
**Forschungsprogramm
Umgebungs- und Abwärme,
Wärme-Kraft-Kopplung (UAW)**

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen

Teil 1: STASCH-Planungshilfen

ausgearbeitet durch

H.R.Gabathuler

H.Mayer

Dr.Th.Afjei

Gabathuler AG gabathuler.ag@bluewin.ch

Gabathuler AG

FHBB (PL)

im Auftrag des
Bundesamtes für Energie

Impressum

Auftraggeber:	Bundesamt für Energiewirtschaft (BEW) Prof. Dr. M. Zogg Leiter Forschungsprogramm UAW Kirchstutz 3 3414 Oberburg	Projektbegleiter Email: martin.zogg@bluewin.ch
Beauftragter:	Fachhochschule beider Basel FHBB Dr. Th. Afjei Prof. A. Binz U. Schonhardt, C. Wemhöner Institut für Energie FHBB Fichtenhagstrasse 4 4132 Muttenz	Projektleiter stv. Projektleiter Simulationen Neubau und L/W-WP Email: t.afjei@fhbb.ch
Projektgruppe:	Autoren Gabathuler AG H.R. Gabathuler H. Mayer Kirchgasse 23 8253 Diessenhofen	PRAXIS Planungshilfen Email: gabathuler.ag@bluewin.ch
	unter Mitarbeit des Beauftragten und	
	Dr. Eicher + Pauli AG Dr. H.P. Eicher M. Erb Kasernenstrasse 21 4410 Liestal	FAWA Messprojekte, Auswertungen Email: markus.erb@eicher-pauli.ch
	Planair SA P. Renaud C. Bonnet Crêt 108 a 2314 La Sagne	CH-OUEST CAD-Schemata, Übersetzungen Email: pierre.renaud@planair.ch
	Hochschule für Technik und Architektur Fachhochschule Zentralschweiz Prof. G. Zweifel M. Achermann, R. von Euw, U. Stöckli ZIG 6048 Horw	Simulationen Sanierung und S/W-WP Email: gzwiefel@hta.fhz.ch

Zusammenfassung

Im Forschungsprojekt **STASCH** (= **ST**andard**SCH**altungen für Kleinwärmepumpenanlagen) des Bundesamtes für Energie wurde eine Schritt-für-Schritt-Methode zur Auslegung von Kleinwärmepumpenanlagen entwickelt, die einfache Faustformeln verwendet, welche auf Erfahrungswerten und auf Resultaten aus Simulationen basieren.

Der vorliegende Teil 1 «STASCH-Planungshilfen» beschreibt sieben Standardlösungen:

- STASCH 1: Wärmepumpenanlage ohne Speicher ohne Wassererwärmung
- STASCH 2: Wärmepumpenanlage ohne Speicher mit Wassererwärmung
- STASCH 3: Wärmepumpenanlage mit Seriespeicher ohne Wassererwärmung
- STASCH 4: Wärmepumpenanlage mit Seriespeicher mit Wassererwärmung
- STASCH 5: Wärmepumpenanlage mit Parallelspeicher ohne Wassererwärmung
- STASCH 6: Wärmepumpenanlage mit Parallelspeicher mit Wassererwärmung
- STASCH 7: Wärmepumpenanlage mit Solarunterstützung für Heizung und Warmwasser

«Häufig gestellte Fragen FAQ» (**FAQ** = **F**requently **A**s ked **Q**uestions) behandelt allgemeine Fragen und gibt Hinweise auf weiterführende Literatur und Software.

Der theoretische Hintergrund und die detaillierten Simulationsergebnisse werden in Teil 2 «Grundlagen und Computersimulationen» vorgestellt.

Résumé

Le projet de recherche STASCH (schémas standards pour petites installations de pompes à chaleur, en allemand **ST**andard**SCH**altungen für Kleinwärmepumpenanlage) de l'Office fédéral de l'énergie a permis de développer une méthode standardisée de dimensionnement de petites installations de pompes à chaleur. Elle se base sur des formules simples, qui découlent de valeurs observées dans la pratique et de simulations.

La 1^{ère} partie présentée ici «Fiches techniques» décrit sept solutions standards:

- STASCH 1: Installations de pompe à chaleur sans accumulateur de chaleur, sans production d'eau chaude sanitaire
- STASCH 2: Installations de pompe à chaleur sans accumulateur de chaleur, avec production d'eau chaude sanitaire
- STASCH 3: Installations de pompe à chaleur avec accumulateur de chaleur en série, sans production d'eau chaude sanitaire
- STASCH 4: Installations de pompe à chaleur avec accumulateur de chaleur en série, avec production d'eau chaude sanitaire
- STASCH 5: Installations de pompe à chaleur avec accumulateur de chaleur en parallèle, sans production d'eau chaude sanitaire
- STASCH 6: Installations de pompe à chaleur avec accumulateur de chaleur en parallèle, avec production d'eau chaude sanitaire
- STASCH 7: Installations de pompe à chaleur avec appoint solaire pour le chauffage et la production d'eau chaude sanitaire

Le chapitre «Questions fréquentes FAQ» (FAQ = Frequently Asked Questions) répond à différentes questions d'ordre général et fournit des pistes pour des études plus détaillées (littérature, logiciels).

Les bases théoriques ainsi que les résultats des simulations sont exposés dans la 2^{ème} partie du travail, intitulée «Bases théoriques et simulations».

Ce document est également disponible en français (commande ENET).

Summary

In the research project designated **STASCH** ("**ST**andard**SCH**altungen für Kleinwärmepumpenanlagen": standard schemes for small heat pump systems) sponsored by the Swiss Federal Office of Energy, a step-by-step method for the design and layout of systems with small heat pumps was developed. The methods utilize simple rules and formulas based on empirical values and simulation results.

Part 1 below, "STASCH design tools", describes seven standard arrangements:

- STASCH 1: Heat-pump system without thermal storage and without hot water heating
- STASCH 2: Heat-pump system without thermal storage and with hot water heating
- STASCH 3: Heat-pump system with thermal storage in series and without hot water heating
- STASCH 4: Heat-pump system with thermal storage in series and with hot water heating
- STASCH 5: Heat-pump system with thermal storage in parallel and without hot water heating
- STASCH 6: Heat-pump system with thermal storage in parallel and with hot water heating
- STASCH 7: Heat-pump system with solar-assisted general and hot water heating

"Frequently asked questions" (FAQ) deals with general issues and provides references to additional literature as well as to relevant software.

Theoretical considerations and detailed simulation results can be found in Part 2, "Fundamentals and Computer Simulations".

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren verantwortlich.

Inhaltsverzeichnis

Gebrauchsanweisung	6
Planungshilfe STASCH 1: Wärmepumpenanlage ohne Speicher ohne Wassererwärmung	7
Planungshilfe STASCH 2: Wärmepumpenanlage ohne Speicher mit Wassererwärmung	13
Planungshilfe STASCH 3: Wärmepumpenanlage mit Seriespeicher ohne Wassererwärmung	19
Planungshilfe STASCH 4: Wärmepumpenanlage mit Seriespeicher mit Wassererwärmung	25
Planungshilfe STASCH 5: Wärmepumpenanlage mit Parallelspeicher ohne Wassererwärmung	31
Planungshilfe STASCH 6: Wärmepumpenanlage mit Parallelspeicher mit Wassererwärmung	37
Planungshilfe STASCH 7: Wärmepumpenanlage mit Solarunterstützung für Heizung und Warmwasser	43
Zu allen sieben Planungshilfen: Häufig gestellte Fragen FAQ	49
Literatur- und Softwarehinweise	53

Gebrauchsanweisung

Der vorliegende Teil 1 wurde in Form von acht Faltblättern konzipiert: sieben STASCH-Planungshilfen und ein achttes Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ», welches allgemeine Fragen behandelt und Hinweise auf weiterführende Literatur und Software gibt.

Entsprechend diesem **Faltblatt-Konzept** sind die folgenden Seiten nicht wie ein Buch kapitelweise zu lesen, sondern eben wie selbständige Faltblätter zu behandeln:

■ Jede der sieben STASCH-Planungshilfen enthält am Anfang eine Anweisung «So finden Sie die beste Lösung!». Kreuzen Sie darin die für Sie zutreffenden Randbedingungen an. Die beste Lösung ist dann diejenige mit der niedrigsten Nummer, die alle angekreuzten Randbedingungen gerade noch erfüllt. Wenn dies nicht die fett eingerahmte Lösung ist, müssen sie noch auf die richtige Planungshilfe wechseln.

■ In allen sieben STASCH-Planungshilfen wird mit dem Hinweis → **FAQ x** auf das achte Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ» verwiesen. **FAQ** steht dabei für **F**requently **A**sken **Q**uestions (häufig gestellte Fragen). Dort finden Sie weitere Informationen zum Thema

■ Im Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ» wird dann jeweils noch zusätzlich auf die relevanten Parametervariationen in Teil 2 des vorliegenden Schlussberichts [1] verwiesen.

☛ So finden Sie die beste Lösung!

1. Zutreffende Randbedingungen ankreuzen und Lösung mit der niedrigsten Nummer wählen	STASCH 1 ohne Speicher ohne WW	STASCH 2 ohne Speicher mit WW	STASCH 3 Seriespeicher ohne WW	STASCH 4 Seriespeicher mit WW	STASCH 5 Parallelspeicher ohne WW	STASCH 6 Parallelspeicher mit WW	STASCH 7 Solarnutzung Heizung+WW
<input type="checkbox"/> Über 50% der Leistungsabgabe über Heizkörper → FAQ 1			✓	✓	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Über 40% Thermostatventilanteil an der Heizfläche → FAQ 2			✓ Variante D	✓ Variante D	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Mehrere geregelte Heizgruppen mit Mischventil → FAQ 3					✓ Variante F	✓ Variante F	✓ Variante F
<input type="checkbox"/> Wassererwärmung über die Wärmepumpe		✓		✓		✓	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Wassererwärmung		✓ Variante H		✓ Variante H		✓ Variante H	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Raumheizung							✓

2. Wenn dies nicht STASCH 1 ist:
Planungshilfe wechseln!



Planungshilfe STASCH 1: Wärmepumpenanlage ohne Speicher ohne Wassererwärmung

■ Die nachfolgenden Faustformeln basieren auf Erfahrungswerten und auf Resultaten aus Simulationen. Sie sind als Empfehlungen zu verstehen. Die Verantwortung liegt einzig und allein bei der planenden Firma.

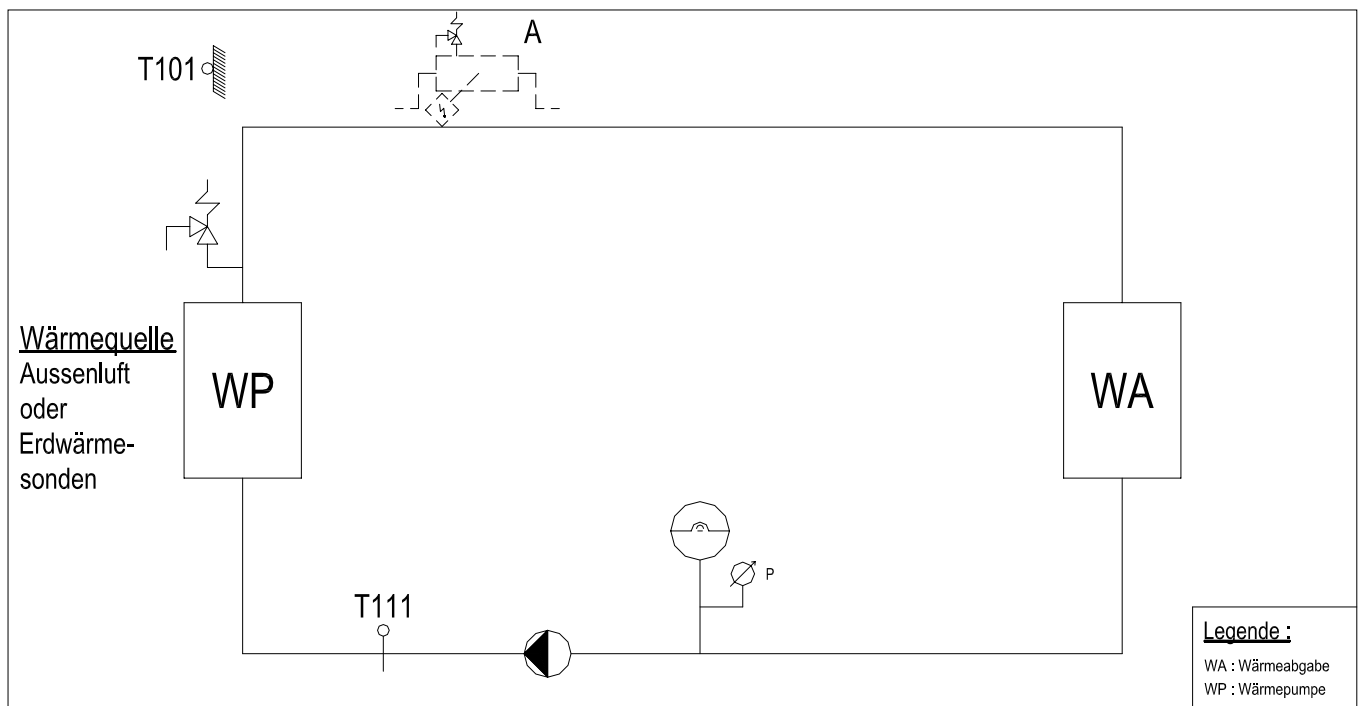
■ Mit «FAQ» wird auf das Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ» verwiesen; dort finden Sie weitere Informationen zum Thema.

Anlage:

Datum:

Visum:

Funktionsbeschreibung: Zweipunktregelung der Rücklauftemperatur T111 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T101. → **FAQ 4**



STASCH	Standardlösung :	Zulässige Variante :	Date :
1	Wärmepumpenanlage - ohne Speicher - ohne Wassererwärmung	A : Durchlauferhitzer mit Sicherheitsventil	08.08.2002

Schritt 1: Haben Sie die richtige Schaltung gewählt?

■ Sie haben auf der Titelseite keine der aufgeführten Randbedingungen angekreuzt und darauf STASCH 1 gewählt. Für Ihre Anlage müssen demnach folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Nass verlegte Fussbodenheizung mit maximal 50% der Leistungsabgabe über Heizkörper → **FAQ 1** (siehe Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ»)
- Maximal 40% der Heizfläche mit Thermostatventilen ausgerüstet → **FAQ 2**
- Eine einzige Heizgruppe ohne Mischventil → **FAQ 3**

Falls diese Bedingungen nicht zutreffen, müssen Sie eine andere Schaltung wählen!

■ Sie haben sich entschlossen, dass die Wassererwärmung nicht über die Wärmepumpe erfolgen soll. Gründe dafür können sein:

- Dezentrale Wassererwärmung über Elektroboiler ausdrücklich erwünscht
- Der Warmwasserbedarf ist zu gering für eine Wassererwärmung über die Wärmepumpe
- Ein Umbau der bestehenden Wassererwärmung lohnt sich nicht

Falls keiner der genannten Gründe zutrifft, wäre es nicht sinnvoller, die Wassererwärmung über die Wärmepumpe zu realisieren, also STASCH 2 zu wählen?

Schritt 2: Erhebung der Grundlagendaten nach den Regeln der Technik für einen Neubau (falls Sanierung, weiter mit Schritt 3)

A ₂	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2	°C
B ₂	Wärmeleistungsbedarf bei A ₂ nach SIA 384/2	kW
C ₂	Nutzbarer Wärmegegewinn; Empfehlung STASCH: 0 kW (kein Abzug) → FAQ 5	kW
D ₂	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₂ = (B ₂ – C ₂)	kW
E ₂	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₂ = 24h x D ₂	kWh/d
F ₂	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
G ₂	Notwendige Heizleistung bei A ₂ = E ₂ / (24h – F ₂)	kW
H ₂	Maximale Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei A ₂	°C / °C
J ₂	Heizgrenze; falls nicht bekannt, Empfehlung STASCH: 15°C für Neubauten im CH-Mittelland	°C

Schritt 3: Erhebung der Grundlagendaten auf der bestehenden Anlage für eine Sanierung (falls Neubau, entfällt dieser Schritt)

A ₃	Norm-Aussentemperatur; Empfehlung STASCH: Wert SIA 384/2 für Massivbau	°C
B ₃	Bisheriger Energieverbrauch (Brennstoffverbrauch) <input type="checkbox"/> Heizöl EL <input type="checkbox"/> anderer Energieträger (rechte Spalte verwenden)	Heizöl EL
		Liter
C ₃	Falls Kombikessel: Brennstoffverbrauch Wassererwärmung; Empfehlung STASCH: 15% von B ₃ Hinweis: Die Wassererwärmung muss neu anderweitig erfolgen (z. B. über Elektroboiler)	Liter
D ₃	Zuschlag für zusätzliche bisherige Wärmeerzeuger (Heizöläquivalent 1 Ster Laubholz = 180 Liter)	Liter
E ₃	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₃ ; Empfehlung STASCH: Für Heizöl EL im CH-Mittelland = (B ₃ – C ₃ + D ₃) x 4 W/Liter / 1000 → FAQ 6	kW
F ₃	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₃ = 24h x E ₃	kWh/d
G ₃	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
H ₃	Notwendige Heizleistung bei A ₃ = F ₃ / (24h – G ₃)	kW
J ₃	Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vollbetriebsstunden (Beispiel: 8 h red. Betrieb = 24h – 0,5 x 8h = 20 Vollbetriebsstunden) <input type="checkbox"/> Bisherige Reglereinstellung <input type="checkbox"/> Messung <input type="checkbox"/> Schätzung	°C / °C
		°C / °C
		bei Vollbetriebsstunden
K ₃	Heizgrenze; Empfehlung STASCH: 17°C für Sanierungen im CH-Mittelland	

Schritt 4: Abklärungen Luft/Wasser- bzw. Sole/Wasser-Wärmepumpe

A ₄	Luft/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung und Luftführung abgeklärt <input type="checkbox"/> Geräuschbelastigung im Haus (Schlafzimmer) und im Nachbargebäude abgeklärt
B ₄	Sole/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung abgeklärt <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Erdwärmesonden und Zugänglichkeit Bohrergerät abgeklärt <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden vorhanden <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden in Aussicht <input type="checkbox"/> Geologische Abklärungen erfolgt <input type="checkbox"/> Keine geologischen Daten vorhanden → FAQ 12

Schritt 5: Zusammenstellung der Daten geeigneter Wärmepumpen

■ Es sollten zwei (oder ggf. auch mehr) Wärmepumpen in Betracht gezogen und dann in Schritt 6 miteinander verglichen werden.

		Wärmepumpe 1		Wärmepumpe 2		
A ₅	Luft/Wasser oder Sole/Wasser?	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	
B ₅	Fabrikat					
C ₅	Typ					
D ₅	Arbeitsmittel					
E ₅	Norm-Heizleistung nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
F ₅	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
G ₅	Elektrische Leistungsaufnahme bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
H ₅	COP nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35					
J ₅	Obere Einsatzgrenze Verflüssiger-Austrittstemperatur	°C		°C		
K ₅	Untere Einsatzgrenze Verdampfer-Eintrittstemperatur	°C		°C		
L ₅	Heizleistung in anderen Betriebspunkten: ■ Möglichst realistische Betriebspunkte aus Datenblatt, die im tatsächlichen Betrieb auch vorkommen (nötigenfalls interpolieren) ■ z. B. Heizkörperheizung mit höheren Vorlauftemperaturen: A-7/W55 – A2/W45 – A10/W35	Betriebspunkt	Stufe 1	Stufe 1 + 2	Stufe 1	Stufe 1 + 2
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
M ₅	Falls Sole/Wasser: kv-Wert Verdampfer → FAQ 15 für Ethylenglykol%/.....°C	m³/h		m³/h		
N ₅	kv-Wert Verflüssiger → FAQ 15	m³/h		m³/h		

Schritt 6: Wärmeleistungsbedarf, Heizleistung und Vorlauf/Rücklauf-Temperaturen in Abhängigkeit der Aussentemperatur aufzeichnen → FAQ 7

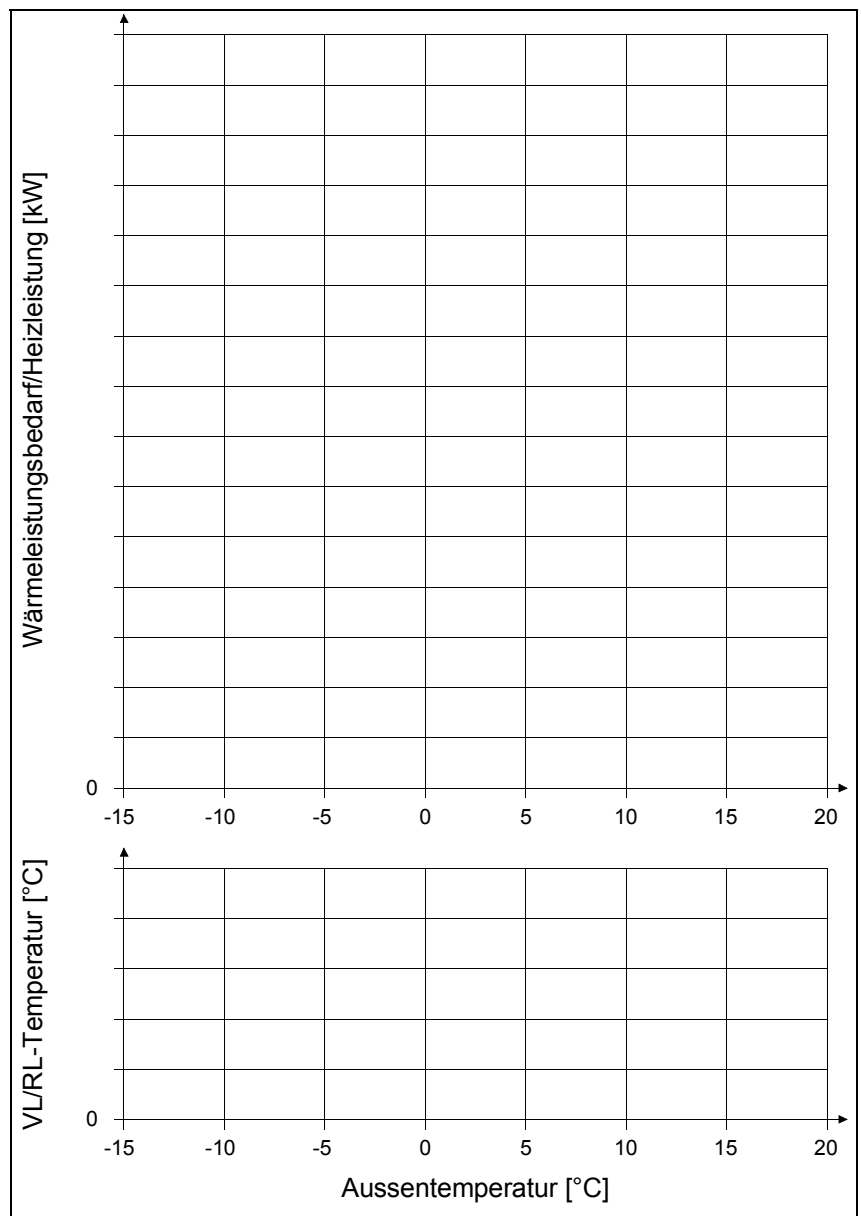
■ Wärmeleistungsbedarf und Heizgrenze aus Schritt 2 bzw. 3 übernehmen.

■ Heizleistung der Wärmepumpe(n) aus Schritt 5 übernehmen.

■ Vorlauf/Rücklauftemperaturen des Wärmeabgabesystems übernehmen:

- Neubau: H₂ aus Schritt 2; eventuell Korrektur der Lieferantenangaben → FAQ 8
- Sanierung: J₃ aus Schritt 3; eventuell muss noch die Spreizung korrigiert oder eine stark abweichende Vollbetriebsstundenzahl berücksichtigt werden

■ Der Schnittpunkt der Wärmepumpenkennlinie (Heizleistung) und der Lastkennlinie (Wärmeleistungsbedarf) ist der Bivalenzpunkt. Darunter ist eine Zusatzheizung notwendig. Empfehlung STASCH: Wenn der Bivalenzpunkt über der Norm-Aussentemperatur gemäss SIA 384/2 liegt, ist eine Zusatzheizung (Variante A) notwendig. → FAQ 9



Schritt 7: Definitive Auswahl der Wärmepumpe und ggf. Zusatzheizung

A ₇	Aus Schritt 5 definitiv ausgewählte Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> WP 1 <input type="checkbox"/> WP 2
B ₇	Monovalenter Betrieb bis zu welcher Aussentemperatur möglich? (Schnittpunkt der Kennlinien von Wärmeleistungsbedarf und Heizleistung im Diagramm Schritt 6)	°C
C ₇	Maximal notwendige Vorlauftemperatur Einsatzgrenze der Wärmepumpe (J ₅ aus Schritt 5)°C muss höher sein!	°C
D ₇	<input type="checkbox"/> Durchlauferhitzer (Variante A) <input type="checkbox"/> zur Leistungserhöhung bei tiefen Aussentemperaturen <input type="checkbox"/> zur Erhöhung der maximalen Vorlauftemperatur (von STASCH <u>nicht</u> empfohlen!)	kW
E ₇	<input type="checkbox"/> Andere Zusatzheizung:	kW

Schritt 8: Auslegung der Erdwärmesonden (falls Luft/Wasser-Wärmepumpe, weiter mit Schritt 9) → FAQ 12

A ₈	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₈	Spezifische Entzugleistung; Empfehlung STASCH, falls keine geologischen Daten: 50 W/m	W/m
C ₈	Erdwärmesondenlänge = 1000 x A ₈ / B ₈	m
D ₈	Aufteilung	Stück
E ₈	Länge pro Erdwärmesonde	m
F ₈	Nennweite; Empfehlung STASCH: E ₈ bis 120 m = DN 32, E ₈ 120...300 m = DN 40	mm

Schritt 9: Auslegung der Umwälzpumpen → FAQ 18

Heizungspumpe

A ₉₁	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2 (A ₂ aus Schritt 2 bzw. A ₃ aus Schritt 3) Falls kein monovalenter Betrieb bis zu diesem Punkt: <input type="checkbox"/> Aussentemperatur im Bivalenzpunkt	°C
B ₉₁	Heizleistung der Wärmepumpe bei Aussentemperatur A ₉₁ (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
C ₉₁	Temperaturdifferenz über Verflüssiger bei A ₉₁ → FAQ 13 ; Empfehlung STASCH: 5...6 K	K
D ₉₁	kv-Wert des Verflüssigers (N ₅ aus Schritt 5)	m³/h
E ₉₁	Förderstrom der Pumpe = 0,86 x B ₉₁ / C ₉₁	m³/h
F ₉₁	Druckabfall Verflüssiger = 100 x E ₉₁ ² / D ₉₁ ²	kPa
G ₉₁	Druckabfall Wärmeabgabesystem mit Förderstrom D ₉₁ → FAQ 17	kPa
H ₉₁	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.)	kPa
J ₉₁	Förderdruck der Pumpe = F ₉₁ + G ₉₁ + H ₉₁	kPa

Falls Sole/Wasser: Wärmequellenpumpe → FAQ 14

A ₉₂	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₉₂	Temperaturspreizung über Erdwärmesonde(n); Empfehlung STASCH: 3...4 K	K
C ₉₂	kv-Wert Verdampfer für Ethylenglykol%/.....°C (M ₅ aus Schritt 5)	m³/h
D ₉₂	Länge pro Erdwärmesonde (E ₈ aus Schritt 8)	m
E ₉₂	Spezifischer Druckabfall Erdwärmesonde Anhaltswerte für Ethylenglykol 25%/-4°C und spezifische Entzugleistung 50 W/m: Temperaturspreizung 3 K 4K 5 K Doppel-U-Rohr-Sonde DN 32 284 Pa/m 159 Pa/m 117 Pa/m Doppel-U-Rohr-Sonde DN 40 91 Pa/m 59 Pa/m 47 Pa/m	Pa/m
F ₉₂	Förderstrom der Pumpe = 0,91 x A ₉₂ / B ₉₂ (Ethylenglykol 25%/-4°C)	m³/h
G ₉₂	Druckabfall Verdampfer = 100 x F ₉₂ ² / C ₉₂ ²	kPa
H ₉₂	Druckabfall Erdwärmesonden = D ₉₂ x E ₉₂ / 1000	kPa
J ₉₂	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.) für Ethylenglykol%/.....°C	kPa
K ₉₂	Förderdruck der Pumpe = G ₉₂ + H ₉₂ + J ₉₂	kPa

Weitere Umwälzpumpen (ohne detaillierte Auslegungsempfehlungen)

A ₉₃		m³/h	kPa
-----------------	--	------	-----

Schritt 10: Reglereinstellungen

■ Zur Einstellung der Heizkurve im witterungsgeführten Rücklauftemperaturregler kann als erste Näherung die Rücklauftemperaturkennlinie aus Schritt 6 übernommen werden.

