
Wie gelingt die Wärmepumpen-Wende im Geschößwohnungsbau?

Gunter Rockendorf

Veranstaltung der Klima-Allianz Hannover 2035 am 21.03.2023

Gegenstand der Diskussion, Hintergrund

- Vor Ort erzeugte Wärme für Wohngebäude zur Raumheizung (RH) & Bereitung Trinkwarmwasser (TWW) mittels Wärmepumpe (WP)
- Im Neubau ist WP unproblematisch, da Teil der Gebäude- Planung → WP muss im Neubau der Standard sein
- Im Fokus daher der Bestand!

Studien und Politik fordern für 2030 im Mittel (*BMWK 500.000 WP/a*):
5 Mio. WP in DE, bzw. 0,5 Mio. in Nds. (Faktor 4 bis 6 von heute)

→ Fokus auf jedes einzelne Gebäude, aus Sicht der Eigner, Planer, Berater, Handwerk mit dem Ziel „Bald weg vom Gas“

→ Statt „Ist das Haus WP-geeignet?“, „Wie sieht in diesem Haus die Lösung mit WP aus?“, und zwar ohne aufwendige Sanierungen

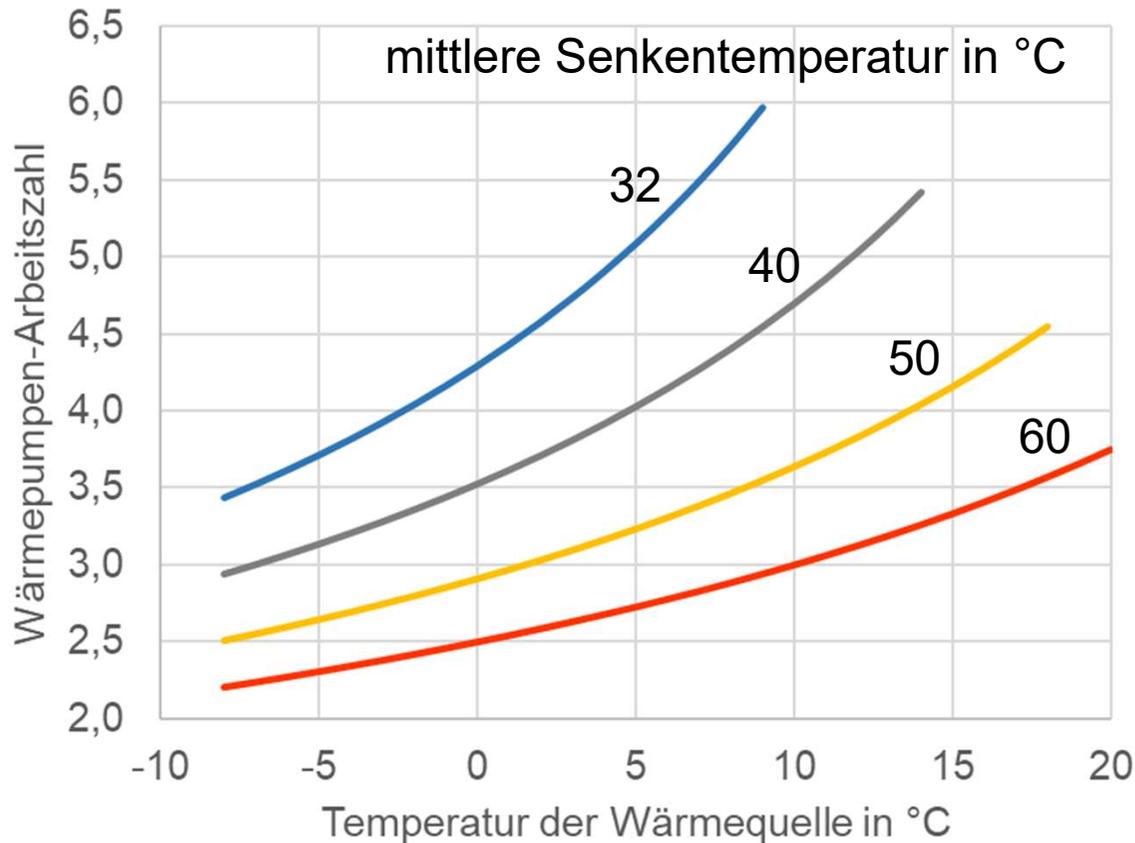
→ Falsch: WP geht nur im Neubau oder mit Fußbodenheizung!

Paradigmenwechsel: Wärmepumpe statt Flamme

- Verbrennung liefert > 90 % der Haushaltswärme (inkl. FW)
 - Hohe Vorlauftemperaturen möglich, Bedarfe werden auch mit „schlechter“ Anlagentechnik leicht gedeckt
 - Bei (unnötig) hohen Betriebstemperaturen: Kesselwirkungsgrad nur wenig schlechter
 - Kessel sind bei den Akteuren „kulturell“ verankert
- WP basiert auf Kreisprozess, der Umweltwärme u.a. Quellen nutzt.
 - WP hat maximale Vorlauftemperatur, z.B. 65 °C, → Bedarfsdeckung f. Raumwärme & Trinkwarmwasser benötigt „gute“ Anlagentechnik
 - Effizienz sehr sensitiv gegenüber hohen Betriebstemperaturen und Wärmeverlusten im System
 - WP sind für viele Akteure neu

→ Der Umstieg von einem Kessel auf eine WP ist mehr als nur ein Tausch des Wärmeerzeugers!

