

Vortragsreihe

FASZINATION ENERGIE

10.11.2022 (Referent Stefan Bertsch)

Wärmepumpen - praktische Erfahrungen

26.01.2023 (Referent Markus Markstaler)

Photovoltaik zur Eigenstromproduktion

23.03.2023

Mobilität der Zukunft

01.06.2023

Wasserstoff und Power2X

Ort: OST, Campus Buchs, Werdenbergstrasse 4
Hörsaal G2

Zeit: 18:00 - 19:00 Vortrag und Diskussion
mit anschliessendem Apéro

Die Teilnahme ist gratis. Aus organisatorischen Gründen
(Apéro) sind wir dankbar für eine unverbindliche
Anmeldung an: fv-ies@ost.ch

Veranstaltet durch



Unterstützt durch



Wärmepumpen – praktische Erfahrungen

Stefan Bertsch

OST, Institut für Energiesysteme IES

stefan.bertsch@ost.ch

www.ost.ch/ies

Leitfragen

- Sind Wärmepumpen trotz Stromknappheit eine gute Lösung?
- Welche Wärmepumpe ist für mich die beste, wo finde ich Informationen?
- Worauf soll ich bei Planung und Kauf achten?



3



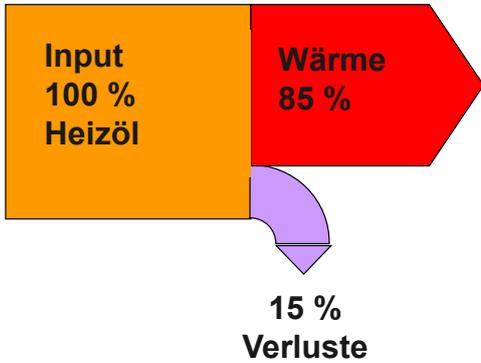
Wärmepumpen trotz Strommangel?