■ Die definitive Optimierung der Heizkurveneinstellung muss auf der Anlage erfolgen. Während dieser Zeit dürfen die Thermostatventile nicht in Betrieb sein (alle Thermostatventile vollständig öffnen!).

A ₁₀₁	Witterungsgeführte Rücklauftemperaturregelung T111 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T101 Heizkurveneinstellung: Rücklauftemperatur bei °C Aussentemperatur °C Rücklauftemperatur bei °C Aussentemperatur °C	
B ₁₀₁	Hysterese; Empfehlung STASCH: Fussbodenheizung ± 1...2 K; Heizkörperheizung ± 2...3 K	± K

Weitere Reglereinstellungen (ohne detaillierte Einstellempfehlungen)

A ₁₀₂	Durchlauferhitzer (Variante A) EIN °C <input type="checkbox"/> Handschalter mit automatischer Rücksetzung nach 24 Stunden AUS °C	
B ₁₀₂		

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen

Teil 1: STASCH-Planungshilfen, Schlussbericht, Bundesamt für Energie, 2002

Download aus www.waermepumpe.ch/fe Rubrik «Berichte» (franz. Version Rubrik «Français»)

Bestellung der schriftlichen Fassung unter der Projektnummer 78949 bei

ENET, Egnacherstrasse 69, 9320 Arbon, 071 440 02 55, enet@temas.ch



⚡ So finden Sie die beste Lösung!

1. Zutreffende Randbedingungen ankreuzen und Lösung mit der niedrigsten Nummer wählen	STASCH 1 ohne Speicher ohne WW	STASCH 2 ohne Speicher mit WW	STASCH 3 Seriespeicher ohne WW	STASCH 4 Seriespeicher mit WW	STASCH 5 Parallelspeicher ohne WW	STASCH 6 Parallelspeicher mit WW	STASCH 7 Solarnutzung Heizung+WW
<input type="checkbox"/> Über 50% der Leistungsabgabe über Heizkörper → FAQ 1			✓	✓	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Über 40% Thermostatventilanteil an der Heizfläche → FAQ 2			✓ Variante D	✓ Variante D	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Mehrere geregelte Heizgruppen mit Mischventil → FAQ 3					✓ Variante F	✓ Variante F	✓ Variante F
<input type="checkbox"/> Wassererwärmung über die Wärmepumpe		✓		✓		✓	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Wassererwärmung		✓ Variante H		✓ Variante H		✓ Variante H	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Raumheizung							✓

2. Wenn dies nicht STASCH 2 ist:
Planungshilfe wechseln!



Planungshilfe STASCH 2: Wärmepumpenanlage ohne Speicher mit Wassererwärmung

- Die nachfolgenden Faustformeln basieren auf Erfahrungswerten und auf Resultaten aus Simulationen. Sie sind als Empfehlungen zu verstehen. Die Verantwortung liegt einzig und allein bei der planenden Firma.
- Mit «FAQ» wird auf das Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ» verwiesen; dort finden Sie weitere Informationen zum Thema.

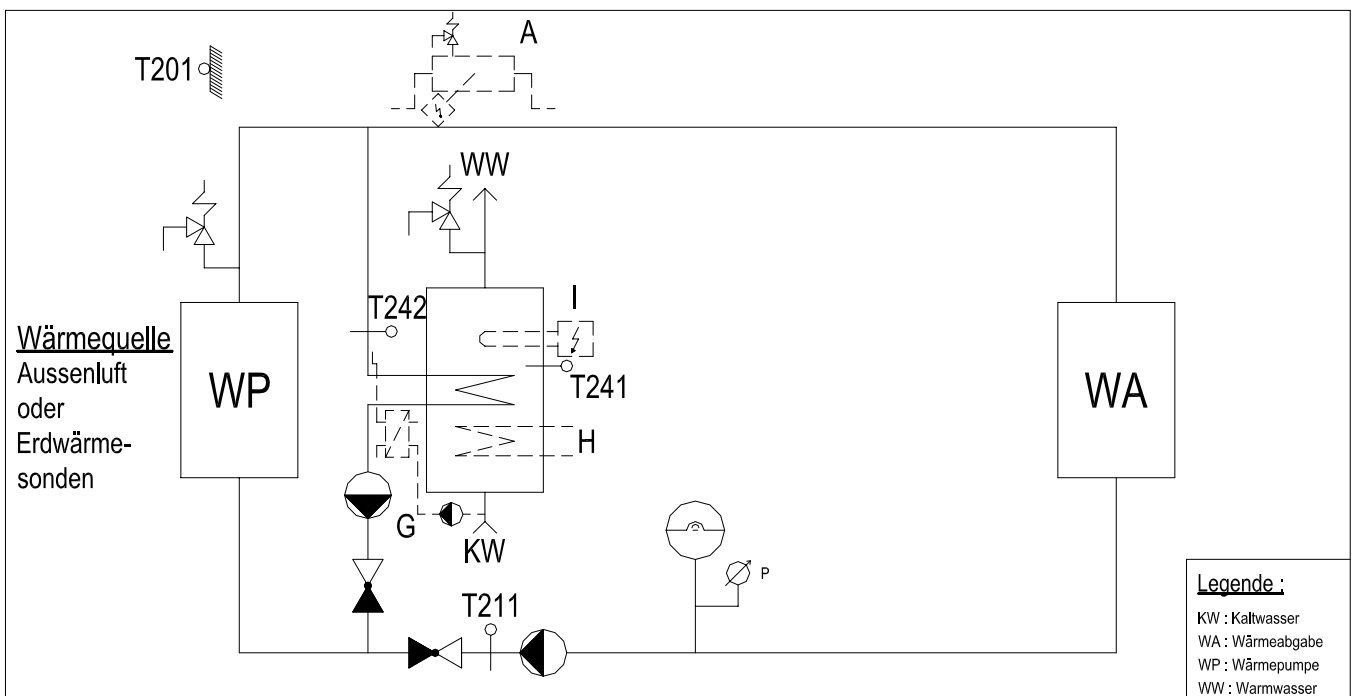
Anlage:

Datum:

Visum:

Funktionsbeschreibung: Heizung: Zweipunktregelung der Rücklauftemperatur T211 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T201. Wassererwärmung: Wassererwärmerladung «ein», wenn Sollwert T241 unterschritten, und «aus», wenn maximale Verflüssiger-Austritts-temperatur T242 überschritten wird. Wassererwärmung hat Vorrang vor Heizung. → **FAQ 4**

Hinweise: Ohne Solarnutzung WP-Heizregister am tiefsten Punkt des Wassererwärmers. Zur Legionellenbekämpfung Elektroheizeinsatz (Variante I) am tiefsten Punkt des Wassererwärmers.



STASCH	Standardlösung :	Zulässige Varianten :	Date :
2	<p>Wärmepumpenanlage</p> <ul style="list-style-type: none"> - ohne Speicher - mit Wassererwärmung 	<p>A : Durchlauferhitzer mit Sicherheitsventil</p> <p>G : Externer Wärmetauscher zur Wassererwärmung (nicht kompatibel mit H)</p> <p>H : Solar-Wärmetauscher (nicht kompatibel mit G)</p> <p>I : Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer</p>	10.10.2002

Schritt 1: Haben Sie die richtige Schaltung gewählt?

■ Sie haben auf der Titelseite die für Sie zutreffenden Randbedingungen angekreuzt und darauf STASCH 2 gewählt. Für Ihre Anlage müssen demnach folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Nass verlegte Fussbodenheizung mit maximal 50% der Leistungsabgabe über Heizkörper → **FAQ 1** (siehe Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ»)
- Maximal 40% der Heizfläche mit Thermostatventilen ausgerüstet → **FAQ 2**
- Eine einzige Heizgruppe ohne Mischventil → **FAQ 3**

Falls diese Bedingungen nicht zutreffen, müssen Sie eine andere Schaltung wählen!

Schritt 2: Erhebung der Grundlagendaten nach den Regeln der Technik für einen Neubau (falls Sanierung, weiter mit Schritt 3)

A ₂	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2	°C
B ₂	Wärmeleistungsbedarf bei A ₂ nach SIA 384/2	kW
C ₂	Nutzbarer Wärmegegewinn; Empfehlung STASCH: 0 kW (kein Abzug) → FAQ 5	kW
D ₂	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₂ = (B ₂ – C ₂)	kW
E ₂	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₂ = 24h x D ₂	kWh/d
F ₂	Anzahl Bewohner	Pers.
G ₂	Spitzen-Wärmebedarf Wassererwärmung pro Tag; Empfehlung STASCH: F ₂ x 4 kWh/d	kWh/d
H ₂	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
J ₂	Notwendige Heizleistung bei A ₂ = (E ₂ + G ₂) / (24h – H ₂)	kW
K ₂	Notwendige Heizleistung ab der Heizgrenze = G ₂ / (24h – H ₂)	kW
L ₂	Maximale Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei A ₂	°C / °C
M ₂	Heizgrenze; falls nicht bekannt, Empfehlung STASCH: 15°C für Neubauten im CH-Mittelland	°C

Schritt 3: Erhebung der Grundlagendaten auf der bestehenden Anlage für eine Sanierung (falls Neubau, entfällt dieser Schritt)

A ₃	Norm-Aussentemperatur; Empfehlung STASCH: Wert SIA 384/2 für Massivbau	°C
B ₃	Bisheriger Energieverbrauch (Brennstoffverbrauch) <input type="checkbox"/> Heizöl EL <input type="checkbox"/> anderer Energieträger (rechte Spalte verwenden)	Heizöl EL Liter
C ₃	Falls Kombikessel: Brennstoffverbrauch Wassererwärmung; Empfehlung STASCH: 15% von B ₃	Liter
D ₃	Zuschlag für zusätzliche bisherige Wärmeerzeuger (Heizöläquivalent 1 Ster Laubholz = 180 Liter)	Liter
E ₃	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₃ ; Empfehlung STASCH: Für Heizöl EL im CH-Mittelland = (B ₃ – C ₃ + D ₃) x 4 W/Liter / 1000 → FAQ 6	kW
F ₃	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₃ = 24h x E ₃	kWh/d
G ₃	Anzahl Bewohner	Pers.
H ₃	Spitzen-Wärmebedarf Wassererwärmung pro Tag; Empfehlung STASCH: G ₃ x 4 kWh/d	kWh/d
J ₃	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
K ₃	Notwendige Heizleistung bei A ₃ = (F ₃ + H ₃) / (24h – J ₃)	kW
L ₃	Notwendige Heizleistung ab der Heizgrenze = H ₃ / (24h – J ₃)	kW
M ₃	Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vollbetriebsstunden (Beispiel: 8 h red. Betrieb = 24h – 0,5 x 8h = 20 Vollbetriebsstunden) <input type="checkbox"/> Bisherige Reglereinstellung <input type="checkbox"/> Messung <input type="checkbox"/> Schätzung	°C / °C °C / °C bei..... Vollbetriebsstunden
N ₃	Heizgrenze; Empfehlung STASCH: 17°C für Sanierungen im CH-Mittelland	

Schritt 4: Abklärungen Luft/Wasser- bzw. Sole/Wasser-Wärmepumpe

A ₄	Luft/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung und Luftführung abgeklärt <input type="checkbox"/> Geräuschbelästigung im Haus (Schlafzimmer) und im Nachbargebäude abgeklärt
B ₄	Sole/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung abgeklärt <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Erdwärmesonden und Zugänglichkeit Bohrgerät abgeklärt <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden vorhanden <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden in Aussicht <input type="checkbox"/> Geologische Abklärungen erfolgt <input type="checkbox"/> Keine geologischen Daten vorhanden → FAQ 12

Schritt 5: Zusammenstellung der Daten geeigneter Wärmepumpen

■ Es sollten zwei (oder ggf. auch mehr) Wärmepumpen in Betracht gezogen und dann in Schritt 6 miteinander verglichen werden.

		Wärmepumpe 1		Wärmepumpe 2		
A ₅	Luft/Wasser oder Sole/Wasser?	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	
B ₅	Fabrikat					
C ₅	Typ					
D ₅	Arbeitsmittel					
E ₅	Norm-Heizleistung nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
F ₅	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
G ₅	Elektrische Leistungsaufnahme bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
H ₅	COP nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35					
J ₅	Obere Einsatzgrenze Verflüssiger-Austrittstemperatur	°C		°C		
K ₅	Untere Einsatzgrenze Verdampfer-Eintrittstemperatur	°C		°C		
L ₅	Heizleistung in anderen Betriebspunkten: ■ Möglichst realistische Betriebspunkte aus Datenblatt, die im tatsächlichen Betrieb auch vorkommen (nötigenfalls interpolieren) ■ z. B. Heizkörperheizung mit höheren Vorlauftemperaturen: A-7/W55 – A2/W45 – A10/W35	Betriebspunkt	Stufe 1	Stufe 1 + 2	Stufe 1	Stufe 1 + 2
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
M ₅	Falls Sole/Wasser: kv-Wert Verdampfer → FAQ 15 für Ethylenglykol%/.....°C	m³/h		m³/h		
N ₅	kv-Wert Verflüssiger → FAQ 15	m³/h		m³/h		

Schritt 6: Wärmeleistungsbedarf, Heizleistung und Vorlauf/Rücklauf-Temperaturen in Abhängigkeit der Aussentemperatur aufzeichnen → FAQ 7

■ Wärmeleistungsbedarf und Heizgrenze aus Schritt 2 bzw. 3 übernehmen.

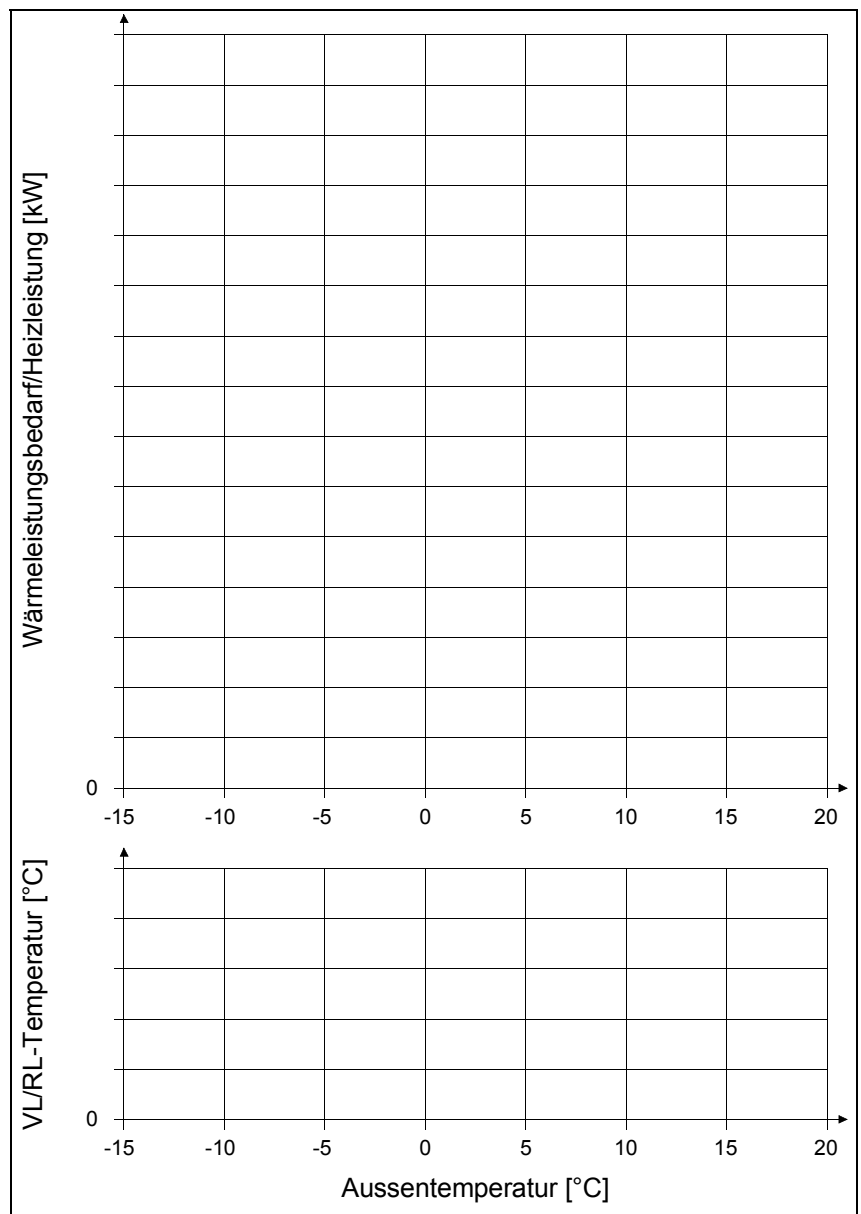
■ Heizleistung der Wärmepumpe(n) aus Schritt 5 übernehmen.

■ Vorlauf/Rücklauftemperaturen des Wärmeabgabesystems übernehmen:

- Neubau: L₂ aus Schritt 2; eventuell Korrektur der Lieferantenangaben → FAQ 8
- Sanierung: M₃ aus Schritt 3; eventuell muss noch die Spreizung korrigiert oder eine stark abweichende Vollbetriebsstundenzahl berücksichtigt werden

■ Der Schnittpunkt der Wärmepumpenkennlinie (Heizleistung) und der Lastkennlinie (Wärmeleistungsbedarf) ist der Bivalenzpunkt. Darunter ist eine Zusatzheizung notwendig. Empfehlung STASCH: Wenn der Bivalenzpunkt über der Norm-Aussentemperatur gemäss SIA 384/2 liegt, ist eine Zusatzheizung (Variante A) notwendig. → FAQ 9

■ Auch mit einem Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I) kann der Bivalenzpunkt beeinflusst werden: Wenn davon ausgegangen wird, dass die Wassererwärmung bei tiefen Aussentemperaturen ausschliesslich elektrisch erfolgt, kann der Wärmeleistungsbedarf im Auslegungspunkt entsprechend reduziert werden.



Schritt 7: Definitive Auswahl der Wärmepumpe und ggf. Zusatzheizung

A ₇	Aus Schritt 5 definitiv ausgewählte Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> WP 1 <input type="checkbox"/> WP 2
B ₇	Monovalenter Betrieb bis zu welcher Aussentemperatur möglich? (Schnittpunkt der Kennlinien von Wärmeleistungsbedarf und Heizleistung im Diagramm Schritt 6)	°C
C ₇	Maximal notwendige Vorlauftemperatur Einsatzgrenze der Wärmepumpe (J ₅ aus Schritt 5)°C muss höher sein!	°C
D ₇	<input type="checkbox"/> Durchlauferhitzer (Variante A) <input type="checkbox"/> zur Leistungserhöhung bei tiefen Aussentemperaturen <input type="checkbox"/> zur Erhöhung der maximalen Vorlauftemperatur (von STASCH <u>nicht</u> empfohlen!)	kW
E ₇	<input type="checkbox"/> Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I) <input type="checkbox"/> zur Wassererwärmung bei tiefen Aussentemperaturen ausschliesslich elektrisch <input type="checkbox"/> zur Erhöhung der maximalen Warmwassertemperatur <input type="checkbox"/> zur Legionellenbekämpfung am tiefsten Punkt des Speichers	kW
F ₇	<input type="checkbox"/> Andere Zusatzheizung:	kW

Schritt 8: Auslegung des Wassererwärmers → FAQ 11

A ₈	Anzahl Bewohner (F ₂ aus Schritt 2 bzw. G ₃ aus Schritt 3)	Pers.
B ₈	Sonnenkollektorenfläche (Variante H)	m ²
C ₈	Wassererwärmerinhalt; Empfehlung STASCH: <input type="checkbox"/> Ohne Solarunterstützung 50 Liter pro Bewohner, mindestens 300 Liter für EFH <input type="checkbox"/> Mit Solarunterstützung B ₈ x 150 Liter pro m ² Kollektorfläche	Liter
D ₈	Lieferbare Speichergösse	Liter
E ₈	Heizleistung der Wärmepumpe an der Heizgrenze (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
F ₈	Wärmetauscherfläche Glattrohr-Heizregister im Speicher; Empfehlung STASCH: E ₈ x 0,30 m ² /kW	m ²
G ₈	Wärmetauscherfläche ext. Platten-WT (Variante G); Empfehlung STASCH: E ₈ x 0,15 m ² /kW	m ²
H ₈	Wärmetauscherfläche Solarunterstützung (Variante H); Empfehlung STASCH: B ₈ x 0,13 m ² pro m ² Kollektorfläche	m ²
J ₈	Elektroheizeinsatz (Variante I, E ₇ aus Schritt 7)	kW
K ₈	kv-Wert Heizregister bzw. Primärseite Platten-WT → FAQ 15 ggf. kv-Wert Sekundärseite Platten-WT	m ³ /h m ³ /h

Schritt 9: Auslegung der Erdwärmesonden (falls Luft/Wasser-Wärmepumpe, weiter mit Schritt 10) → FAQ 12

A ₉	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₉	Spezifische Entzugsleistung; Empfehlung STASCH, falls keine geologischen Daten: 50 W/m	W/m
C ₉	Erdwärmesondenlänge = (1000 x A ₉ / B ₉) + Zuschlag <input type="checkbox"/> Wassererwärmung wurde in G ₂ (Schritt 2, Neubau) bzw. H ₃ (Schritt 3, Sanierung) vollumfänglich berücksichtigt: Zuschlag = 0 <input type="checkbox"/> Wassererwärmung nicht berücksichtigt: Zuschlag = 10 m pro Person	m
D ₉	Aufteilung	Stück
E ₉	Länge pro Erdwärmesonde	m
F ₉	Nennweite; Empfehlung STASCH: E ₉ bis 120 m = DN 32, E ₉ 120...300 m = DN 40	mm

Schritt 10: Auslegung der Umwälzpumpen → FAQ 18

Heizungspumpe

A ₁₀₁	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2 (A ₂ aus Schritt 2 bzw. A ₃ aus Schritt 3) Falls kein monovalenter Betrieb bis zu diesem Punkt: <input type="checkbox"/> Aussentemperatur im Bivalenzpunkt	°C
B ₁₀₁	Heizleistung der Wärmepumpe bei Aussentemperatur A ₁₀₁ (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
C ₁₀₁	Temperaturdifferenz über Verflüssiger bei A ₁₀₁ → FAQ 13; Empfehlung STASCH: 5...6 K	K
D ₁₀₁	kv-Wert des Verflüssigers (N ₅ aus Schritt 5)	m ³ /h
E ₁₀₁	Förderstrom der Pumpe = 0,86 x B ₁₀₁ / C ₁₀₁	m ³ /h
F ₁₀₁	Druckabfall Verflüssiger = 100 x E ₁₀₁ ² / D ₁₀₁ ²	kPa
G ₁₀₁	Druckabfall Wärmeabgabesystem mit Förderstrom D ₁₀₁ → FAQ 17	kPa
H ₁₀₁	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.)	kPa
J ₁₀₁	Förderdruck der Pumpe = F ₁₀₁ + G ₁₀₁ + H ₁₀₁	kPa

Wassererwärmepumpe (Primärpumpe)

A ₁₀₂	Heizleistung der Wärmepumpe an der Heizgrenze (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
B ₁₀₂	kv-Wert Verflüssiger (N ₅ aus Schritt 5)	m³/h
C ₁₀₂	kv-Wert Heizregister bzw. Sekundärseite Platten-WT (K ₈ aus Schritt 8)	m³/h
D ₁₀₂	Förderstrom der Pumpe; Empfehlung STASCH: $0,86 \times A_{102} / 6K$	m³/h
E ₁₀₂	Druckabfall Verflüssiger = $100 \times D_{102}^2 / B_{102}^2$	kPa
F ₁₀₂	Druckabfall Heizregister bzw. Platten-WT = $100 \times D_{102}^2 / C_{102}^2$	kPa
G ₁₀₂	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.)	kPa
H ₁₀₂	Förderdruck der Pumpe = $E_{102} + F_{102} + G_{102}$	kPa

Falls externer Platten-Wärmetauscher (Variante G): Sekundärpumpe

A ₁₀₃	kv-Wert Sekundärseite Platten-WT (K ₈ aus Schritt 8)	m³/h
B ₁₀₃	Förderstrom der Pumpe; Empfehlung STASCH: gleich wie Primärpumpe (D ₁₀₂)	m³/h
C ₁₀₃	Druckabfall Platten-WT = $100 \times B_{103}^2 / A_{103}^2$	kPa
D ₁₀₃	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.)	kPa
E ₁₀₃	Förderdruck der Pumpe = $C_{103} + D_{103}$	kPa

Falls Sole/Wasser: Wärmequellenpumpe → FAQ 14

A ₁₀₄	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₁₀₄	Temperaturspreizung über Erdwärmesonde(n); Empfehlung STASCH: 3...4 K	K
C ₁₀₄	kv-Wert Verdampfer für Ethylenglykol%/.....°C (M ₅ aus Schritt 5)	m³/h
D ₁₀₄	Länge pro Erdwärmesonde (E ₉ aus Schritt 9)	m
E ₁₀₄	Spezifischer Druckabfall Erdwärmesonde Anhaltswerte für Ethylenglykol 25%/-4°C und spezifische Entzugsleistung 50 W/m: Temperaturspreizung 3 K 4K 5 K Doppel-U-Rohr-Sonde DN 32 284 Pa/m 159 Pa/m 117 Pa/m Doppel-U-Rohr-Sonde DN 40 91 Pa/m 59 Pa/m 47 Pa/m	Pa/m
F ₁₀₄	Förderstrom der Pumpe = $0,91 \times A_{104} / B_{104}$ (Ethylenglykol 25%/-4°C)	m³/h
G ₁₀₄	Druckabfall Verdampfer = $100 \times F_{104}^2 / C_{104}^2$	kPa
H ₁₀₄	Druckabfall Erdwärmesonden = $D_{104} \times E_{104} / 1000$	kPa
J ₁₀₄	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.) für Ethylenglykol%/.....°C	kPa
K ₁₀₄	Förderdruck der Pumpe = $G_{104} + H_{104} + J_{104}$	kPa

Weitere Umwälzpumpen (ohne detaillierte Auslegungsempfehlungen)

A ₁₀₅	Solarkreispumpe (Variante H); Empfehlung STASCH: «Low Flow» = 20...25 Liter/h pro m² Kollektorfläche	m³/h	kPa
B ₁₀₅		m³/h	kPa

Schritt 11: Reglereinstellungen und Einstellung des Überströmventils

■ Zur Einstellung der Heizkurve im witterungsgeführten Rücklauftemperaturregler kann als erste Näherung die Rücklauftemperaturkennlinie aus Schritt 6 übernommen werden.

