



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für  
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK  
**Bundesamt für Energie BFE**

# Qualitätsüberwachung von Kleinwärmepumpen und statistische Auswertung der Prüfergebnisse 2018

Jahresbericht

Ausgearbeitet durch:

**Mick Eschmann, Interstaatliche Hochschule für Technik NTB**

Werdenbergstrasse 4, CH – 9471 Buchs SG

mick.eschmann@ntb.ch, [www.ntb.ch](http://www.ntb.ch)

## **Impressum**

Datum: 06.12.2018

**Im Auftrag des Bundesamt für Energie**, Bereich Umgebungswärme

Mühlestrasse 4, CH-3063 Ittigen

Postadresse: CH-3003 Bern

Tel. +41 58 462 56 11, Fax +41 58 463 25 00

[www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

Fachspezialistin Erneuerbare Energien : Rita Kobler [Rita.Kobler@bfe.admin.ch](mailto:Rita.Kobler@bfe.admin.ch)

Projektnummer: SI/401321-02

Bezugsort: [www.bfe.admin.ch](http://www.bfe.admin.ch)

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen ist ausschliesslich der Autor dieses Berichts verantwortlich.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Zusammenfassung</b>	<b>4</b>
<b>1 Wärmepumpentypen</b>	<b>5</b>
1.1 Allgemeine Effizienz-Entwicklung der Luft/Wasser-Wärmepumpe .....	5
1.2 Bauarten von Luft/Wasser-Wärmepumpen .....	9
1.3 Schallentwicklung von Luft/Wasser-Wärmepumpen .....	10
1.4 Allgemeine Effizienz-Entwicklung der Sole/Wasser-Wärmepumpe.....	13
1.5 Schlussfolgerung.....	15
<b>2 Brauchwarmwasser-Wärmepumpen</b>	<b>16</b>
2.1 Schlussfolgerung.....	17
<b>3 Referenzen</b>	<b>18</b>

## Zusammenfassung

Seit 2005 wurden beim akkreditierten Wärmepumpen-Testzentrum WPZ in Buchs SG insgesamt 186 Luft/Wasser-Wärmepumpen beim Betriebspunkt A2/Wxx-35 (Aussentemperatur 2°C und Vorlauftemperatur 35°C) und 205 Sole/Wasser-Wärmepumpen beim Betriebspunkt B0/W30-35 (Quellentemperatur 0°C und Vorlauftemperatur 35°C) nach der Norm EN 14511 geprüft. Dabei wurden bei den Luft/Wasser-Wärmepumpen zwischen drei unterschiedlichen Bauarten (Split-Anlage, Aussenaufstellung und Innenaufstellung) unterschieden. In diesem Zeitraum wurden 107 Split-Anlagen, 40 Aussenaufstellungen und 39 Innenaufstellungen am WPZ geprüft.

Im Berichtsjahr 2018 wurden insgesamt 65 Luft/Wasser-Wärmepumpen gemessen, jedoch nur 23 nach EN 14511 bei A2/Wxx-35 (Split = 17 Messungen, Aussen = 6 Messungen). Bei den restlichen 45 Luft/Wasser-Wärmepumpen handelt es sich um Messungen nach EN 14825 bzw. ErP-Directive oder für NF PAC (Französische Zertifizierung). Die in der EU und in der Schweiz gesetzlich vorgeschriebene Energiekennzeichnung für Raumheizgeräte basiert bei Wärmepumpen auf Messungen nach EN 14825, weshalb in Zukunft Wärmepumpen wohl hauptsächlich nach dieser Norm geprüft werden. Zusätzlich zu den Messungen der Luft/Wasser-Wärmepumpen wurden 9 Sole/Wasser- und 13 Wasser/Wasser-Wärmepumpen-Prüfungen durchgeführt. Insgesamt wurden 5 Wärmepumpen am Normpunkt B0/Wxx-35 nach EN 14511 gemessen. Die Daten der Wasser/Wasser-Wärmepumpe werden in dieser Statistik nicht aufgenommen, da diese nur eine kleine Rolle auf dem Schweizer Markt spielen. Seit 2005 wurden in Buchs insgesamt 88 Wasser/Wasser-Wärmepumpen beim Betriebspunkt W10/Wxx-35 nach EN 14511 gemessen.

Zwischen 2005 und 2012 stieg die Effizienz der Luft/Wasser-Wärmepumpen beim Normpunkt jährlich durchschnittlich um 1.8%. Dies ist u.a. auf die längeren Heizzyklen zwischen zwei Abtauungen zurückzuführen (nicht alle Wärmepumpen werden mit einem Abtauzyklus ausgewertet). In den Jahren zwischen 2012 und 2016 war im Mittel keine Effizienzsteigerung zu beobachten, erst im Berichtsjahr konnte wieder eine markant höhere Effizienz bei Luft/Wasser-Wärmepumpen festgestellt werden. Der durchschnittliche COP der am WPZ gemessenen Geräte lag im Berichtsjahr bei 3.56. Der SCOP wird bei den Luft/Wasser-Wärmepumpen seit 2014 ermittelt und liegt im Berichtsjahr bei 4.27

Seit 2011 bei Sole/Wasser-Wärmepumpen die Mindest-COP-Anforderung für das FWS-Gütesiegel von 4.00 auf 4.30 erhöht wurde, konnte bei den gemessenen Geräten eine Effizienzsteigerung festgestellt werden. So stieg der durchschnittlich gemessene COP durch diese erhöhte Anforderung von 4.25 auf 4.40. Seit 2011 liegt der jährliche COP-Durchschnitt oberhalb dieser Grenze von 4.30. Im 2018 wurde am WPZ ein mittlerer COP von 4.35 gemessen. Seit 2016 werden vermehrt die Wärmepumpen mit einem SCOP ausgewertet, der aktuell im Schnitt bei 4.83 liegt.

Die Brauchwarmwasser-Wärmepumpe, auch Warmwasser-Wärmepumpe oder Wärmepumpen-Boiler genannt, werden seit Januar 2012 nach der neuen Norm EN 16147 bzw. ErP-Directive (seit 2017 auch nach der Schweizerischen Energieeffizienzverordnung) geprüft. Als Folge dieser europäischen Directive werden seit Anfang 2015 die Messungen für den Schweizer Markt bei 20°C und nicht mehr bei 15°C durchgeführt. Dadurch liegen die Ergebnisse rund 10% höher als früher. Die durchschnittlichen COP-Werte liegen im Berichtsjahr bei 3.47 (20°C). Insgesamt wurden im 2018 nur 2 Wärmepumpen an dieser Prüfbedingung gemessen. Zudem werden auch Trinkwarmwassermessungen bei 7 °C durchgeführt. Die mittlere Effizienz liegt bei den 5 Messungen bei 3.05.

# 1 Wärmepumpentypen

In diesem Kapitel werden alle Effizienz-Messungen, die nach den Prüfnormen EN 14511 [1][2][3] und EN 14825 [4] durchgeführt wurden, berücksichtigt. Zur Auswertung der Leistungszahlen (COP) werden die Ergebnisse verwendet, die bei den Prüfnormpunkten A2/Wxx-35 (Luft/Wasser-Wärmepumpen) resp. B0/W30-35 (Sole/Wasser-Wärmepumpen) durchgeführt wurden. Bei den Luft/Wasser-Wärmepumpen werden zwischen drei Bauarten unterschieden:

- Innenaufgestellte Wärmepumpe (ganze Wärmepumpe wird im Haus, z.B. im Keller installiert)
- Aussenaufgestellte Wärmepumpe (ganze Wärmepumpe wird ausserhalb des Hauses installiert)
- Split-Wärmepumpe (ein Teil der Wärmepumpe wird im Haus und der andere Teil wird ausserhalb des Hauses installiert)

Bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen werden nur die innenaufgestellte Variante für Erdwärmesonde oder Erdregister geprüft. Die Schallmessungen werden bei A7/W47-55 (Luft/Wasser-WP) und B0/W47-55 (Sole/Wasser-WP) durchgeführt. Erläuterungen der Messpunkte in der folgenden Tabelle 1.1.

Tab. 1.1: Erläuterung der Messpunkte

Messpunkt	Quellentemperatur [°C]	Vorlauftemperatur [°C]	Rücklauftemperatur [°C]	Norm
A7/W30-35	2	35	30	EN 14511
A2/Wxx-35	2	35	ergibt sich durch den eingestellten Volumenstrom bei A7/W30-35	EN 14511
A7/W47-55	7	55	47	EN 14511
B0/W30-35	0	35	30	EN 14511
B0/W47-55	0	55	47	EN 14511

Aus den Auswertungen soll ersichtlich werden, wie sich die verschiedenen Wärmepumpentypen in den letzten Jahren entwickelt und verhalten haben und wohin der Trend (sofern einer ersichtlich ist) in Zukunft führen kann.