4

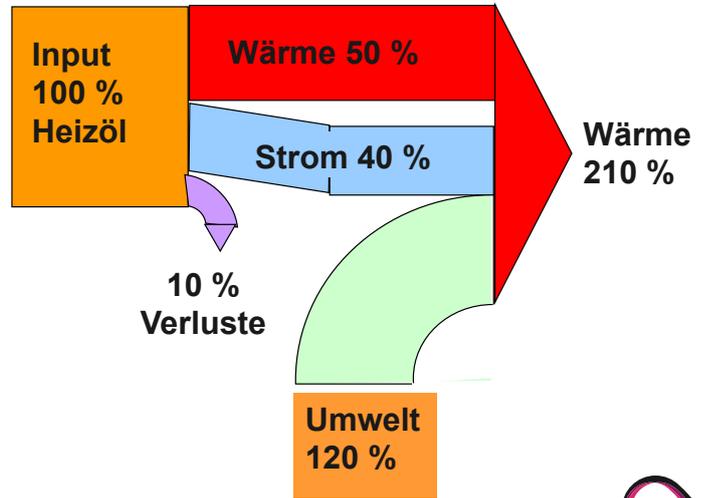


Vergleich Energie-Effizienz

Referenz:
Heizkesselanlage



Vergleich:
BHKW mit Wärmepumpe

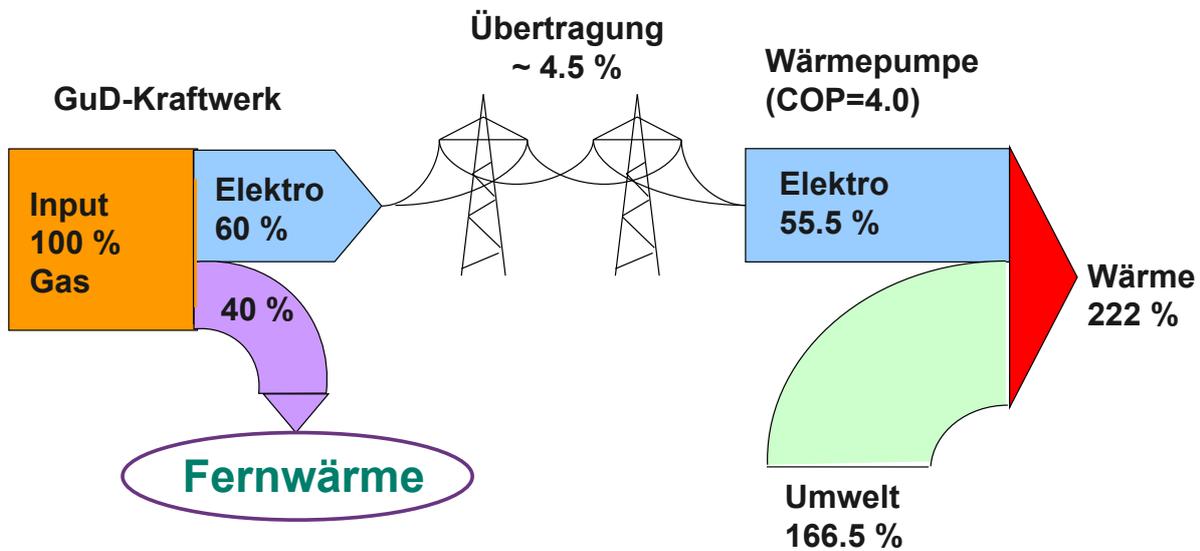


5

Effizienzsteigerung um den Faktor 2.5



Wärmepumpe und fossiles Kraftwerk

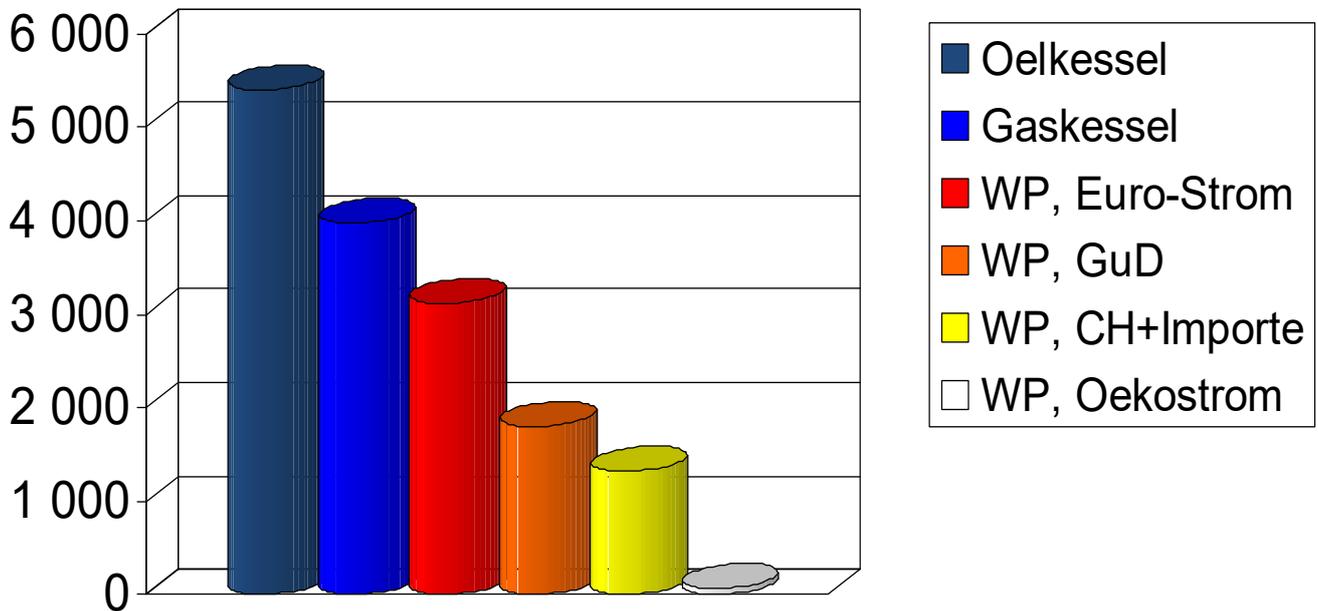


6

Effizienzsteigerung um beinahe Faktor 3



Vergleich der CO₂ - Emissionen in kg/Jahr

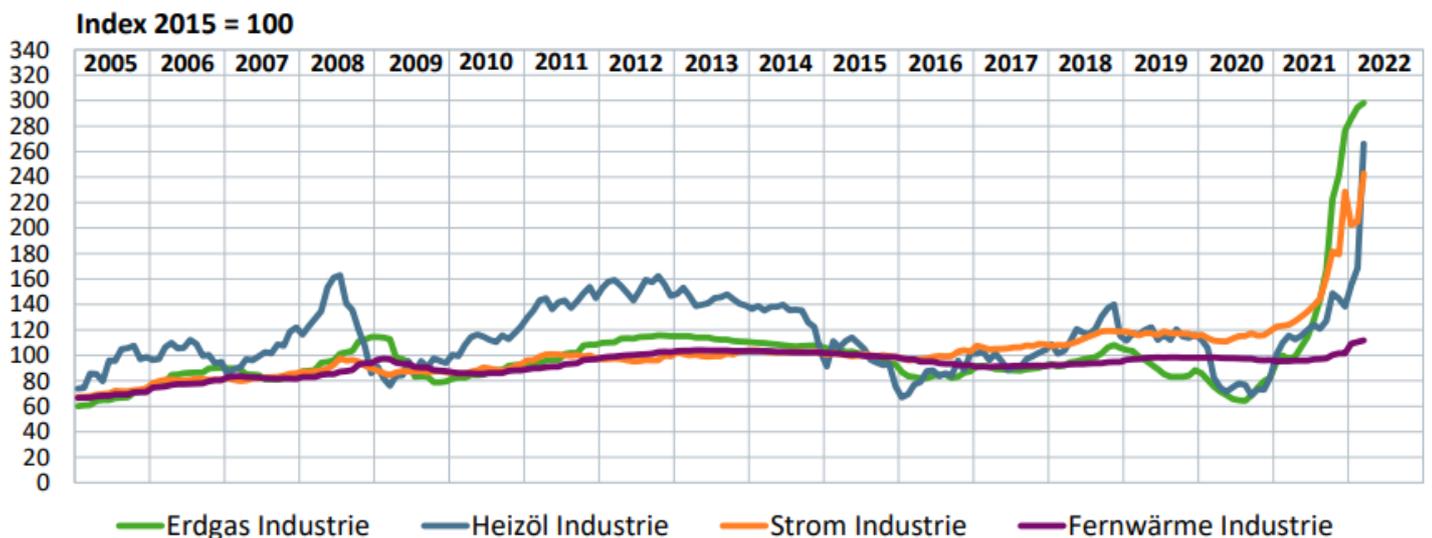


7



Hohe Strompreise?

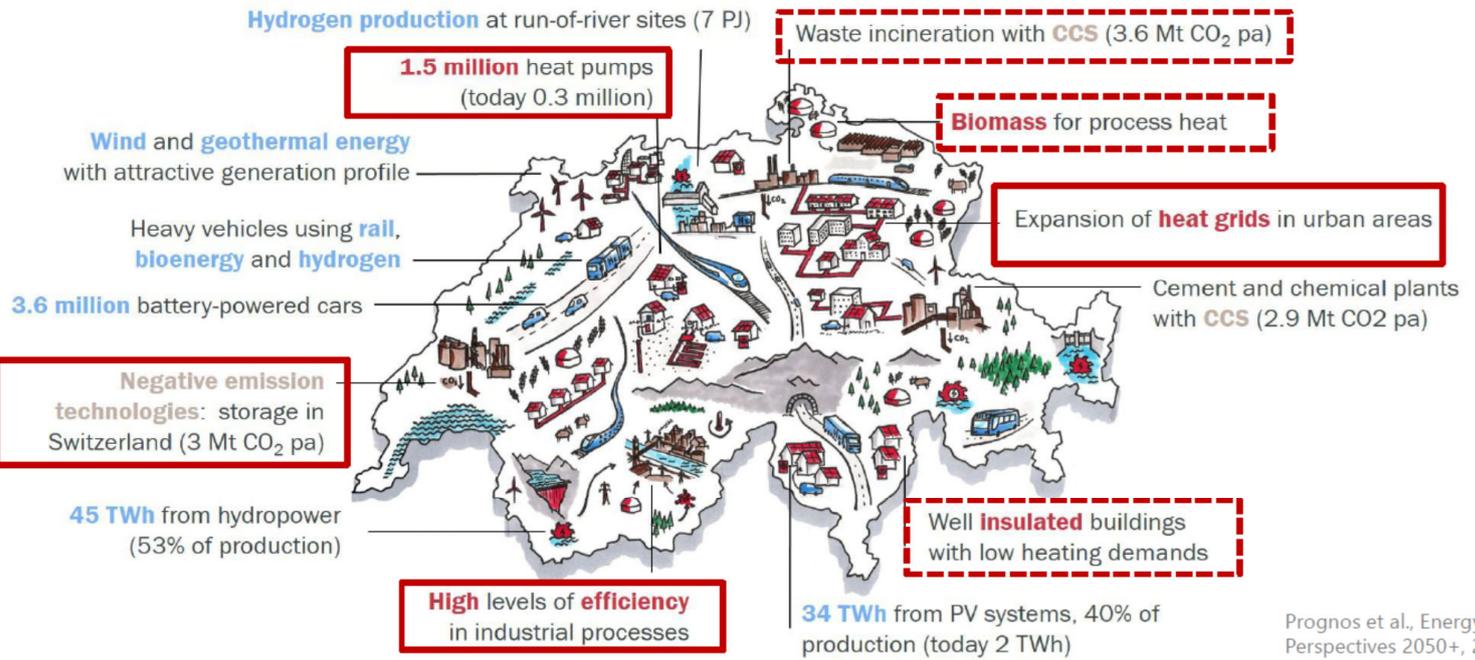
Stromabschaltung?



Quelle: Destatis (FS 17, R 2)

Die Grafik zeigt die Preisentwicklung (indizierte Preissteigerungsraten, **keine absoluten Brennstoffpreise**) bei Heizöl, Gas, Strom und Fernwärme für Industrie seit Januar 2001 bezogen auf das Basisjahr 2015 (Jahresdurchschnitt); Stand 04/2022 (Daten bis einschl. Mrz. 2022 verfügbar)