■ Die definitive Optimierung der Heizkurveneinstellung muss auf der Anlage erfolgen. Während dieser Zeit dürfen die Thermostatventile nicht in Betrieb sein (alle Thermostatventile vollständig öffnen!).

A ₁₁₁	Witterungsgeführte Rücklauftemperaturregelung T211 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T201 Heizkurveneinstellung: Rücklauftemperatur bei°C Aussentemperatur Rücklauftemperatur bei°C Aussentemperatur	°C °C
B ₁₁₁	Hysterese; Empfehlung STASCH: Fussbodenheizung ± 1...2 K; Heizkörperheizung ± 2...3 K	± K

Wassererwärmerladung

A ₁₁₂	Wassererwärmer-Temperatur	EIN T241	°C
B ₁₁₂	Verflüssiger-Austrittstemperatur	AUS T242	°C

Weitere Reglereinstellungen (ohne detaillierte Einstellempfehlungen)

A ₁₁₃	Durchlauferhitzer (Variante A)	EIN	°C
	<input type="checkbox"/> Handschalter mit automatischer Rücksetzung nach 24 Stunden	AUS	°C
B ₁₁₃	Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I)	EIN	°C
	<input type="checkbox"/> 1 Temperaturfühler <input type="checkbox"/> 2 getrennte Temperaturfühler EIN/AUS	AUS	°C
C ₁₁₃			

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen**Teil 1: STASCH-Planungshilfen, Schlussbericht, Bundesamt für Energie, 2002**

Download aus www.waermepumpe.ch/fe Rubrik «Berichte» (franz. Version Rubrik «Français»)

Bestellung der schriftlichen Fassung unter der Projektnummer 78949 bei

ENET, Egnacherstrasse 69, 9320 Arbon, 071 440 02 55, enet@temas.ch



☛ So finden Sie die beste Lösung!

1. Zutreffende Randbedingungen ankreuzen und Lösung mit der niedrigsten Nummer wählen	STASCH 1 ohne Speicher ohne WW	STASCH 2 ohne Speicher mit WW	STASCH 3 Seriespeicher ohne WW	STASCH 4 Seriespeicher mit WW	STASCH 5 Parallelspeicher ohne WW	STASCH 6 Parallelspeicher mit WW	STASCH 7 Solarnutzung Heizung+WW
<input type="checkbox"/> Über 50% der Leistungsabgabe über Heizkörper → FAQ 1			✓	✓	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Über 40% Thermostatventilanteil an der Heizfläche → FAQ 2			✓ Variante D	✓ Variante D	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Mehrere geregelte Heizgruppen mit Mischventil → FAQ 3					✓ Variante F	✓ Variante F	✓ Variante F
<input type="checkbox"/> Wassererwärmung über die Wärmepumpe		✓		✓		✓	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Wassererwärmung		✓ Variante H		✓ Variante H		✓ Variante H	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Raumheizung							✓

2. Wenn dies nicht STASCH 3 ist:
Planungshilfe wechseln!



Planungshilfe STASCH 3: Wärmepumpenanlage mit Seriespeicher ohne Wassererwärmung

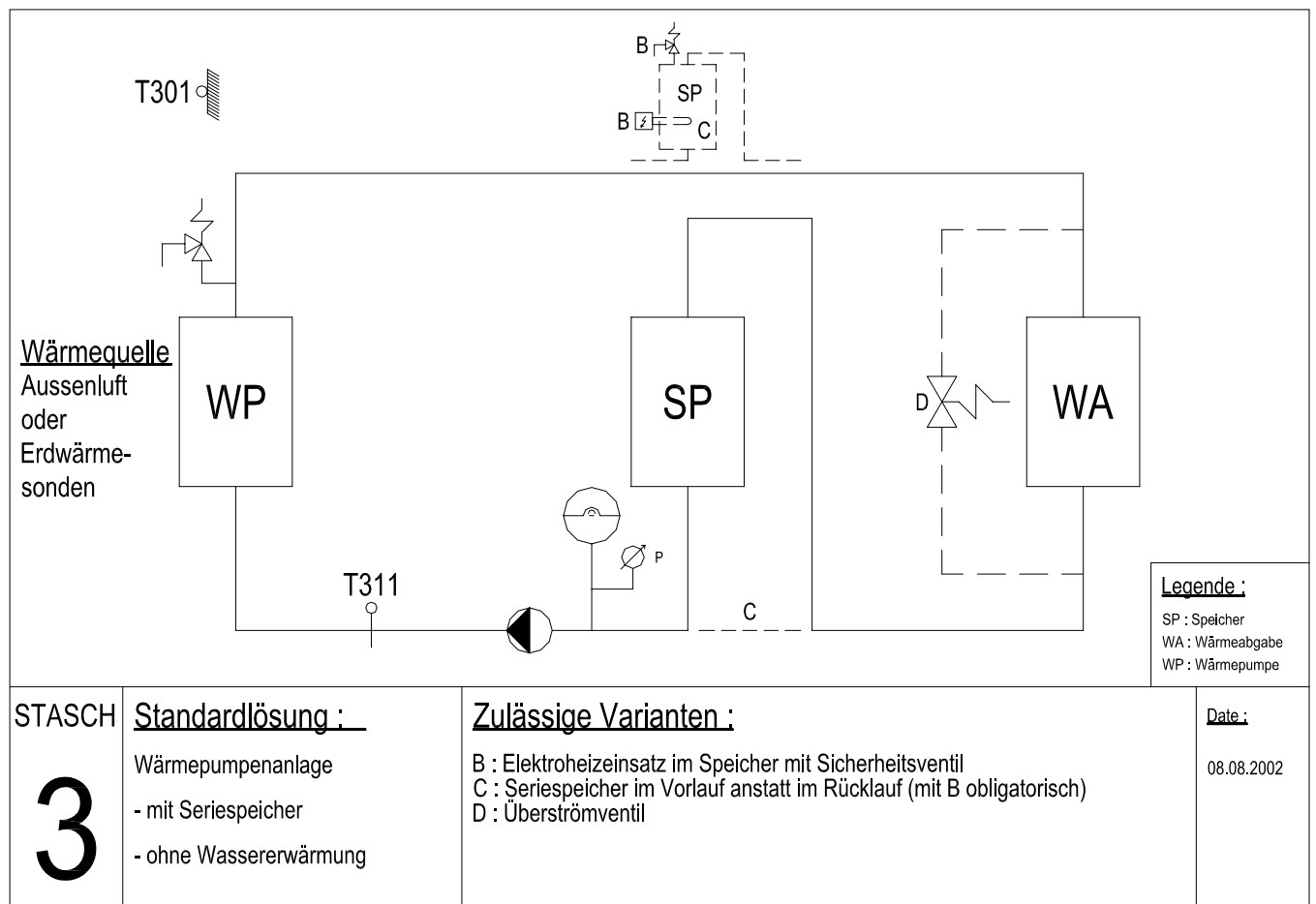
- Die nachfolgenden Faustformeln basieren auf Erfahrungswerten und auf Resultaten aus Simulationen. Sie sind als Empfehlungen zu verstehen. Die Verantwortung liegt einzig und allein bei der planenden Firma.
- Mit «FAQ» wird auf das Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ» verwiesen; dort finden Sie weitere Informationen zum Thema.

Anlage:

Datum:

Visum:

Funktionsbeschreibung: Zweipunktregelung der Rücklauftemperatur T311 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T301. → **FAQ 4**



Schritt 1: Haben Sie die richtige Schaltung gewählt?

■ Sie haben auf der Titelseite die für Sie zutreffenden Randbedingungen angekreuzt und darauf STASCH 3 gewählt. Haben Sie wirklich nur solche Randbedingungen angekreuzt, die Sie nicht eliminieren können oder wollen? Haben Sie tatsächlich diejenige STASCH-Standardlösung mit der niedrigsten Nummer gewählt, die alle angekreuzten Randbedingungen gerade noch erfüllt oder gibt es möglicherweise noch eine einfachere Lösung?

■ Bitte beachten Sie: STASCH 3 ist mit Variante D (Überströmventil) grundsätzlich für einen Thermostatventilanteil von bis zu 100% der Heizfläche geeignet. Über 40% Thermostatventilanteil verteuert jedoch die Anlage, kompliziert die Auslegung und erschwert Abgleich und Einregulierung. Können Sie den Thermostatventilanteil möglicherweise auf 40% oder weniger reduzieren, damit Sie eine einfachere Lösung wählen können? → **FAQ 2 (siehe Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ»)**

■ Sie haben sich entschlossen, dass die Wassererwärmung nicht über die Wärmepumpe erfolgen soll. Gründe dafür können sein:

- Dezentrale Wassererwärmung über Elektroboiler ausdrücklich erwünscht
- Der Warmwasserbedarf ist zu gering für eine Wassererwärmung über die Wärmepumpe
- Ein Umbau der bestehenden Wassererwärmung lohnt sich nicht

Falls keiner der genannten Gründe zutrifft, wäre es nicht sinnvoller, die Wassererwärmung über die Wärmepumpe zu realisieren, also STASCH 4 zu wählen?

Schritt 2: Erhebung der Grundlagendaten nach den Regeln der Technik für einen Neubau (falls Sanierung, weiter mit Schritt 3)

A ₂	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2	°C
B ₂	Wärmeleistungsbedarf bei A ₂ nach SIA 384/2	kW
C ₂	Nutzbarer Wärmege Gewinn; Empfehlung STASCH: 0 kW (kein Abzug) → FAQ 5	kW
D ₂	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₂ = (B ₂ – C ₂)	kW
E ₂	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₂ = 24h x D ₂	kWh/d
F ₂	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
G ₂	Notwendige Heizleistung bei A ₂ = E ₂ / (24h – F ₂)	kW
H ₂	Maximale Vorlauf/Rücklauf temperatur des Wärmeabgabesystems bei A ₂	°C / °C
J ₂	Heizgrenze; falls nicht bekannt, Empfehlung STASCH: 15°C für Neubauten im CH-Mittelland	°C

Schritt 3: Erhebung der Grundlagendaten auf der bestehenden Anlage für eine Sanierung (falls Neubau, entfällt dieser Schritt)

A ₃	Norm-Aussentemperatur; Empfehlung STASCH: Wert SIA 384/2 für Massivbau	°C
B ₃	Bisheriger Energieverbrauch (Brennstoffverbrauch) <input type="checkbox"/> Heizöl EL <input type="checkbox"/> anderer Energieträger (rechte Spalte verwenden)	Heizöl EL Liter
C ₃	Falls Kombikessel: Brennstoffverbrauch Wassererwärmung; Empfehlung STASCH: 15% von B ₃ Hinweis: Die Wassererwärmung muss neu anderweitig erfolgen (z. B. über Elektroboiler)	Liter
D ₃	Zuschlag für zusätzliche bisherige Wärmeerzeuger (Heizöläquivalent 1 Ster Laubholz = 180 Liter)	Liter
E ₃	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₃ ; Empfehlung STASCH: Für Heizöl EL im CH-Mittelland = (B ₃ – C ₃ + D ₃) x 4 W/Liter / 1000 → FAQ 6	kW
F ₃	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₃ = 24h x E ₃	kWh/d
G ₃	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
H ₃	Notwendige Heizleistung bei A ₃ = F ₃ / (24h – G ₃)	kW
J ₃	Vorlauf/Rücklauf temperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vorlauf/Rücklauf temperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vollbetriebsstunden (Beispiel: 8 h red. Betrieb = 24h – 0,5 x 8h = 20 Vollbetriebsstunden) <input type="checkbox"/> Bisherige Reglereinstellung <input type="checkbox"/> Messung <input type="checkbox"/> Schätzung	°C / °C °C / °C bei Vollbetriebsstunden
K ₃	Heizgrenze; Empfehlung STASCH: 17°C für Sanierungen im CH-Mittelland	

Schritt 4: Abklärungen Luft/Wasser- bzw. Sole/Wasser-Wärmepumpe

A ₄	Luft/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung und Luftführung abgeklärt <input type="checkbox"/> Geräuschbelastung im Haus (Schlafzimmer) und im Nachbargebäude abgeklärt
B ₄	Sole/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung abgeklärt <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Erdwärmesonden und Zugänglichkeit Bohrgerät abgeklärt <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden vorhanden <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden in Aussicht <input type="checkbox"/> Geologische Abklärungen erfolgt <input type="checkbox"/> Keine geologischen Daten vorhanden → FAQ 12

Schritt 5: Zusammenstellung der Daten geeigneter Wärmepumpen

■ Es sollten zwei (oder ggf. auch mehr) Wärmepumpen in Betracht gezogen und dann in Schritt 6 miteinander verglichen werden.

		Wärmepumpe 1		Wärmepumpe 2		
A ₅	Luft/Wasser oder Sole/Wasser?	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	
B ₅	Fabrikat					
C ₅	Typ					
D ₅	Arbeitsmittel					
E ₅	Norm-Heizleistung nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
F ₅	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
G ₅	Elektrische Leistungsaufnahme bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
H ₅	COP nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35					
J ₅	Obere Einsatzgrenze Verflüssiger-Austrittstemperatur	°C		°C		
K ₅	Untere Einsatzgrenze Verdampfer-Eintrittstemperatur	°C		°C		
L ₅	Heizleistung in anderen Betriebspunkten: ■ Möglichst realistische Betriebspunkte aus Datenblatt, die im tatsächlichen Betrieb auch vorkommen (nötigenfalls interpolieren) ■ z. B. Heizkörperheizung mit höheren Vorlauftemperaturen: A-7/W55 – A2/W45 – A10/W35	Betriebspunkt	Stufe 1	Stufe 1 + 2	Stufe 1	Stufe 1 + 2
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
M ₅	Falls Sole/Wasser: kv-Wert Verdampfer → FAQ 15 für Ethylenglykol%/.....°C	m³/h		m³/h		
N ₅	kv-Wert Verflüssiger → FAQ 15	m³/h		m³/h		

Schritt 6: Wärmeleistungsbedarf, Heizleistung und Vorlauf/Rücklauf-Temperaturen in Abhängigkeit der Aussentemperatur aufzeichnen → FAQ 7

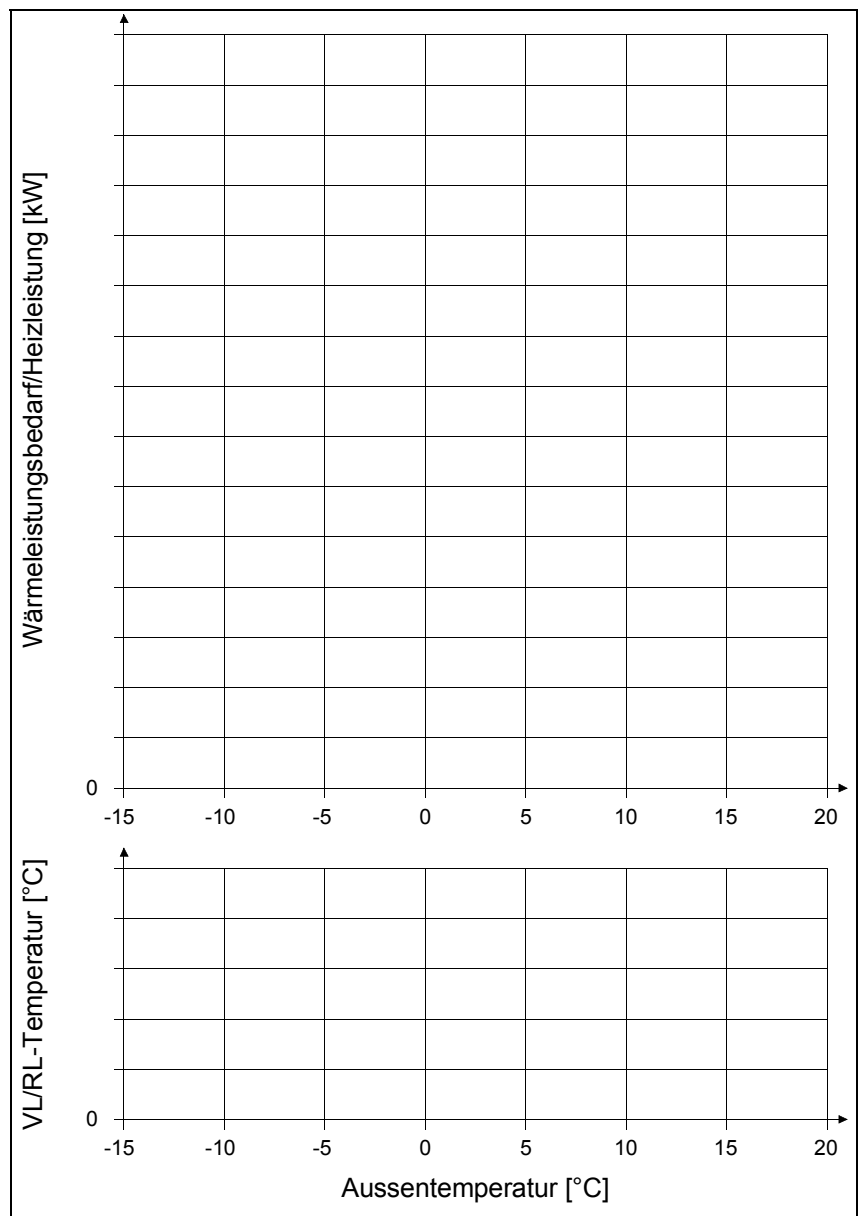
■ Wärmeleistungsbedarf und Heizgrenze aus Schritt 2 bzw. 3 übernehmen.

■ Heizleistung der Wärmepumpe(n) aus Schritt 5 übernehmen.

■ Vorlauf/Rücklauftemperaturen des Wärmeabgabesystems übernehmen:

- Neubau: H₂ aus Schritt 2; eventuell Korrektur der Lieferantenangaben → FAQ 8
- Sanierung: J₃ aus Schritt 3; eventuell muss noch die Spreizung korrigiert oder eine stark abweichende Vollbetriebsstundenzahl berücksichtigt werden

■ Der Schnittpunkt der Wärmepumpenkennlinie (Heizleistung) und der Lastkennlinie (Wärmeleistungsbedarf) ist der Bivalenzpunkt. Darunter ist eine Zusatzheizung notwendig. Empfehlung STASCH: Wenn der Bivalenzpunkt über der Norm-Aussentemperatur gemäss SIA 384/2 liegt, ist eine Zusatzheizung (Variante B) notwendig. → FAQ 9



Schritt 7: Definitive Auswahl der Wärmepumpe und ggf. Zusatzheizung

A ₇	Aus Schritt 5 definitiv ausgewählte Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> WP 1 <input type="checkbox"/> WP 2
B ₇	Monovalenter Betrieb bis zu welcher Aussentemperatur möglich? (Schnittpunkt der Kennlinien von Wärmeleistungsbedarf und Heizleistung im Diagramm Schritt 6)	°C
C ₇	Maximal notwendige Vorlauftemperatur Einsatzgrenze der Wärmepumpe (J ₅ aus Schritt 5)°C muss höher sein!	°C
D ₇	<input type="checkbox"/> Elektroheizeinsatz im Vorlauf-Seriespeicher (Variante B) <input type="checkbox"/> zur Leistungserhöhung bei tiefen Aussentemperaturen <input type="checkbox"/> zur Erhöhung der maximalen Vorlauftemperatur (von STASCH <u>nicht</u> empfohlen!)	kW
E ₇	<input type="checkbox"/> Andere Zusatzheizung:	kW

Schritt 8: Auslegung des Seriespeichers → FAQ 10

A ₈	Seriespeicher in Rücklauf oder im Vorlauf? Empfehlung STASCH: normalerweise im Rücklauf, mit Elektroheizeinsatz (Variante B) im Vorlauf	<input type="checkbox"/> RL <input type="checkbox"/> VL (Variante C)
B ₈	Heizleistung der Wärmepumpe an der Heizgrenze (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
C ₈	Speicherinhalt; Empfehlung STASCH: <input type="checkbox"/> Nass verlegte Fussbodenheizung mit Thermostatventilanteil über 40% B ₈ x 15...20 l/kW <input type="checkbox"/> Über 50% Heizkörper (Thermostatventilanteil spielt keine Rolle) B ₈ x 20...25 l/kW	Liter
D ₈	Lieferbare Speichergösse	Liter
E ₈	Elektroheizeinsatz (Variante B, D ₇ aus Schritt 7)	kW

Schritt 9: Auslegung der Erdwärmesonden (falls Luft/Wasser-Wärmepumpe, weiter mit Schritt 11) → FAQ 12

A ₉	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₉	Spezifische Entzugleistung; Empfehlung STASCH, falls keine geologischen Daten: 50 W/m	W/m
C ₉	Erdwärmesondenlänge = 1000 x A ₉ / B ₉	m
D ₉	Aufteilung	Stück
E ₉	Länge pro Erdwärmesonde	m
F ₉	Nennweite; Empfehlung STASCH: E ₉ bis 120 m = DN 32, E ₉ 120...300 m = DN 40	mm

Schritt 10: Auslegung der Umwälzpumpen → FAQ 18

Heizungspumpe

A ₁₀₁	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2 (A ₂ aus Schritt 2 bzw. A ₃ aus Schritt 3) Falls kein monovalenter Betrieb bis zu diesem Punkt: <input type="checkbox"/> Aussentemperatur im Bivalenzpunkt	°C
B ₁₀₁	Heizleistung der Wärmepumpe bei Aussentemperatur A ₁₀₁ (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
C ₁₀₁	Temperaturdifferenz über Verflüssiger bei A ₁₀₁ → FAQ 13; Empfehlung STASCH: 5...6 K	K
D ₁₀₁	kv-Wert des Verflüssigers (N ₅ aus Schritt 5)	m³/h
E ₁₀₁	Förderstrom der Pumpe = 0,86 x B ₁₀₁ / C ₁₀₁	m³/h
F ₁₀₁	Druckabfall Verflüssiger = 100 x E ₁₀₁ ² / D ₁₀₁ ²	kPa
G ₁₀₁	Druckabfall Wärmeabgabesystem mit Förderstrom D ₁₀₁ → FAQ 17	kPa
H ₁₀₁	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.)	kPa
J ₁₀₁	Förderdruck der Pumpe = F ₁₀₁ + G ₁₀₁ + H ₁₀₁	kPa

Falls Sole/Wasser: Wärmequellenpumpe → FAQ 14

A ₁₀₂	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₁₀₂	Temperaturspreizung über Erdwärmesonde(n); Empfehlung STASCH: 3...4 K	K
C ₁₀₂	kv-Wert Verdampfer für Ethylenglykol%/.....°C (M ₅ aus Schritt 5)	m³/h
D ₁₀₂	Länge pro Erdwärmesonde (E ₉ aus Schritt 9)	m
E ₁₀₂	Spezifischer Druckabfall Erdwärmesonde Anhaltswerte für Ethylenglykol 25%/-4°C und spezifische Entzugsleistung 50 W/m: Temperaturspreizung 3 K 4 K 5 K Doppel-U-Rohr-Sonde DN 32 284 Pa/m 159 Pa/m 117 Pa/m Doppel-U-Rohr-Sonde DN 40 91 Pa/m 59 Pa/m 47 Pa/m	Pa/m
F ₁₀₂	Förderstrom der Pumpe = 0,91 x A ₁₀₂ / B ₁₀₂ (Ethylenglykol 25%/-4°C)	m³/h
G ₁₀₂	Druckabfall Verdampfer = 100 x F ₁₀₂ ² / C ₁₀₂ ²	kPa
H ₁₀₂	Druckabfall Erdwärmesonden = D ₁₀₂ x E ₁₀₂ / 1000	kPa
J ₁₀₂	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.) für Ethylenglykol%/.....°C	kPa
K ₁₀₂	Förderdruck der Pumpe = G ₁₀₂ + H ₁₀₂ + J ₁₀₂	kPa

Weitere Umwälzpumpen (ohne detaillierte Auslegungsempfehlungen)

A ₁₀₃		m ³ /h	kPa
------------------	--	-------------------	-----

Schritt 11: Reglereinstellungen und Einstellung des Überströmventils

■ Zur Einstellung der Heizkurve im witterungsgeführten Rücklauftemperaturregler kann als erste Näherung die Rücklauftemperaturkennlinie aus Schritt 6 übernommen werden.

■ Die definitive Optimierung der Heizkurveneinstellung muss auf der Anlage erfolgen. Während dieser Zeit dürfen die Thermostatventile nicht in Betrieb sein (alle Thermostatventile vollständig öffnen!).

A ₁₁₁	Witterungsgeführte Rücklauftemperaturregelung T311 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T301 Heizkurveneinstellung:	Rücklauftemperatur bei °C Aussentemperatur Rücklauftemperatur bei °C Aussentemperatur	°C °C
B ₁₁₁	Hysterese; Empfehlung STASCH: Fussbodenheizung ± 1...2 K; Heizkörperheizung ± 2...3 K	±	K

■ Die Auswahl und Einstellung des Überströmventils muss sehr sorgfältig mit folgender Zielsetzung erfolgen:

- Das Überströmventil soll erst zu öffnen beginnen, wenn die Thermostatventile deutlich zu schliessen beginnen
- Wenn alle Thermostatventile geschlossen sind, soll der Verflüssiger-Durchfluss nicht tiefer als auf 75% abgesunken sein

■ Die Einhaltung der oben aufgeführten Zielsetzung muss unbedingt auf der Anlage überprüft werden:

- Kontrolle Öffnungsbeginn mittels Temperaturmessung nach dem Überströmventil (von Hand oder mit «Sekundenthermometer») und sukzessives Schliessen eines Absperrschiebers zum Wärmeabgabesystems (alle Thermostatventile zuvor vollständig öffnen!)
- Eventuell zusätzliche Kontrolle des Verflüssiger-Durchflusses über «Taco-Setter», Wärmezähler usw.