Temperaturabhängigkeit der Arbeitszahl



beispielhafte Kennlinien, errechnet nach Carnot mit Gütefaktor 0,45

Senkentemperatur + 10 K:

→ Stromverbrauch

+ ca. 20 bis > 25 %

(Kessel: +3 % / 0,3 %)

Quellentemperatur - 10 K:

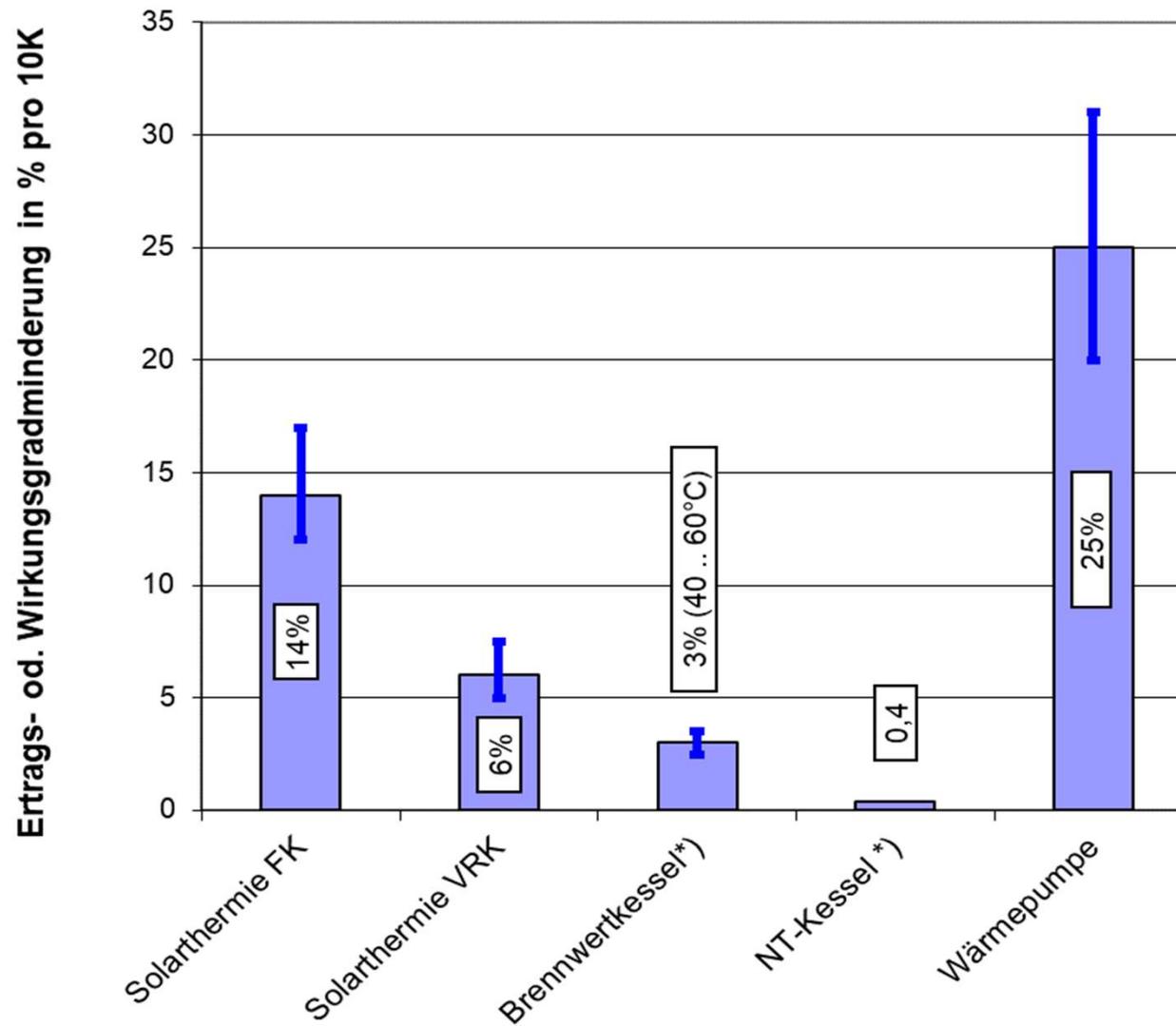
→ Stromverbrauch

+ ca. 20 bis > 25 %

→ Quellenseite: Erdreich im Winter vorteilhaft

→ Senkenseite: Temperatur für Heizungs- & Trinkwarmwasser-Netze reduzieren → Niedertemperaturgebäude

Effizienz-minderung durch wärmere Heizkreise



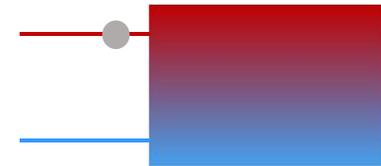
*) Bezug Rücklauftemperatur (ansonsten Mitteltemperatur)

Thema 1: Temperatur Gebäudenetze senken

Raumheizung & Trinkwarmwasser getrennt betrachten

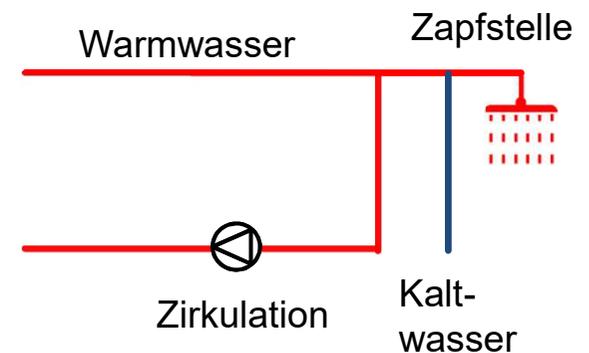
1. Heizungskreis(e) im Gebäude

Wie groß müssen Heizkörper sein, damit bei maximaler Vorlauftemperatur von z. B. 55 °C die Raumtemperatur von 20 .. 22 °C eingehalten wird?