8



Graphics: Dina Tschumi, Prognos AG

**Welche Wärmepumpe ist für mich die beste?
Wo finde ich Informationen?**

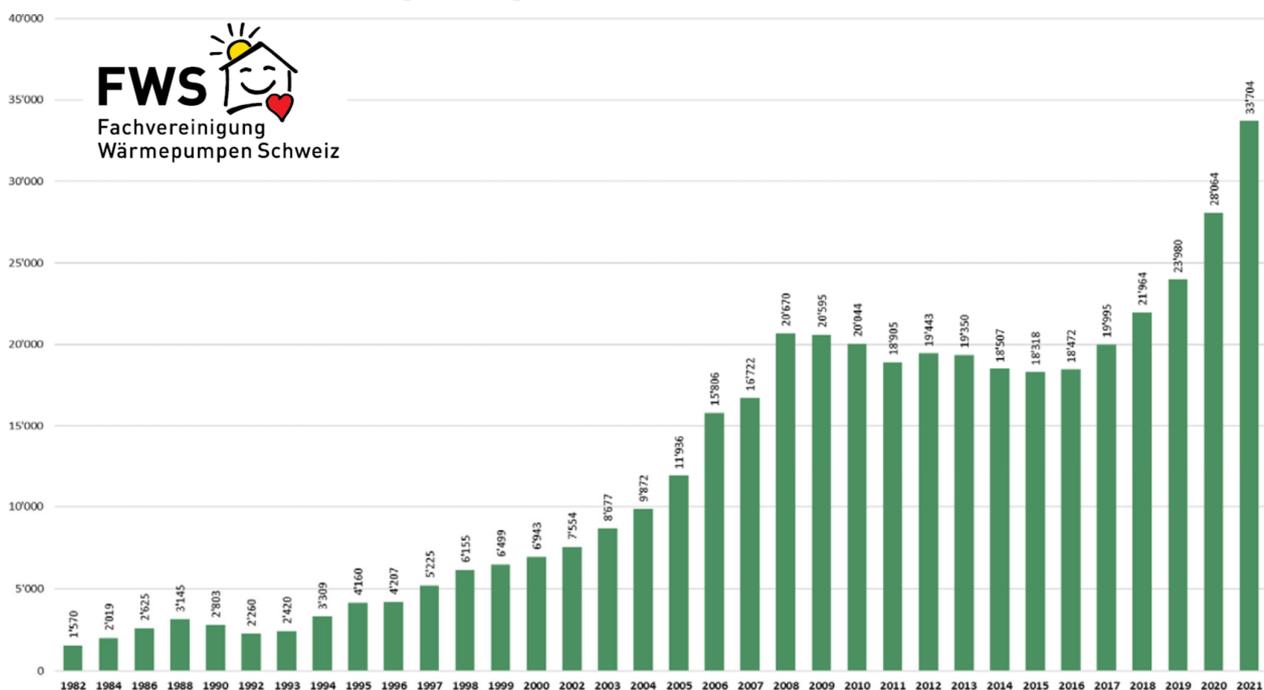
Arten von Wärmepumpen

- Wärmequelle Luft
 - Innenaufgestellte
 - Aussenaufgestellte
 - Split Anlagen
 - Wärmepumpen Boiler
 - (Abluft)
- Wärmequelle Erdreich/Wasser
 - Erdsonden
 - Grundwasser
 - (Flächenkollektor)
 - (Oberflächengewässer)
 - (Anergie)
 - (Energiepfähle)
 - (Eisspeicher)
 - (Abwasser)

11



Verkaufte Wärmepumpen in der Schweiz

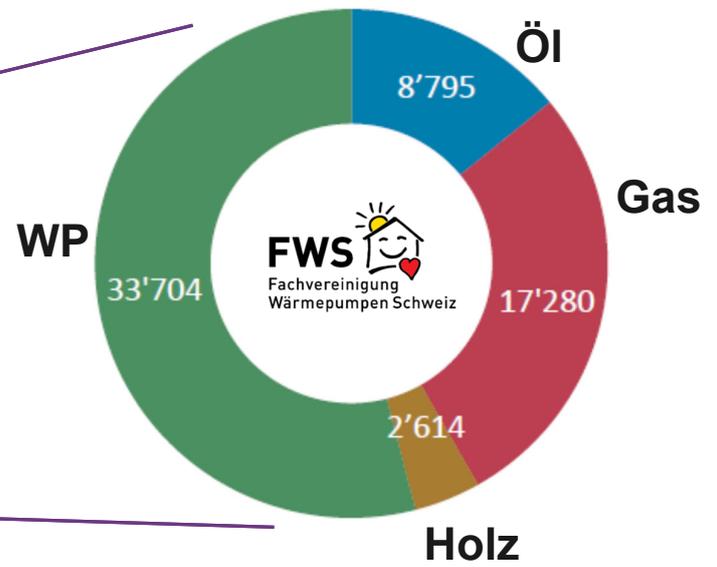
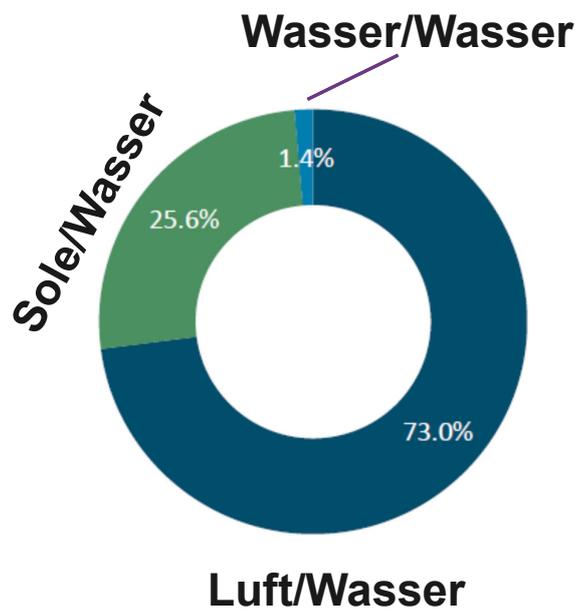


12



Heizung im EFH

Marktanteile

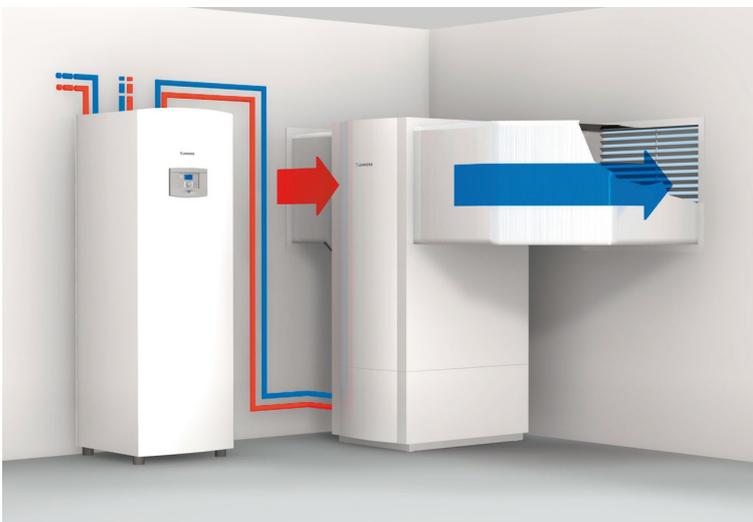


13



WP Arten

Innen Aufgestellt



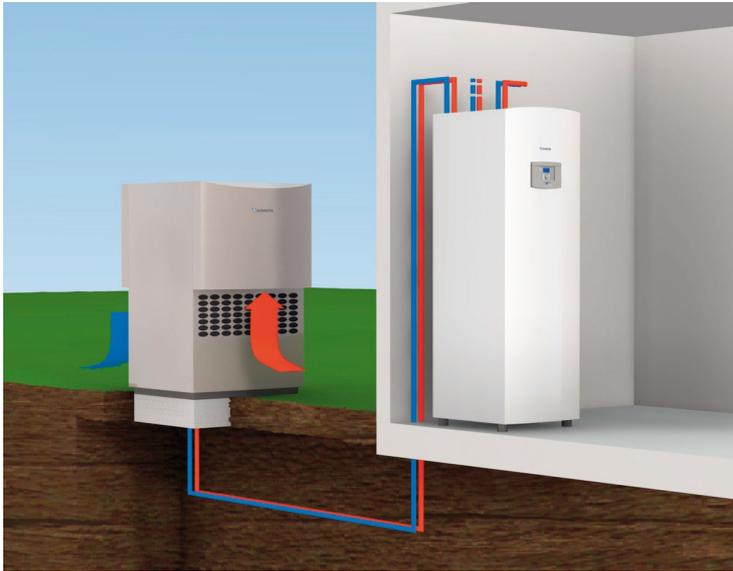
- + Aussen «unsichtbar»
- + Schall dämmbar
- Nur bis ca 15 kW Leistung
- Grosser Mauerdurchbruch
- Platzbedarf im Keller

14



WP Arten

Aussen Aufgestellt



15



- + auch grössere Leistungen
- + natürliche Kältemittel verfügbar
- + geringerer Aufwand bei Sanierung
- gut sichtbar / Optik
- eher höherer Schall
- meist Zwischenkreislauf nötig

WP Arten

Split Geräte



16



- + auch grössere Leistungen
- + geringerer Aufwand bei Sanierung
- + kein Zwischenkreislauf
- gut sichtbar / Optik
- eher höherer Schall
- Höhere Kosten für Installation

WP Arten

Wärmepumpen Boiler



Nur für Trinkwarmwasser
Innen- und Aussenluft-Varianten
Aufstellung in unbeheizten Räumen

- + sehr einfache Montage
- + ideal auch für Nachrüstung fossiler Anlagen
- + trocknet den Keller aus
- Temperaturschwankungen im Keller

17



WP Arten

Sole-Wasser Wärmepumpen

- + sehr gute Effizienz
- + sehr leise
- + wartungsfrei
- Höhere Investitionskosten (Sonde)
- Nicht überall erlaubt / möglich