A ₁₁₂	Nennweite des Überströmventils	mm
B ₁₁₂	Förderstrom der Heizungspumpe (E ₁₀₁ aus Schritt 10)	m ³ /h
C ₁₁₂	Einstellung des Überströmventils als erste Näherung; Empfehlung STASCH: Druckdifferenz am Einbauort bei Förderstrom B ₁₁₂ (alle TRV offen) <input type="checkbox"/> Berechnung <input type="checkbox"/> Schätzung	kPa
D ₁₁₂	Druckdifferenz über Überströmventil, wenn alle TRV zu <input type="checkbox"/> Berechnung <input type="checkbox"/> Schätzung	kPa
E ₁₁₂	Durchfluss durch Überströmventil/Verflüssiger, wenn alle TRV zu <input type="checkbox"/> Berechnung <input type="checkbox"/> Schätzung	m ³ /h

Weitere Reglereinstellungen (ohne detaillierte Einstellempfehlungen)

A ₁₁₃	Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B) <input type="checkbox"/> Handschalter mit automatischer Rücksetzung nach 24 Stunden	EIN AUS	°C °C
B ₁₁₃			

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen

Teil 1: STASCH-Planungshilfen, Schlussbericht, Bundesamt für Energie, 2002

Download aus www.waermepumpe.ch/fe Rubrik «Berichte» (franz. Version Rubrik «Français»)

Bestellung der schriftlichen Fassung unter der Projektnummer 78949 bei

ENET, Egnacherstrasse 69, 9320 Arbon, 071 440 02 55, enet@temas.ch



☛ So finden Sie die beste Lösung!

1. Zutreffende Randbedingungen ankreuzen und Lösung mit der niedrigsten Nummer wählen	STASCH 1	STASCH 2	STASCH 3	STASCH 4	STASCH 5	STASCH 6	STASCH 7
	ohne Speicher ohne WW	ohne Speicher mit WW	Seriespeicher ohne WW	Seriespeicher mit WW	Parallelspeicher ohne WW	Parallelspeicher mit WW	Solarnutzung Heizung+WW
<input type="checkbox"/> Über 50% der Leistungsabgabe über Heizkörper → FAQ 1			✓	✓	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Über 40% Thermostatventilanteil an der Heizfläche → FAQ 2			✓ Variante D	✓ Variante D	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Mehrere geregelte Heizgruppen mit Mischventil → FAQ 3					✓ Variante F	✓ Variante F	✓ Variante F
<input type="checkbox"/> Wassererwärmung über die Wärmepumpe		✓		✓		✓	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Wassererwärmung		✓ Variante H		✓ Variante H		✓ Variante H	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Raumheizung							✓

2. Wenn dies nicht STASCH 4 ist:
Planungshilfe wechseln!



Planungshilfe STASCH 4: Wärmepumpenanlage mit Seriespeicher mit Wassererwärmung

- Die nachfolgenden Faustformeln basieren auf Erfahrungswerten und auf Resultaten aus Simulationen. Sie sind als Empfehlungen zu verstehen. Die Verantwortung liegt einzig und allein bei der planenden Firma.
- Mit «FAQ» wird auf das Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ» verwiesen; dort finden Sie weitere Informationen zum Thema.

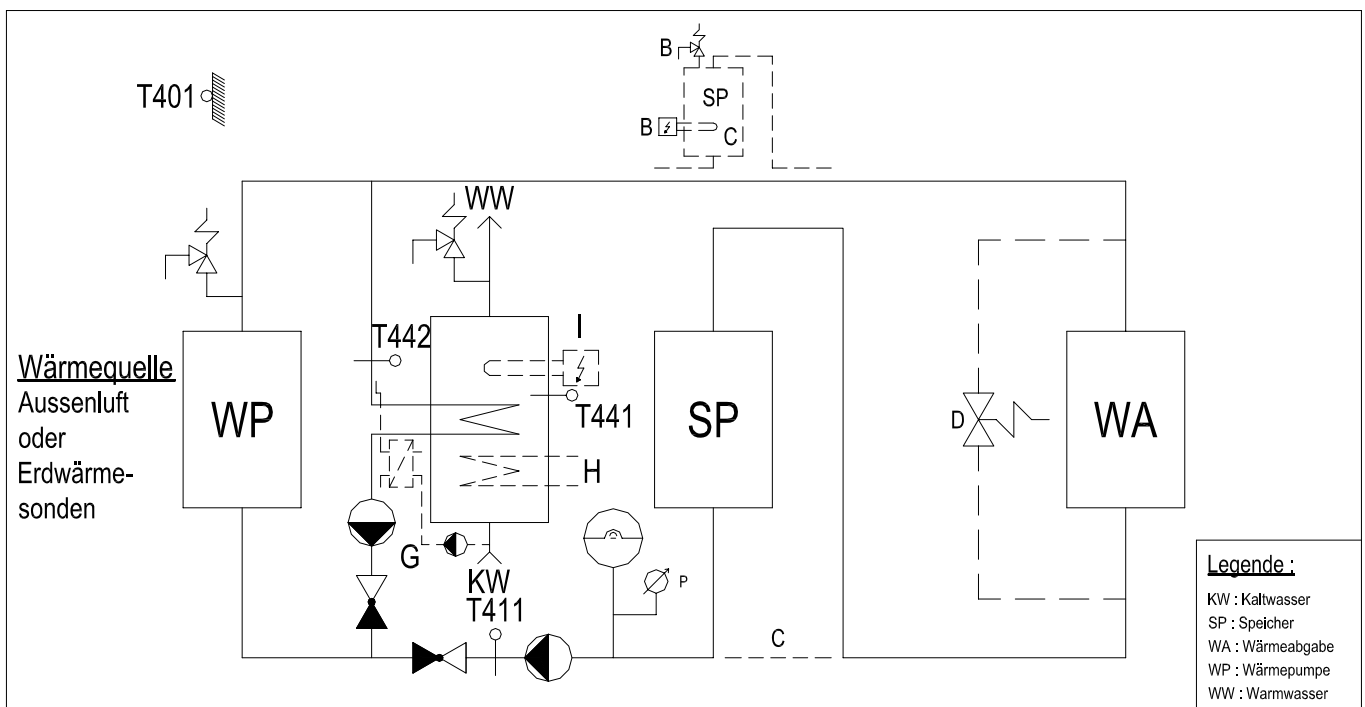
Anlage:

Datum:

Visum:

Funktionsbeschreibung: Heizung: Zweipunktregelung der Rücklaufftemperatur T411 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T401. Wassererwärmung: Wassererwärmerladung «ein», wenn Sollwert T441 unterschritten, und «aus», wenn maximale Verflüssiger-Austritts-temperatur T442 überschritten wird. Wassererwärmung hat Vorrang vor Heizung. → **FAQ 4**

Hinweise: Ohne Solarnutzung WP-Heizregister am tiefsten Punkt des Wassererwärmers. Zur Legionellenbekämpfung Elektroheizeinsatz (Variante I) am tiefsten Punkt des Wassererwärmers.



STASCH	Standardlösung :	Zulässige Varianten :	Date :
4	Wärmepumpenanlage - mit Seriespeicher - mit Wassererwärmung	B : Elektroheizeinsatz im Speicher mit Sicherheitsventil C : Seriespeicher im Vorlauf anstatt im Rücklauf (mit B obligatorisch) D : Überströmventil G : Externer Wärmetauscher zur Wassererwärmung (nicht kompatibel mit H) H : Solar-Wärmetauscher (nicht kompatibel mit G) I : Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer	08.08.2002

Schritt 1: Haben Sie die richtige Schaltung gewählt?

■ Sie haben auf der Titelseite die für Sie zutreffenden Randbedingungen angekreuzt und darauf STASCH 4 gewählt. Haben Sie wirklich nur solche Randbedingungen angekreuzt, die Sie nicht eliminieren können oder wollen? Haben Sie tatsächlich diejenige STASCH-Standardlösung mit der niedrigsten Nummer gewählt, die alle angekreuzten Randbedingungen gerade noch erfüllt oder gibt es möglicherweise noch eine einfachere Lösung?

■ Bitte beachten Sie: STASCH 4 ist mit Variante D (Überströmventil) grundsätzlich für einen Thermostatventilanteil von bis zu 100% der Heizfläche geeignet. Über 40% Thermostatventilanteil verteuert jedoch die Anlage, kompliziert die Auslegung und erschwert Abgleich und Einregulierung. Können Sie den Thermostatventilanteil möglicherweise auf 40% oder weniger reduzieren, damit Sie eine einfachere Lösung wählen können? → **FAQ 2 (siehe Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ»)**

Schritt 2: Erhebung der Grundlagendaten nach den Regeln der Technik für einen Neubau (falls Sanierung, weiter mit Schritt 3)

A ₂	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2	°C
B ₂	Wärmeleistungsbedarf bei A ₂ nach SIA 384/2	kW
C ₂	Nutzbarer Wärmegegewinn; Empfehlung STASCH: 0 kW (kein Abzug) → FAQ 5	kW
D ₂	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₂ = (B ₂ – C ₂)	kW
E ₂	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₂ = 24h x D ₂	kWh/d
F ₂	Anzahl Bewohner	Pers.
G ₂	Spitzen-Wärmebedarf Wassererwärmung pro Tag; Empfehlung STASCH: F ₂ x 4 kWh/d	kWh/d
H ₂	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
J ₂	Notwendige Heizleistung bei A ₂ = (E ₂ + G ₂) / (24h – H ₂)	kW
K ₂	Notwendige Heizleistung ab der Heizgrenze = G ₂ / (24h – H ₂)	kW
L ₂	Maximale Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei A ₂	°C / °C
M ₂	Heizgrenze; falls nicht bekannt, Empfehlung STASCH: 15°C für Neubauten im CH-Mittelland	°C

Schritt 3: Erhebung der Grundlagendaten auf der bestehenden Anlage für eine Sanierung (falls Neubau, entfällt dieser Schritt)

A ₃	Norm-Aussentemperatur; Empfehlung STASCH: Wert SIA 384/2 für Massivbau	°C
B ₃	Bisheriger Energieverbrauch (Brennstoffverbrauch) <input type="checkbox"/> Heizöl EL <input type="checkbox"/> anderer Energieträger (rechte Spalte verwenden)	Heizöl EL Liter
C ₃	Falls Kombikessel: Brennstoffverbrauch Wassererwärmung; Empfehlung STASCH: 15% von B ₃	Liter
D ₃	Zuschlag für zusätzliche bisherige Wärmeerzeuger (Heizöläquivalent 1 Ster Laubholz = 180 Liter)	Liter
E ₃	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₃ ; Empfehlung STASCH: Für Heizöl EL im CH-Mittelland = (B ₃ – C ₃ + D ₃) x 4 W/Liter / 1000 → FAQ 6	kW
F ₃	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₃ = 24h x E ₃	kWh/d
G ₃	Anzahl Bewohner	Pers.
H ₃	Spitzen-Wärmebedarf Wassererwärmung pro Tag; Empfehlung STASCH: G ₃ x 4 kWh/d	kWh/d
J ₃	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
K ₃	Notwendige Heizleistung bei A ₃ = (F ₃ + H ₃) / (24h – J ₃)	kW
L ₃	Notwendige Heizleistung ab der Heizgrenze = H ₃ / (24h – J ₃)	kW
M ₃	Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vollbetriebsstunden (Beispiel: 8 h red. Betrieb = 24h – 0,5 x 8h = 20 Vollbetriebsstunden) <input type="checkbox"/> Bisherige Reglereinstellung <input type="checkbox"/> Messung <input type="checkbox"/> Schätzung	°C / °C °C / °C bei Vollbetriebsstunden
N ₃	Heizgrenze; Empfehlung STASCH: 17°C für Sanierungen im CH-Mittelland	

Schritt 4: Abklärungen Luft/Wasser- bzw. Sole/Wasser-Wärmepumpe

A ₄	Luft/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung und Luftführung abgeklärt <input type="checkbox"/> Geräuschbelastigung im Haus (Schlafzimmer) und im Nachbargebäude abgeklärt
B ₄	Sole/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung abgeklärt <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Erdwärmesonden und Zugänglichkeit Bohrgerät abgeklärt <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden vorhanden <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden in Aussicht <input type="checkbox"/> Geologische Abklärungen erfolgt <input type="checkbox"/> Keine geologischen Daten vorhanden → FAQ 12

Schritt 5: Zusammenstellung der Daten geeigneter Wärmepumpen

■ Es sollten zwei (oder ggf. auch mehr) Wärmepumpen in Betracht gezogen und dann in Schritt 6 miteinander verglichen werden.

		Wärmepumpe 1		Wärmepumpe 2		
A ₅	Luft/Wasser oder Sole/Wasser?	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	
B ₅	Fabrikat					
C ₅	Typ					
D ₅	Arbeitsmittel					
E ₅	Norm-Heizleistung nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
F ₅	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
G ₅	Elektrische Leistungsaufnahme bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
H ₅	COP nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35					
J ₅	Obere Einsatzgrenze Verflüssiger-Austrittstemperatur	°C		°C		
K ₅	Untere Einsatzgrenze Verdampfer-Eintrittstemperatur	°C		°C		
L ₅	Heizleistung in anderen Betriebspunkten: ■ Möglichst realistische Betriebspunkte aus Datenblatt, die im tatsächlichen Betrieb auch vorkommen (nötigenfalls interpolieren) ■ z. B. Heizkörperheizung mit höheren Vorlauftemperaturen: A-7/W55 – A2/W45 – A10/W35	Betriebspunkt	Stufe 1	Stufe 1 + 2	Stufe 1	Stufe 1 + 2
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
M ₅	Falls Sole/Wasser: kv-Wert Verdampfer → FAQ 15 für Ethylenglykol%/.....°C	m³/h		m³/h		
N ₅	kv-Wert Verflüssiger → FAQ 15	m³/h		m³/h		

Schritt 6: Wärmeleistungsbedarf, Heizleistung und Vorlauf/Rücklauf-Temperaturen in Abhängigkeit der Aussentemperatur aufzeichnen → FAQ 7

■ Wärmeleistungsbedarf und Heizgrenze aus Schritt 2 bzw. 3 übernehmen.

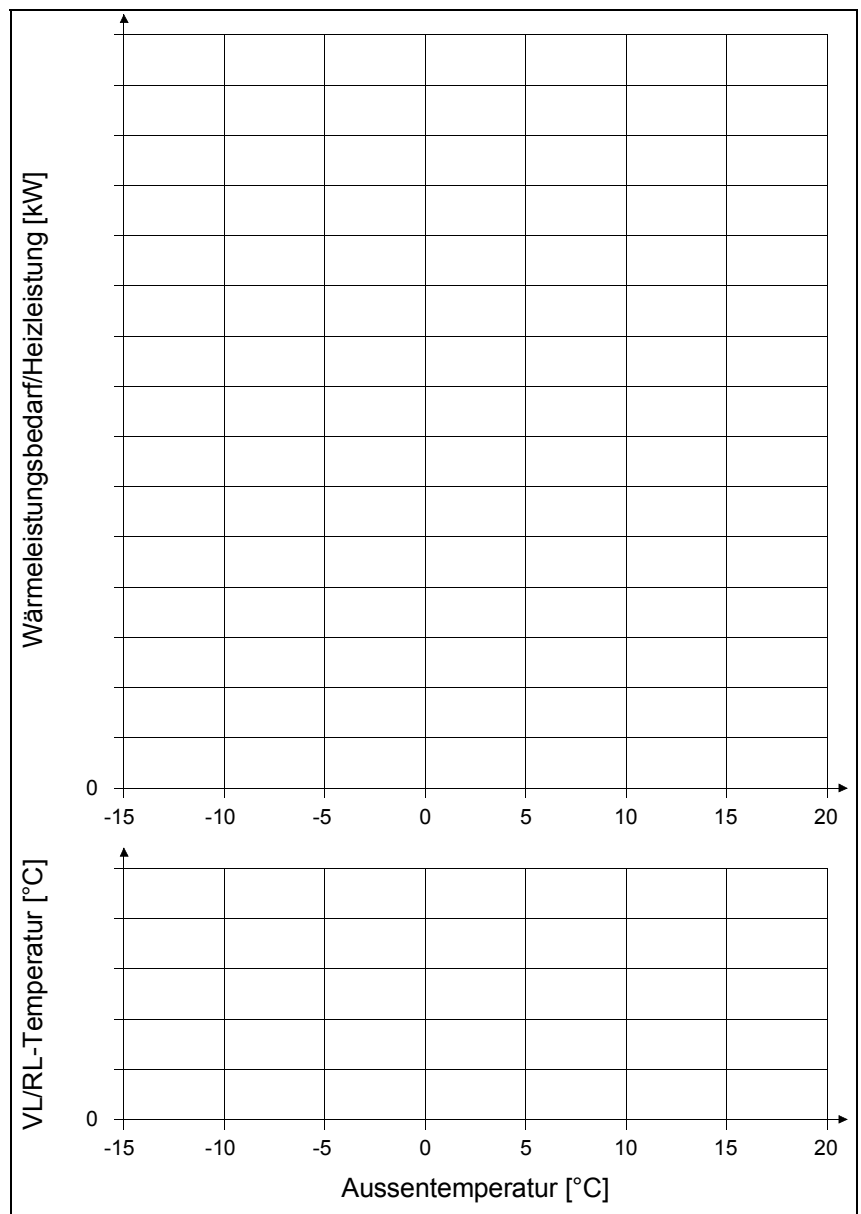
■ Heizleistung der Wärmepumpe(n) aus Schritt 5 übernehmen.

■ Vorlauf/Rücklauftemperaturen des Wärmeabgabesystems übernehmen:

- Neubau: L₂ aus Schritt 2; eventuell Korrektur der Lieferantenangaben → FAQ 8
- Sanierung: M₃ aus Schritt 3; eventuell muss noch die Spreizung korrigiert oder eine stark abweichende Vollbetriebsstundenzahl berücksichtigt werden

■ Der Schnittpunkt der Wärmepumpenkennlinie (Heizleistung) und der Lastkennlinie (Wärmeleistungsbedarf) ist der Bivalenzpunkt. Darunter ist eine Zusatzheizung notwendig. Empfehlung STASCH: Wenn der Bivalenzpunkt über der Norm-Aussentemperatur gemäss SIA 384/2 liegt, ist eine Zusatzheizung (Variante B) notwendig. → FAQ 9

■ Auch mit einem Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I) kann der Bivalenzpunkt beeinflusst werden: Wenn davon ausgegangen wird, dass die Wassererwärmung bei tiefen Aussentemperaturen ausschliesslich elektrisch erfolgt, kann der Wärmeleistungsbedarf im Auslegungspunkt entsprechend reduziert werden.



Schritt 7: Definitive Auswahl der Wärmepumpe und ggf. Zusatzheizung

A ₇	Aus Schritt 5 definitiv ausgewählte Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> WP 1 <input type="checkbox"/> WP 2
B ₇	Monovalenter Betrieb bis zu welcher Aussentemperatur möglich? (Schnittpunkt der Kennlinien von Wärmeleistungsbedarf und Heizleistung im Diagramm Schritt 6)	°C
C ₇	Maximal notwendige Vorlauftemperatur Einsatzgrenze der Wärmepumpe (J ₅ aus Schritt 5)°C muss höher sein!	°C
D ₇	<input type="checkbox"/> Elektroheizeinsatz im Vorlauf-Seriespeicher (Variante B) <input type="checkbox"/> zur Leistungserhöhung bei tiefen Aussentemperaturen <input type="checkbox"/> zur Erhöhung der maximalen Vorlauftemperatur (von STASCH <u>nicht</u> empfohlen!)	kW
E ₇	<input type="checkbox"/> Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I) <input type="checkbox"/> zur Wassererwärmung bei tiefen Aussentemperaturen ausschliesslich elektrisch <input type="checkbox"/> zur Erhöhung der maximalen Warmwassertemperatur <input type="checkbox"/> zur Legionellenbekämpfung am tiefsten Punkt des Speichers	kW
F ₇	<input type="checkbox"/> Andere Zusatzheizung:	kW

Schritt 8: Auslegung des Seriespeichers → FAQ 10

A ₈	Seriespeicher in Rücklauf oder im Vorlauf? Empfehlung STASCH: normalerweise im Rücklauf, mit Elektroheizeinsatz (Variante B) im Vorlauf	<input type="checkbox"/> RL <input type="checkbox"/> VL (Variante C)
B ₈	Heizleistung der Wärmepumpe an der Heizgrenze (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
C ₈	Speicherinhalt; Empfehlung STASCH: <input type="checkbox"/> Nass verlegte Fussbodenheizung mit Thermostatventilanteil über 40% B ₈ x 15...20 l/kW <input type="checkbox"/> Über 50% Heizkörper (Thermostatventilanteil spielt keine Rolle) B ₈ x 20...25 l/kW	Liter
D ₈	Lieferbare Speichergösse	Liter
E ₈	Elektroheizeinsatz (Variante B, D ₇ aus Schritt 7)	kW

Schritt 9: Auslegung des Wassererwärmers → FAQ 11

A ₉	Anzahl Bewohner (F ₂ aus Schritt 2 bzw. G ₃ aus Schritt 3)	Pers.
B ₉	Sonnenkollektorenfläche (Variante H)	m²
C ₉	Wassererwärmerinhalt; Empfehlung STASCH: <input type="checkbox"/> Ohne Solarunterstützung 50 Liter pro Bewohner, mindestens 300 Liter für EFH <input type="checkbox"/> Mit Solarunterstützung B ₉ x 150 Liter pro m² Kollektorfläche	Liter
D ₉	Lieferbare Speichergösse	Liter
E ₉	Heizleistung der Wärmepumpe an der Heizgrenze (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
F ₉	Wärmetauscherfläche Glattrohr-Heizregister im Speicher; Empfehlung STASCH: E ₉ x 0,30 m²/kW	m²
G ₉	Wärmetauscherfläche ext. Platten-WT (Variante G); Empfehlung STASCH: E ₉ x 0,15 m²/kW	m²
H ₉	Wärmetauscherfläche Solarunterstützung (Variante H); Empfehlung STASCH: B ₉ x 0,13 m² pro m² Kollektorfläche	m²
J ₉	Elektroheizeinsatz (Variante I, E ₇ aus Schritt 7)	kW
K ₉	kv-Wert Heizregister bzw. Primärseite Platten-WT → FAQ 15 ggf. kv-Wert Sekundärseite Platten-WT	m³/h m³/h

Schritt 10: Auslegung der Erdwärmesonden (falls Luft/Wasser-Wärmepumpe, weiter mit Schritt 11) → FAQ 12

A ₁₀	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₁₀	Spezifische Entzugsleistung; Empfehlung STASCH, falls keine geologischen Daten: 50 W/m	W/m
C ₁₀	Erdwärmesondenlänge = (1000 x A ₁₀ / B ₁₀) + Zuschlag <input type="checkbox"/> Wassererwärmung wurde in G ₂ (Schritt 2, Neubau) bzw. H ₃ (Schritt 3, Sanierung) vollumfänglich berücksichtigt: Zuschlag = 0 <input type="checkbox"/> Wassererwärmung nicht berücksichtigt: Zuschlag = 10 m pro Person	m
D ₁₀	Aufteilung	Stück
E ₁₀	Länge pro Erdwärmesonde	m
F ₁₀	Nennweite; Empfehlung STASCH: E ₁₀ bis 120 m = DN 32, E ₁₀ 120...300 m = DN 40	mm

Schritt 11: Auslegung der Umwälzpumpen → FAQ 18

Heizungspumpe

A ₁₁₁	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2 (A ₂ aus Schritt 2 bzw. A ₃ aus Schritt 3) Falls kein monovalenter Betrieb bis zu diesem Punkt: <input type="checkbox"/> Aussentemperatur im Bivalenzpunkt	°C
B ₁₁₁	Heizleistung der Wärmepumpe bei Aussentemperatur A ₁₁₁ (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
C ₁₁₁	Temperaturdifferenz über Verflüssiger bei A ₁₁₁ → FAQ 13 ; Empfehlung STASCH: 5...6 K	K
D ₁₁₁	kv-Wert des Verflüssigers (N ₅ aus Schritt 5)	m³/h
E ₁₁₁	Förderstrom der Pumpe = $0,86 \times B_{111} / C_{111}$	m³/h
F ₁₁₁	Druckabfall Verflüssiger = $100 \times E_{111}^2 / D_{111}^2$	kPa
G ₁₁₁	Druckabfall Wärmeabgabesystem mit Förderstrom D ₁₁₁ → FAQ 17	kPa
H ₁₁₁	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.)	kPa
J ₁₁₁	Förderdruck der Pumpe = $F_{111} + G_{111} + H_{111}$	kPa

Wassererwärmepumpe (Primärpumpe)

A ₁₁₂	Heizleistung der Wärmepumpe an der Heizgrenze (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
B ₁₁₂	kv-Wert Verflüssiger (N ₅ aus Schritt 5)	m³/h
C ₁₁₂	kv-Wert Heizregister bzw. Primärseite Platten-WT (K ₉ aus Schritt 9)	m³/h
D ₁₁₂	Förderstrom der Pumpe; Empfehlung STASCH: $0,86 \times A_{112} / 6K$	m³/h
E ₁₁₂	Druckabfall Verflüssiger = $100 \times D_{112}^2 / B_{112}^2$	kPa
F ₁₁₂	Druckabfall Heizregister bzw. Platten-WT = $100 \times D_{112}^2 / C_{112}^2$	kPa
G ₁₁₂	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.)	kPa
H ₁₁₂	Förderdruck der Pumpe = $E_{112} + F_{112} + G_{112}$	kPa

Falls externer Platten-Wärmetauscher (Variante G): Sekundärpumpe

A ₁₁₃	kv-Wert Sekundärseite Platten-WT (K ₉ aus Schritt 9)	m³/h
B ₁₁₃	Förderstrom der Pumpe; Empfehlung STASCH: gleich wie Primärpumpe (D ₁₁₂)	m³/h
C ₁₁₃	Druckabfall Platten-WT = $100 \times B_{113}^2 / A_{113}^2$	kPa
D ₁₁₃	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.)	kPa
E ₁₁₃	Förderdruck der Pumpe = $C_{113} + D_{113}$	kPa

Falls Sole/Wasser: Wärmequellenpumpe → FAQ 14

A ₁₁₄	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₁₁₄	Temperaturspreizung über Erdwärmesonde(n); Empfehlung STASCH: 3...4 K	K
C ₁₁₄	kv-Wert Verdampfer für Ethylenglykol%/.....°C (M ₅ aus Schritt 5)	m³/h
D ₁₁₄	Länge pro Erdwärmesonde (E ₁₀ aus Schritt 10)	m
E ₁₁₄	Spezifischer Druckabfall Erdwärmesonde Anhaltswerte für Ethylenglykol 25%/-4°C und spezifische Entzugsleistung 50 W/m: Temperaturspreizung 3 K 4K 5 K Doppel-U-Rohr-Sonde DN 32 284 Pa/m 159 Pa/m 117 Pa/m Doppel-U-Rohr-Sonde DN 40 91 Pa/m 59 Pa/m 47 Pa/m	Pa/m
F ₁₁₄	Förderstrom der Pumpe = $0,91 \times A_{114} / B_{114}$ (Ethylenglykol 25%/-4°C)	m³/h
G ₁₁₄	Druckabfall Verdampfer = $100 \times F_{114}^2 / C_{114}^2$	kPa
H ₁₁₄	Druckabfall Erdwärmesonden = $D_{114} \times E_{114} / 1000$	kPa
J ₁₁₄	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.) für Ethylenglykol%/.....°C	kPa
K ₁₁₄	Förderdruck der Pumpe = $G_{114} + H_{114} + J_{114}$	kPa

Weitere Umwälzpumpen (ohne detaillierte Auslegungsempfehlungen)

A ₁₁₅	Solarkreispumpe (Variante H); Empfehlung STASCH: «Low Flow» = 20...25 Liter/h pro m² Kollektorfläche	m³/h	kPa
B ₁₁₅		m³/h	kPa

Schritt 12: Reglereinstellungen und Einstellung des Überströmventils

■ Zur Einstellung der Heizkurve im witterungsgeführten Rücklauftemperaturregler kann als erste Näherung die Rücklauftemperaturkennlinie aus Schritt 6 übernommen werden.