## 1.1 Allgemeine Effizienz-Entwicklung der Luft/Wasser-Wärmepumpe

Die Energieeffizienz der Luft/Wasser-Wärmepumpe hat sich seit Messbeginn von 1993 beim Messpunkt A2/Wxx-35 bis 2010 stetig verbessert. In Abb. 1.1 sind die Entwicklung des COPs nach aktueller (blau) und abgelöster (rot) Norm ersichtlich, wobei letztere seit 2013 nicht mehr gemessen wird.

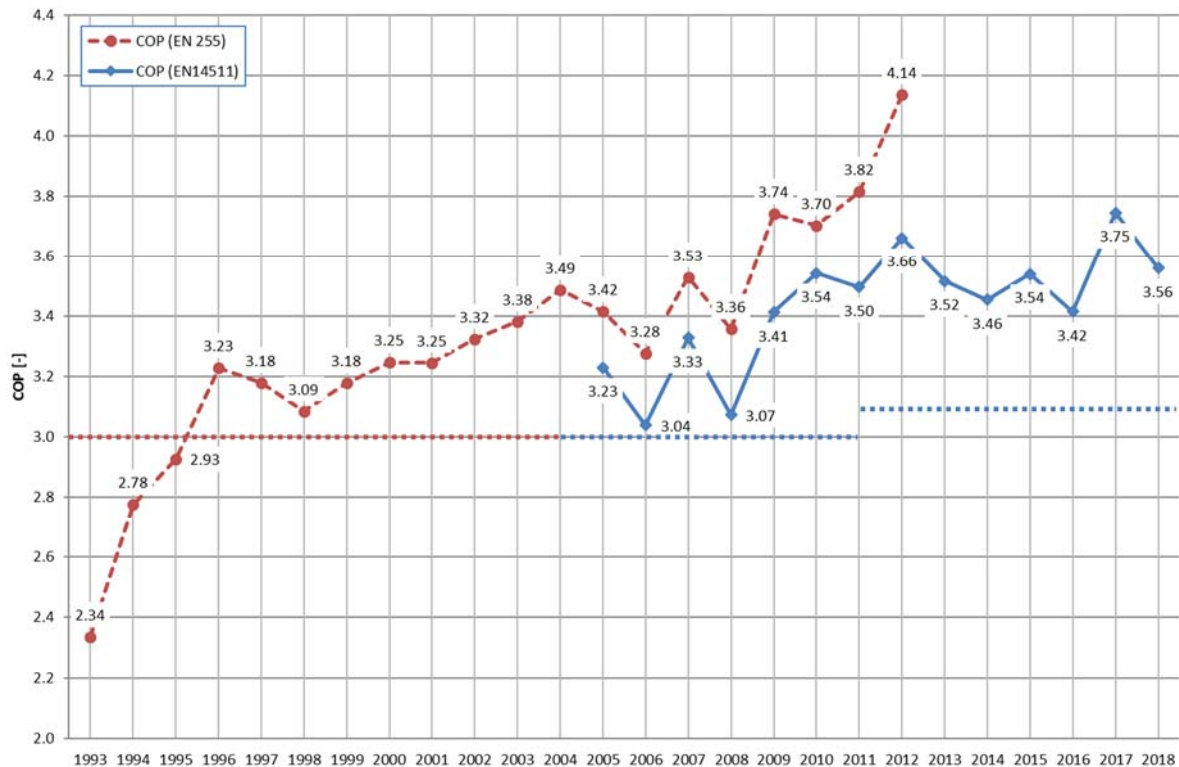


Abb. 1.1: COP-Entwicklung der Luft/Wasser-Wärmepumpe seit 1993

Hier ist jedoch zu erwähnen, dass in Zukunft immer weniger Datenpunkte bei A2/Wxx-35 zur Verfügung stehen werden, da dieser Messpunkt keine Bedeutung mehr für das EHPA-Gütesiegel hat. Zurzeit liegen aber noch genügend Messwerte vor, damit eine Aussage über die Effizienzentwicklung gemacht werden kann. Der COP-Mittelwert der gemessenen Wärmepumpen liegt im Berichtsjahr bei 3.56. Beim Zurückschauen bis 2010 wird erkennbar, dass sich die Effizienz an diesem Messpunkt nicht mehr sonderlich verbessert hat. Einen Grund hierfür kann die Streuung der COP-Werte sein. Bei der Betrachtung der Abb 1.2 wird klar, dass in einigen Jahren die Streuung der einzelnen Ergebnisse durchaus frappant waren. So zum Beispiel im aktuellen Jahr. Die Differenz des tiefsten und höchsten COP beträgt ganze 2.26. Natürlich handelt es sich um diesen tiefen Wert um einen Ausreisser, aber er beeinflusst den Jahresmittelwert. Ausserdem fällt in diesem Diagramm auf, dass vermehrt Messungen bei A2/Wxx-35 ohne Abtauung ausgewertet werden können. Die Abb. 1.2 zeigt den grossen Unterschied zwischen Norm-Messungen mit und ohne Abtauung. Bei den Messungen ohne Abtauungen liegt der jahresdurchschnittliche COP seit 2009 zwischen 3.9 und 4.3. Demgegenüber liegen die Werte mit mindestens einer Abtauung bei durchschnittlichen COPs zwischen 3.1 und 3.5. Dies entspricht einem Unterschied von rund 20%.



Abb. 1.2: COP-Vergleich zwischen Wärmepumpen mit und ohne Abtauung

Nun stellt sich die Frage, weshalb bei den einen Wärmepumpe eine Abtauung berücksichtigt wird und bei den anderen nicht. In der EN 14511 ist das Kriterium für die Nichtberücksichtigung der Abtauung beschrieben. Vereinfacht gesagt, darf die Heizleistung während dem Heizbetrieb von der 70. bis zur 140. min nicht um mehr als 2.5 % abnehmen. Ist dies der Fall, kann die Auswertung ohne Abtauung vorgenommen werden. Bei grösserer Abnahme muss die Abtauung in die Auswertung mitreingemessen werden. Würden jedoch die Abtau-Messungen ohne Abtauung ausgewertet, wäre die Effizienz dieser Wärmepumpen im Schnitt um rund 5 bis 9 % höher. Mit anderen Worten, für die Enteisung des Verdampfers beim Messpunkt A2/Wxx-35 werden rund 5 bis 9 % der zuvor zugeführten Wärmeenergie zurückgefordert.

Die Streuung der einzelnen Messergebnisse ist jedoch gross, so liegen die Leistungszahlen im Berichtsjahr mit Abtauung zwischen 2.36 und 3.74. Dieselben Wärmepumpen würden einen COP von 3.21 bis 4.07 aufweisen, falls keine Abtauung berücksichtigt würde. Bei den Auswertungen ohne Abtauung liegt die Streuung zwischen 3.20 und 4.61. Dies wird sich ebenfalls auf den SCOP nach EN 14825 auswirken, da der Betriebspunkt bei Aussentemperatur von 2°C stark ins Gewicht für die Berechnung des SCOPs fällt. Für die Berechnung des SCOPs ist jedoch nicht der Prüfpunkt A2/Wxx-35 massgebend, sondern der Prüfpunkt A2/Wxx-30. Dies ist ein bedeutender Grund, weshalb in Zukunft immer weniger Wärmepumpen bei diesem Prüfpunkt A2/Wxx-35 gemessen werden. Um das Gütesiegel beantragen zu können, muss heute die Luft/Wasser-Wärmepumpe ein SCOP von 3.40 erreichen. Der Mindest-COP von 3.10 bei A2/Wxx-35 ist nicht mehr gefragt.

In der Abb. 1.3 sind die SCOP-Werte bei 35 °C (bezieht sich auf Bodenheizung) und bei 55 °C (bezieht sich auf Radiatorheizung) ersichtlich. Die erste SCOP-Messungen starteten somit im 2014. Zum jetzigen Zeitpunkt ist beim SCOP (35 °C) einen tendenziellen Anstieg erkennbar, wobei die Streuung in sich sehr gross ist. Im Berichtsjahr reichte dieser von 3.65 bis 4.94.