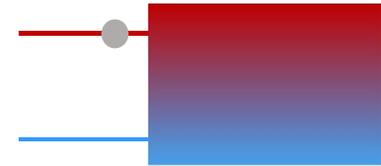
2. Trinkwarmwasser und Zirkulation

Wie erzeugt man hygienisch TWW mit einer möglichst geringen Temperatur?



1a. Niedertemperatur-Heizkreise im Gebäude

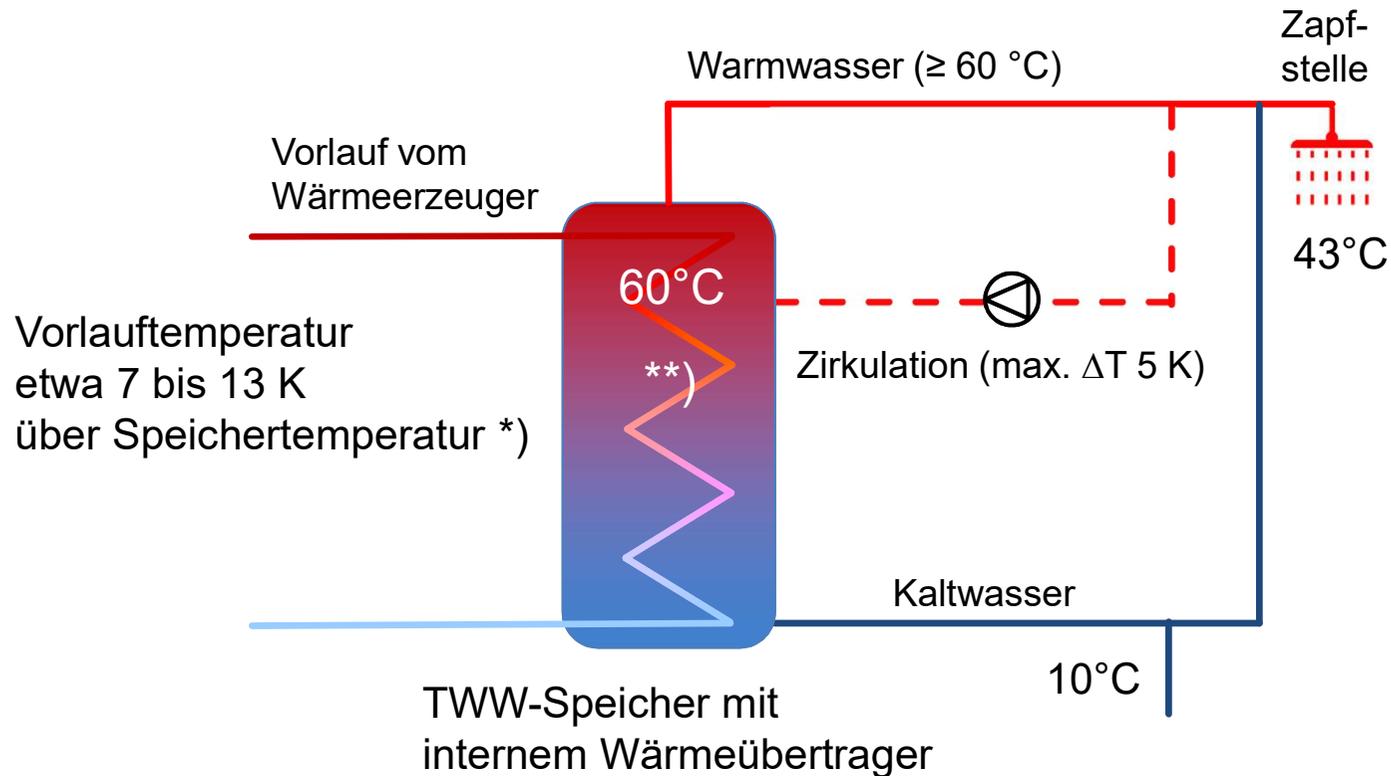
Vorlauf-Temperatur reduzieren



1. Vorhandene Heizkörper raumweise nachrechnen, ggf. durch leistungsfähigere ersetzen oder HK ergänzen.*)
 2. Denkbar: (individuelle) Raumnutzung berücksichtigen, z.B. Schlaf- oder Gästezimmer (T_i bei $T_{a,\min}$).
 3. Wichtig: Norm-Außentemperatur nach DIN TS 12831-1 beinhaltet Reserve, da diese in Praxis kaum erreicht wird
- = Hydraul. Abgleich n. Verf. B inkl. Anpassung HK-Leistungen an Raumwärmebedarfe & Reduktion Heizkurve
- *) Welche Heizkörper-Temperaturen folgen daraus?
Diese aneinander anpassen und minimieren.