■ Die definitive Optimierung der Heizkurveneinstellung muss auf der Anlage erfolgen. Während dieser Zeit dürfen die Thermostatventile nicht in Betrieb sein (alle Thermostatventile vollständig öffnen!).

A ₁₂₁	Witterungsgeführte Rücklauftemperaturregelung T411 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T401 Heizkurveneinstellung: Rücklauftemperatur bei °C Aussentemperatur Rücklauftemperatur bei °C Aussentemperatur	°C °C
B ₁₂₁	Hysterese; Empfehlung STASCH: Fussbodenheizung ± 1...2 K; Heizkörperheizung ± 2...3 K	± K

■ Die Auswahl und Einstellung des Überströmventils muss sehr sorgfältig mit folgender Zielsetzung erfolgen:

- Das Überströmventil soll erst zu öffnen beginnen, wenn die Thermostatventile deutlich zu schliessen beginnen
- Wenn alle Thermostatventile geschlossen sind, soll der Verflüssiger-Durchfluss nicht tiefer als auf 75% abgesunken sein

■ Die Einhaltung der oben aufgeführten Zielsetzung muss unbedingt auf der Anlage überprüft werden:

- Kontrolle Öffnungsbeginn mittels Temperaturmessung nach dem Überströmventil (von Hand oder mit «Sekundenthermometer») und sukzessives Schliessen eines Absperrschiebers zum Wärmeabgabesystems (alle Thermostatventile zuvor vollständig öffnen!)
- Eventuell zusätzliche Kontrolle des Verflüssiger-Durchflusses über «Taco-Setter», Wärmezähler usw.

A ₁₂₂	Nennweite des Überströmventils	mm
B ₁₂₂	Förderstrom der Heizungspumpe (E ₁₁₁ aus Schritt 11)	m³/h
C ₁₂₂	Einstellung des Überströmventils als erste Näherung; Empfehlung STASCH: Druckdifferenz am Einbauort bei Förderstrom B ₁₂₂ (alle TRV offen) <input type="checkbox"/> Berechnung <input type="checkbox"/> Schätzung	kPa
D ₁₂₂	Druckdifferenz über Überströmventil, wenn alle TRV zu <input type="checkbox"/> Berechnung <input type="checkbox"/> Schätzung	kPa
E ₁₂₂	Durchfluss durch Überströmventil/Verflüssiger, wenn alle TRV zu <input type="checkbox"/> Berechnung <input type="checkbox"/> Schätzung	m³/h

Wassererwärmerladung

A ₁₂₃	Wassererwärmer-Temperatur	EIN T441	°C
B ₁₂₃	Verflüssiger-Austrittstemperatur	AUS T442	°C

Weitere Reglereinstellungen (ohne detaillierte Einstellempfehlungen)

A ₁₂₄	Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B) <input type="checkbox"/> Handschalter mit automatischer Rücksetzung nach 24 Stunden	EIN AUS	°C °C
B ₁₂₄	Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I) <input type="checkbox"/> 1 Temperaturfühler <input type="checkbox"/> 2 getrennte Temperaturfühler EIN/AUS	EIN AUS	°C °C
C ₁₂₄			

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen

Teil 1: STASCH-Planungshilfen, Schlussbericht, Bundesamt für Energie, 2002

Download aus www.waermepumpe.ch/fe Rubrik «Berichte» (franz. Version Rubrik «Français»)

Bestellung der schriftlichen Fassung unter der Projektnummer 78949 bei

ENET, Egnacherstrasse 69, 9320 Arbon, 071 440 02 55, enet@temas.ch



☛ So finden Sie die beste Lösung!

1. Zutreffende Randbedingungen ankreuzen und Lösung mit der niedrigsten Nummer wählen	STASCH 1	STASCH 2	STASCH 3	STASCH 4	STASCH 5	STASCH 6	STASCH 7
<input type="checkbox"/> Über 50% der Leistungsabgabe über Heizkörper → FAQ 1	ohne Speicher ohne WW	ohne Speicher mit WW	Seriespeicher ohne WW	Seriespeicher mit WW	Parallelspeicher ohne WW	Parallelspeicher mit WW	Solarnutzung Heizung+WW
<input type="checkbox"/> Über 40% Thermostatventilanteil an der Heizfläche → FAQ 2			✓	✓	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Mehrere geregelte Heizgruppen mit Mischventil → FAQ 3			Variante D	Variante D	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Wassererwärmung über die Wärmepumpe		✓		✓	Variante F	Variante F	Variante F
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Wassererwärmung		Variante H		Variante H		Variante H	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Raumheizung							✓

2. Wenn dies nicht STASCH 5 ist:
Planungshilfe wechseln!



Planungshilfe STASCH 5: Wärmepumpenanlage mit Parallelspeicher ohne Wassererwärmung

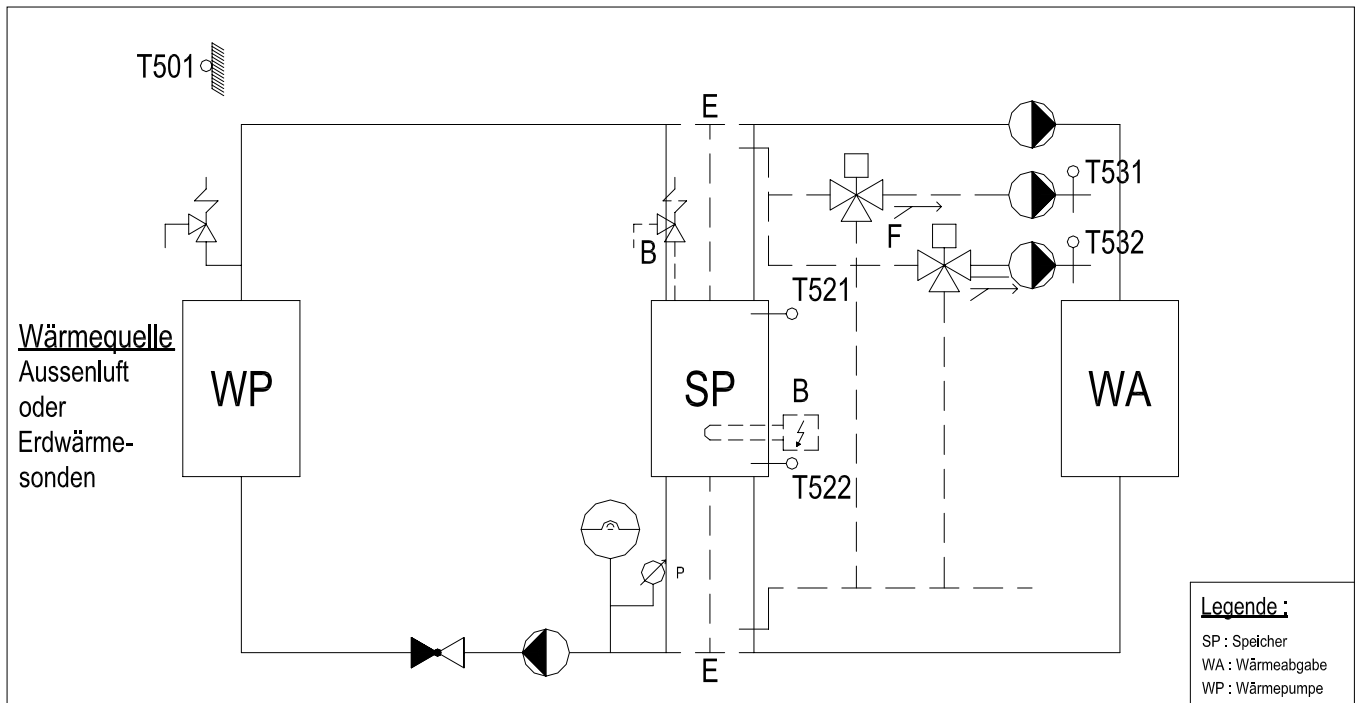
- Die nachfolgenden Faustformeln basieren auf Erfahrungswerten und auf Resultaten aus Simulationen. Sie sind als Empfehlungen zu verstehen. Die Verantwortung liegt einzig und allein bei der planenden Firma.
- Mit «FAQ» wird auf das Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ» verwiesen; dort finden Sie weitere Informationen zum Thema.

Anlage:

Datum:

Visum:

Funktionsbeschreibung: Zweipunktregelung der Speichertemperatur mit «ein» über T521 und «aus» über T522 in Abhängigkeit der Ausstemperatur T501. Es müssen zwei Regelkonzepte unterschieden werden. Ohne Mischventile (Hauptvariante): Einstellung der Heizkurve wie bei einer Rücklauftemperaturregelung (die Hysterese wird durch die unterschiedlichen Messorte für «ein» und «aus» grösser als bei der Rücklauftemperaturregelung); die Regelung kann auch über einen einzigen Fühler im Speicher erfolgen, falls der Speicher als Mischspeicher ohne nennenswerte Schichtung betrieben wird. Mit Mischventilen (Variante F): Einstellung der Heizkurve entsprechend der höchsten Vorlauftemperatur; Regelung der Vorlauftemperaturen T531/T532 in den Gruppen durch witterungsgeführte Vorlauftemperaturregler. → **FAQ 4**



STASCH	Standardlösung :	Zulässige Varianten :	Date:
5	Wärmepumpenanlage - mit Parallelspeicher - ohne Wassererwärmung	B : Elektroheizeinsatz im Speicher mit Sicherheitsventil E : 2 oder 3 Speicheranschlüsse beim Parallelspeicher F : Mehrere Heizgruppen mit Mischventilen	10.10.2002

Schritt 1: Haben Sie die richtige Schaltung gewählt?

■ Sie haben auf der Titelseite die für Sie zutreffenden Randbedingungen angekreuzt und darauf STASCH 5 gewählt. Haben Sie wirklich nur solche Randbedingungen angekreuzt, die Sie nicht eliminieren können oder wollen? Haben Sie tatsächlich diejenige STASCH-Standardlösung mit der niedrigsten Nummer gewählt, die alle angekreuzten Randbedingungen gerade noch erfüllt oder gibt es möglicherweise noch eine einfachere Lösung?

■ Bitte beachten Sie: STASCH 5 ist grundsätzlich für einen Thermostatventilanteil von bis zu 100% der Heizfläche geeignet. Über 40% Thermostatventilanteil verteuert jedoch die Anlage, kompliziert die Auslegung und erschwert Abgleich und Einregulierung. Können Sie den Thermostatventilanteil möglicherweise auf 40% oder weniger reduzieren, damit Sie eine einfachere Lösung wählen können? → **FAQ 2 (siehe Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ»)**

■ Sie haben sich entschlossen, dass die Wassererwärmung nicht über die Wärmepumpe erfolgen soll. Gründe dafür können sein:

- Dezentrale Wassererwärmung über Elektroboiler ausdrücklich erwünscht
- Der Warmwasserbedarf ist zu gering für eine Wassererwärmung über die Wärmepumpe
- Ein Umbau der bestehenden Wassererwärmung lohnt sich nicht

Falls keiner der genannten Gründe zutrifft, wäre es nicht sinnvoller, die Wassererwärmung über die Wärmepumpe zu realisieren, also STASCH 6 zu wählen?

Schritt 2: Erhebung der Grundlagendaten nach den Regeln der Technik für einen Neubau (falls Sanierung, weiter mit Schritt 3)

A ₂	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2	°C
B ₂	Wärmeleistungsbedarf bei A ₂ nach SIA 384/2	kW
C ₂	Nutzbarer Wärmegegewinn; Empfehlung STASCH: 0 kW (kein Abzug) → FAQ 5	kW
D ₂	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₂ = (B ₂ – C ₂)	kW
E ₂	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₂ = 24h x D ₂	kWh/d
F ₂	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
G ₂	Notwendige Heizleistung bei A ₂ = E ₂ / (24h – F ₂)	kW
H ₂	Maximale Vorlauf/Rücklaufumtemperatur des Wärmeabgabesystems bei A ₂	°C / °C
J ₂	Heizgrenze; falls nicht bekannt, Empfehlung STASCH: 15°C für Neubauten im CH-Mittelland	°C

Schritt 3: Erhebung der Grundlagendaten auf der bestehenden Anlage für eine Sanierung (falls Neubau, entfällt dieser Schritt)

A ₃	Norm-Aussentemperatur; Empfehlung STASCH: Wert SIA 384/2 für Massivbau	°C
B ₃	Bisheriger Energieverbrauch (Brennstoffverbrauch) <input type="checkbox"/> Heizöl EL <input type="checkbox"/> anderer Energieträger (rechte Spalte verwenden)	Heizöl EL Liter
C ₃	Falls Kombikessel: Brennstoffverbrauch Wassererwärmung; Empfehlung STASCH: 15% von B ₃ Hinweis: Die Wassererwärmung muss neu anderweitig erfolgen (z. B. über Elektroboiler)	Liter
D ₃	Zuschlag für zusätzliche bisherige Wärmeerzeuger (Heizöläquivalent 1 Ster Laubholz = 180 Liter)	Liter
E ₃	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₃ ; Empfehlung STASCH: Für Heizöl EL im CH-Mittelland = (B ₃ – C ₃ + D ₃) x 4 W/Liter / 1000 → FAQ 6	kW
F ₃	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₃ = 24h x E ₃	kWh/d
G ₃	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
H ₃	Notwendige Heizleistung bei A ₃ = F ₃ / (24h – G ₃)	kW
J ₃	Vorlauf/Rücklaufumtemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vorlauf/Rücklaufumtemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vollbetriebsstunden (Beispiel: 8 h red. Betrieb = 24h – 0,5 x 8h = 20 Vollbetriebsstunden) <input type="checkbox"/> Bisherige Reglereinstellung <input type="checkbox"/> Messung <input type="checkbox"/> Schätzung	°C / °C °C / °C bei Vollbetriebsstunden
K ₃	Heizgrenze; Empfehlung STASCH: 17°C für Sanierungen im CH-Mittelland	

Schritt 4: Abklärungen Luft/Wasser- bzw. Sole/Wasser-Wärmepumpe

A ₄	Luft/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung und Luftführung abgeklärt <input type="checkbox"/> Geräuschbelastung im Haus (Schlafzimmer) und im Nachbargebäude abgeklärt
B ₄	Sole/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung abgeklärt <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Erdwärmesonden und Zugänglichkeit Bohrgerät abgeklärt <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden vorhanden <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden in Aussicht <input type="checkbox"/> Geologische Abklärungen erfolgt <input type="checkbox"/> Keine geologischen Daten vorhanden → FAQ 12

Schritt 5: Zusammenstellung der Daten geeigneter Wärmepumpen

■ Es sollten zwei (oder ggf. auch mehr) Wärmepumpen in Betracht gezogen und dann in Schritt 6 miteinander verglichen werden.

		Wärmepumpe 1		Wärmepumpe 2		
A ₅	Luft/Wasser oder Sole/Wasser?	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	
B ₅	Fabrikat					
C ₅	Typ					
D ₅	Arbeitsmittel					
E ₅	Norm-Heizleistung nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
F ₅	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
G ₅	Elektrische Leistungsaufnahme bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
H ₅	COP nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35					
J ₅	Obere Einsatzgrenze Verflüssiger-Austrittstemperatur	°C		°C		
K ₅	Untere Einsatzgrenze Verdampfer-Eintrittstemperatur	°C		°C		
L ₅	Heizleistung in anderen Betriebspunkten: ■ Möglichst realistische Betriebspunkte aus Datenblatt, die im tatsächlichen Betrieb auch vorkommen (nötigenfalls interpolieren) ■ z. B. Heizkörperheizung mit höheren Vorlauftemperaturen: A-7/W55 – A2/W45 – A10/W35	Betriebspunkt	Stufe 1	Stufe 1 + 2	Stufe 1	Stufe 1 + 2
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
M ₅	Falls Sole/Wasser: kv-Wert Verdampfer → FAQ 15 für Ethylenglykol%/.....°C	m³/h		m³/h		
N ₅	kv-Wert Verflüssiger → FAQ 15	m³/h		m³/h		

Schritt 6: Wärmeleistungsbedarf, Heizleistung und Vorlauf/Rücklauf-Temperaturen in Abhängigkeit der Aussentemperatur aufzeichnen → FAQ 7

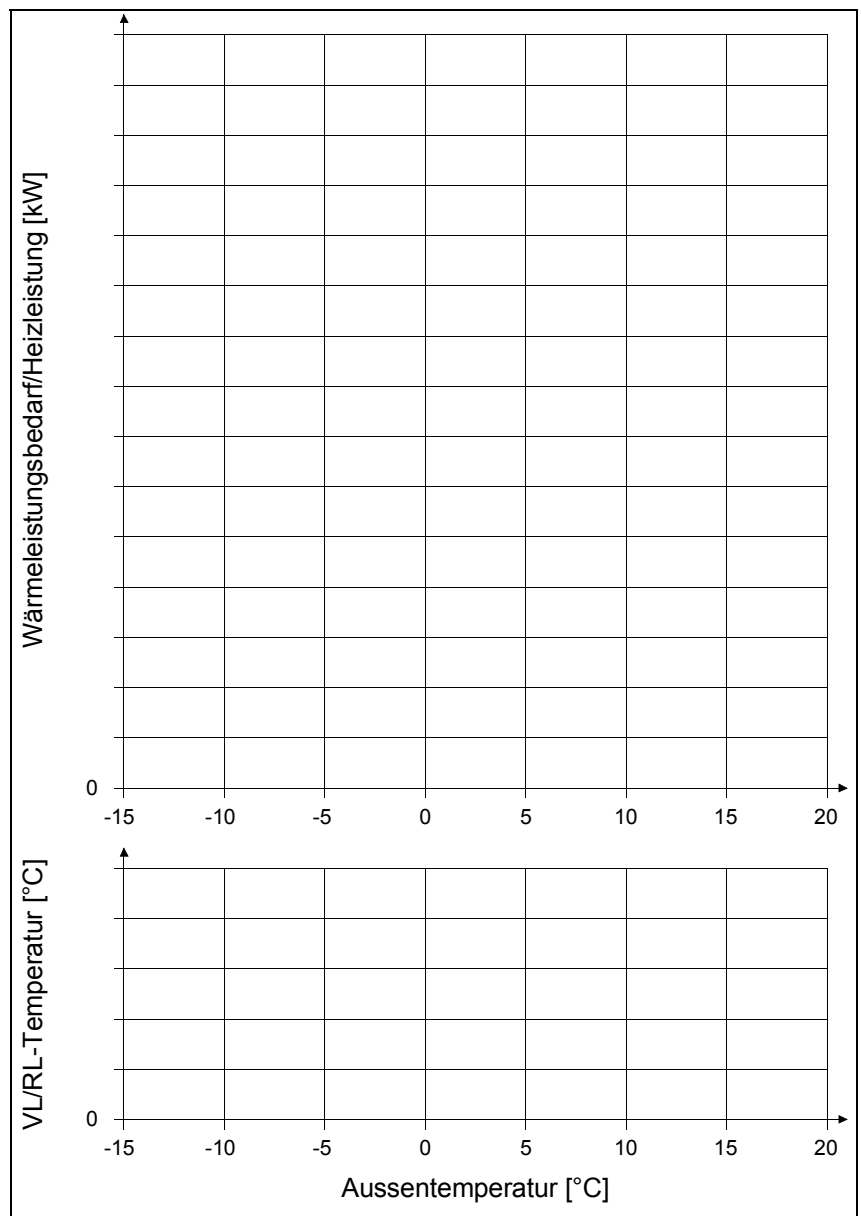
■ Wärmeleistungsbedarf und Heizgrenze aus Schritt 2 bzw. 3 übernehmen.

■ Heizleistung der Wärmepumpe(n) aus Schritt 5 übernehmen.

■ Vorlauf/Rücklauftemperaturen des Wärmeabgabesystems übernehmen:

- Neubau: H₂ aus Schritt 2; eventuell Korrektur der Lieferantenangaben → FAQ 8
- Sanierung: J₃ aus Schritt 3; eventuell muss noch die Spreizung korrigiert oder eine stark abweichende Vollbetriebsstundenzahl berücksichtigt werden

■ Der Schnittpunkt der Wärmepumpenkennlinie (Heizleistung) und der Lastkennlinie (Wärmeleistungsbedarf) ist der Bivalenzpunkt. Darunter ist eine Zusatzheizung notwendig. Empfehlung STASCH: Wenn der Bivalenzpunkt über der Norm-Aussentemperatur gemäss SIA 384/2 liegt, ist eine Zusatzheizung (Variante B) notwendig. → FAQ 9



Schritt 7: Definitive Auswahl der Wärmepumpe und ggf. Zusatzheizung

A ₇	Aus Schritt 5 definitiv ausgewählte Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> WP 1 <input type="checkbox"/> WP 2
B ₇	Monovalenter Betrieb bis zu welcher Aussentemperatur möglich? (Schnittpunkt der Kennlinien von Wärmeleistungsbedarf und Heizleistung im Diagramm Schritt 6)	°C
C ₇	Maximal notwendige Vorlauftemperatur Einsatzgrenze der Wärmepumpe (J ₅ aus Schritt 5)°C muss höher sein!	°C
D ₇	<input type="checkbox"/> Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B) <input type="checkbox"/> zur Leistungserhöhung bei tiefen Aussentemperaturen <input type="checkbox"/> zur Erhöhung der maximalen Vorlauftemperatur (von STASCH <u>nicht</u> empfohlen!)	kW
E ₇	<input type="checkbox"/> Andere Zusatzheizung:	kW

Schritt 8: Auslegung des Parallelspeichers → FAQ 10

A ₈	Anordnung der Speicheranschlüsse: <u>2 oben 2 unten</u> : Geht in allen Fällen, nachteilig ist jedoch die starke gegenläufige Durchströmung <u>1 oben 2 unten</u> (Variante E): Keine gegenläufige Durchströmung; Durchfluss Ladung darf nicht kleiner sein als Entladung, Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B) verboten! <u>1 oben 1 unten</u> (Variante E): Einfachste Lösung für Gruppen mit Mischventil; Durchfluss Ladung muss wesentlich grösser sein als Entladung, Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B) verboten!	<input type="checkbox"/> 2 oben 2 unten <input type="checkbox"/> 1 oben 2 unten <input type="checkbox"/> 1 oben 1 unten
B ₈	Heizleistung der Wärmepumpe an der Heizgrenze (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
C ₈	Speicherinhalt; Empfehlung STASCH: <input type="checkbox"/> Nass verlegte Fussbodenheizung mit Thermostatventilanteil über 40% B ₈ x 35 l/kW <input type="checkbox"/> Über 50% Heizkörper (Thermostatventilanteil spielt keine Rolle) B ₈ x 35 l/kW <input type="checkbox"/> Heizgruppe(n) mit Mischventile(n) (Variante F) B ₈ x 35 l/kW	Liter
D ₈	Lieferbare Speichergösse	Liter
E ₈	Elektroheizeinsatz (Variante B, D ₇ aus Schritt 7)	kW

Schritt 9: Auslegung der Erdwärmesonden (falls Luft/Wasser-Wärmepumpe, weiter mit Schritt 10) → FAQ 12

A ₉	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B ₀ /W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₉	Spezifische Entzugleistung; Empfehlung STASCH, falls keine geologischen Daten: 50 W/m	W/m
C ₉	Erdwärmesondenlänge = 1000 x A ₉ / B ₉	m
D ₉	Aufteilung	Stück
E ₉	Länge pro Erdwärmesonde	m
F ₉	Nennweite; Empfehlung STASCH: E ₉ bis 120 m = DN 32, E ₉ 120...300 m = DN 40	mm

Schritt 10: Auslegung der Umwälzpumpen → FAQ 18

Ladepumpe

A ₁₀₁	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2 (A ₂ aus Schritt 2 bzw. A ₃ aus Schritt 3) Falls kein monovalenter Betrieb bis zu diesem Punkt: <input type="checkbox"/> Aussentemperatur im Bivalenzpunkt	°C
B ₁₀₁	Heizleistung der Wärmepumpe bei Aussentemperatur A ₁₀₁ (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
C ₁₀₁	Temperaturdifferenz über Verflüssiger bei A ₁₀₁ → FAQ 13 ; Empfehlung STASCH: 5...6 K	K
D ₁₀₁	kv-Wert des Verflüssigers (N ₅ aus Schritt 5)	m³/h
E ₁₀₁	Förderstrom der Pumpe = 0,86 x B ₁₀₁ / C ₁₀₁	m³/h
F ₁₀₁	Druckabfall Verflüssiger = 100 x E ₁₀₁ ² / D ₁₀₁ ²	kPa
G ₁₀₁	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen, Speicher usw.)	kPa
H ₁₀₁	Förderdruck der Pumpe = F ₁₀₁ + G ₁₀₁	kPa

Heizungspumpe

A ₁₀₂	Wärmeleistungsbedarf Heizung (D ₂ aus Schritt 2 bzw. E ₃ aus Schritt 3)	kW
B ₁₀₂	Temperaturdifferenz über Wärmeabgabesystem im Auslegepunkt; Empfehlung STASCH: 7...10K	K
C ₁₀₂	Förderstrom der Pumpe; Empfehlung STASCH: 0,86 x A ₁₀₂ / B ₁₀₂	m³/h
D ₁₀₂	Druckabfall Wärmeabgabesystem mit B ₁₀₂ → FAQ 17	kPa
E ₁₀₂	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen, Speicher usw.)	kPa
F ₁₀₂	Förderdruck der Pumpe = D ₁₀₂ + E ₁₀₂	kPa

Falls Sole/Wasser: Wärmequellenpumpe → FAQ 14

A ₁₀₃	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B ₀ /W ₃₅ (F ₅ aus Schritt 5)		kW
B ₁₀₃	Temperaturspreizung über Erdwärmesonde(n); Empfehlung STASCH: 3...4 K		K
C ₁₀₃	kv-Wert Verdampfer für Ethylenglykol%/..... °C (M ₅ aus Schritt 5)		m³/h
D ₁₀₃	Länge pro Erdwärmesonde (E ₉ aus Schritt 9)		m
E ₁₀₃	Spezifischer Druckabfall Erdwärmesonde Anhaltswerte für Ethylenglykol 25%/-4 °C und spezifische Entzugsleistung 50 W/m: Temperaturspreizung 3 K 4K 5 K Doppel-U-Rohr-Sonde DN 32 284 Pa/m 159 Pa/m 117 Pa/m Doppel-U-Rohr-Sonde DN 40 91 Pa/m 59 Pa/m 47 Pa/m		Pa/m
F ₁₀₃	Förderstrom der Pumpe = 0,91 x A ₁₀₃ / B ₁₀₃ (Ethylenglykol 25%/-4 °C)		m³/h
G ₁₀₃	Druckabfall Verdampfer = 100 x F ₁₀₃ ² / C ₁₀₃ ²		kPa
H ₁₀₃	Druckabfall Erdwärmesonden = D ₁₀₃ x E ₁₀₃ / 1000		kPa
J ₁₀₃	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.) für Ethylenglykol%/..... °C		kPa
K ₁₀₃	Förderdruck der Pumpe = G ₁₀₃ + H ₁₀₃ + J ₁₀₃		kPa

Weitere Umwälzpumpen (ohne detaillierte Auslegungsempfehlungen)

A ₁₀₄	Heizungspumpe weitere Gruppe	m³/h	kPa
B ₁₀₄		m³/h	kPa

Schritt 11: Reglereinstellungen

■ Ohne Mischventile (Hauptvariante): Zur Einstellung der Heizkurve im witterungsgeführten Speichertemperaturregler kann als erste Näherung die Rücklauf temperaturrennlinie aus Schritt 6 übernommen werden.