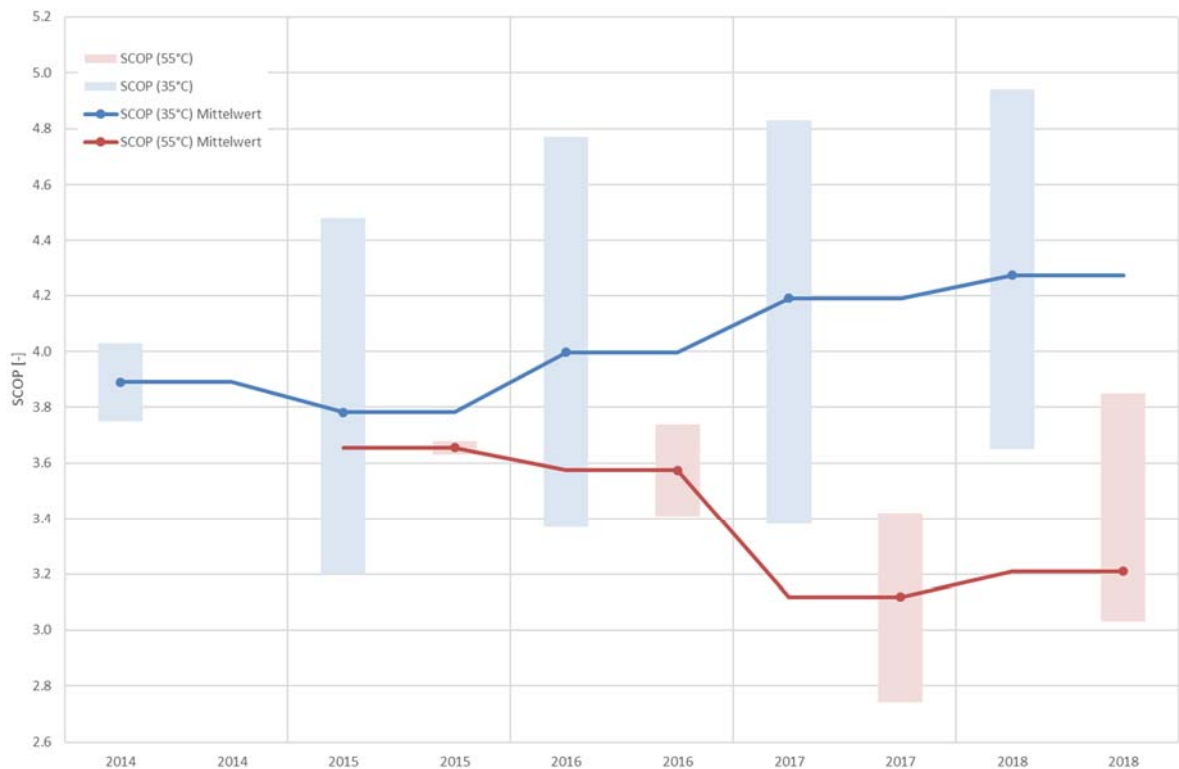


Abb. 1.3: SCOP-Entwicklung der Luft/Wasser-Wärmepumpen

Zusätzlich dem Bodenheizungs-SCOP werden auch Radiatorheizungs-SCOP ermittelt, die zwar für das Gütesiegel nicht notwendig sind, jedoch für die Energieetikette [5]. Hier liegen die Werte im Berichtsjahr zwischen 3.03 und 3.85. Jedoch ist zu erwähnen, dass die SCOP55 in den Jahren 2015 und 2016 überdurchschnittlich hoch waren. Dies, weil in diesen Jahren hauptsächlich die SCOP55-Messung an Wärmepumpen durchgeführt wurden, die für den Sanierungsmarkt vorgesehen waren. Bei diesen Wärmepumpen wurden keine SCOP35-Messung durchgeführt. In den letzten beiden Jahren wurden vor allem SCOP35-Messungen durchgeführt, bei denen auch die SCOP55-Messung gewünscht waren. Folgende Messpunkte werden für die Berechnung der beiden SCOP-Werte geprüft.

Tab. 1.2: Messpunkte für die Berechnung des SCOPs (EN 14825)

SCOP 35 (Bodenheizung)	SCOP 55 (Radiatorheizung)
A-10/Wxx-35	A-10/Wxx-55
A-7/Wxx-34	A-7/Wxx-52
A2/Wxx-30	A2/Wxx-42
A7/Wxx-27	A7/Wxx-36
A12/Wxx-24	A12/Wxx-30
Bivalenzpunkt	Bivalenzpunkt



## 1.2 Bauarten von Luft/Wasser-Wärmepumpen

Die Verteilung von Prüfungen in Split-, aussenaufgestellten und innenaufgestellten Wärmepumpen ist sehr unterschiedlich verteilt. Seit 2005 wurden insgesamt 107 Splitanlagen, 40 aussenaufgestellte und 39 innenaufgestellte Wärmepumpen beim genannten Messpunkt geprüft. Auffallend ist, dass in den letzten 5 Jahren hauptsächlich Split-Wärmepumpen ausgemessen wurden.

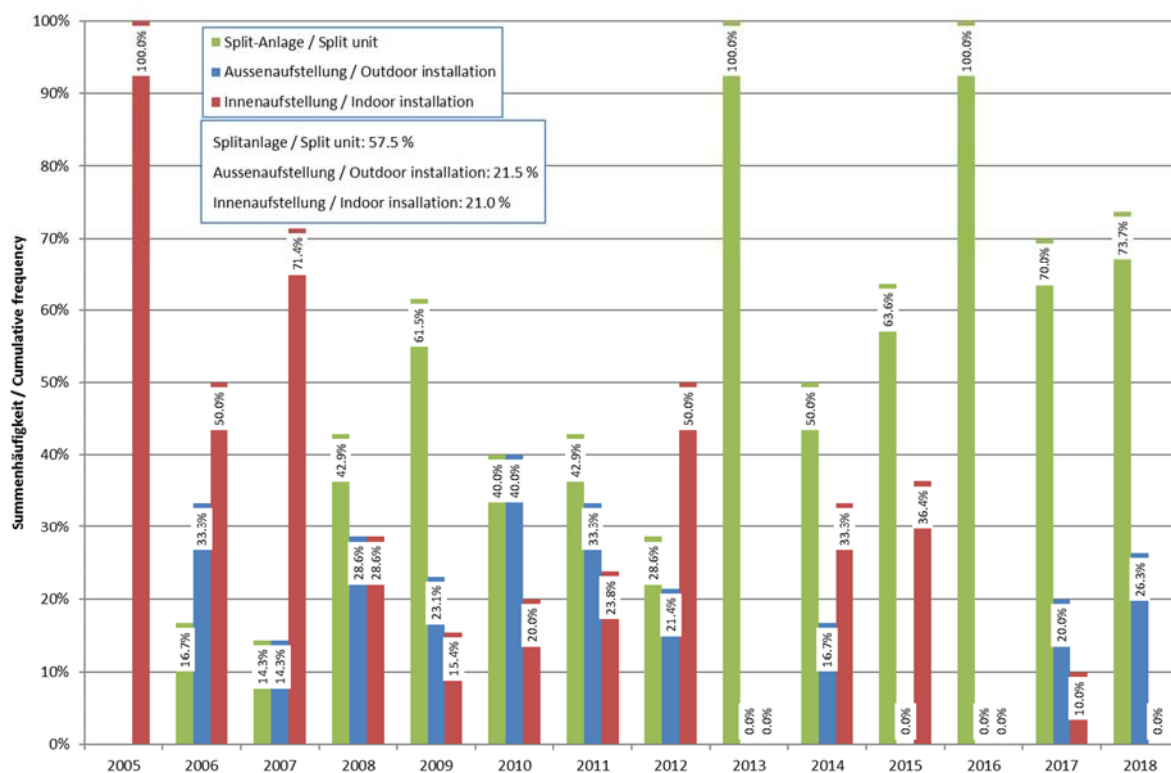


Abb. 1.3: Wärmepumpentypen auf dem WPZ-Prüfstand seit 2005

Aktuell zeigt sich, dass die Split-Wärmepumpe im Trend liegt. Im Berichtsjahr sind 74 % aller Prüfstandobjekte auf die Split-Variante zurück zu führen. Bei der aussenaufgestellte Luft/Wasser-Wärmepumpe ist jedoch zu beobachten, dass sich das Design von der ursprünglichen Innenaufstellungs- zur Split-Optik ändert. So konnte die Aussengrösse der aussenaufgestellten Luft/Wasser-Wärmepumpe in den letzten Jahren stark reduziert werden. Da die aussenaufgestellte Wärmepumpe gegenüber der Split-Wärmepumpe einen kleineren Installationsaufwand (Verlegung von Wasser- statt Kältemittelleitungen) mit sich bringt, könnte sich der Trend in naher Zukunft zu diesem Typ wenden.