1b. Trinkwarmwasserbereiter: Große Bandbreite

Von: zentrale TWW-Erzeugung mit TWW-Speicher



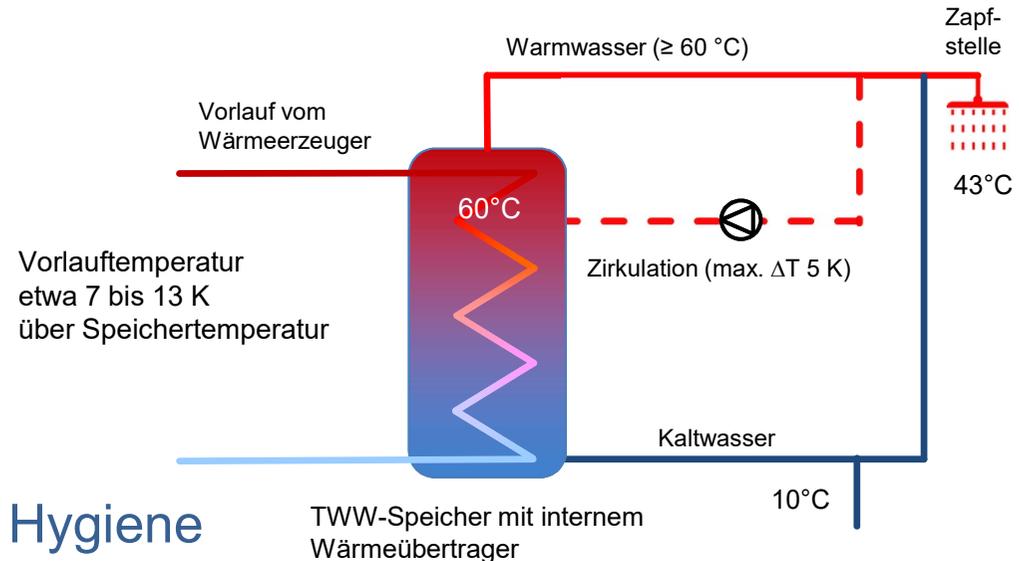
Interne Wärmeübertrager: Geringer Wärmeübergang → große Flächen, „Temperaturmischung“ beim Beladen.

*) siehe Standard-Funktions-Schemata des BWP (mind. 0,25 m²/kW) bzw. des FWS (mind. 0,4 m²/kW)

***) Trinkwarmwasser-Mindesttemperaturen n. DVGW W 551 für Großanlagen

1b. Trinkwarmwasserbereiter: Große Bandbreite

Von: zentrale TWW-Erzeugung mit TWW-Speicher



Nachteile

Hohe TWW-Temperaturen wg. Hygiene

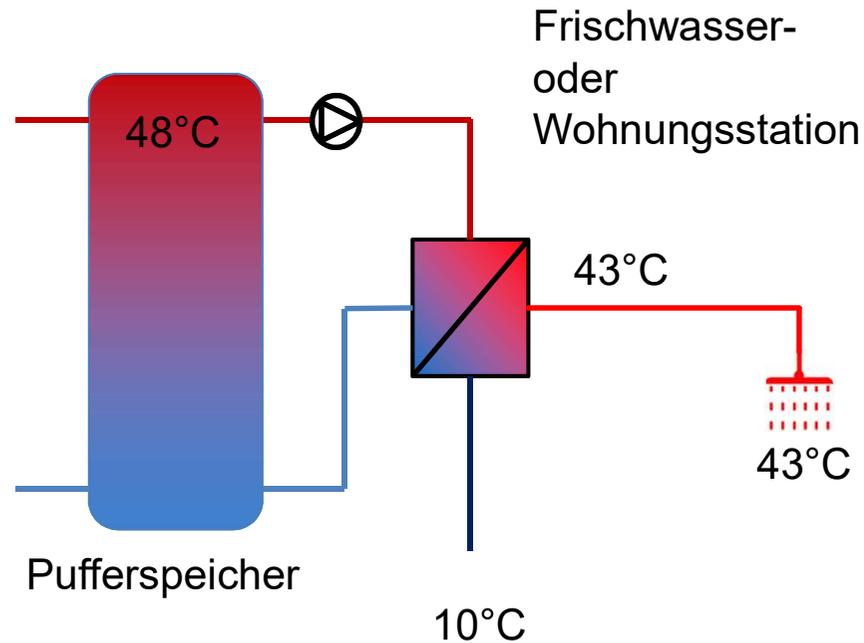
→ erforderliche Erzeugertemperatur hier 24 - 30 K über Zapftemperatur
(Einsatzgrenze der WP!)

→ Hohe Speicher- und Zirkulationsverluste wg. hoher Temperaturen

→ Effizienzverluste durch Wärmeerzeugung auf hoher Temperatur

1b. Trinkwarmwasserbereiter: Große Bandbreite

Bis: dezentrale TWW-Erzeugung im Durchfluss



- dezentrale Durchfluss-TW-Erwärmer: deutlich niedrigere Temperatur
- Reduktion von Speicher- und Verteilverlusten
- Effizientere Wärmeerzeugung

1b. Zentrale vs. dezentrale TWW-Bereitung

- „hygienische“ WW-Temperatur 60 °C & kalt beimischen
 - ca. 30 – 60 % *höherer Stromverbrauch für TWW-Nutzen*
 - Beimischen (zur Temperaturabsenkung) sehr ungünstig!
 - Zirkulationsverluste mit zentralem TWW-Speicher deutlich höher, wegen höherem Temperaturniveau
 - *Stromverbrauch ca. 140 - 160 % höher für Verteilverluste!*
 - WP bestraft Wärmeverluste besonders stark!
- Temperaturen absenken & Verteilverluste minimieren
- TWW Bereitung dezentral, ohne zentr. TWW-Speicher mit Zirkulation → Wohnungsstation, ggf. mit integr. EI-DE
- Alternative: Umstieg auf 100 % EI-Durchlauferhitzer