■ Die definitive Optimierung der Heizkurveneinstellung muss auf der Anlage erfolgen. Während dieser Zeit dürfen die Thermostatventile nicht in Betrieb sein (alle Thermostatventile vollständig öffnen!).

A ₁₁₁	Witterungsgeführte Speichertemperaturregelung T521/T522 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T501; Heizkurveneinstellung: Speichertemperatur bei °C Aussentemperatur Speichertemperatur bei °C Aussentemperatur <input type="checkbox"/> nur 1 Temperaturfühler im Speicher (Mischspeicher ohne nennenswerte Schichtung)		°C °C
B ₁₁₁	Hysterese; Empfehlung STASCH: Fussbodenheizung ± 1...2 K; Heizkörperheizung ± 2...3 K	±	K

■ Mit Mischventilen (Variante F): Die Einstellung der Heizkurve im witterungsgeführten Speichertemperaturregler erfolgt entsprechend der höchsten gewünschten Vorlauftemperatur. Durch die witterungsgeführten Vorlauftemperaturregler wird dann die Speichertemperatur in den einzelnen Heizgruppen auf die gewünschten Vorlauftemperaturen heruntergemischt. Falls sich eine Witterungsführung nicht lohnt, kann auch eine Regelung auf feste Ein- und Ausschaltwerte erfolgen. Zusätzlich ist eine zeitprogrammgesteuerte Nachtladung auf maximale Speichertemperatur möglich.

A ₁₁₂	<input type="checkbox"/> Witterungsgeführte Speichertemperaturregelung T521/T522 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T501; Heizkurveneinstellung: Speichertemperatur bei °C Aussentemperatur Speichertemperatur bei °C Aussentemperatur Hysterese	±	°C °C K
B ₁₁₂	<input type="checkbox"/> Festwertregelung	EIN T521 AUS T522	°C °C
C ₁₁₂	<input type="checkbox"/> Zeitprogrammgesteuerte Nachtladung auf maximale Speichertemperatur	EIN T521 AUS T522	°C °C

Weitere Reglereinstellungen (ohne detaillierte Einstellempfehlungen)

A ₁₁₃	Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B)	EIN	°C
	<input type="checkbox"/> Handschalter mit automatischer Rücksetzung nach 24 Stunden	AUS	°C
B ₁₁₃	Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung T531 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T501		
	Heizkurveneinstellung: Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur		°C
	Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur		°C
C ₁₁₃	Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung T532 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T501		
	Heizkurveneinstellung: Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur		°C
	Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur		°C
D ₁₁₃			

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen**Teil 1: STASCH-Planungshilfen, Schlussbericht, Bundesamt für Energie, 2002**Download aus www.waermepumpe.ch/fe Rubrik «Berichte» (franz. Version Rubrik «Français»)

Bestellung der schriftlichen Fassung unter der Projektnummer 78949 bei

ENET, Egnacherstrasse 69, 9320 Arbon, 071 440 02 55, enet@temas.ch

☛ So finden Sie die beste Lösung!

1. Zutreffende Randbedingungen ankreuzen und Lösung mit der niedrigsten Nummer wählen	STASCH 1	STASCH 2	STASCH 3	STASCH 4	STASCH 5	STASCH 6	STASCH 7
	ohne Speicher ohne WW	ohne Speicher mit WW	Seriespeicher ohne WW	Seriespeicher mit WW	Parallelspeicher ohne WW	Parallelspeicher mit WW	Solarnutzung Heizung+WW
<input type="checkbox"/> Über 50% der Leistungsabgabe über Heizkörper → FAQ 1			✓	✓	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Über 40% Thermostatventilanteil an der Heizfläche → FAQ 2			✓ Variante D	✓ Variante D	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Mehrere geregelte Heizgruppen mit Mischventil → FAQ 3					✓ Variante F	✓ Variante F	✓ Variante F
<input type="checkbox"/> Wassererwärmung über die Wärmepumpe		✓		✓		✓	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Wassererwärmung		✓ Variante H		✓ Variante H		✓ Variante H	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Raumheizung							✓

2. Wenn dies nicht STASCH 6 ist:
Planungshilfe wechseln!



Planungshilfe STASCH 6: Wärmepumpenanlage mit Parallelspeicher mit Wassererwärmung

■ Die nachfolgenden Faustformeln basieren auf Erfahrungswerten und auf Resultaten aus Simulationen. Sie sind als Empfehlungen zu verstehen. Die Verantwortung liegt einzig und allein bei der planenden Firma.

■ Mit «FAQ» wird auf das Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ» verwiesen; dort finden Sie weitere Informationen zum Thema.

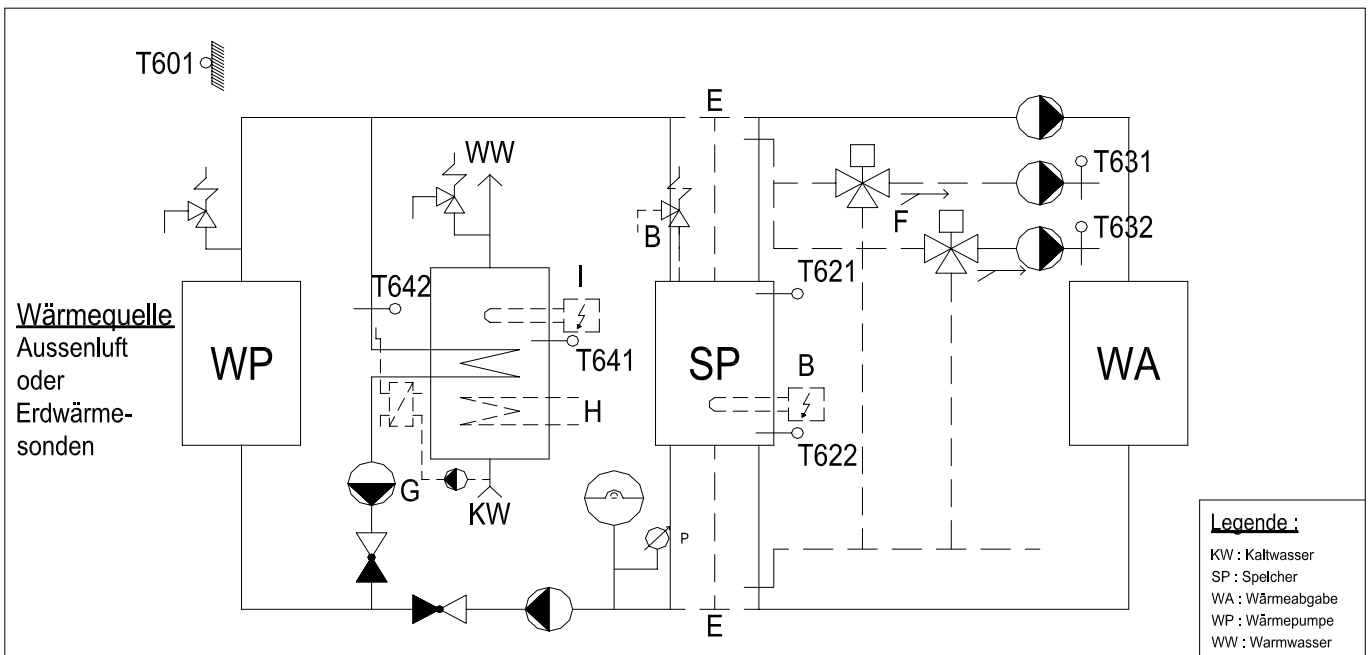
Anlage:

Datum:

Visum:

Funktionsbeschreibung: Heizung: Zweipunktregelung der Speichertemperatur mit «ein» über T621 und «aus» über T622 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T601. Es müssen zwei Regelkonzepte unterschieden werden. Ohne Mischventile (Hauptvariante): Einstellung der Heizkurve wie bei einer Rücklauftemperaturregelung (die Hysterese wird durch die unterschiedlichen Messorte für «ein» und «aus» grösser als bei der Rücklauftemperaturregelung); die Regelung kann auch über einen einzigen Fühler im Speicher erfolgen, falls der Speicher als Mischspeicher ohne nennenswerte Schichtung betrieben wird. Mit Mischventilen (Variante F): Einstellung der Heizkurve entsprechend der höchsten Vorlauftemperatur; Regelung der Vorlauftemperaturen T631/T632 in den Gruppen durch witterungsgeführte Vorlauftemperaturregler. Wassererwärmung: Wassererwärmerladung «ein», wenn Sollwert T641 unterschritten, und «aus», wenn maximale Verflüssiger-Austrittstemperatur T642 überschritten wird. Wassererwärmung hat Vorrang vor Heizung. → **FAQ 4**

Hinweise: Ohne Solarnutzung WP-Heizregister am tiefsten Punkt des Wassererwärmers. Zur Legionellenbekämpfung Elektroheizeinsatz (Variante I) am tiefsten Punkt des Wassererwärmers.



STASCH	Standardlösung :	Zulässige Varianten :	Date :
6	Wärmepumpenanlage - mit Parallelspeicher - mit Wassererwärmung	B : Elektroheizeinsatz im Speicher mit Sicherheitsventil E : 2 oder 3 Speicheranschlüsse beim Parallelspeicher F : Mehrere Heizgruppen mit Mischventilen G : Externer Wärmetauscher zur Wassererwärmung (nicht kompatibel mit H) H : Solar-Wärmetauscher (nicht kompatibel mit G) I : Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer	10.10.2002

Schritt 1: Haben Sie die richtige Schaltung gewählt?

■ Sie haben auf der Titelseite die für Sie zutreffenden Randbedingungen angekreuzt und darauf STASCH 6 gewählt. Haben Sie wirklich nur solche Randbedingungen angekreuzt, die Sie nicht eliminieren können oder wollen? Haben Sie tatsächlich diejenige STASCH-Standardlösung mit der niedrigsten Nummer gewählt, die alle angekreuzten Randbedingungen gerade noch erfüllt oder gibt es möglicherweise noch eine einfachere Lösung?

■ Bitte beachten Sie: STASCH 6 ist grundsätzlich für einen Thermostatventilanteil von bis zu 100% der Heizfläche geeignet. Über 40% Thermostatventilanteil verteuert jedoch die Anlage, kompliziert die Auslegung und erschwert Abgleich und Einregulierung. Können Sie den Thermostatventilanteil möglicherweise auf 40% oder weniger reduzieren, damit Sie eine einfachere Lösung wählen können? → **FAQ 2** (siehe Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ»)

Schritt 2: Erhebung der Grundlagendaten nach den Regeln der Technik für einen Neubau (falls Sanierung, weiter mit Schritt 3)

A ₂	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2	°C
B ₂	Wärmeleistungsbedarf bei A ₂ nach SIA 384/2	kW
C ₂	Nutzbarer Wärmegegewinn; Empfehlung STASCH: 0 kW (kein Abzug) → FAQ 5	kW
D ₂	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₂ = (B ₂ – C ₂)	kW
E ₂	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₂ = 24h x D ₂	kWh/d
F ₂	Anzahl Bewohner	Pers.
G ₂	Spitzen-Wärmebedarf Wassererwärmung pro Tag; Empfehlung STASCH: F ₂ x 4 kWh/d	kWh/d
H ₂	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
J ₂	Notwendige Heizleistung bei A ₂ = (E ₂ + G ₂) / (24h – H ₂)	kW
K ₂	Notwendige Heizleistung ab der Heizgrenze = G ₂ / (24h – H ₂)	kW
L ₂	Maximale Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei A ₂	°C / °C
M ₂	Heizgrenze; falls nicht bekannt, Empfehlung STASCH: 15°C für Neubauten im CH-Mittelland	°C

Schritt 3: Erhebung der Grundlagendaten auf der bestehenden Anlage für eine Sanierung (falls Neubau, entfällt dieser Schritt)

A ₃	Norm-Aussentemperatur; Empfehlung STASCH: Wert SIA 384/2 für Massivbau	°C
B ₃	Bisheriger Energieverbrauch (Brennstoffverbrauch) <input type="checkbox"/> Heizöl EL <input type="checkbox"/> anderer Energieträger (rechte Spalte verwenden)	Heizöl EL Liter
C ₃	Falls Kombikessel: Brennstoffverbrauch Wassererwärmung; Empfehlung STASCH: 15% von B ₃	Liter
D ₃	Zuschlag für zusätzliche bisherige Wärmeerzeuger (Heizöläquivalent 1 Ster Laubholz = 180 Liter)	Liter
E ₃	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₃ ; Empfehlung STASCH: Für Heizöl EL im CH-Mittelland = (B ₃ – C ₃ + D ₃) x 4 W/Liter / 1000 → FAQ 6	kW
F ₃	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₃ = 24h x E ₃	kWh/d
G ₃	Anzahl Bewohner	Pers.
H ₃	Spitzen-Wärmebedarf Wassererwärmung pro Tag; Empfehlung STASCH: G ₃ x 4 kWh/d	kWh/d
J ₃	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
K ₃	Notwendige Heizleistung bei A ₃ = (F ₃ + H ₃) / (24h – J ₃)	kW
L ₃	Notwendige Heizleistung ab der Heizgrenze = H ₃ / (24h – J ₃)	kW
M ₃	Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vollbetriebsstunden (Beispiel: 8 h red. Betrieb = 24h – 0,5 x 8h = 20 Vollbetriebsstunden) <input type="checkbox"/> Bisherige Reglereinstellung <input type="checkbox"/> Messung <input type="checkbox"/> Schätzung	°C / °C °C / °C bei Vollbetriebsstunden
N ₃	Heizgrenze; Empfehlung STASCH: 17°C für Sanierungen im CH-Mittelland	

Schritt 4: Abklärungen Luft/Wasser- bzw. Sole/Wasser-Wärmepumpe

A ₄	Luft/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung und Luftführung abgeklärt <input type="checkbox"/> Geräuschbelastigung im Haus (Schlafzimmer) und im Nachbargebäude abgeklärt
B ₄	Sole/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung abgeklärt <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Erdwärmesonden und Zugänglichkeit Bohrgerät abgeklärt <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden vorhanden <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden in Aussicht <input type="checkbox"/> Geologische Abklärungen erfolgt <input type="checkbox"/> Keine geologischen Daten vorhanden → FAQ 12

Schritt 5: Zusammenstellung der Daten geeigneter Wärmepumpen

■ Es sollten zwei (oder ggf. auch mehr) Wärmepumpen in Betracht gezogen und dann in Schritt 6 miteinander verglichen werden.

		Wärmepumpe 1		Wärmepumpe 2		
A ₅	Luft/Wasser oder Sole/Wasser?	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	
B ₅	Fabrikat					
C ₅	Typ					
D ₅	Arbeitsmittel					
E ₅	Norm-Heizleistung nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
F ₅	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
G ₅	Elektrische Leistungsaufnahme bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
H ₅	COP nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35					
J ₅	Obere Einsatzgrenze Verflüssiger-Austrittstemperatur	°C		°C		
K ₅	Untere Einsatzgrenze Verdampfer-Eintrittstemperatur	°C		°C		
L ₅	Heizleistung in anderen Betriebspunkten: ■ Möglichst realistische Betriebspunkte aus Datenblatt, die im tatsächlichen Betrieb auch vorkommen (nötigenfalls interpolieren) ■ z. B. Heizkörperheizung mit höheren Vorlauftemperaturen: A-7/W55 – A2/W45 – A10/W35	Betriebspunkt	Stufe 1	Stufe 1 + 2	Stufe 1	Stufe 1 + 2
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
M ₅	Falls Sole/Wasser: kv-Wert Verdampfer → FAQ 15 für Ethylenglykol%/.....°C	m³/h		m³/h		
N ₅	kv-Wert Verflüssiger → FAQ 15	m³/h		m³/h		

Schritt 6: Wärmeleistungsbedarf, Heizleistung und Vorlauf/Rücklauf-Temperaturen in Abhängigkeit der Aussentemperatur aufzeichnen → FAQ 7

■ Wärmeleistungsbedarf und Heizgrenze aus Schritt 2 bzw. 3 übernehmen.

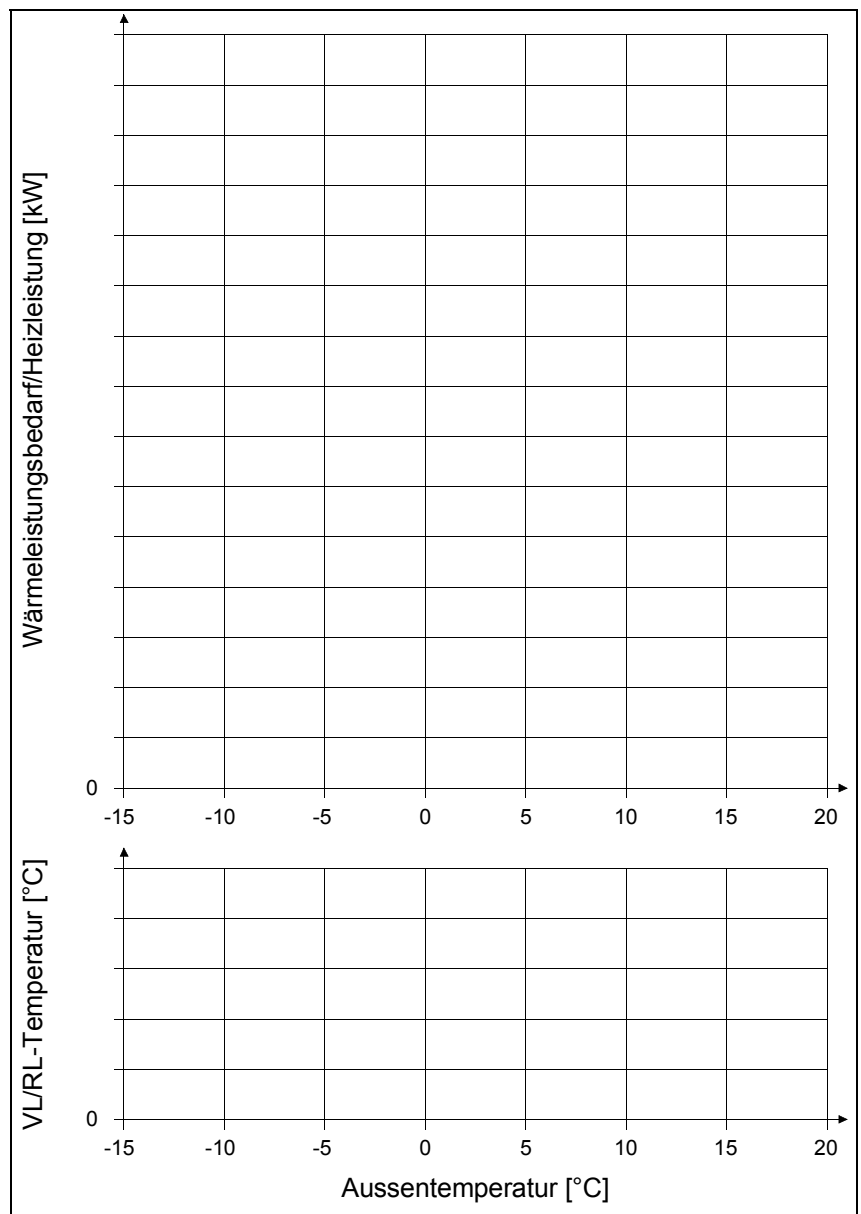
■ Heizleistung der Wärmepumpe(n) aus Schritt 5 übernehmen.

■ Vorlauf/Rücklauftemperaturen des Wärmeabgabesystems übernehmen:

- Neubau: L₂ aus Schritt 2; eventuell Korrektur der Lieferantenangaben → FAQ 8
- Sanierung: M₃ aus Schritt 3; eventuell muss noch die Spreizung korrigiert oder eine stark abweichende Vollbetriebsstundenzahl berücksichtigt werden

■ Der Schnittpunkt der Wärmepumpenkennlinie (Heizleistung) und der Lastkennlinie (Wärmeleistungsbedarf) ist der Bivalenzpunkt. Darunter ist eine Zusatzheizung notwendig. Empfehlung STASCH: Wenn der Bivalenzpunkt über der Norm-Aussentemperatur gemäss SIA 384/2 liegt, ist eine Zusatzheizung (Variante B) notwendig. → FAQ 9

■ Auch mit einem Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I) kann der Bivalenzpunkt beeinflusst werden: Wenn davon ausgegangen wird, dass die Wassererwärmung bei tiefen Aussentemperaturen ausschliesslich elektrisch erfolgt, kann der Wärmeleistungsbedarf im Auslegungspunkt entsprechend reduziert werden.