Obwohl sich die Sensibilität auf Schall nicht nur in der Schweiz, sondern auch in der EU an Bedeutung gewinnt, ist einen Trend zur innenaufgestellten Luft/Wasser-Wärmepumpe zum jetzigen Zeitpunkt nicht zu beobachten.

Allgemein kann angenommen werden, dass Split- und aussenaufgestellte Wärmepumpen im Neubau und Sanierungsbereich angewendet werden. Die innenaufgestellte Wärmepumpe wird heute praktisch nur bei Neubauten installiert. Im folgenden Diagrammen wird die Effizienzentwicklung der drei Bauarten gezeigt.

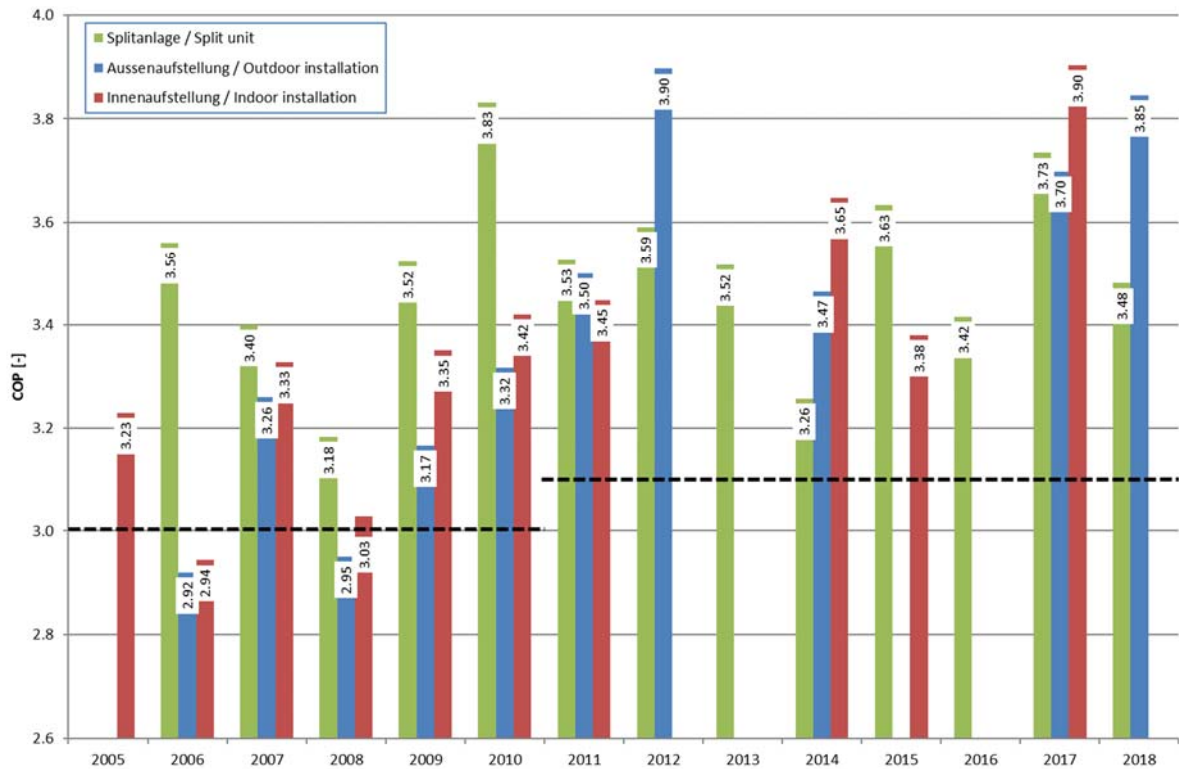


Abb. 1.4: COP-Entwicklung von den verschiedenen Wärmepumpen-Bauarten seit 2005

In Abb. 1.4 ist ersichtlich, dass die jährliche Streuung der einzelnen Werte relativ gross ist. Bis ins Jahr 2010 war die Split-Wärmepumpe im Schnitt die effizienteste der 3 Varianten. Danach konnte sich keine der 3 Bauarten von den anderen effizienzmassig abheben (ausgenommen 2012 und im Berichtsjahr). Die aussenaufgestellte Wärmepumpenvariante konnte den durchschnittlichen COP-Wert von 3.50 im Jahr 2011 auf 3.85 (+ 10 %) im Jahr 2018 erhöhen. Dem gegenüber konnte die innenaufgestellte Wärmepumpe diesen mittleren Wert im Zeitraum von 2011 bis 2017 sogar von 3.45 auf 3.90 (+ 13 %) erhöhen. Die Split-Wärmepumpen könnten durchaus in zwei Gruppen unterteilt werden, da es sich hier einerseits um Klimageräte und andererseits um Wärmepumpen handeln. So liegt der COP-Median (50% der gemessenen COPs liegen entweder oberhalb oder unterhalb dieses Wertes) der Klimageräte zwischen 2014 und 2018 bei 3.28 und der Wärmepumpen bei 3.90 (+ 18.9%). Die schwarzgestrichelte Linie entspricht der Mindest-COP-Anforderung für das EHPA-Gütesiegel (European Heat Pump Association – Europäischer Wärmepumpen-Verband) im entsprechenden Jahr, die im 2018 jedoch keine Bedeutung mehr hat.

### 1.3 Schallentwicklung von Luft/Wasser-Wärmepumpen

Vor allem bei den Luft/Wasser-Wärmepumpen spielt der Schall immer mehr eine bedeutende Rolle. Deshalb sind viele Hersteller bemüht, möglichst schallarme Wärmepumpen auf den Markt zu bringen. In der nächsten Abb. 1.5 wird auf diese Schallthematik eingegangen. Hier werden die innenaufgestellten Wärmepumpen direkt mit den anderen beiden Wärmepumpenbauarten (aussenaufgestellte und Split-Wärmepumpen) verglichen. Der jährliche Medianwert liegt bei der innenaufgestellten Wärmepumpe (mit Ausnahme von 2011) immer tiefer als jener der aussenaufgestellten Wärmepumpe oder Split-Anlage. Die Streuung der Schallleistungspegel in den einzelnen Jahren können bis zu 27 dB betragen. Nach LSV (Lärmschutzverordnung) [6] müsste eine Wärmepumpe, die z.B. 20 dB lauter ist, um

mehr als 20 Meter weiter vom Nachbarn entfernt installiert werden, damit keine zusätzlichen Schalloptimierungen durchgeführt werden müssen. In den meisten Fällen jedoch stehen kaum solche Distanzen zur Verfügung. Hier ist noch hinzuzufügen, dass die Schalleistungspegelmessungen bei A7/W47-55 durchgeführt werden. Die leistungsmodulierenden Wärmepumpen laufen bei diesem Messpunkt in Teillast und werden dadurch kaum den maximal möglichen Schalleistungspegel aufweisen.