18



WP Arten

Vertikale Erdsonden - Bohrungen

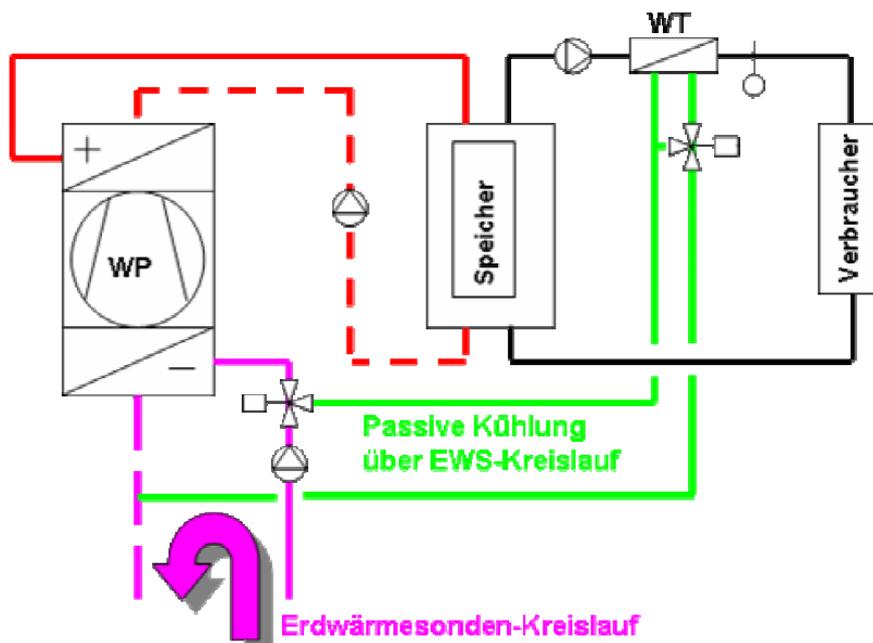


19



WP Arten

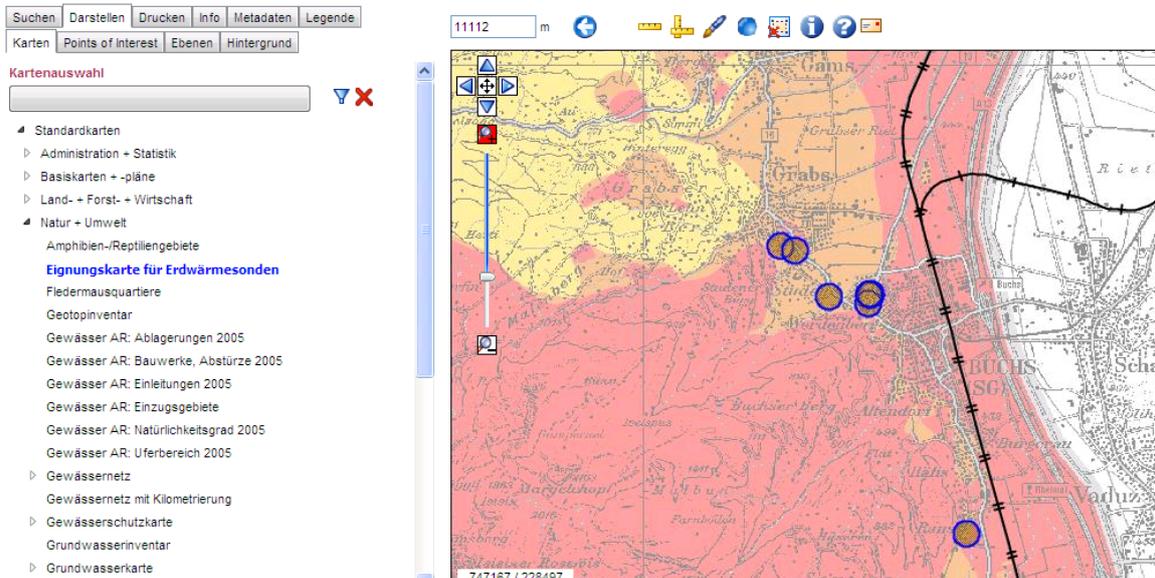
Sole-Wasser: Vorteil passives Kühlen



20

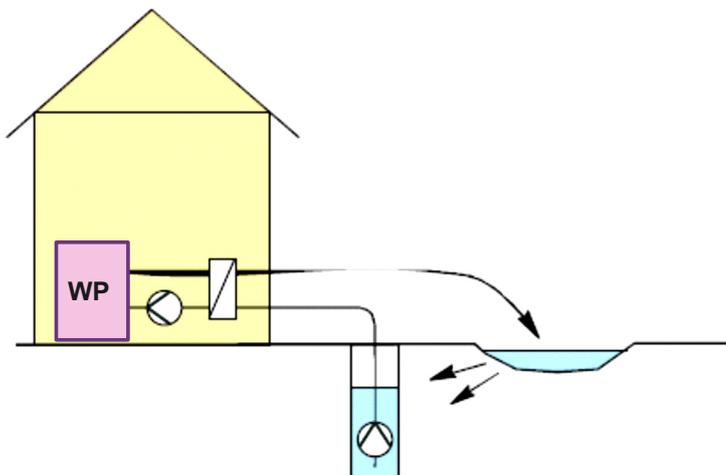


Zulassungen für Erdwärmesonden



WP Arten

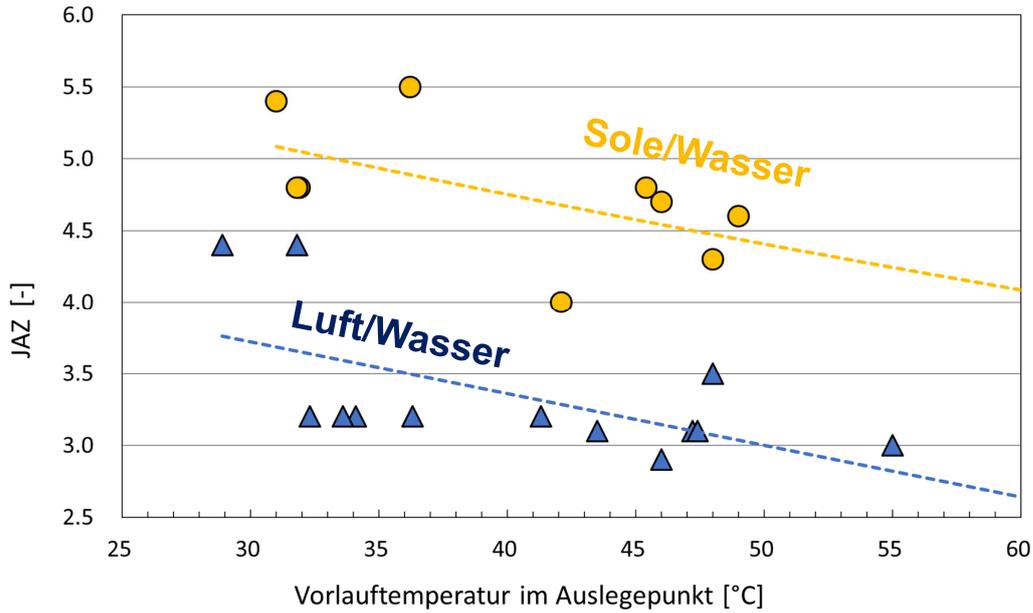
Wasser-Wasser-Wärmepumpen



- + für grosse Leistungen (bis MW)
- + sehr gute Effizienz
- + leise im Betrieb
- Zulassung schwierig
- Wasser-Nutzungsgebühren
- Verschlammung
- Wasserpumpe bei Teillast oft ineffizient