Schritt 7: Definitive Auswahl der Wärmepumpe und ggf. Zusatzheizung

A ₇	Aus Schritt 5 definitiv ausgewählte Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> WP 1 <input type="checkbox"/> WP 2
B ₇	Monovalenter Betrieb bis zu welcher Aussentemperatur möglich? (Schnittpunkt der Kennlinien von Wärmeleistungsbedarf und Heizleistung im Diagramm Schritt 6)	°C
C ₇	Maximal notwendige Vorlauftemperatur Einsatzgrenze der Wärmepumpe (J ₅ aus Schritt 5)°C muss höher sein!	°C
D ₇	<input type="checkbox"/> Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B) <input type="checkbox"/> zur Leistungserhöhung bei tiefen Aussentemperaturen <input type="checkbox"/> zur Erhöhung der maximalen Vorlauftemperatur (von STASCH <u>nicht</u> empfohlen!)	kW
E ₇	<input type="checkbox"/> Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I) <input type="checkbox"/> zur Wassererwärmung bei tiefen Aussentemperaturen ausschliesslich elektrisch <input type="checkbox"/> zur Erhöhung der maximalen Warmwassertemperatur <input type="checkbox"/> zur Legionellenbekämpfung am tiefsten Punkt des Speichers	kW
F ₇	<input type="checkbox"/> Andere Zusatzheizung:	kW

Schritt 8: Auslegung des Parallelspeichers → FAQ 10

A ₈	Anordnung der Speicheranschlüsse: <u>2 oben 2 unten</u> : Geht in allen Fällen, nachteilig ist jedoch die starke gegenläufige Durchströmung <u>1 oben 2 unten</u> (Variante E): Keine gegenläufige Durchströmung; Durchfluss Ladung darf nicht kleiner sein als Entladung, Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B) verboten! <u>1 oben 1 unten</u> (Variante E): Einfachste Lösung für Gruppen mit Mischventil; Durchfluss Ladung muss wesentlich grösser sein als Entladung, Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B) verboten!	<input type="checkbox"/> 2 oben 2 unten <input type="checkbox"/> 1 oben 2 unten <input type="checkbox"/> 1 oben 1 unten
B ₈	Heizleistung der Wärmepumpe an der Heizgrenze (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
C ₈	Speicherinhalt; Empfehlung STASCH: <input type="checkbox"/> Nass verlegte Fussbodenheizung mit Thermostatventilanteil über 40% B ₈ x 35 l/kW <input type="checkbox"/> Über 50% Heizkörper (Thermostatventilanteil spielt keine Rolle) B ₈ x 35 l/kW <input type="checkbox"/> Heizgruppe(n) mit Mischventile(n) (Variante F) B ₈ x 35 l/kW	Liter
D ₈	Lieferbare Speichergösse	Liter
E ₉	Elektroheizeinsatz (Variante B, D ₇ aus Schritt 7)	kW

Schritt 9: Auslegung des Wassererwärmers → FAQ 11

A ₉	Anzahl Bewohner (F ₂ aus Schritt 2 bzw. G ₃ aus Schritt 3)	Pers.
B ₉	Sonnenkollektorenfläche (Variante H)	m ²
C ₉	Wassererwärmerinhalt; Empfehlung STASCH: <input type="checkbox"/> Ohne Solarunterstützung 50 Liter pro Bewohner, mindestens 300 Liter für EFH <input type="checkbox"/> Mit Solarunterstützung B ₉ x 150 Liter pro m ² Kollektorfläche	Liter
D ₉	Lieferbare Speichergösse	Liter
E ₉	Heizleistung der Wärmepumpe an der Heizgrenze (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
F ₉	Wärmetauscherfläche Glattrohr-Heizregister im Speicher; Empfehlung STASCH: E ₉ x 0,30 m ² /kW	m ²
G ₉	Wärmetauscherfläche ext. Platten-WT (Variante G); Empfehlung STASCH: E ₉ x 0,15 m ² /kW	m ²
H ₉	Wärmetauscherfläche Solarunterstützung (Variante H); Empfehlung STASCH: B ₉ x 0,13 m ² pro m ² Kollektorfläche	m ²
J ₉	Elektroheizeinsatz (Variante I, E ₇ aus Schritt 7)	kW
K ₉	kv-Wert Heizregister bzw. Primärseite Platten-WT → FAQ 15 ggf. kv-Wert Sekundärseite Platten-WT	m ³ /h m ³ /h

Schritt 10: Auslegung der Erdwärmesonden (falls Luft/Wasser-Wärmepumpe, weiter mit Schritt 11) → FAQ 12

A ₁₀	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₁₀	Spezifische Entzugsleistung; Empfehlung STASCH, falls keine geologischen Daten: 50 W/m	W/m
C ₁₀	Erdwärmesondenlänge = (1000 x A ₁₀ / B ₁₀) + Zuschlag <input type="checkbox"/> Wassererwärmung wurde in G ₂ (Schritt 2, Neubau) bzw. H ₃ (Schritt 3, Sanierung) vollumfänglich berücksichtigt: Zuschlag = 0 <input type="checkbox"/> Wassererwärmung nicht berücksichtigt: Zuschlag = 10 m pro Person	m
D ₁₀	Aufteilung	Stück
E ₁₀	Länge pro Erdwärmesonde	m
F ₁₀	Nennweite; Empfehlung STASCH: E ₁₀ bis 120 m = DN 32, E ₁₀ 120...300 m = DN 40	mm

Schritt 11: Auslegung der Umwälzpumpen → FAQ 18

Ladepumpe

A ₁₁₁	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2 (A ₂ aus Schritt 2 bzw. A ₃ aus Schritt 3) Falls kein monovalenter Betrieb bis zu diesem Punkt: <input type="checkbox"/> Aussentemperatur im Bivalenzpunkt	°C
B ₁₁₁	Heizleistung der Wärmepumpe bei Aussentemperatur A ₁₁₁ (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
C ₁₁₁	Temperaturdifferenz über Verflüssiger bei A ₁₁₁ → FAQ 13 ; Empfehlung STASCH: 5...6 K	K
D ₁₁₁	kv-Wert des Verflüssigers (N ₅ aus Schritt 5)	m³/h
E ₁₁₁	Förderstrom der Pumpe = $0,86 \times B_{111} / C_{111}$	m³/h
F ₁₁₁	Druckabfall Verflüssiger = $100 \times E_{111}^2 / D_{111}^2$	kPa
G ₁₁₁	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen, Speicher usw.)	kPa
H ₁₁₁	Förderdruck der Pumpe = $F_{111} + G_{111}$	kPa

Heizungspumpe

A ₁₁₂	Wärmeleistungsbedarf Heizung (D ₂ aus Schritt 2 bzw. E ₃ aus Schritt 3)	kW
B ₁₁₂	Temperaturdifferenz über Wärmeabgabesystem im Auslegepunkt; Empfehlung STASCH: 7...10K	K
C ₁₁₂	Förderstrom der Pumpe; Empfehlung STASCH: $0,86 \times A_{112} / B_{112}$	m³/h
D ₁₁₂	Druckabfall Wärmeabgabesystem mit B ₁₀₂ → FAQ 17	kPa
E ₁₁₂	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen, Speicher usw.)	kPa
F ₁₁₂	Förderdruck der Pumpe = $D_{112} + E_{112}$	kPa

Wassererwärmepumpe (Primärpumpe)

A ₁₁₃	Heizleistung der Wärmepumpe an der Heizgrenze (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
B ₁₁₃	kv-Wert Verflüssiger (N ₅ aus Schritt 5)	m³/h
C ₁₁₃	kv-Wert Heizregister bzw. Primärseite Platten-WT (K ₉ aus Schritt 9)	m³/h
D ₁₁₃	Förderstrom der Pumpe; Empfehlung STASCH: $0,86 \times A_{113} / 6K$	m³/h
E ₁₁₃	Druckabfall Verflüssiger = $100 \times D_{113}^2 / B_{113}^2$	kPa
F ₁₁₃	Druckabfall Heizregister bzw. Platten-WT = $100 \times D_{113}^2 / C_{113}^2$	kPa
G ₁₁₃	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.)	kPa
H ₁₁₃	Förderdruck der Pumpe = $E_{113} + F_{113} + G_{113}$	kPa

Falls externer Platten-Wärmetauscher (Variante G): Sekundärpumpe

A ₁₁₄	kv-Wert Sekundärseite Platten-WT (K ₉ aus Schritt 9)	m³/h
B ₁₁₄	Förderstrom der Pumpe; Empfehlung STASCH: gleich wie Primärpumpe (D ₁₁₃)	m³/h
C ₁₁₄	Druckabfall Platten-WT = $100 \times B_{114}^2 / A_{114}^2$	kPa
D ₁₁₄	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.)	kPa
E ₁₁₄	Förderdruck der Pumpe = $C_{114} + D_{114}$	kPa

Falls Sole/Wasser: Wärmequellenpumpe → FAQ 14

A ₁₁₅	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₁₁₅	Temperaturspreizung über Erdwärmesonde(n); Empfehlung STASCH: 3...4 K	K
C ₁₁₅	kv-Wert Verdampfer für Ethylenglykol%/.....°C (M ₅ aus Schritt 5)	m³/h
D ₁₁₅	Länge pro Erdwärmesonde (E ₁₀ aus Schritt 10)	m
E ₁₁₅	Spezifischer Druckabfall Erdwärmesonde Anhaltswerte für Ethylenglykol 25%/-4°C und spezifische Entzugsleistung 50 W/m: Temperaturspreizung 3 K 4K 5 K Doppel-U-Rohr-Sonde DN 32 284 Pa/m 159 Pa/m 117 Pa/m Doppel-U-Rohr-Sonde DN 40 91 Pa/m 59 Pa/m 47 Pa/m	Pa/m
F ₁₁₅	Förderstrom der Pumpe = $0,91 \times A_{115} / B_{115}$ (Ethylenglykol 25%/-4°C)	m³/h
G ₁₁₅	Druckabfall Verdampfer = $100 \times F_{115}^2 / C_{115}^2$	kPa
H ₁₁₅	Druckabfall Erdwärmesonden = $D_{115} \times E_{115} / 1000$	kPa
J ₁₁₅	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.) für Ethylenglykol%/.....°C	kPa
K ₁₁₅	Förderdruck der Pumpe = $G_{115} + H_{115} + J_{115}$	kPa

Weitere Umwälzpumpen (ohne detaillierte Auslegungsempfehlungen)

A ₁₁₆	Solarkreispumpe (Variante H); Empfehlung STASCH: «Low Flow» = 20...25 Liter/h pro m ² Kollektorfläche	m ³ /h	kPa
B ₁₁₆	Heizungspumpe weitere Gruppe	m ³ /h	kPa
C ₁₁₆		m ³ /h	kPa

Schritt 12: Reglereinstellungen

■ Ohne Mischventile (Hauptvariante): Zur Einstellung der Heizkurve im witterungsgeführten Speichertemperaturregler kann als erste Näherung die Rücklaufftemperaturkennlinie aus Schritt 6 übernommen werden.

■ Die definitive Optimierung der Heizkurveneinstellung muss auf der Anlage erfolgen. Während dieser Zeit dürfen die Thermostatventile nicht in Betrieb sein (alle Thermostatventile vollständig öffnen!).

A ₁₂₁	Witterungsgeführte Speichertemperaturregelung T621/T622 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T601; Heizkurveneinstellung: Speichertemperatur bei °C Aussentemperatur Speichertemperatur bei °C Aussentemperatur <input type="checkbox"/> nur 1 Temperaturfühler im Speicher (Mischspeicher ohne nennenswerte Schichtung)	°C °C
B ₁₂₁	Hysterese; Empfehlung STASCH: Fussbodenheizung ± 1...2 K; Heizkörperheizung ± 2...3 K	± K

■ Mit Mischventilen (Variante F): Die Einstellung der Heizkurve im witterungsgeführten Speichertemperaturregler erfolgt entsprechend der höchsten gewünschten Vorlauftemperatur. Durch die witterungsgeführten Vorlauftemperaturregler wird dann die Speichertemperatur in den einzelnen Heizgruppen auf die gewünschten Vorlauftemperaturen heruntergemischt. Falls sich eine Witterungsführung nicht lohnt, kann auch eine Regelung auf feste Ein- und Ausschaltwerte erfolgen. Zusätzlich ist eine zeitprogrammgesteuerte Nachladung auf maximale Speichertemperatur möglich.

A ₁₂₂	<input type="checkbox"/> Witterungsgeführte Speichertemperaturregelung T621/T622 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T601; Heizkurveneinstellung: Speichertemperatur bei °C Aussentemperatur Speichertemperatur bei °C Aussentemperatur Hysterese	°C °C ± K
B ₁₂₂	<input type="checkbox"/> Festwertregelung EIN T621 AUS T622	°C °C
C ₁₂₂	<input type="checkbox"/> Zeitprogrammgesteuerte Nachladung auf maximale Speichertemperatur EIN T621 AUS T622	°C °C

Wassererwärmerladung

A ₁₂₃	Wassererwärmer-Temperatur EIN T641	°C
B ₁₂₃	Verflüssiger-Austrittstemperatur AUS T642	°C

Weitere Reglereinstellungen (ohne detaillierte Einstellempfehlungen)

A ₁₂₄	Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B) <input type="checkbox"/> Handschalter mit automatischer Rücksetzung nach 24 Stunden	EIN AUS	°C °C
B ₁₂₄	Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I) <input type="checkbox"/> 1 Temperaturfühler <input type="checkbox"/> 2 getrennte Temperaturfühler EIN/AUS	EIN AUS	°C °C
C ₁₂₄	Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung T631 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T601 Heizkurveneinstellung: Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur		°C °C
D ₁₂₄	Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung T632 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T601 Heizkurveneinstellung: Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur		°C °C
E ₁₂₄			

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen

Teil 1: STASCH-Planungshilfen, Schlussbericht, Bundesamt für Energie, 2002

Download aus www.waermepumpe.ch/fe Rubrik «Berichte» (franz. Version Rubrik «Français»)

Bestellung der schriftlichen Fassung unter der Projektnummer 78949 bei

ENET, Egnacherstrasse 69, 9320 Arbon, 071 440 02 55, enet@temas.ch



☛ So finden Sie die beste Lösung!

1. Zutreffende Randbedingungen ankreuzen und Lösung mit der niedrigsten Nummer wählen	STASCH 1 ohne Speicher ohne WW	STASCH 2 ohne Speicher mit WW	STASCH 3 Seriespeicher ohne WW	STASCH 4 Seriespeicher mit WW	STASCH 5 Parallelspeicher ohne WW	STASCH 6 Parallelspeicher mit WW	STASCH 7 Solarnutzung Heizung+WW
<input type="checkbox"/> Über 50% der Leistungsabgabe über Heizkörper → FAQ 1			✓	✓	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Über 40% Thermostatventilanteil an der Heizfläche → FAQ 2			✓ Variante D	✓ Variante D	✓	✓	✓
<input type="checkbox"/> Mehrere geregelte Heizgruppen mit Mischventil → FAQ 3					✓ Variante F	✓ Variante F	✓ Variante F
<input type="checkbox"/> Wassererwärmung über die Wärmepumpe		✓		✓		✓	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Wassererwärmung		✓ Variante H		✓ Variante H		✓ Variante H	✓
<input type="checkbox"/> Solarunterstützung zur Raumheizung							✓

2. Wenn dies nicht STASCH 7 ist:
Planungshilfe wechseln!



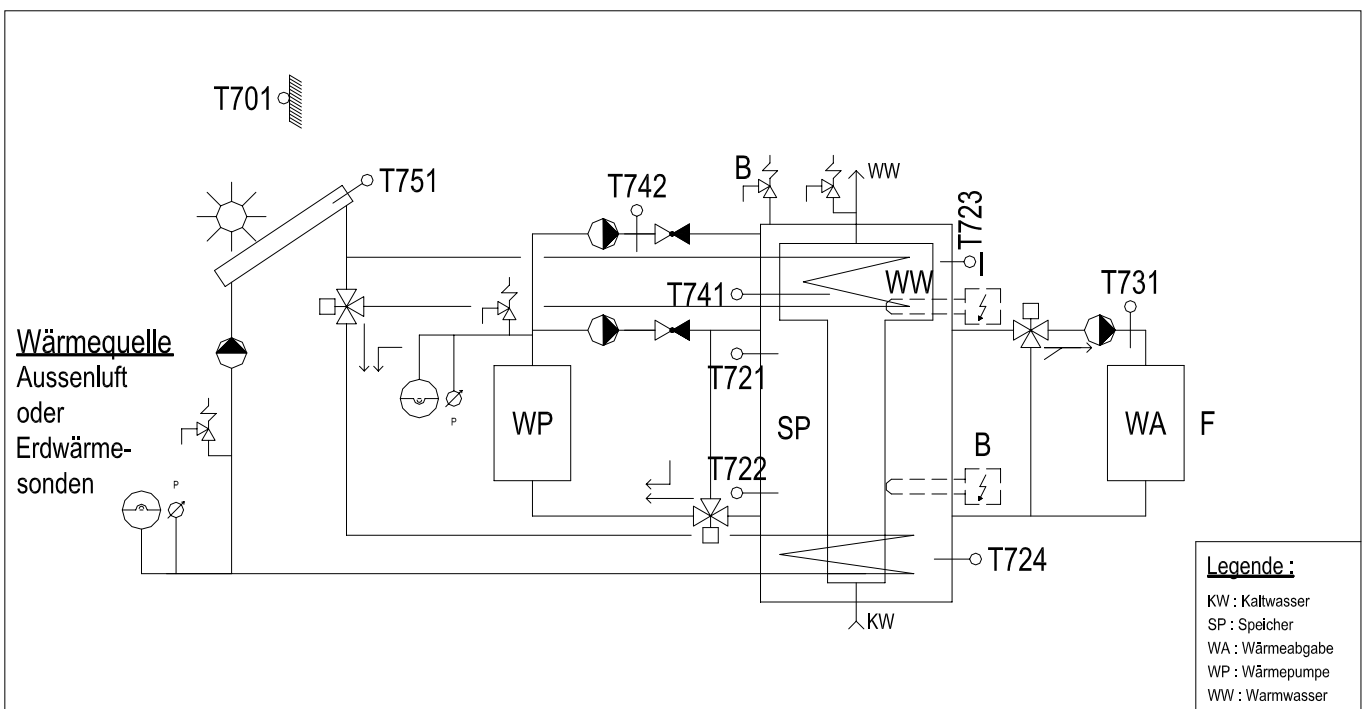
Planungshilfe STASCH 7: Wärmepumpenanlage mit Solarunterstützung für Heizung und Warmwasser

■ Die nachfolgenden Faustformeln basieren auf Erfahrungswerten und auf Resultaten aus Simulationen. Sie sind als Empfehlungen zu verstehen. Die Verantwortung liegt einzig und allein bei der planenden Firma.

■ Mit «FAQ» wird auf das Faltblatt «Häufig gestellte Fragen FAQ» verwiesen; dort finden Sie weitere Informationen zum Thema.

Anlage:	Datum:
	Visum:

Funktionsbeschreibung: Heizbetrieb mit Wärmepumpe: Umschaltventil auf Durchgang, untere Pumpe in Betrieb; Zweipunktregelung mit «ein» über T721 und «aus» über T722 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T701. Wassererwärmung mit Wärmepumpe: Umschaltventil auf Umlenkung, obere Pumpe in Betrieb; Wassererwärmerladung «ein», wenn Sollwert T741 unterschritten, und «aus», wenn maximale Verflüssiger-Austrittstemperatur T742 überschritten wird. Wassererwärmung hat Vorrang vor Heizung. Heizbetrieb und Wasservorwärmung mit Solaranlage: Umlenkventil auf Durchgang. Solaranlage «ein», wenn Temperaturdifferenz T751–T724 genügend gross, «aus», wenn Temperaturdifferenz T751–T724 null. Wassererwärmung mit Solaranlage: Umlenkventil auf Umlenkung, wenn Temperaturdifferenz T751–T723 genügend gross, Rückschaltung auf Durchgang, wenn Temperaturdifferenz T751–T723 null. Regelung Wärmeabgabesystem: Regelung der Vorlauftemperatur T731 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T701. → **FAQ 4**



STASCH	Standardlösung :	Zulässige Variante :	Date :
7	Wärmepumpenanlage - mit Solarunterstützung für Heizung und Warmwasser - mit Wassererwärmung	B : Elektroheizeinsatz im Speicher mit Sicherheitsventil F : Weitere Heizgruppen analog WA (nicht gezeichnet) I : Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer	10.10.2002

Schritt 1: Haben Sie die richtige Schaltung gewählt?

■ Sie haben STASCH 7 gewählt. Nur mit dieser Schaltung ist eine umfassende Nutzung von Solarenergie möglich, inklusive Solarunterstützung zur Raumheizung. Einfachere Lösungen mit Solarunterstützung allein zur Wassererwärmung sind auch mit STASCH 2, 4 oder 6 möglich. Sind Sie sicher, dass STASCH 7 für Ihren Fall die beste Lösung ist, oder gibt es möglicherweise noch eine einfachere, ebenfalls befriedigende Lösung?

Zusätzlicher Hinweis: Ein grundsätzlicher Vorteil von STASCH 7 ist, dass auch noch weitere Wärmeerzeuger am Speicher angeschlossen werden können, und dies relativ einfach bezüglich Hydraulik und Regelung. (Dieser Fall wird in der vorliegenden Planungshilfe allerdings nicht behandelt.)

Schritt 2: Erhebung der Grundlagendaten nach den Regeln der Technik für einen Neubau (falls Sanierung, weiter mit Schritt 3)

A ₂	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2	°C
B ₂	Wärmeleistungsbedarf bei A ₂ nach SIA 384/2	kW
C ₂	Nutzbarer Wärmegegewinn; Empfehlung STASCH: 0 kW (kein Abzug) → FAQ 5	kW
D ₂	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₂ = (B ₂ – C ₂)	kW
E ₂	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₂ = 24h x D ₂	kWh/d
F ₂	Anzahl Bewohner	Pers.
G ₂	Spitzen-Wärmebedarf Wassererwärmung pro Tag; Empfehlung STASCH: F ₂ x 4 kWh/d	kWh/d
H ₂	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
J ₂	Notwendige Heizleistung bei A ₂ = (E ₂ + G ₂) / (24h – H ₂)	kW
K ₂	Notwendige Heizleistung ab der Heizgrenze = G ₂ / (24h – H ₂)	kW
L ₂	Maximale Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei A ₂	°C / °C
M ₂	Heizgrenze; falls nicht bekannt, Empfehlung STASCH: 15°C für Neubauten im CH-Mittelland	°C

Schritt 3: Erhebung der Grundlagendaten auf der bestehenden Anlage für eine Sanierung (falls Neubau, entfällt dieser Schritt)

A ₃	Norm-Aussentemperatur; Empfehlung STASCH: Wert SIA 384/2 für Massivbau	°C
B ₃	Bisheriger Energieverbrauch (Brennstoffverbrauch) <input type="checkbox"/> Heizöl EL <input type="checkbox"/> anderer Energieträger (rechte Spalte verwenden)	Heizöl EL Liter
C ₃	Falls Kombikessel: Brennstoffverbrauch Wassererwärmung; Empfehlung STASCH: 15% von B ₃	Liter
D ₃	Zuschlag für zusätzliche bisherige Wärmeerzeuger (Heizöläquivalent 1 Ster Laubholz = 180 Liter)	Liter
E ₃	Wärmeleistungsbedarf Heizung bei A ₃ ; Empfehlung STASCH: Für Heizöl EL im CH-Mittelland = (B ₃ – C ₃ + D ₃) x 4 W/Liter / 1000 → FAQ 6	kW
F ₃	Wärmebedarf Heizung pro Tag bei A ₃ = 24h x E ₃	kWh/d
G ₃	Anzahl Bewohner	Pers.
H ₃	Spitzen-Wärmebedarf Wassererwärmung pro Tag; Empfehlung STASCH: G ₃ x 4 kWh/d	kWh/d
J ₃	Sperrzeit pro Tag (gemäss Elektrizitätswerk, oft vom gewählten Tarif abhängig)	h
K ₃	Notwendige Heizleistung bei A ₃ = (F ₃ + H ₃) / (24h – J ₃)	kW
L ₃	Notwendige Heizleistung ab der Heizgrenze = H ₃ / (24h – J ₃)	kW
M ₃	Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vorlauf/Rücklauftemperatur des Wärmeabgabesystems bei °C Aussentemperatur Vollbetriebsstunden (Beispiel: 8 h red. Betrieb = 24h – 0,5 x 8h = 20 Vollbetriebsstunden) <input type="checkbox"/> Bisherige Reglereinstellung <input type="checkbox"/> Messung <input type="checkbox"/> Schätzung	°C / °C °C / °C bei Vollbetriebsstunden
N ₃	Heizgrenze; Empfehlung STASCH: 17°C für Sanierungen im CH-Mittelland	

Schritt 4: Abklärungen Luft/Wasser- bzw. Sole/Wasser-Wärmepumpe

A ₄	Luft/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung und Luftführung abgeklärt <input type="checkbox"/> Geräuschbelastigung im Haus (Schlafzimmer) und im Nachbargebäude abgeklärt
B ₄	Sole/Wasser-Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> Nicht erwünscht <input type="checkbox"/> Nicht möglich <input type="checkbox"/> Möglich <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Wärmepumpen-Aufstellung abgeklärt <input type="checkbox"/> Platzverhältnisse Erdwärmesonden und Zugänglichkeit Bohrgerät abgeklärt <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden vorhanden <input type="checkbox"/> Bewilligung Erdwärmesonden in Aussicht <input type="checkbox"/> Geologische Abklärungen erfolgt <input type="checkbox"/> Keine geologischen Daten vorhanden → FAQ 12

Schritt 5: Zusammenstellung der Daten geeigneter Wärmepumpen

■ Es sollten zwei (oder ggf. auch mehr) Wärmepumpen in Betracht gezogen und dann in Schritt 6 miteinander verglichen werden.

		Wärmepumpe 1		Wärmepumpe 2		
A ₅	Luft/Wasser oder Sole/Wasser?	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	<input type="checkbox"/> L/W	<input type="checkbox"/> S/W	
B ₅	Fabrikat					
C ₅	Typ					
D ₅	Arbeitsmittel					
E ₅	Norm-Heizleistung nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
F ₅	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
G ₅	Elektrische Leistungsaufnahme bei A2/W35 bzw. B0/W35	kW		kW		
H ₅	COP nach EN 255 bei A2/W35 bzw. B0/W35					
J ₅	Obere Einsatzgrenze Verflüssiger-Austrittstemperatur	°C		°C		
K ₅	Untere Einsatzgrenze Verdampfer-Eintrittstemperatur	°C		°C		
L ₅	Heizleistung in anderen Betriebspunkten: ■ Möglichst realistische Betriebspunkte aus Datenblatt, die im tatsächlichen Betrieb auch vorkommen (nötigenfalls interpolieren) ■ z. B. Heizkörperheizung mit höheren Vorlauftemperaturen: A-7/W55 – A2/W45 – A10/W35	Betriebspunkt	Stufe 1	Stufe 1 + 2	Stufe 1	Stufe 1 + 2
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
		/W	kW	kW	kW	kW
M ₅	Falls Sole/Wasser: kv-Wert Verdampfer → FAQ 15 für Ethylenglykol%/.....°C	m³/h		m³/h		
N ₅	kv-Wert Verflüssiger → FAQ 15	m³/h		m³/h		

Schritt 6: Wärmeleistungsbedarf, Heizleistung und Vorlauf/Rücklauf-Temperaturen in Abhängigkeit der Aussentemperatur aufzeichnen → FAQ 7

■ Wärmeleistungsbedarf und Heizgrenze aus Schritt 2 bzw. 3 übernehmen.

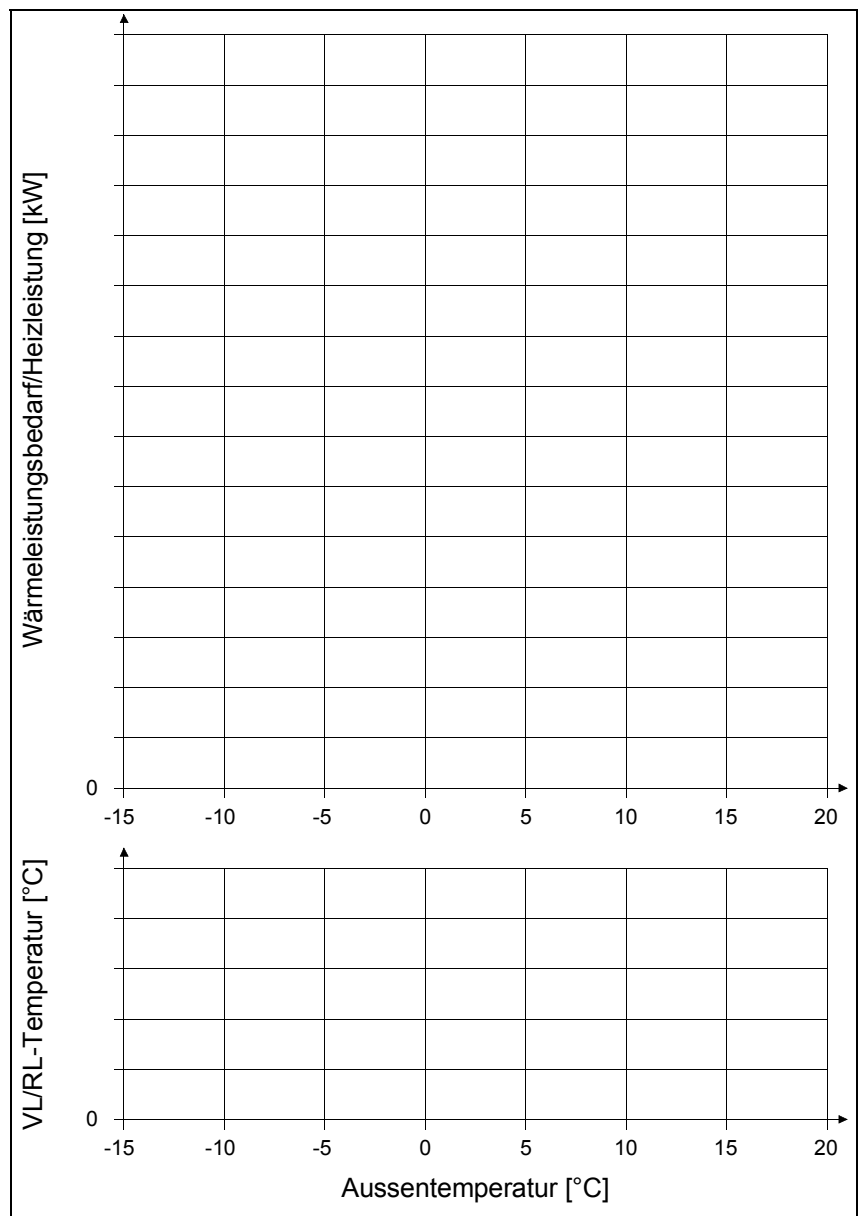
■ Heizleistung der Wärmepumpe(n) aus Schritt 5 übernehmen.