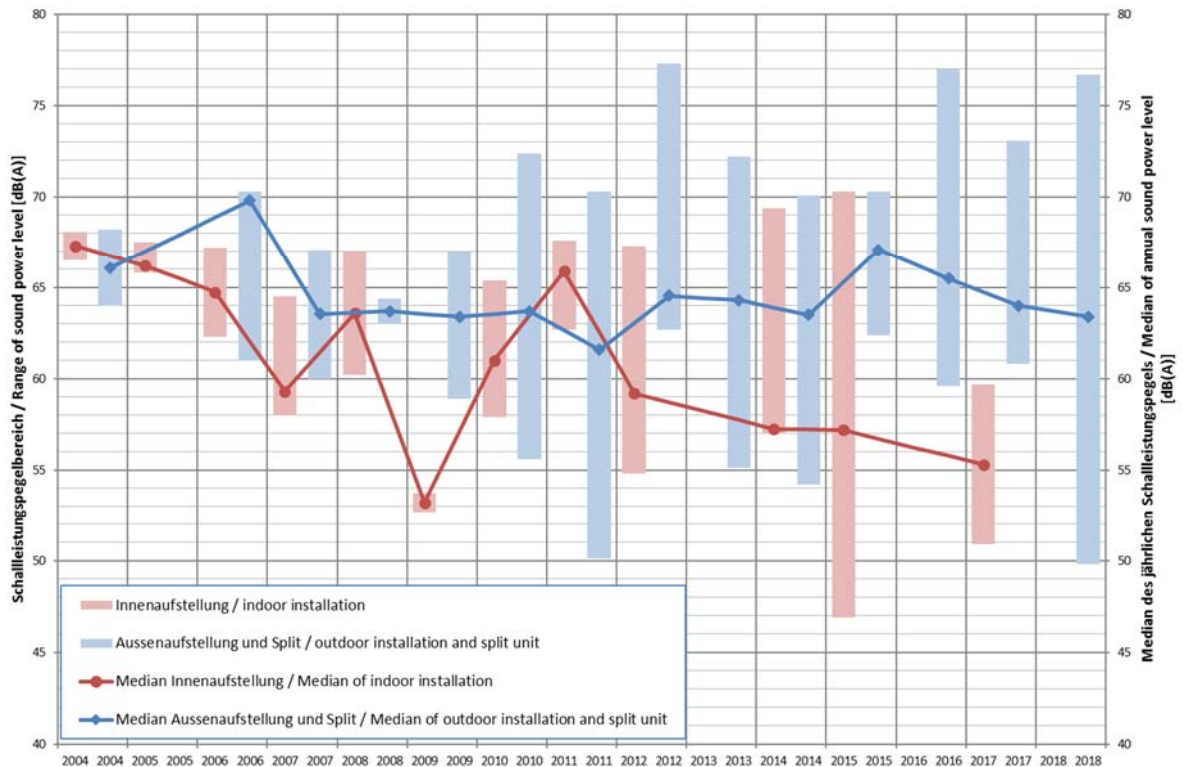


Abb. 1.5: Schalleistungspegelentwicklung zwischen Innenaufstellung und Aussenaufstellung / Split

Bei innenaufgestellten Wärmepumpen können die Schalloptimierungen im Allgemeinen etwas einfacher durchgeführt werden als bei den anderen beiden Bauarten. Bei der Innenaufstellung kann z.B. der Kanal oder der Lichtschacht als Schalloptimierung genutzt werden. Bei den anderen beiden Varianten müssen entweder bauliche oder gerätespezifische Massnahmen zur Schallreduzierung vorgenommen werden. Im Berichtsjahr liegen die Medianwerte von der innenaufgestellten Wärmepumpe um mehr 10 dB tiefer als bei der aussenaufgestellten bzw. Split-Wärmepumpe. Bei der innenaufgestellten Variante ist ein Trend zu schallärmeren Wärmepumpen seit 2004 (ausgenommen 2011) ersichtlich. Der Median hat sich von 67 (2004) auf 55 dB(A) reduziert. Bei den beiden anderen Varianten ist weder ein positiver noch negativer Trend auszumachen. Die Mediane stagnierten auf einem Wert von rund 64 dB(A). Im 2015 wurde sogar einen Median von 67 dB(A) ermittelt. Im aktuellen Jahr wurde ein Median von 63 dB(A) erreicht. Jedoch ist zu erwähnen, dass im Berichtsjahr die Streuung zwischen leisester und lautester Wärmepumpe mit 27 dB sehr frappant war. Die leiseste Messung lag bei 50 dB(A). Es handelt sich sowohl bei dem leisesten als auch dem lautesten Prüfling um eine leistungsmodulierende Wärmepumpe. Der grosse Unterschied dieser beiden Prüflinge liegt beim eingestellten Luftdurchsatz bzw. bei der Luftgeschwindigkeit, die durch den Verdampfer gezogen wird. Vereinfacht gesagt gilt, wie höher die Luftgeschwindigkeit ist, umso höher ist der Schalleistungspegel.

In der nächsten Abbildung ist die Schalleistungspegelverteilung aller Wärmepumpenbauarten seit 2009 ersichtlich. Das Diagramm soll in 2-Jahres-Blöcken aufzeigen, wie sich die Schallemissionen zeitlich entwickeln.

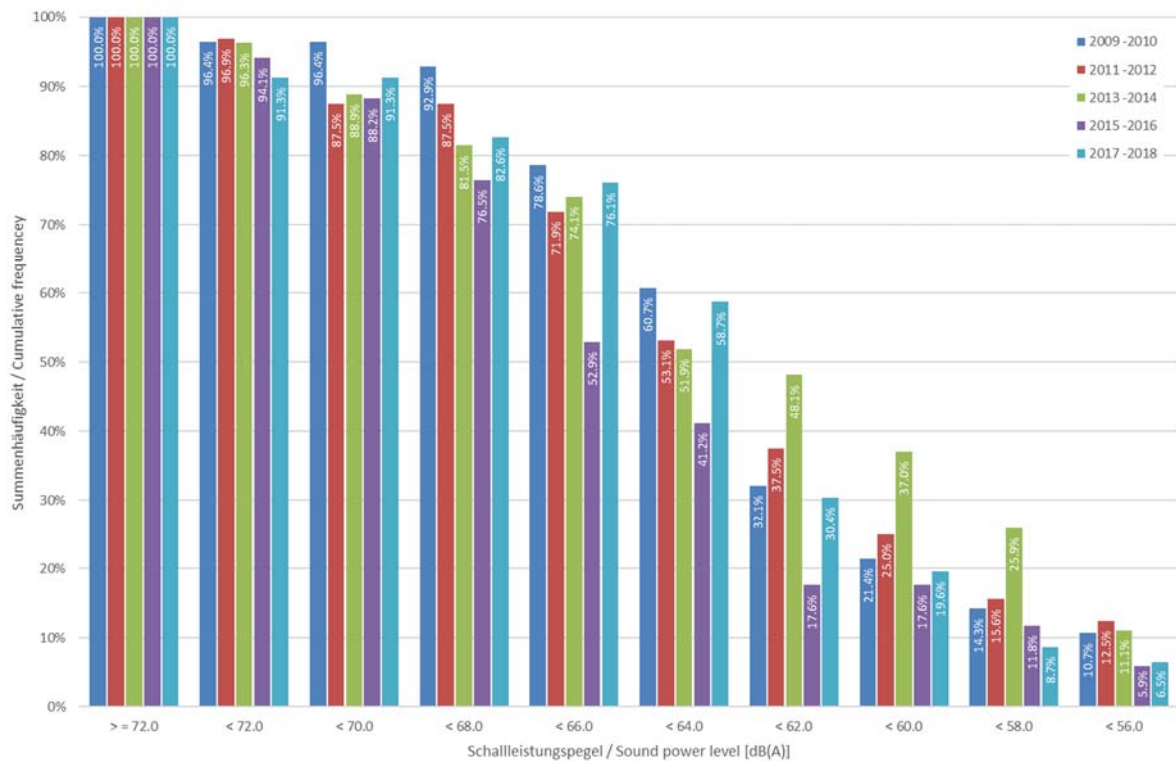


Abb. 1.6: Schalleistungspegelverteilung aller Wärmepumpentypen

Erstaunlicherweise ist mit diesen Blöcken keinen Trend auf leisere Wärmepumpen ersichtlich. So sind im 2018 zwar über 58 % (höchster Vergleichswert) aller gemessenen Wärmepumpen leiser als 64 dB(A), jedoch nur noch etwa 9 % (niedrigster Vergleichswert) leiser als 58 dB(A). Zudem kommt noch, dass im Berichtsjahr fast jede zehnte Wärmepumpe einen Schalleistungspegel von über 72 dB(A) aufwies. Solche Werte sind absolut nicht mehr zeitgemäss. Im Zeitraum 2013 und 2014 waren beinahe jede zweite Wärmepumpe leiser als 62 dB(A), was einem guten Wert entspricht. Im Berichtsjahr liegt dieser Wert bei nur noch 30 %. Die Erkenntnis, dass die Wärmepumpen durch die Invertertechnologie am Betriebspunkt A7/W47-55 leiser laufen, kann aufgrund der zur Verfügung stehenden Datenbasis nicht gewonnen werden. Die einzige Tendenz die sichtbar wird, ist, dass immer mehr wirklich leise Wärmepumpen (< 55 dB(A)) auf den Markt kommen.

## 1.4 Allgemeine Effizienz-Entwicklung der Sole/Wasser-Wärmepumpe

In der folgenden Abbildung ist die Entwicklung der Effizienz der Sole/Wasser-Wärmepumpe seit 1993 beim Messpunkt B0/Wxx-35 ersichtlich.

