42,5 dB(A) → Unterschreitung um 7,5 dB(A)**
- >> **Beurteilungspegel L_r Nachtbetrieb: 34,5 dB(A) → Unterschreitung um 0,5 dB(A)**



Schall-Beispielrechnung Altbau: Stiebel Eltron WPL 33 HT

- >> Leistung: 7,45 kW (Inverter-WP, Leistung bei A-7/W35 12,38 kW)
- >> Schallleistung nach ErP: 58 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im Tagbetrieb: 66 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im reduzierten Nachtbetrieb: 58 dB(A)

- >> Empfindlichkeitsstufe: reines Wohngebiet
- >> WP außen an der Fassade: + 6 dB(A)
- >> Distanz zum Empfänger: 10 m

- >> **Beurteilungspegel L_r Tagbetrieb: 50,1 dB(A) → Überschreitung um 0,1 dB(A)**
- >> **Beurteilungspegel L_r Nachtbetrieb: 36,0 dB(A) → Überschreitung um 1,0 dB(A)**



Schall-Beispielrechnung Altbau: Ochsner GMLW 19 plus

- >> Leistung: 17,2 kW (Leistung bei A-7/W35 13,70 kW)
- >> Schallleistung nach ErP: 54 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im Tagbetrieb: 54 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im reduzierten Nachtbetrieb: 52 dB(A)

- >> Empfindlichkeitsstufe: reines Wohngebiet
- >> WP außen an der Fassade: + 6 dB(A)
- >> Distanz zum Empfänger: 10 m

- >> **Beurteilungspegel L_r Tagbetrieb: 35,0 dB(A) → Unterschreitung um 15,0 dB(A)**
- >> **Beurteilungspegel L_r Nachtbetrieb: 27,0 dB(A) → Unterschreitung um 8,0 dB(A)**



„EXTREM-Beispielrechnung“ Altbau: Ochsner GMLW 19 plus

- >> Leistung: 17,2 kW (Leistung bei A-7/W35 13,70 kW)
- >> Schallleistung nach ErP: 54 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im Tagbetrieb: 54 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im reduzierten Nachtbetrieb: 52 dB(A)

- >> Empfindlichkeitsstufe: reines Wohngebiet
- >> WP freistehend: + 3 dB(A)
- >> Distanz zum Empfänger: 3 m

- >> **Beurteilungspegel L_r Tagbetrieb: 42,5 dB(A) → Unterschreitung um 7,5 dB(A)**
- >> **Beurteilungspegel L_r Nachtbetrieb: 34,5 dB(A) → Unterschreitung um 0,5 dB(A)**



„EXTREM-Beispielrechnung“ Altbau: Ochsner AIR 80 C 2

- >> Leistung: 65,1 kW
- >> Schallleistung nach ErP: 65,1 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im Tagbetrieb: 64 dB(A)
- >> Max. Schallleistungspegel im reduzierten Nachtbetrieb: 59 dB(A)

- >> Empfindlichkeitsstufe: reines Wohngebiet
- >> WP freistehend: + 3 dB(A)
- >> Distanz zum Empfänger: 7 m

- >> **Beurteilungspegel L_r Tagbetrieb: 45,1 dB(A) → Unterschreitung um 4,9 dB(A)**
- >> **Beurteilungspegel L_r Nachtbetrieb: 34,1 dB(A) → Unterschreitung um 0,9 dB(A)**



10 Grundregeln und Tipps zur Planung

1. Der zulässige Immissionsrichtwert (in dB(A)) unterscheidet sich je nach Gebietsart. Die Einstufung der Gebietsart ist bei der zuständigen Baubehörde zu erfragen. Für die Planung sind in der Regel die Nachtwerte anzusetzen.
2. Die Herstellerangaben sind bei der Auswahl des Aufstellortes mit zu berücksichtigen.
3. Eine Verdoppelung des Pegels, z.B. durch eine zweite Schallquelle gleicher Schallabstrahlung entspricht einer Erhöhung um 3 dB. Für das durchschnittliche menschliche Gehör ist eine Erhöhung um 10 dB notwendig, damit ein Geräusch als doppelt so laut empfunden wird.
4. Der gemessene Schalldruckpegel ist immer abhängig von der Entfernung zur Schallquelle.
5. Der Schallleistungspegel ist eine schallquellenspezifische, abstands- und richtungsunabhängige Größe, die nur rechnerisch ermittelt werden kann.