TWW-Bereitung: Hygiene vs. Klimaschutz

Publikation & Factsheet DVGW „Energieeinsparungen in der Trinkwasser-Installation“ (Jan. bzw. März 2023)

... Langfristig ist .. zu überprüfen, ob überhaupt erwärmtes Trinkwasser erforderlich ist. Hygienisch sichere Energieeinsparungen ergeben sich vor allem durch längerfristig zu realisierende Maßnahmen, wie die Überprüfung der Notwendigkeit von erwärmtem Trinkwasser, Rückbau der Trinkwasser-Installation, Neudimensionierung sowie **Umbaumaßnahmen von zentraler Trinkwassererwärmung mit Zirkulation auf dezentrale Anlagen.**

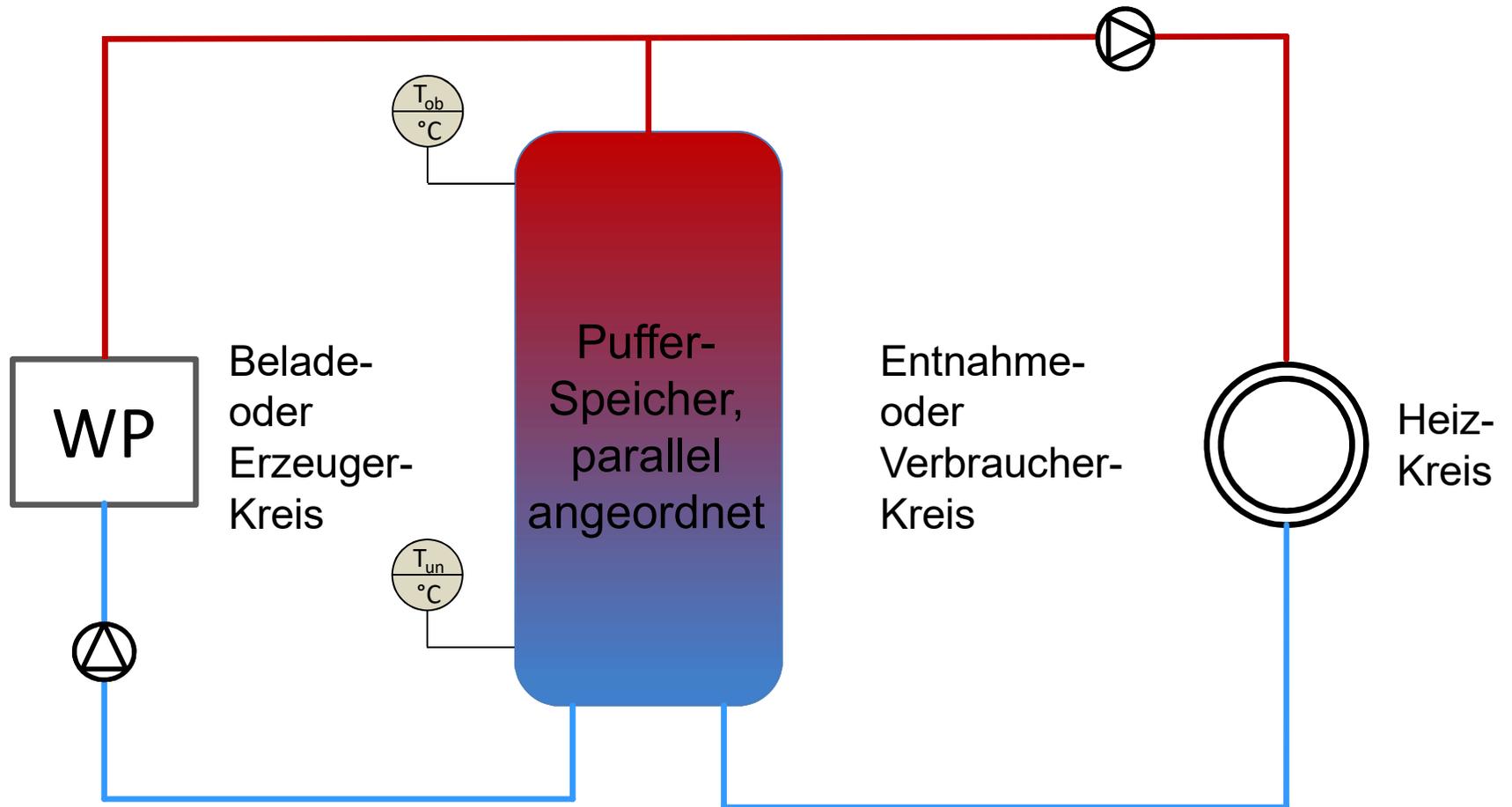
Quelle: <https://www.dvgw.de/der-dvgw/aktuelles/meldungen/meldung-vom-02032023-energieeinsparungen-in-der-trinkwasser-installation>

2. Integration der WP in Bestandsnetze

Vergleich Wärmepumpe vs. Heizkessel

- Mindest-Volumenstrom der WP (meist deutlich) höher
- WP und bisher auf Kesselbetrieb abgestimmtes Heiznetz müssen zueinander angepasst werden (VL/RL-Spreizung)
- Kessel kann sehr kurze Laufzeiten und sehr häufig takten
- WP sollte deutlich weniger bzw. darf nur wenig takten (TAB), gerätespezifische Mindest-Laufzeiten
- Wärme zum Abtauen des Verdampfers (bei Luft-WP) oder Wärme für Unterbrechung der Stromversorgung (WP-Tarif)
- Grundsätzlich erforderlich: Wärmespeicher