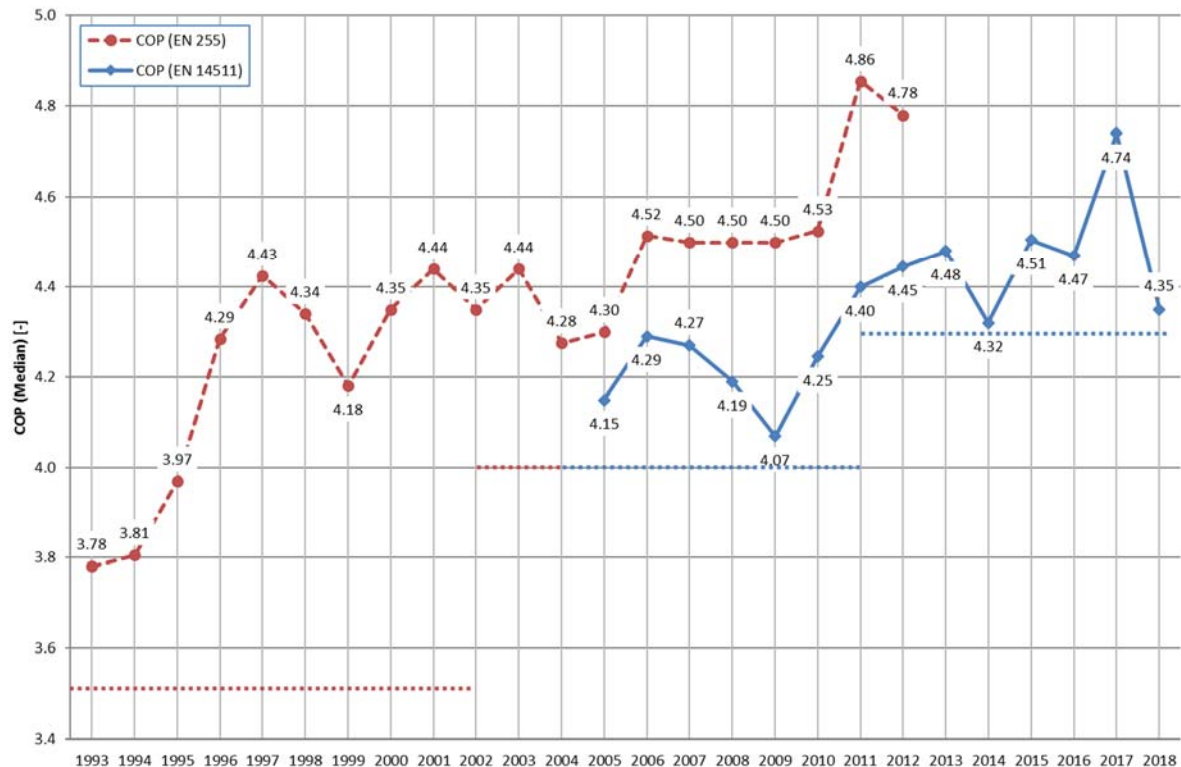


Abb. 1.7: COP-Entwicklung der Sole/Wasser-Wärmepumpe seit 1993

Die Effizienz der Sole/Wasser-Wärmepumpe hat sich seit 2005 jährlich durchschnittlich um etwa 0.8% erhöht. Im 2017 wurde bisher der höchste mittlere COP von 4.74 bei der Normnennbedingung ermittelt. Im Berichtsjahr wurde jedoch nur eine bescheidene 4.35 als Mittelwert erreicht. Dies ist vor allem auf den Leistungsbereich der Wärmepumpen zurück zu führen. Im Berichtsjahr wurden nur Sole/Wasser-Wärmepumpen mit einer Heizleistung zwischen 40 und 90 kW geprüft. In diesem Leistungsbereich sind die Wärmepumpe erfahrungsgemäss ineffizienter als im kleinen Leistungsbereich bis 20 kW. Im 2017 wurden nämlich nur Wärmepumpen im Leistungsband von 4 bis 17 kW auf dem Prüfstand gemessen.

Eine der grossen Effizienzsteigerungen der Sole/Wasser-Wärmepumpe konnte vor allem im Jahr 2011 erzielt werden. Da lag der mittlere COP aller geprüften Wärmepumpen bei 4.40. Dies konnte hauptsächlich durch die Anhebung des zu erfüllenden Mindest-COP (von 4.00 auf 4.30), damit das EHPA-Gütesiegel beantragt werden kann, erzielt werden. Seit 2014 werden keine Messungen mehr mit  $dT = 10K$  (EN 255) durchgeführt.

In der Abbildung 1.8 ist die COP-Verteilung von unterschiedlichen Zeitperioden ersichtlich. So erreichte in den Jahren 2008-2010 nur etwa jede dritte Wärmepumpe den Mindest-COP von 4.30. Zu diesem Zeitpunkt genügte jedoch auch noch einen COP von nur 4.00 für das Gütesiegel. Seit der Erhöhung auf den aktuellen Mindestwert von 2011 erreichen weit über 80 % aller WPZ-Messungen diesen Wert. Ausserdem wird die grosse Effizienzsteigerung zwischen dem Jahr 2010 und 2011 in dieser Grafik deutlich sichtbar.

Auch zwischen der Zeitperiode «2011-2013» und «2014-2016» wird einen Sprung ab einem COP von über 4.4 ersichtlich. Diese Erkenntnis ist vor allem den leistungsmodulierenden Sole/Wasser-Wärmepumpen zu verdanken, die in den letzten Jahren stark aufkamen.

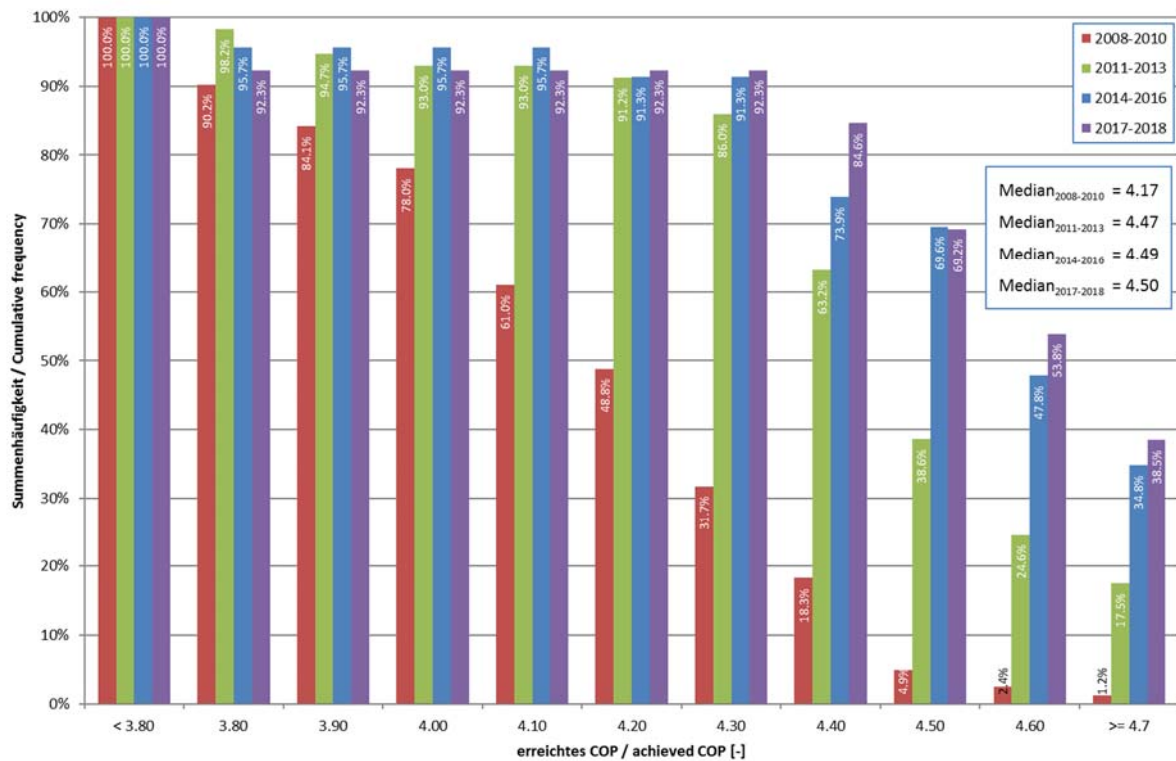


Abb. 1.8: COP-Verteilung in der zeitlichen Entwicklung

Auch bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen wird heute für das Gütesiegel einen SCOP-Wert ermittelt. In der Abb. 1.9 ist der jährliche Verlauf der berechneten SCOPs ersichtlich. Die ersten SCOP-Auswertungen wurden im 2016 durchgeführt. Bei der Betrachtung des Diagramms fällt auf, dass die Effizienz des SCOP für Bodenheizung (35 °C) jährlich sinkt. Hier ist sicherlich darauf hinzuweisen, dass im Berichtsjahr leistungsmässig eher ineffizientere Anlagen gemessen wurden, als noch z.B. im 2017. Daher kann hier nicht von einem Negativtrend die Rede sein. Die Werte liegen zwischen im 2018 zwischen 4.7 und 4.9.