WP Arten

Vergleich der Wärmepumpenarten

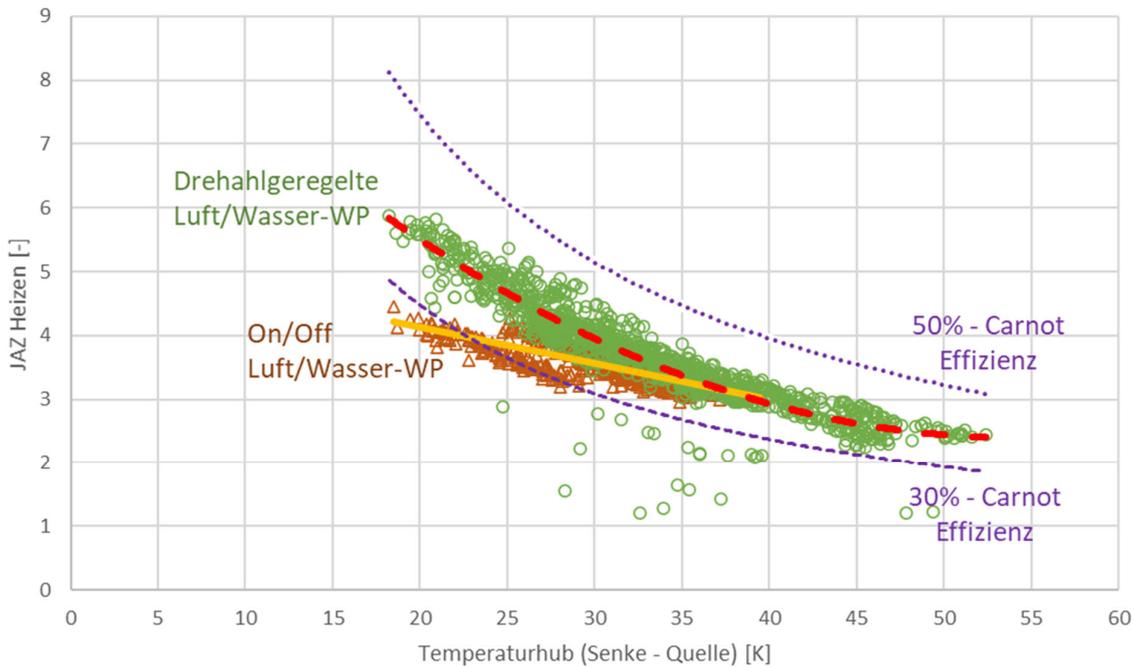


23



WP Arten

Vergleich von Inverter und On/Off Wärmepumpen



24



Welche Wärmepumpe eignet sich für mich?

- **Altbau:**
 - Oftmals Radiator-Heizungen und hohe Vorlauftemperaturen
 - **Sole/Wasser** Wärmepumpen empfehlenswert
- **Neubau und nach energetischer Sanierung**
 - Meist bieten **Luft/Wasser** Wärmepumpen das beste Kosten-Nutzen Verhältnis

Wärmepumpen eignen sich auch für Bestandsgebäude!

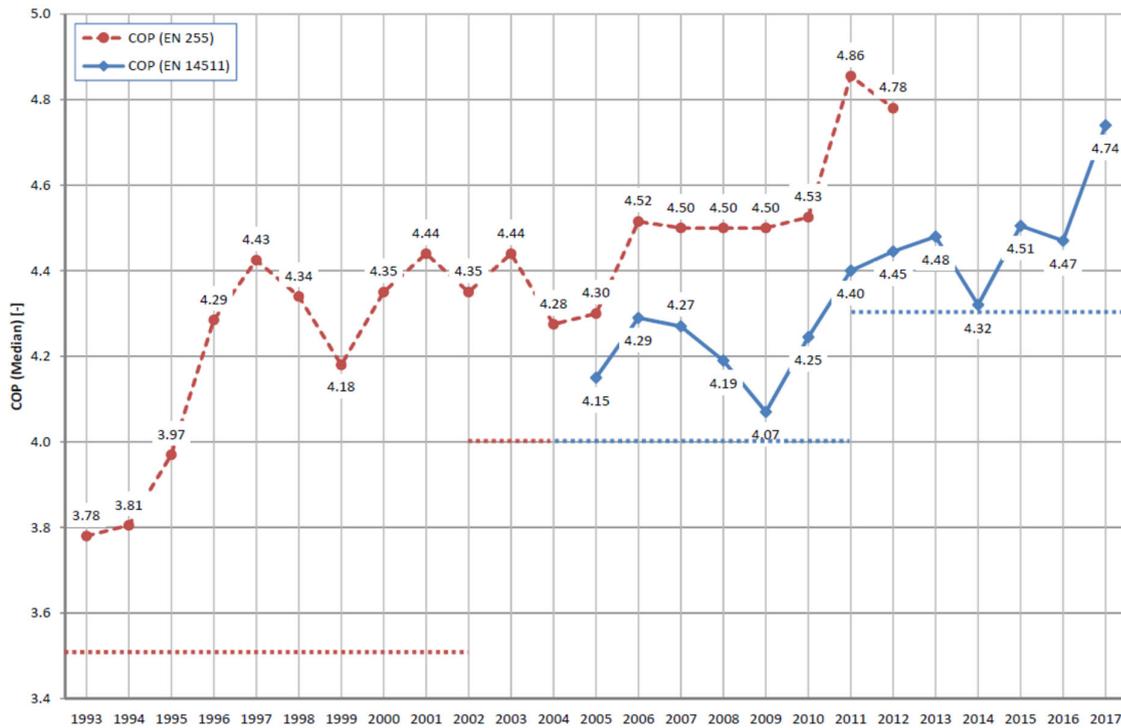
Vergleich von Wärmepumpen

Effizienzkennwerte einer Wärmepumpe

- **COP**
 - Coefficient of Performance
 - Effizienz in einem bestimmten Arbeitspunkt (Arbeitspunkt muss definiert sein)
- **SCOP**
 - Seasonal Coefficient of Performance
 - Effizienz bei gemittelten Betriebsbedingungen