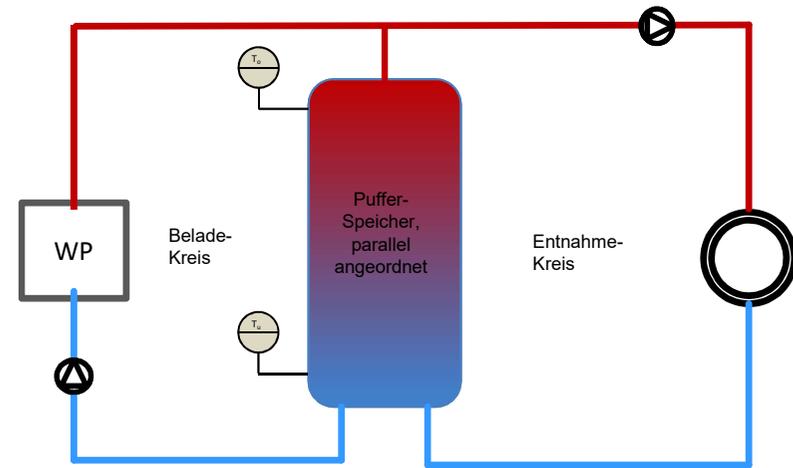
2. Hydraulische Integration in Bestandsnetze



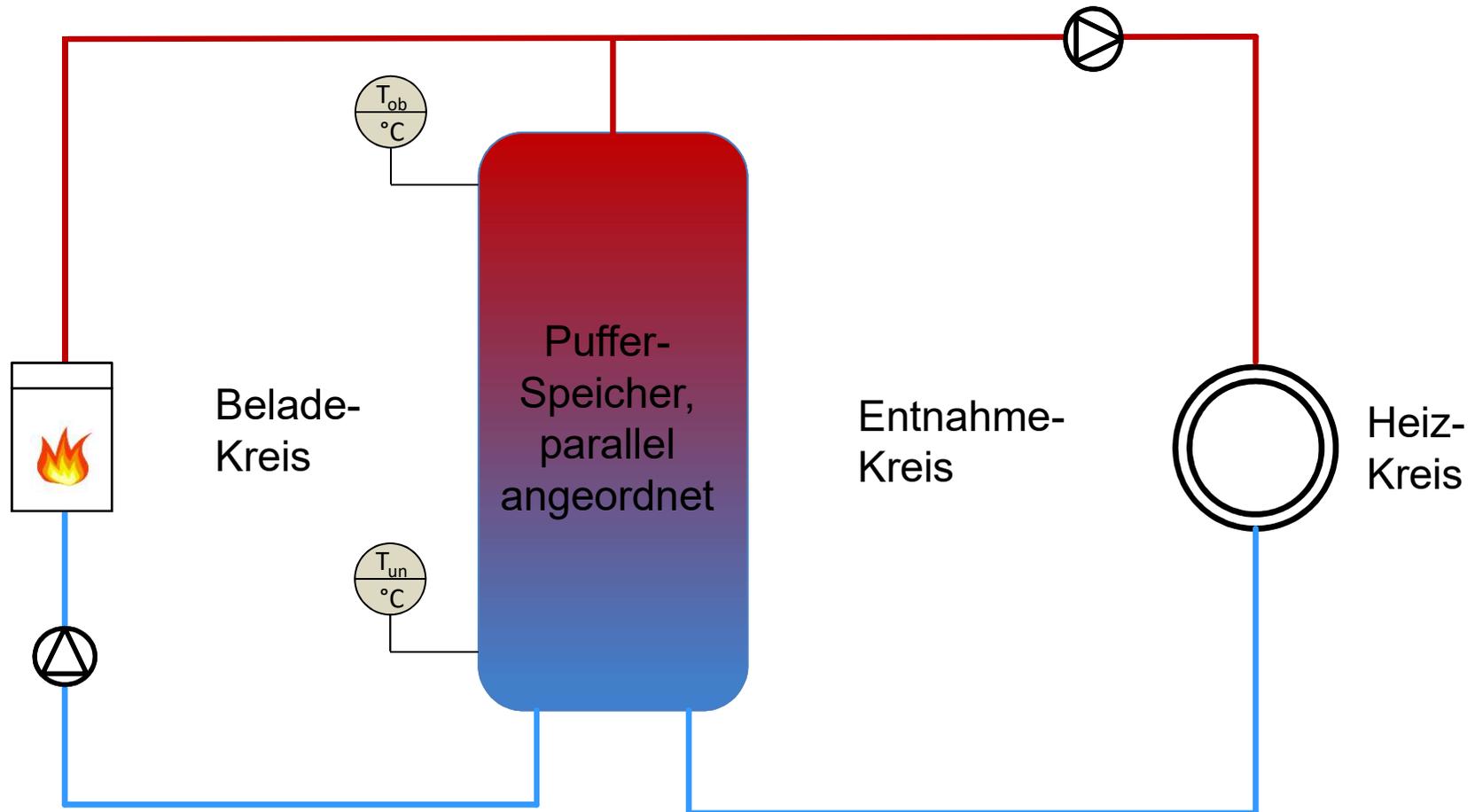
2. Hydraulische Integration in Bestandsnetze

Parallel- Pufferspeicher

- unterschiedlicher Volumenstrom in Belade- bzw. Entnahmekreis (hydraul. Entkopplung bei nur geringer Temperaturmischung)
- 2 getrennt geregelte/gesteuerte Pumpen
 - Anpassung an Teil-Last & Laufzeitverlängerung: speichert Wärme zur Reduktion Taktrate und für Unterbrechungen
 - Standardsystemkonzept: einfach, verständlich, robust, flexibel & erweiterbar (auch für Kesselsysteme sinnvoll)
 - Gute Dämmung & Schichtungsverhalten des install. Speichers!