Die SCOP-Werte für Radiatorheizung (55 °C) liegen gegenüber der Bodenheizungsauswertung erfahrungsgemäss etwas niedriger bei 3.8.



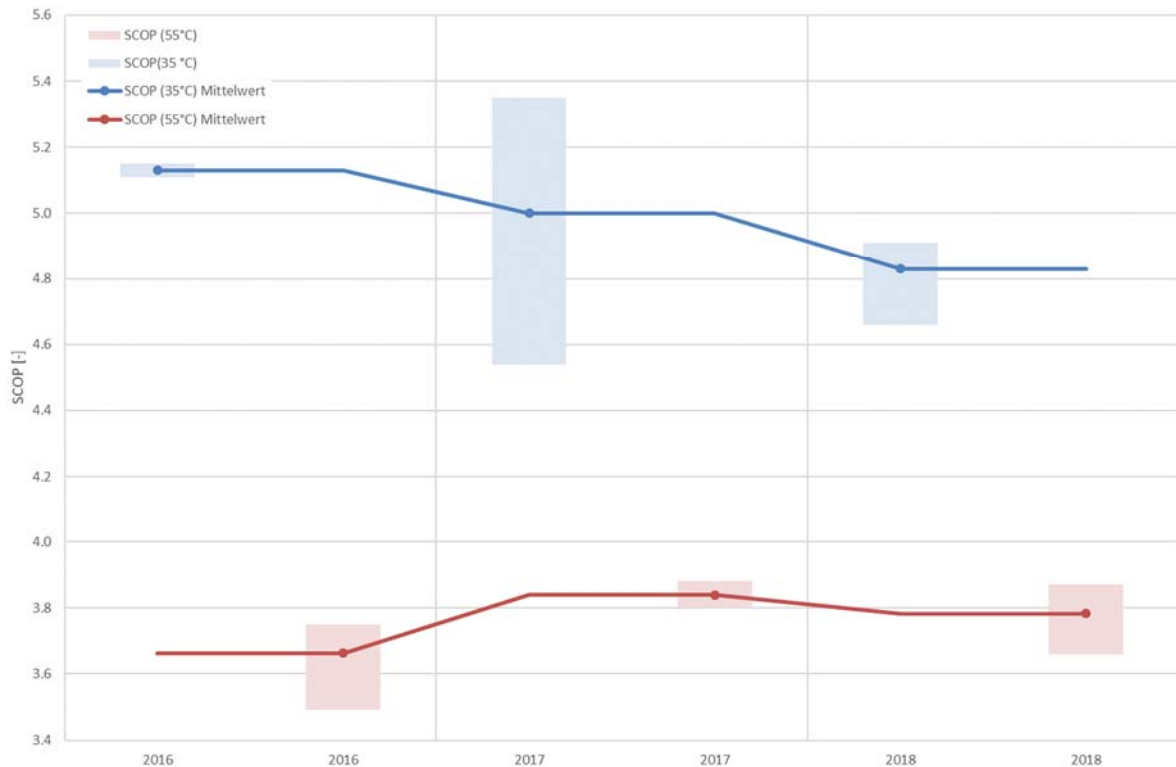


Abb. 1.9: SCOP-Entwicklung der Sole/Wasser-Wärmepumpen

## 1.5 Schlussfolgerung

Bei den Luft/Wasser-Wärmepumpen zeichnet sich kein eindeutiges Bild ab, welche Variante sich in Zukunft durchsetzen wird. Hier spielen mehrere Faktoren eine Rolle. Auf der einen Seite stehen die Investitionskosten, die eher für eine Split- oder aussenaufgestellte Wärmepumpe (v.a. Klimagerät) sprechen. Auf der anderen Seite stehen die ganze Schallproblematik, die eher der Innenaufstellung entgegenkommt. Auch kann keine der geprüften Aufbauarten bezüglich der Effizienz sich hervorheben. Da liegen die drei Varianten (Innen-, Aussenaufstellung und Splitausführung) im Schnitt gleich auf. Es zeigt sich jedoch eindeutig, dass die Invertertechnologie die konventionelle Ein/Aus-Variante ablöst. So waren in den letzten beiden Jahren mehr als 80 % aller Prüflinge leistungsmodulierend.

Die Sole/Wasser-Wärmepumpe hat einen Effizienzschub u.a. im Jahre 2011 gehabt, da sich der Grenzwert, um ein Gütesiegel beantragen zu können, von 4.00 auf 4.30 angehoben wurde. Ausserdem fällt auf, dass in den letzten Jahren die Effizienz durch leistungsmodulierenden Wärmepumpe nochmals markant steigern konnte. Bei den Sole/Wasser-Wärmepumpen zeigt sich zurzeit einen starken Trend hin zu den leistungsmodulierenden Wärmepumpen. Bei Wärmepumpen im Leistungsbereich bis 20 kW wird die Leistung hauptsächlich durch einen Inverter geregelt und oberhalb von 40 kW werden hierzu mehrstufige Kältesätze eingesetzt.

## 2 Brauchwarmwasser-Wärmepumpen

Seit Ende 2011 führt das Wärmepumpen-Testzentrum WPZ die Trinkwarmwasser-Wärmepumpen-Prüfungen nach der aktuellen Norm EN 16147 [7] [8] und seit 2014 auch die Messungen nach der ErP-Directive durch. Im Berichtsjahr wurden insgesamt 2 Trinkwarmwasser-Wärmepumpen bei A20/W10-55 und 5 bei A7/W10-55 geprüft. Ausserdem wurden auch schon Sole/Wasser-Wärmepumpen mit integriertem Speicher bei B0/W10-55 gemessen, wobei im Berichtsjahr keine gemessen wurde. Insgesamt wurden bereits 124 Geräte an einem dieser Prüfbedingungen gemessen. 47 Wärmepumpen-Boiler wurden nach der ErP-Richtlinie [5] und der Energieeffizienzverordnung [9] gemessen, wobei 8 davon Sole/Wasser-Wärmepumpen mit integriertem Speicher waren.

In der folgenden Abbildung 2.1 sind die Summenhäufigkeiten der erreichten COP-Werte bei all den oben erwähnten Prüfbedingungen ersichtlich. Der Median liegt bei den geprüften Trinkwarmwasser-Wärmepumpen bei 3.53 (A20), bei 2.60 (A7) respektive bei 2.70 (B0).