**Nur zum Vergleich von Wärmepumpen
Reale Effizienz von der Anlage abhängig!**

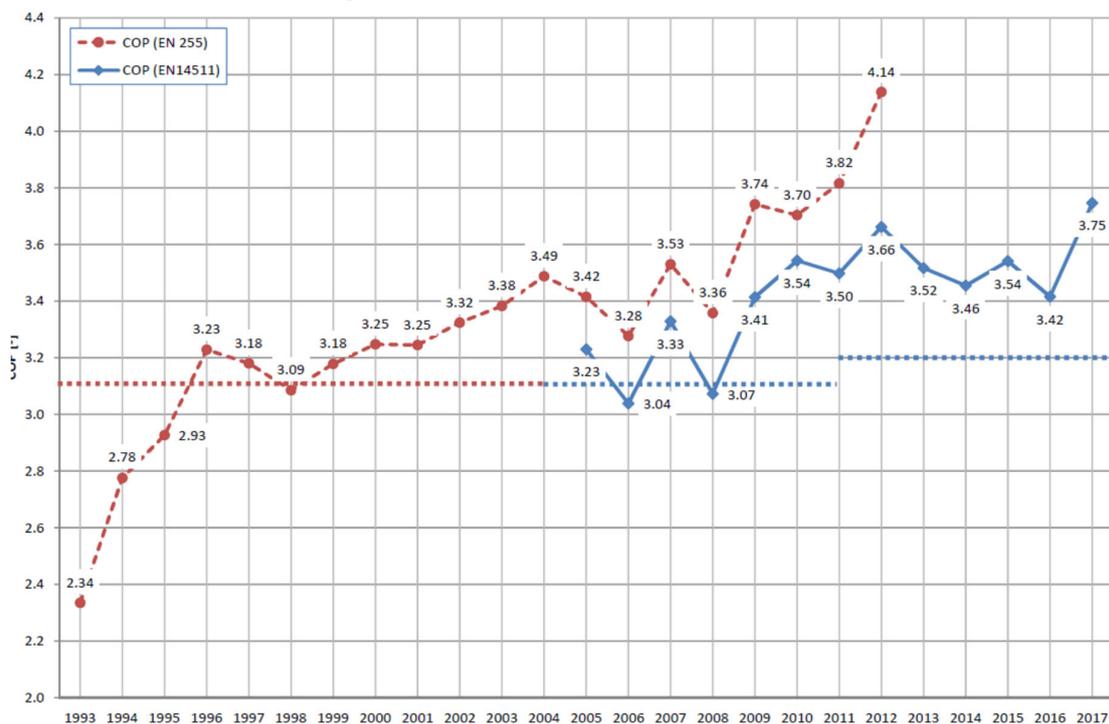
COP – Entwicklung SW-WP



29



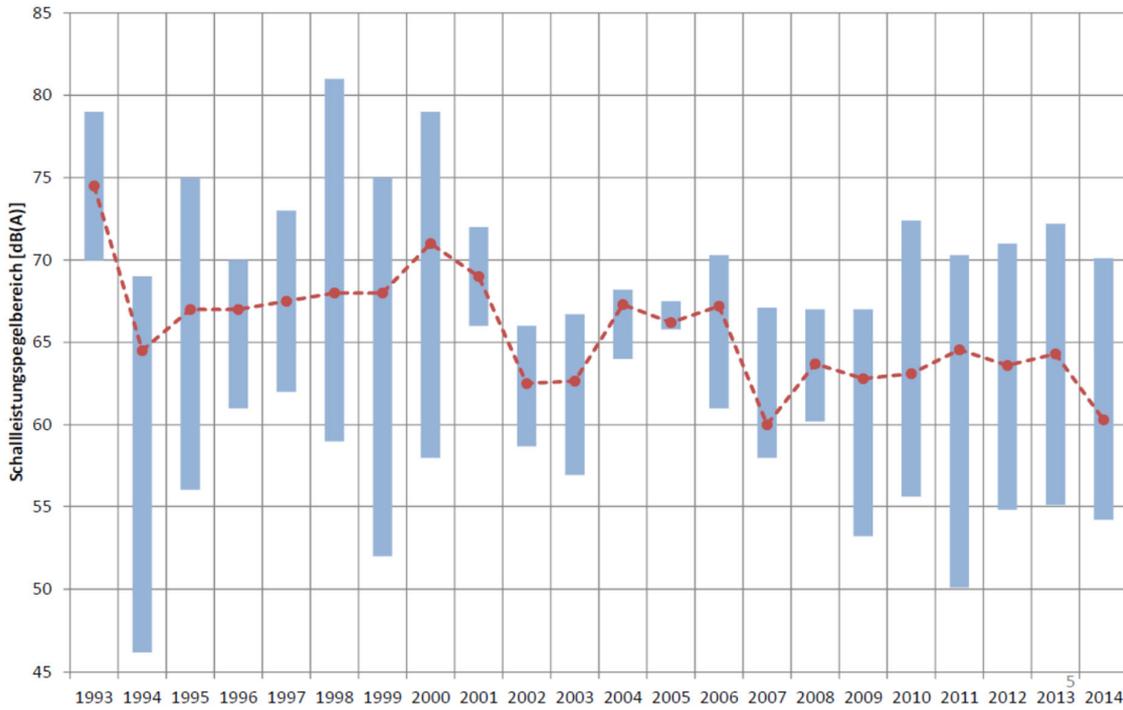
COP – Entwicklung LW-WP



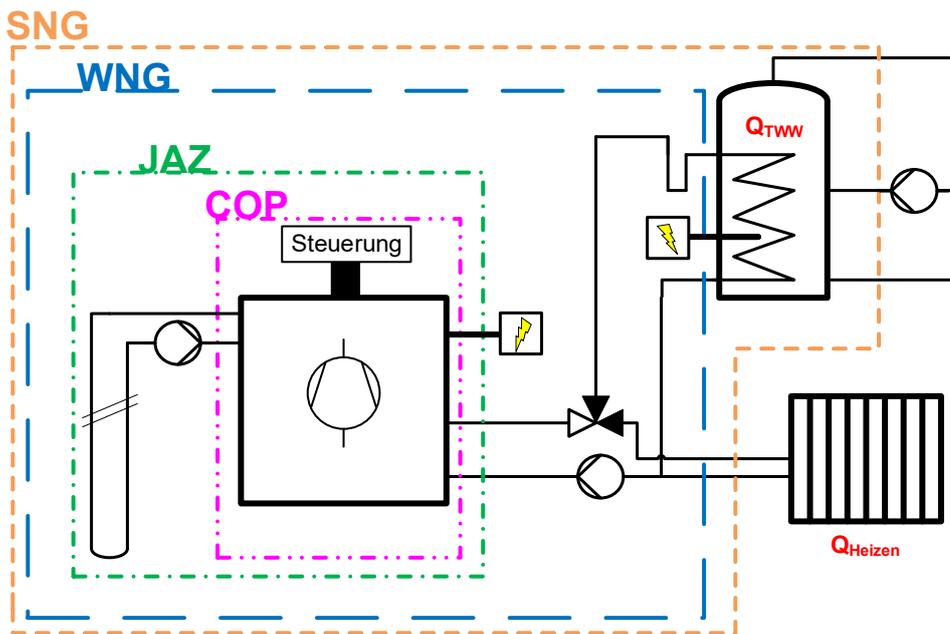
30



Schall Entwicklung LW-WP



Effizienzzahlen in der Praxis



- COP = Coefficient of Performance**
- JAZ = Jahresarbeitszahl**
- WNG = Wärmenutzungsgrad**
- SNG = Systemnutzungsgrad**

vereinfacht dargestellte Systemgrenzen einer Sole/Wasser-Wärmepumpe

Wo finde ich Informationen?

Nützliche Links

www.wpz.ch

- Daten (Effizienz, Schall,...) von unterschiedlichen Wärmepumpen
- Erfahrungsberichte aus dem Feld

<https://wpz.energiwerkbank.ch/>

- Vergleichstool für Wärmepumpen

<https://www.fws.ch/>

- Kontakte zu Herstellern, Bohrfirmen, Beschreibung der Funktion von Wärmepumpen

<https://www.energieschweiz.ch/heizungssysteme/waermepumpen/>

- Heizkostenrechner
- Grundlegende Information zu Wärmepumpen

<https://www.energieschweiz.ch/beratung/impulsberatung/>

- Gratis Erstberatung

<https://www.energieagentur-sg.ch/waermepumpe>

- Förderungen und Beratung für SG

<https://www.energiebuendel.li/>

- Förderungen und Beratung für FL

Worauf soll ich bei Planung und Kauf achten?

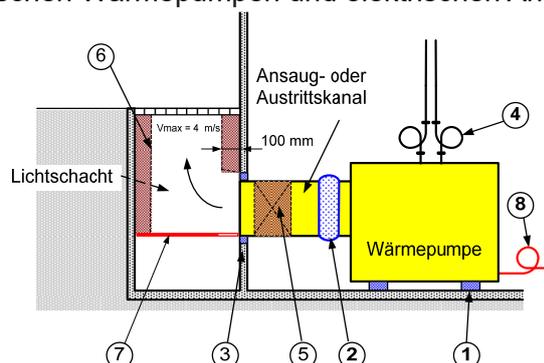
Häufigste Herausforderungen im Feld

- Schallemissionen
- Komplexe Einbindungen
- Nicht optimale Reglereinstellungen
- Falsche PV Eigenverbrauchsoptimierungen

Optimierungen

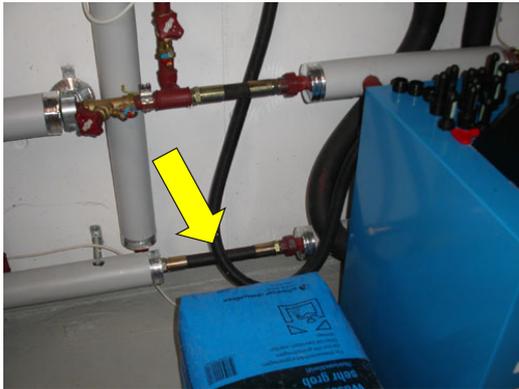
Schallminderungsmaßnahmen

- 1) Körperschalltrennung zwischen Wärmepumpe und Kellerboden
- 2) Körperschalltrennung zwischen Wärmepumpe und Kanal
- 3) Körperschalltrennung zwischen Luftkanal und Gebäude
- 4) Körperschalltrennung zwischen Wärmepumpe und Heizleitungen
- 5) Absorptionsschalldämpfer in den Luftkanälen für erhöhte Anforderungen
- 6) Schallabsorbierende Auskleidung
- 7) Tieftonschalldämpfer für erhöhte Anforderungen (Resonanzschalldämpfer)
- 8) Körperschalltrennung zwischen Wärmepumpen und elektrischen Anschlüssen



Optimierungen

Schallprobleme



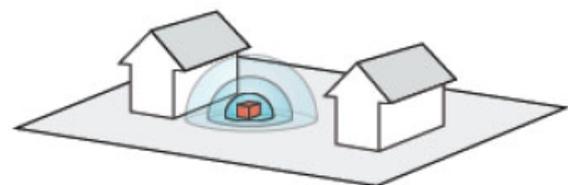
Diese flexiblen Verbindungen nützen nichts da sie zu kurz und ohne Richtungsänderung eingebaut sind. Dadurch wird über die Wassersäule ein auftretender Körperschall direkt weiter geleitet und kann in die Wohnzone gelangen.