Parallel-Puffer auch für Kesselanlagen



System mit Kessel: reduziert Takten, Einstieg in WP-taugliche Anlage

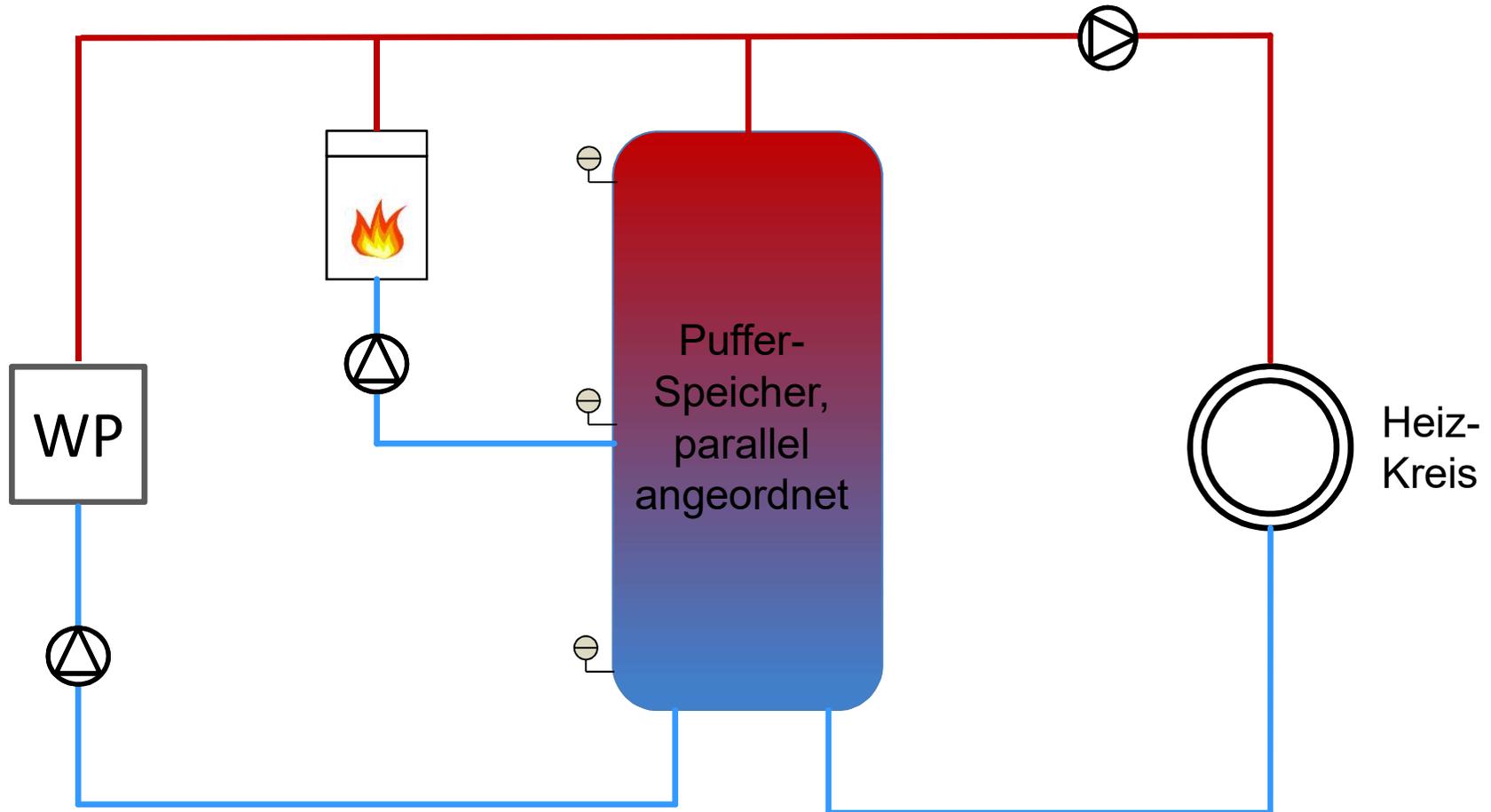
3. Bi- oder mehrvalente Wärmeerzeugung

Bivalente Systeme: (Bestands-) Kessel unterstützt Luft-WP

- Vorteil: L-WP nur bis Bivalenztemperatur dimensionieren
falls kälter: Kessel übernimmt, kann höhere Heizkreistemp.
→ deutliche Senkung der Investitionskosten
→ Vermeidung von niedrigen Arbeitszahlen der WP
→ Stromnetzdienlicher Betrieb möglich
- Ermöglichen damit schnelleren Umstieg im Gebäude,
da zunächst keine weiteren Maßnahmen erforderlich
(bis auf hydr. Abgleich), bauliche Sanierungen können erfolgen und
senken sukzessive Bivalenztemperatur
- Erhöhen jedoch Komplexität.
→ Einfache Standardlösungen sind nötig und möglich.