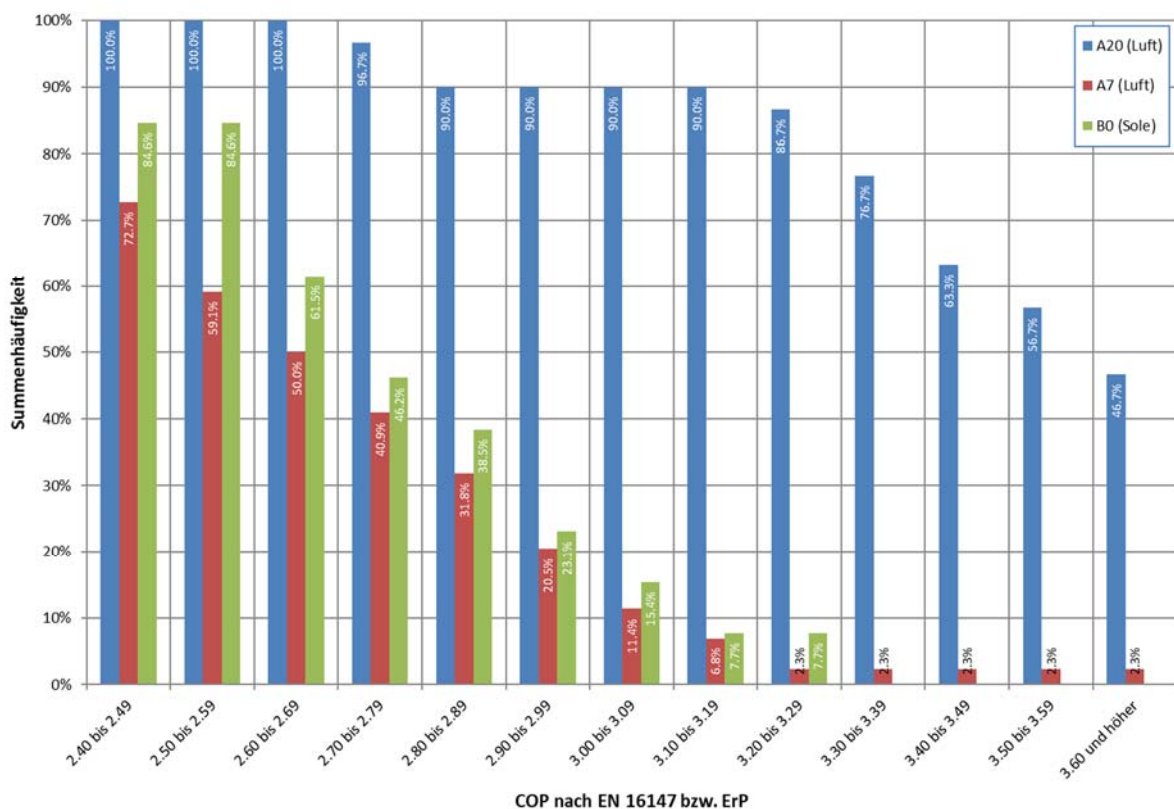


Abb. 2.1: COP-Verteilung aller geprüften Brauchwarmwasser-Wärmepumpen nach EN 16147

Damit in der Schweiz das Gütesiegel für die Trinkwarmwasser-Wärmepumpe beantragt werden kann, muss ein Mindest-COP-Wert von 3.20 bei A20/W10-55 erreicht werden. Im Berichtsjahr konnten alle Messungen diesen Mindest-Wert erreichen.

Dieselbe Trinkwarmwasser-Wärmepumpe ist bei einer Quellentemperatur von 20°C rund 10% effizienter als bei 15°C (siehe Tab. 2.1). In anderen Europäischen Ländern wird die Brauchwarmwasser-Wärmepumpe gefördert, wenn diese einen definierten Mindestwert (abhängig vom Land) bei A7/W10-55 erreicht. Daher werden am WPZ beide Prüfbedingungen angeboten. Auch hier ist im Schnitt mit einer Differenz des COPs von rund 10% auf den Wert bei A15 zu erwarten.



Tab. 2.1: Effizienz in Abhängigkeit der Quellentemperatur

	A7 / W10-55	A15 / W10-55	A20 / W55
Rel. COP	0.90	1.00	1.10
COP (Beispiel)	2.70	3.00	3.30

Für die ErP-Directive sind vor allem die Prüfpunkte bei A7 und A20 interessant. Die Messung bei A15 wird im ErP-Reglement nicht erwähnt. Es ist zu erwarten, dass in Zukunft kaum noch Wärmepumpen bei 15°C gemessen werden.

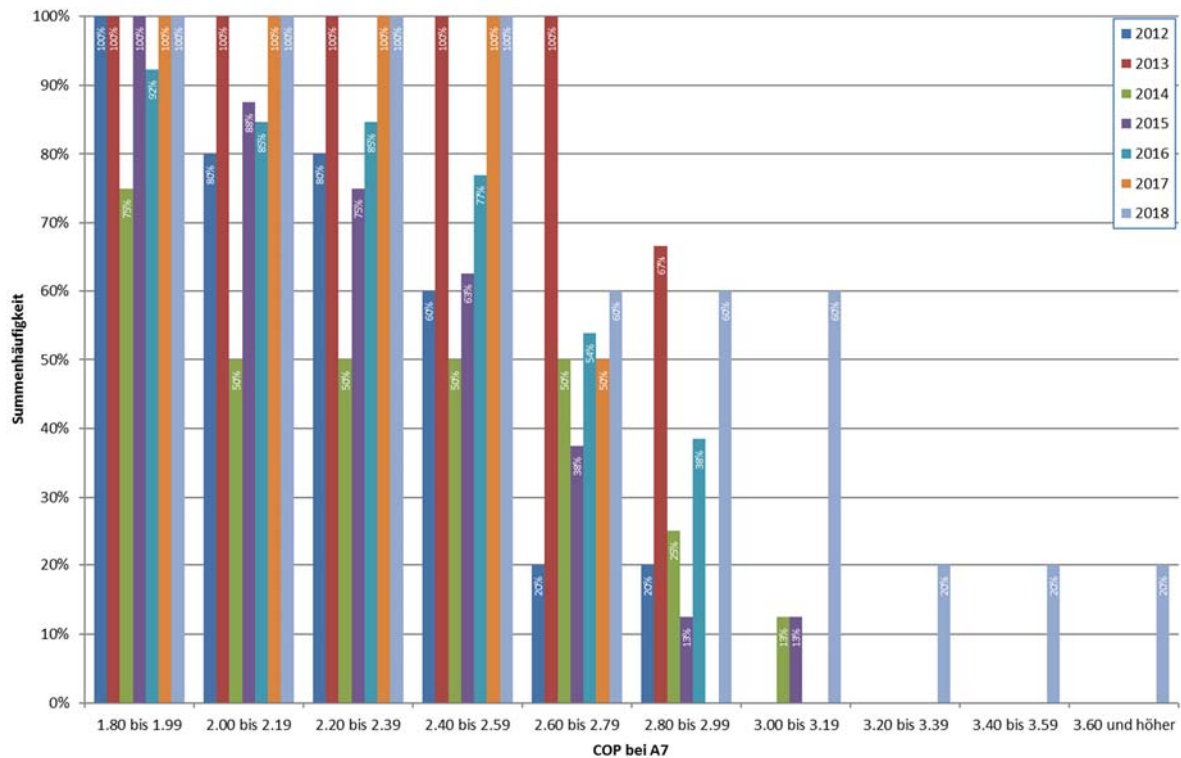


Abb. 2.2: COP-Verteilung aller geprüften Brauchwarmwasser-Wärmepumpen bei A7

In der Abb. 2.2 ist sehr schön ersichtlich, dass sich die Effizienz der Trinkwarmwasser-Wärmepumpen bei 7 °C Quellentemperatur jährlich erhöht. So haben im 2012 jede 5. Wärmepumpen einen COP von 2.60 erreicht, im aktuellen Jahr sind es bereits über 60 %. Im 2018 hatte bereits jede 5. Trinkwarmwasser-Wärmepumpe einen COP von mindestens 3.60.

## 2.1 Schlussfolgerung

Zurzeit wird die Messung für das Schweizerische Gütesiegel entweder bei 7 °C oder 20°C durchgeführt. Es ist ersichtlich, dass die Trinkwarmwasser-Wärmepumpen generell effizienter werden.

### 3 Referenzen

- [1] *EN 14511:2004 Teile 1 bis 4: Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern; Begriffe, Prüfbedingungen, Prüfverfahren und Anforderungen*
- [2] *EN 14511:2013 Teile 1 bis 4: Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern; Begriffe, Prüfbedingungen, Prüfverfahren und Anforderungen*
- [3] *EN 14511:2018 Teile 1 bis 4: Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern; Begriffe, Prüfbedingungen, Prüfverfahren und Anforderungen*
- [4] *EN 14825:2016: Luftkonditionierer, Flüssigkeitskühlsätze und Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern zur Raumheizung und –kühlung – Prüfung und Leistungsbemessung unter Teillastbedingungen und Berechnung der saisonalen Arbeitszahl*
- [5] *ErP directives for energy labeling*
- [6] *Lärmschutz-Verordnung (LSV) 814.41  
Ausgabe 5.10.2004*
- [7] *EN 16147:2011: Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern – Prüfungen und Anforderungen an die Kennzeichnung von Geräten zum Erwärmen von Brauchwarmwasser*
- [8] *EN 16147:2017: Wärmepumpen mit elektrisch angetriebenen Verdichtern – Prüfungen und Anforderungen an die Kennzeichnung von Geräten zum Erwärmen von Brauchwarmwasser*
- [9] *Schweizerische EnV-Energieeffizienzverordnung, Anhang 1.16*