Die Luft führenden Öffnungen sind so zu planen, dass sie frei von Schmutz und herunterfallendem Laub bleiben.



Richtige Planung

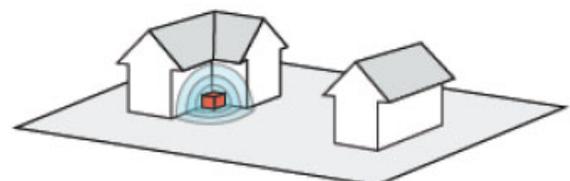
Schallausbreitung



freistehend +3 dB(A)

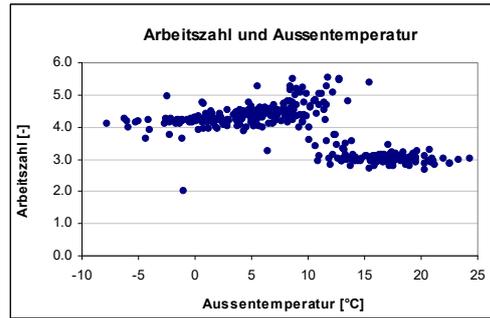
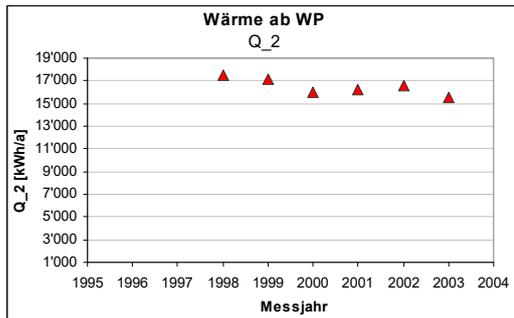
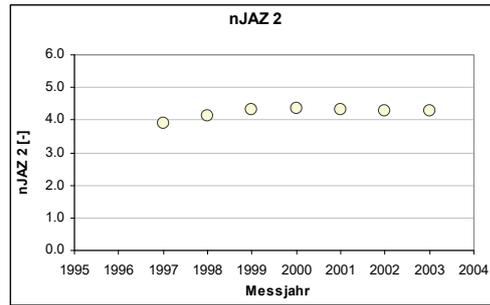
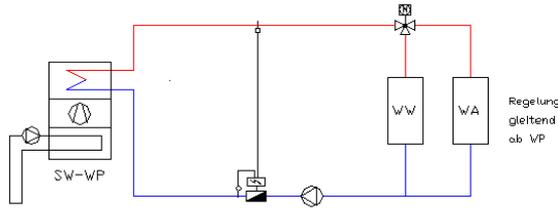


an der Fassade +6 dB(A)

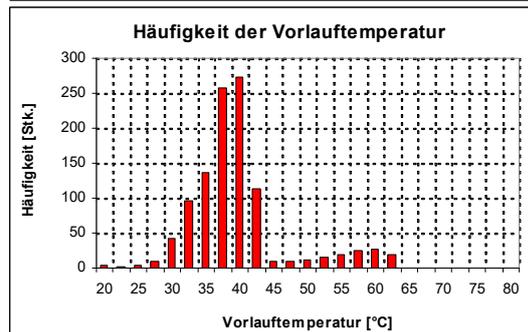
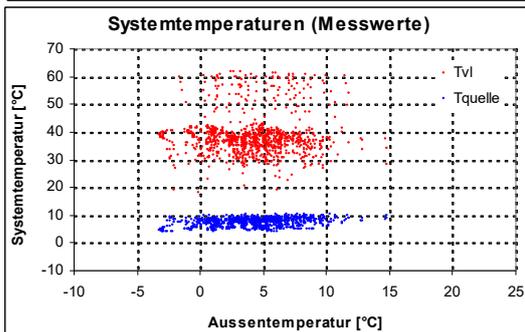
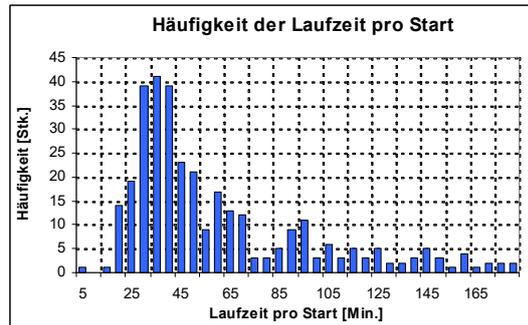
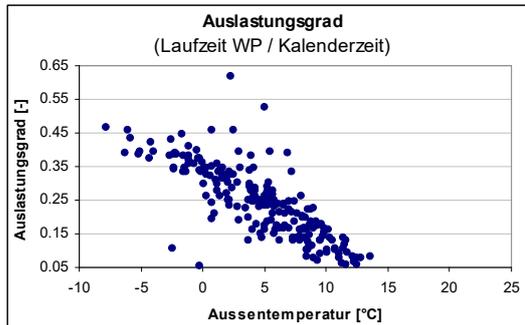


einspringende Fassadenecke +9 dB(A)

Beispiel einer vorbildlichen Anlage



Beispiel einer vorbildlichen Anlage



Komplexe Einbindungen vermeiden



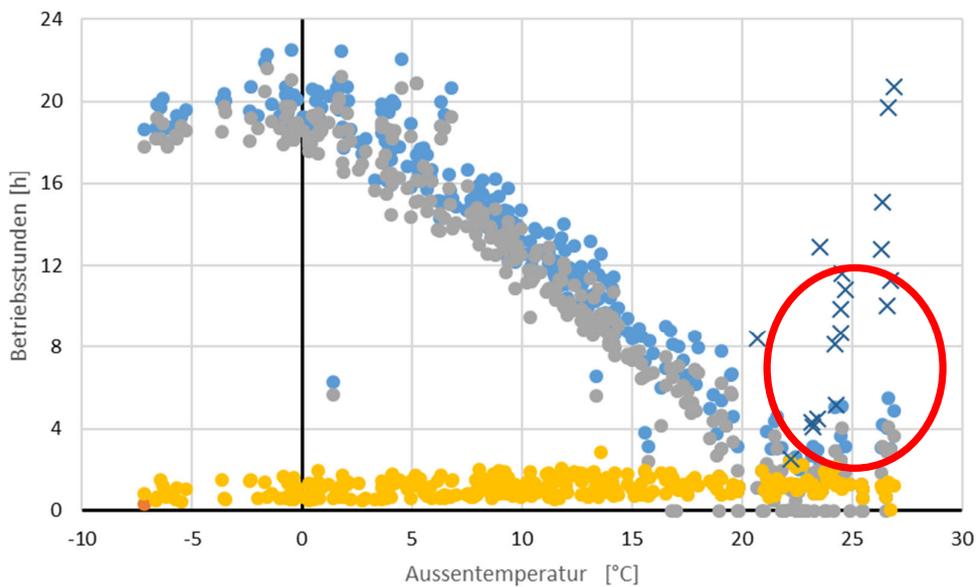
Komplexe hydraulische Systeme neigen dazu, nicht optimal zu funktionieren.
Vermeehrt Ausfälle und Störungen.