3. Bivalente Wärmeerzeugung

Erweiterung um zweiten Wärmeerzeuger



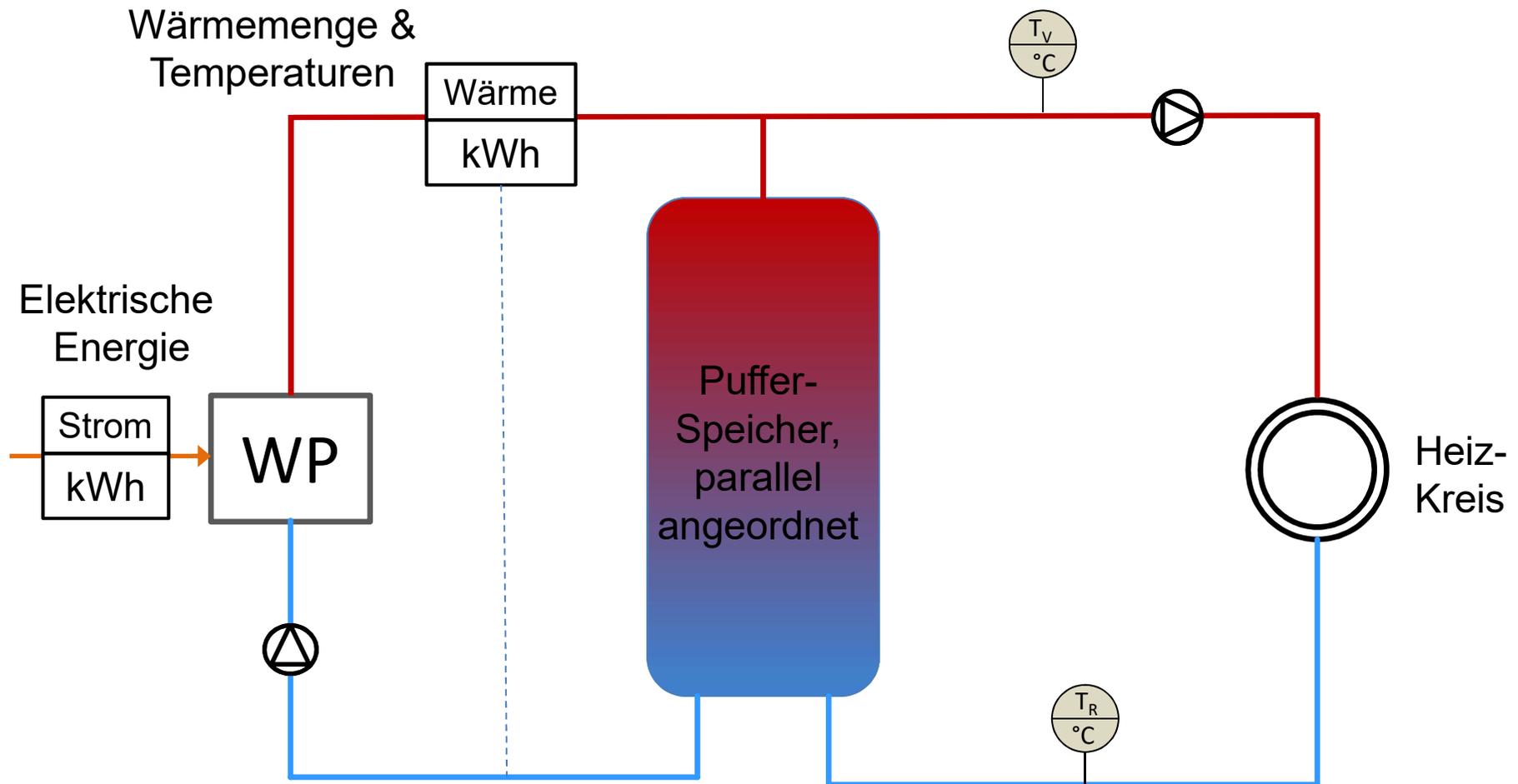
*) hier als bivalent-alternativ dargestellt

4. Monitoring & Evaluation

- WP sind besonders: Temperatursensibilität und Hydraulik sowie Quelle → kleine Mängel können große Effekte haben
- Effizienz muss permanent und einfach überprüfbar sein.
Mindestens: Einbau von Strom- und Wärmemengenzähler, zusätzlich Temperatursensoren
- Automatische Evaluation von Einzelanlagen:
muss Mängeln auf den Grund gehen und Wege zur Abhilfe aufzeigen (Projekt FeBOp-MFH)
- Evaluationen im Feld liefern übergeordnete Erkenntnisse für Politik, Industrie, Handwerk, Berater, Planer, Nutzer, ...

4. Messtechnik WP-System

Minimale Sensor-Ausstattung



5. Wie gelingt die WP-Wende für MFH?

- WP in (noch) unsanierten Bestand ohne Flächenheizung
- Integrierter Prozess: Aufgaben in mehreren Stufen
 1. Prüfen: Kann man Wärmequellen erschließen? Wie?
 2. Vorbereitende Maßnahmen: Temperaturen in Gebäudenetzen senken, Hydrauliksysteme anpassen,
TWW gesondert betrachten (auch für Kesselanlagen vorteilhaft)
 3. Planen & installieren: System-Konzept & bauliche Integration,
Zeitvorteil d bivalente Systeme (Luft-WP + Gas-Kessel)
 4. Effizienten Betrieb durch Monitoring dauerhaft sicherstellen

Nur kurz gestreift oder ganz weggelassen:

- Hydraulikvarianten für zentrale TWW-Bereitung
- Wärmespeicher mit geringem Wärme- und Temperatur-Verlust
- Quellenauswahl und –erschließung
- PV als Stromquelle und Stromnetzdienlichkeit
- Monitoring
- ...

Wärmepumpen-Initiative Niedersachsen erstellt zur Zeit entsprechende Leitlinien für Eigner, Planer & Berater sowie Handwerk

energie@rockendorf.net

05131 451151