10 Grundregeln und Tipps zur Planung

6. Schallabsorbierende Umgebungsflächen sollten bevorzugt werden. So ist beispielsweise eine Aufstellung auf einer Rasenfläche einem Standort auf geschlossenen Betonflächen vorzuziehen.
7. Mit einer Verdoppelung der Distanz zur Schallquelle reduziert sich der Schalldruckpegel um jeweils 6 dB(A).
8. Um Schwingungen und Geräusche im Gebäude zu minimieren, sind Wärmepumpen möglichst gut vom Baukörper zu entkoppeln.
9. Außen aufgestellte Wärmepumpen (auch Split-Verdampfer) sind so zu installieren, dass der Luftstrom an keiner Seite behindert wird, da dies zu einem höheren Betriebsgeräusch führt und die Leistungsfähigkeit negativ beeinflusst.
10. Grundsätzlich ist bei dem Anschluss der Wärmepumpe an Rohr- und Elektroleitungen auf eine schalltechnische Entkoppelung zur Hausinstallation zu achten.

Effizienzvergleich Luft/Wasser-Wärmepumpen im effizienten Neubau

	Ochsner GMLW 5 plus ^{*/***}	Stiebel Eltron LWZ 304 Trend/Smart ^{****}	Viessmann Vitocall 222-S AWT- AC 221.A07 ^{**/****}	Ochsner Air 414 C Eagle ^{**/***}
Wärmeleistung bei A2/W35 (EN14511)	5,40 kW	4,32 kW	5,60 kW	5,50 kW
Abweichung von Referenz-WP in Prozent				
Wärmeleistung bei A-7/W35 (EN14511)	4,10 kW	2,98 kW	6,60 kW	7,8 kW
Abweichung von Referenz-WP in Prozent				
Leistungszahl bei A2/W35 (EN14511)	4,10	3,40	3,24	4,00
Abweichung von Referenz-WP in Prozent		- 21 %	- 27 %	- 2,5 %
Leistungszahl bei A-7/W35 (EN14511)	3,20	2,72	2,49	2,90
Abweichung von Referenz-WP in Prozent		- 18 %	- 29 %	- 10 %

- * Referenz-Wärmepumpe
- ** Wärmepumpe mit Inverter-Technik (drehzahlgesteuerte Verdichtertechnik)
- *** Arbeitszahlen unabhängig ermittelt im WPZ in Buchs/Schweiz
- **** Werksangaben



Effizienzvergleich im Standard-Neubau und im effizienten Altbau

	Ochsner GMLW 14 plus*/***	Stiebel Eltron WPL 18 E****	Viessmann Vitocall 242-S AWT- AC 241.B13**/****	
Wärmeleistung bei A2/W35 (EN14511)	13,20 kW	11,30 kW	9,06 kW	
Abweichung von Referenz-WP in Prozent				
Wärmeleistung bei A-7/W35 (EN14511)	10,60 kW	9,72 kW	10,70 kW	
Abweichung von Referenz-WP in Prozent				
Leistungszahl bei A2/W35 (EN14511)	4,40	3,73	3,72	
Abweichung von Referenz-WP in Prozent		- 18 %	- 18 %	
Leistungszahl bei A-7/W35 (EN14511)	3,60	3,27	2,90	
Abweichung von Referenz-WP in Prozent		- 10 %	- 24 %	

- * Referenz-Wärmepumpe
- ** Wärmepumpe mit Inverter-Technik (drehzahlgesteuerte Verdichtertechnik)
- *** Arbeitszahlen unabhängig ermittelt im WPZ in Buchs/Schweiz
- **** Werksangaben



Effizienzvergleich im Altbau

	Ochsner GMLW 19 plus ^{*/***}	Stiebel Eltron WPL 33 HT ****/*****	Viessmann Vitocall 242-S AWT- AC 241.B16 ^{**/****}	Ochsner Air 717 C Eagle ^{**/**}
Wärmeleistung bei A2/W35 (EN14511)	17,20 kW	7,45 kW	11,30 kW	7,10 kW
Abweichung von Referenz-WP in Prozent				
Wärmeleistung bei A-7/W35 (EN14511)	13,7 kW	12,38 kW	13,30 kW	12,80 kW
Abweichung von Referenz-WP in Prozent				
Leistungszahl bei A2/W35 (EN14511)	4,20	3,47	3,66	4,20
Abweichung von Referenz-WP in Prozent		- 21 %	- 15 %	+/- 0 %
Leistungszahl bei A-7/W35 (EN14511)	3,50	2,47	2,59	3,10
Abweichung von Referenz-WP in Prozent		- 42 %	- 35 %	- 13 %

- * Referenz-Wärmepumpe
- ** Wärmepumpe mit Inverter-Technik (drehzahlgesteuerte Verdichtertechnik)
- *** Arbeitszahlen unabhängig ermittelt im WPZ in Buchs/Schweiz
- **** Werksangaben
- ***** Wärmepumpe mit Zwilling-Verdichter



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Viele weitere Informationen finden Sie auf unserem Internetauftritt

www.leitenstern.eu