41



Optimierung Reglereinstellungen

Kühl und Heizbetrieb



Heizen und Kühlen am gleichen Tag

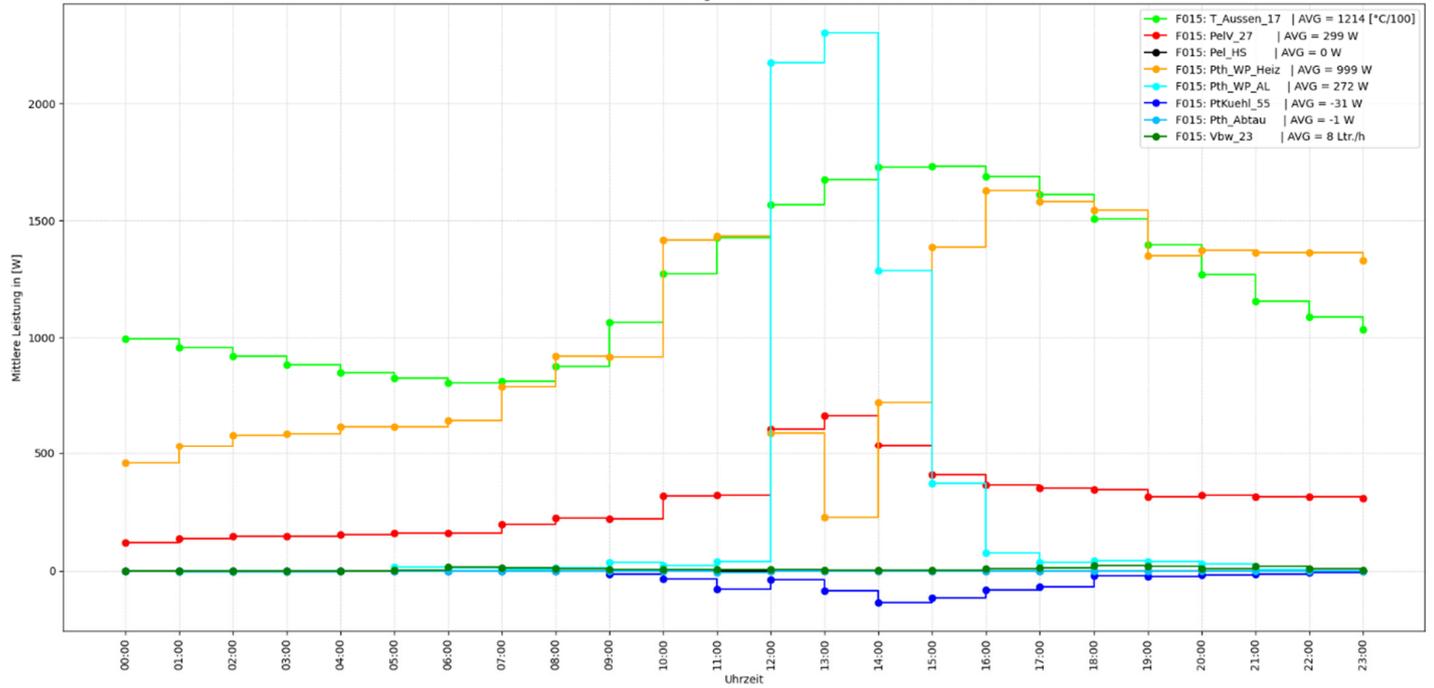
42



Optimierung Reglereinstellungen

Optimierte Warmwasseraufladung

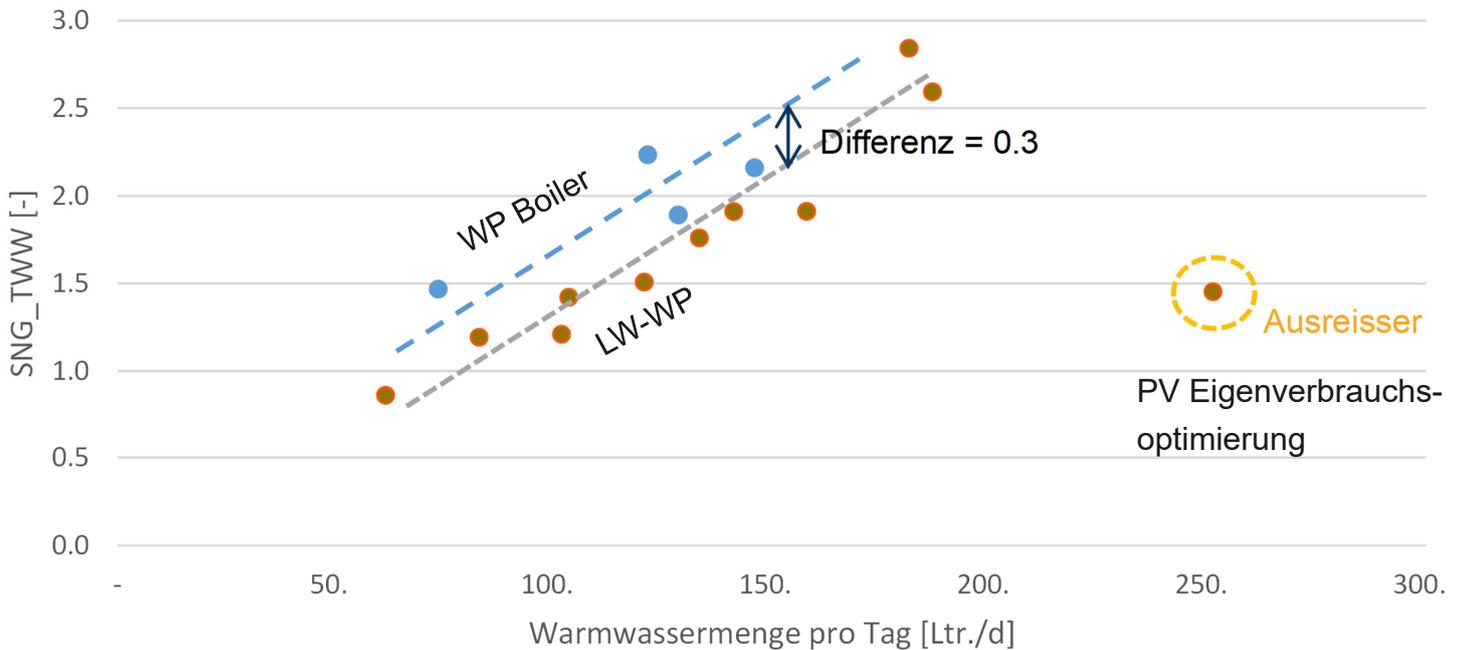
Stundenmittelwerte: 365.0 Tage - (Zeitraum [01.09.2021...01.09.2022])



43

Optimierung Reglereinstellungen

Warmwasser Effizienz

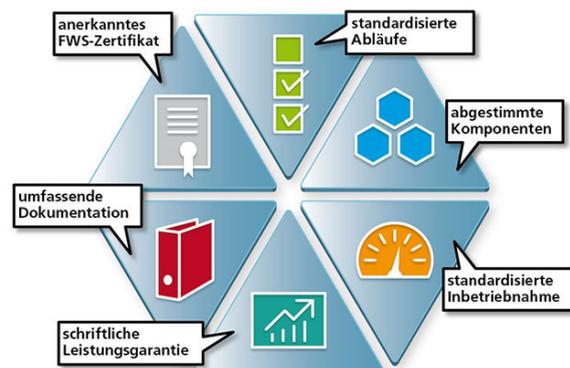


Regler optimieren

- Obere Heizgrenze einstellen
- Vorlauftemperatur senken
 - Komfortgrenze herausfinden
 - 1°C tiefere Vorlauftemperatur -> 2.5% Effizienzgewinn
- Sommerfunktion aktivieren (falls vorhanden)
- Von «Komfort» auf «Eco» Setting stellen
- Warmwasseraufladung-Vorrang auf 13:00-15:00
- «richtige» Eigenverbrauchsoptimierung

Wärmepumpen Systemmodul

- Geringe Mehrkosten
- In vielen Kantonen ist Förderung an WPSM gebunden
- Nachkontrolle nach 2-3 Jahren obligatorisch
- Reduktion Schnittstellen
- bessere Zuordnung der Verantwortlichkeiten



Für Neuanalgen

Tipps und Tricks

- Frühzeitig planen
 - Mehr Auswahl
 - Lange Wartefristen
 - Vorinformationen einholen
- Energieverbrauch der bestehenden Heizung kennen
- Vorlauftemperaturen (und Aussentemperatur) im Winter notieren
- Beim Einbau Monitoring installieren
 - <https://www.wp-cockpit.ch/>
 - Förderung von CHF 1'500.- in SG

47



Danke fürs Zuhören!

Fragen?

MFH
Ca 500m2
Sole/Wasser



48



Ausblick - Informationsveranstaltungen

10. November: Wärmepumpen- praktische Erfahrungen

26. Januar: Photovoltaik zur Eigenstromproduktion

23. März: Mobilität der Zukunft

01. Juni: Wasserstoff und Power2X

Ort: OST, Campus Buchs & Online