■ Vorlauf/Rücklauftemperaturen des Wärmeabgabesystems übernehmen:

- Neubau: L₂ aus Schritt 2; eventuell Korrektur der Lieferantenangaben → FAQ 8
- Sanierung: M₃ aus Schritt 3; eventuell muss noch die Spreizung korrigiert oder eine stark abweichende Vollbetriebsstundenzahl berücksichtigt werden

■ Der Schnittpunkt der Wärmepumpenkennlinie (Heizleistung) und der Lastkennlinie (Wärmeleistungsbedarf) ist der Bivalenzpunkt. Darunter ist eine Zusatzheizung notwendig. Empfehlung STASCH: Wenn der Bivalenzpunkt über der Norm-Aussentemperatur gemäss SIA 384/2 liegt, ist eine Zusatzheizung (Variante B) notwendig. → FAQ 9

■ Auch mit einem Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I) kann der Bivalenzpunkt beeinflusst werden: Wenn davon ausgegangen wird, dass die Wassererwärmung bei tiefen Aussentemperaturen ausschliesslich elektrisch erfolgt, kann der Wärmeleistungsbedarf im Auslegungspunkt entsprechend reduziert werden.



Schritt 7: Definitive Auswahl der Wärmepumpe und ggf. Zusatzheizung

A ₇	Aus Schritt 5 definitiv ausgewählte Wärmepumpe	<input type="checkbox"/> WP 1 <input type="checkbox"/> WP 2
B ₇	Monovalenter Betrieb bis zu welcher Aussentemperatur möglich? (Schnittpunkt der Kennlinien von Wärmeleistungsbedarf und Heizleistung im Diagramm Schritt 6)	°C
C ₇	Maximal notwendige Vorlauftemperatur Einsatzgrenze der Wärmepumpe (J ₅ aus Schritt 5)°C muss höher sein!	°C
D ₇	<input type="checkbox"/> Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B) <input type="checkbox"/> zur Leistungserhöhung bei tiefen Aussentemperaturen <input type="checkbox"/> zur Erhöhung der maximalen Vorlauftemperatur (von STASCH <u>nicht</u> empfohlen!)	kW
E ₇	<input type="checkbox"/> Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I) <input type="checkbox"/> zur Wassererwärmung bei tiefen Aussentemperaturen ausschliesslich elektrisch <input type="checkbox"/> zur Erhöhung der maximalen Warmwassertemperatur <input type="checkbox"/> zur Legionellenbekämpfung am tiefsten Punkt des Speichers	kW
F ₇	<input type="checkbox"/> Andere Zusatzheizung:	kW

Schritt 8: Auslegung der Sonnenkollektoren

■ Die vorliegende Planungshilfe STASCH 7 ist in erster Linie für die Planung der Wärmepumpenanlage konzipiert. Die Planung der Solaranlage muss anderweitig erfolgen. Im Folgenden wird davon ausgegangen, dass eine Solaranlage mit entsprechender Leistung tatsächlich möglich ist und eine Baubewilligung auch erteilt wird. Schnittstelle für die angegebenen Faustformeln ist einzig die Sonnenkollektorenfläche und der kv-Wert.

A ₈	Sonnenkollektorenfläche	m ²
B ₈	kv-Wert Sonnenkollektoren für Ethylenglykol%/.....°C → FAQ 15	m ³ /h

Schritt 9: Auslegung des Kombispeichers

A ₉	Sonnenkollektorenfläche (A ₈ aus Schritt 8)	m ²
B ₉	Anzahl Bewohner (F ₂ aus Schritt 2 bzw. G ₃ aus Schritt 3)	Pers.
C ₉	Speicherinhalt (brutto, d. h. inkl. integriertem Wassererwärmer); Empfehlung STASCH: A ₉ x 200 Liter pro m ² Kollektorfläche	Liter
D ₉	Inhalt des integrierten Wassererwärmers; Empfehlung STASCH: B ₉ x 25 Liter pro Bewohner, mindestens 150 Liter für EFH	Liter
E ₉	Lieferbare Speichergösse (brutto, d. h. inkl. integriertem Wassererwärmer)	Liter
F ₉	Lieferbarer integrierter Wassererwärmer	Liter
G ₉	Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B, D ₇ aus Schritt 7)	kW
H ₉	Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I, E ₇ aus Schritt 7)	kW
J ₉	Wärmetauscherfläche Glattrohr-Heizregister Sonnenkollektoren; Empfehlung STASCH: A ₉ x 0,13 m ² pro m ² Kollektorfläche Aufteilung oberer Bereich / unterer Bereich; Empfehlung STASCH: 100%/100%	m ² % / %
K ₉	kv-Wert gesamtes Glattrohr-Heizregister für Ethylenglykol%/.....°C → FAQ 15	m ³ /h

Schritt 10: Auslegung der Erdwärmesonden (falls Luft/Wasser-Wärmepumpe, weiter mit Schritt 11) → FAQ 12

A ₁₀	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₁₀	Spezifische Entzugleistung; Empfehlung STASCH, falls keine geologischen Daten: 50 W/m	W/m
C ₁₀	Erdwärmesondenlänge = (1000 x A ₁₀ / B ₁₀) + Zuschlag <input type="checkbox"/> Wassererwärmung wurde in G ₂ (Schritt 2, Neubau) bzw. H ₃ (Schritt 3, Sanierung) vollumfänglich berücksichtigt: Zuschlag = 0 <input type="checkbox"/> Wassererwärmung nicht berücksichtigt: Zuschlag = 10 m pro Person	m
D ₁₀	Aufteilung	Stück
E ₁₀	Länge pro Erdwärmesonde	m
F ₁₀	Nennweite; Empfehlung STASCH: E ₁₀ bis 120 m = DN 32, E ₁₀ 120...300 m = DN 40	mm

Schritt 11: Auslegung der Umwälzpumpen → FAQ 18

Ladepumpe für den mittleren Teil des Speichers

A ₁₁₁	Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2 (A ₂ aus Schritt 2 bzw. A ₃ aus Schritt 3) Falls kein monovalenter Betrieb bis zu diesem Punkt: <input type="checkbox"/> Aussentemperatur im Bivalenzpunkt	°C
B ₁₁₁	Heizleistung der Wärmepumpe bei Aussentemperatur A ₁₁₁ (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
C ₁₁₁	Temperaturdifferenz über Verflüssiger bei A ₁₁₁ → FAQ 13 ; Empfehlung STASCH: 5...6 K	K
D ₁₁₁	kv-Wert des Verflüssigers (N ₅ aus Schritt 5)	m³/h
E ₁₁₁	Förderstrom der Pumpe = $0,86 \times B_{111} / C_{111}$	m³/h
F ₁₁₁	Druckabfall Verflüssiger = $100 \times E_{111}^2 / D_{111}^2$	kPa
G ₁₁₁	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen, Umschaltventil, Speicher usw.)	kPa
H ₁₁₁	Förderdruck der Pumpe = $F_{111} + G_{111}$	kPa

Heizungspumpe

A ₁₁₂	Wärmeleistungsbedarf Heizung (D ₂ aus Schritt 2 bzw. E ₃ aus Schritt 3)	kW
B ₁₁₂	Temperaturdifferenz über Wärmeabgabesystem im Auslegungspunkt; Empfehlung STASCH: 7...10K	K
C ₁₁₂	Förderstrom der Pumpe; Empfehlung STASCH: $0,86 \times A_{112} / B_{112}$	m³/h
D ₁₁₂	Druckabfall Wärmeabgabesystem mit B ₁₀₂ → FAQ 17	kPa
E ₁₁₂	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen, Speicher usw.)	kPa
F ₁₁₂	Förderdruck der Pumpe = $D_{112} + E_{112}$	kPa

Ladepumpe für den oberen Teil des Speichers

A ₁₁₃	Heizleistung der Wärmepumpe an der Heizgrenze (aus Diagramm Schritt 6 herauslesen)	kW
B ₁₁₃	kv-Wert Verflüssiger (N ₅ aus Schritt 5)	m³/h
C ₁₁₃	Förderstrom der Pumpe; Empfehlung STASCH: $0,86 \times A_{113} / 6K$	m³/h
D ₁₁₃	Druckabfall Verflüssiger = $100 \times C_{113}^2 / B_{113}^2$	kPa
E ₁₁₃	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen, Umschaltventil usw.)	kPa
F ₁₁₃	Förderdruck der Pumpe = $D_{113} + E_{113}$	kPa

Solarkreispumpe

A ₁₁₄	Sonnenkollektorenfläche (A ₈ aus Schritt 8)	m²
B ₁₁₄	kv-Wert Sonnenkollektoren für Ethylenglykol%/.....°C (B ₈ aus Schritt 8)	m³/h
C ₁₁₄	kv-Wert Glattrohr-Heizregister für Ethylenglykol%/.....°C (K ₉ aus Schritt 9)	m³/h
D ₁₁₄	Förderstrom der Pumpe = $A_{114} \times 20...25 \text{ Liter/h pro m}^2 \text{ Kollektorfläche (} \llcorner \text{Low Flow} \llcorner \text{)}$	m³/h
E ₁₁₄	Druckabfall Sonnenkollektoren = $100 \times D_{114}^2 / B_{114}^2$	kPa
F ₁₁₄	Druckabfall Glattrohr-Heizregister Sonnenkollektoren = $100 \times D_{114}^2 / C_{114}^2$	kPa
G ₁₁₄	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen, Umschaltventil usw.) für Ethylenglykol%/.....°C	kPa
H ₁₁₄	Förderdruck der Pumpe = $E_{114} + F_{114} + G_{114}$	kPa

Falls Sole/Wasser: Wärmequellenpumpe → FAQ 14

A ₁₁₅	Kälteleistung (Entzugsleistung) bei B0/W35 (F ₅ aus Schritt 5)	kW
B ₁₁₅	Temperaturspreizung über Erdwärmesonde(n); Empfehlung STASCH: 3...4 K	K
C ₁₁₅	kv-Wert Verdampfer für Ethylenglykol%/.....°C (M ₅ aus Schritt 5)	m³/h
D ₁₁₅	Länge pro Erdwärmesonde (E ₁₀ aus Schritt 10)	m
E ₁₁₅	Spezifischer Druckabfall Erdwärmesonde Anhaltswerte für Ethylenglykol 25%/-4°C und spezifische Entzugsleistung 50 W/m: Temperaturspreizung 3 K 4K 5 K Doppel-U-Rohr-Sonde DN 32 284 Pa/m 159 Pa/m 117 Pa/m Doppel-U-Rohr-Sonde DN 40 91 Pa/m 59 Pa/m 47 Pa/m	Pa/m
F ₁₁₅	Förderstrom der Pumpe = $0,91 \times A_{115} / B_{115}$ (Ethylenglykol 25%/-4°C)	m³/h
G ₁₁₅	Druckabfall Verdampfer = $100 \times F_{115}^2 / C_{115}^2$	kPa
H ₁₁₅	Druckabfall Erdwärmesonden = $D_{115} \times E_{115} / 1000$	kPa
J ₁₁₅	Druckabfall Übriges (Verbindungsleitungen usw.) für Ethylenglykol%/.....°C	kPa
K ₁₁₅	Förderdruck der Pumpe = $G_{115} + H_{115} + J_{115}$	kPa

Weitere Umwälzpumpen (ohne detaillierte Auslegungsempfehlungen)

A ₁₁₆	Heizungspumpe weitere Gruppe		m³/h	kPa
B ₁₁₆			m³/h	kPa

Schritt 12: Reglereinstellungen

■ Die Heizkurve im witterungsgeführten Speichertemperaturregler muss etwas über der in der Heizgruppe gewünschten Vorlauftemperatur eingestellt werden. Falls sich eine Witterungsführung nicht lohnt, kann auch eine Regelung auf feste Ein- und Ausschaltwerte erfolgen. Zusätzlich ist eine zeitprogrammgesteuerte Nachladung auf maximale Speichertemperatur möglich.

A ₁₂₁	<input type="checkbox"/> Witterungsgeführte Speichertemperaturregelung T721/T722 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T701; Heizkurveneinstellung: Speichertemperatur bei °C Speichertemperatur bei °C Aussentemperatur Hysterese	±	°C °C K
B ₁₂₁	<input type="checkbox"/> Festwertregelung	EIN T721 AUS T722	°C °C
C ₁₂₁	<input type="checkbox"/> Zeitprogrammgesteuerte Nachladung auf maximale Speichertemperatur	EIN T721 AUS T722	°C °C

■ Durch den witterungsgeführten Vorlauftemperaturregler in der Heizgruppe wird dann die Speichertemperatur auf die gewünschte Vorlauftemperatur heruntergemischt. Die definitive Optimierung der Heizkurveneinstellung muss auf der Anlage erfolgen. Während dieser Zeit dürfen die Thermostatventile nicht in Betrieb sein (alle Thermostatventile vollständig öffnen!).

A ₁₂₂	Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung T731 in Abhängigkeit der Aussentemperatur T701 Heizkurveneinstellung: Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur	°C °C
------------------	--	----------

Wassererwärmladung (Ladung des oberen Speicherbereichs)

A ₁₂₃	Wassererwärmer-Temperatur	EIN T741	°C
B ₁₂₃	Verflüssiger-Austrittstemperatur	AUS T742	°C

Solaranlage

A ₁₂₄	Heizbetrieb und Wasservorwärmung EIN, wenn Temperaturdifferenz	T751-T724	≥	K
B ₁₂₄	Wassererwärmung EIN, wenn Temperaturdifferenz	T751-T723	≥	K

Weitere Reglereinstellungen (ohne detaillierte Einstellempfehlungen)

A ₁₂₅	Elektroheizeinsatz im Speicher (Variante B) <input type="checkbox"/> Handschalter mit automatischer Rücksetzung nach 24 Stunden	EIN AUS	°C °C
B ₁₂₅	Elektroheizeinsatz im Wassererwärmer (Variante I) <input type="checkbox"/> 1 Temperaturfühler <input type="checkbox"/> 2 getrennte Temperaturfühler EIN/AUS	EIN AUS	°C °C
C ₁₂₅	Witterungsgeführte Vorlauftemperaturregelung weitere Gruppe Heizkurveneinstellung: Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur Vorlauftemperatur bei °C Aussentemperatur		°C °C
D ₁₂₅			

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen**Teil 1: STASCH-Planungshilfen, Schlussbericht, Bundesamt für Energie, 2002**

Download aus www.waermepumpe.ch/fe Rubrik «Berichte» (franz. Version Rubrik «Français»)

Bestellung der schriftlichen Fassung unter der Projektnummer 78949 bei

ENET, Egnacherstrasse 69, 9320 Arbon, 071 440 02 55, enet@temas.ch



Zu allen sieben Planungshilfen: Häufig gestellte Fragen FAQ

In den Faltblättern zu den sieben STASCH-Planungshilfen wird mit dem Hinweis → **FAQ x** auf das vorliegende Faltblatt verwiesen. **FAQ** steht dabei für **F**requently **A**sken **Q**uestions (häufig gestellte Fragen). Dabei wird jeweils auf die relevanten Parametervariationen in Teil 2 des vorliegenden Schlussberichts verwiesen.

→ [1] Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen – Teil 2: Grundlagen und Computersimulationen

FAQ 1: Braucht eine Heizkörperheizung zwingend einen Speicher?

Es gibt Hinweise, dass eine Heizkörperheizung auch ohne Speicher betrieben werden kann, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

- Thermostatventilanteil $\leq 40\%$ → **FAQ 2**
- Keine Abtaugung mittels Prozessumkehr
- Am Regler muss eine genügend grosse Hysterese zur Erzielung akzeptabler Laufzeiten einstellbar sein

Da Wärmepumpenanlagen mit Heizkörperheizung ohne Speicher nicht erprobt sind und die obgenannten Bedingungen in der Praxis ohnehin nicht oft zutreffen, wird von STASCH für Anlagen mit über 50% der Leistungsabgabe über Heizkörper grundsätzlich ein Speicher empfohlen.

Ebenso empfiehlt STASCH auch für flinke, trocken verlegte Fussbodenheizungen einen Speicher.

→ [1] Parametervariation 12

FAQ 2: Wieviele Thermostatventile verträgt eine Anlage ohne Speicher?

STASCH-Simulationen haben ergeben, dass sich bis 40% Thermostatventilanteil an der Heizfläche keine hydraulischen Probleme ergeben. Durch die höhere mittlere Verflüssigeraustrittstemperatur kann die Arbeitszahl jedoch bis zu 10% schlechter werden.

→ [1] Parametervariation 5

FAQ 3: Wie schliesse ich Heizgruppen mit Mischventil an?

Bestehende Heizungsanlagen haben meist Regler, die auf Mischventile wirken. Bei einer Sanierung können solche Heizgruppen wie folgt an der Wärmepumpe angeschlossen werden:

- Eine einzige Heizgruppe mit Mischventil: Mischventil demontieren und die Gruppe gemäss STASCH 1-6 anschliessen (Hauptvariante ohne Mischventil)
- Mehrere einzeln geregelte Heizgruppen mit unterschiedlichen Vorlauftemperaturen können nur gemäss STASCH 5-7 Variante F mit Mischventilen angeschlossen werden

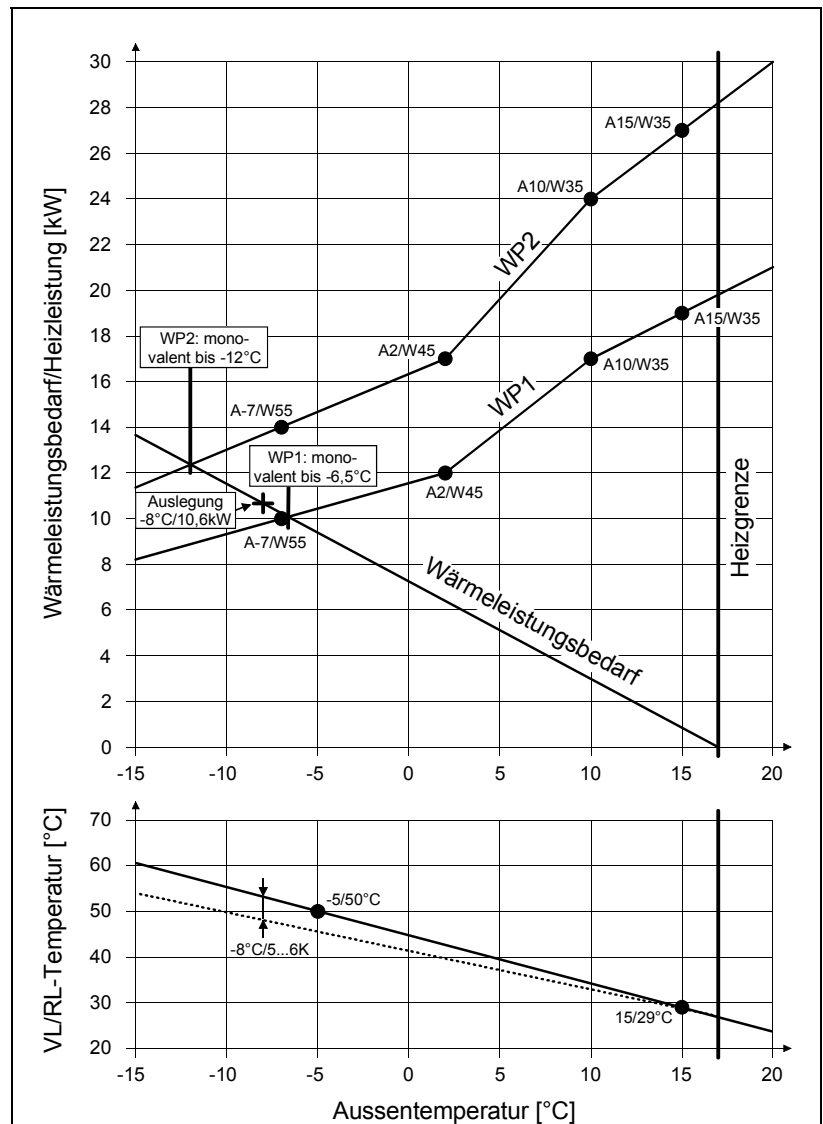
Bei Anlagen mit Mischventil(en) ist eine Nachladung auf maximale Speichertemperatur möglich.

FAQ 4: Was muss ich bei der Fühlerplatzierung beachten?

Bei **Anlegefühlern** Farbe vom Rohr entfernen, Wärmeleitpaste zwischen Rohr und Fühler streichen und schliesslich Fühler und Rohr dicht mit Wärmedämmung einpacken.

Bei **Tauchfühlern** darauf achten, dass sich das aktive Messelement vollständig im Medium befindet (Wärmedämmstärke beachten).

Auf den STASCH-Schemata sind die **Speicherfühler** etwa dort gezeichnet, wo sie sich relativ zu anderen Einbauten befinden sollten. Diese Fühlerplatzierung ist auf der realen Anlage unbedingt kritisch zu hinterfragen. Einerseits sind die Fühler noch bezüglich



Beispiel zu FAQ 7: Luft/Wasser-Wärmepumpe ohne Wassererwärmung, Sanierung einer Heizkörperheizung im CH-Mittelland. Monovalenter Betrieb ohne Zusatzheizung gemäss STASCH-Empfehlung = SIA 384/2 (Massivbau) = -8°C.

WP1 läuft monovalent bis -6,5°C, es ist also eine Zusatzheizung notwendig. Mit 53°C Vorlauftemperatur bei -6,5°C Aussentemperatur liegt sie knapp an der Einsatzgrenze von 55°C einer üblichen Wärmepumpe. Hier könnte die elektrische Zusatzheizung, neben der Leistungserhöhung, auch zur Erhöhung der Vorlauftemperatur genutzt werden. Wegen Störungsanfälligkeit wird dies jedoch von STASCH ausdrücklich **nicht** empfohlen!

WP2 läuft monovalent bis -12°C, es ist also keine Zusatzheizung notwendig, falls eine Wärmepumpe mit Einsatzgrenze über 55°C Vorlauftemperatur gewählt wird.

Hinweis: Bei Wassererwärmung über die Wärmepumpe ist der Wärmeleistungsbedarf an der Heizgrenze nicht null, sondern der mittlere Wärmeleistungsbedarf zur Wassererwärmung.

Höhe zu optimieren. Andererseits muss aber auch der horizontale Einbauort sorgfältig gewählt werden, insbesondere um Fehlmessungen durch aufsteigendes wärmeres Wasser zu verhindern.

FAQ 5: Wie ermittle ich den Wärmeleistungsbedarf bei einem Neubau?

Der Wärmeleistungsbedarf von Neubauten soll grundsätzlich nach SIA 384/2 berechnet werden. Computersimulationen zeigten, dass davon ein Abzug für den nutzbaren Wärmegegewinn von 20% problemlos möglich wäre. Aus Sicherheitsgründen – und auch aus juristischen Überlegungen – empfiehlt STASCH trotzdem, keinen Abzug vorzunehmen.

→ [1] Parametervariation 2

FAQ 6: Wie ermittle ich den Wärmeleistungsbedarf bei einer Sanierung?

STASCH empfiehlt für eine Sanierung im CH-Mittelland den bisherigen jährlichen Ölverbrauch (ohne Wassererwärmung) mit einem Faktor von 4 W/Liter (bzw. 4 kW/1000 Liter) zu multiplizieren.

→ Die gleiche Auslegung ergibt sich etwa mit der SSIV-Bemessungsscheibe [2]; der KRW-Kesselwahlschieber [3] ergibt eher höhere Werte in Richtung einer Überdimensionierung

Selbstverständlich kann auf gleiche Art und Weise auch der bisherige jährliche Gasverbrauch herangezogen werden. Hier sollte jedoch der für die angegebene Kubikmeterzahl und für den Beobachtungszeitraum gültige obere Heizwert beim Gaswerk erfragt werden. Umrechnung: unterer Heizwert = 0,9 x oberer Heizwert.

FAQ 7: Wie erstelle ich das Diagramm in Schritt 6 am einfachsten? → Bildbeispiel

Zeichnen Sie zuerst relevante Punkte, die Sie in Schritt 2 (Neubau) bzw. 3 (Sanierung) und in Schritt 5 ermittelt haben bei den zutreffenden Aussentemperaturen ein. Dann verbinden Sie alle Punkte miteinander durchgehend von -15°C Aussentemperatur bis zur Heizgrenze. Vermeiden Sie Kurvenscharen bei der Wärmepumpenkennlinie, verwenden Sie einfach die für Ihre Anlage annähernd zutreffenden Werte. Fehlende Werte interpolieren bzw. extrapolieren Sie linear. Beispiele für Wärmepumpenkennlinien:

- Luft/Wasser-Wärmepumpe mit Einsatzgrenze über 55°C Vorlauftemperatur, Heizkörperheizung mit höheren Vorlauftemperaturen: bei -7°C Aussentemp.: A-7/W55 – bei 2°C Aussentemp.: A2/W45 – bei 10°C Aussentemp.: A10/W35 → Bildbeispiel
- Sole/Wasser-Wärmepumpe mit Einsatzgrenze über 55°C Vorlauftemperatur, Heizkörperheizung mit höheren Vorlauftemperaturen: bei -12°C Aussentemp.: B0/W65 – bei 17°C Aussentemp.: B5/W35 (eine Gerade durch zwei Punkte bei Auslegung und Heizgrenze genügt in der Regel)

FAQ 8: Wie komme ich beim Neubau zu realistischen Vorlauf/Rücklauf-Temperaturen?

Die maximalen Vorlauf/Rücklauftemperaturen des Wärmeabgabesystems im Neubau, die der Lieferant des Systems angibt, sind in der Regel zu hoch und die Temperaturspreizung stimmt nicht. Empfehlung STASCH:

- Mitteltemperatur im Auslegungspunkt berechnen; Beispiel Wärmeabgabesystem Neubau 45/35°C: $(45^{\circ}\text{C} + 35^{\circ}\text{C}) / 2 = 40^{\circ}\text{C}$
- Daraus Übertemperatur (= Mitteltemperatur – Raumtemperatur) berechnen; Beispiel: $40^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} = 20^{\circ}\text{C}$
- Eine realistische Übertemperatur ergibt sich mit Faktor 0,7...0,8; Beispiel: $0,75 \times 20^{\circ}\text{C} = 15^{\circ}\text{C}$
- Vorlauf/Rücklauf-Temperatur darum herum mit realistischer Spreizung von $\pm 3\text{K}$; Beispiel: $20^{\circ}\text{C} + 15^{\circ}\text{C} \pm 3\text{K} = 38/32^{\circ}\text{C}$

→ [1] Parametervariation 1

FAQ 9: Ab welcher Aussentemperatur muss ich eine Zusatzheizung vorsehen?

Der Schnittpunkt der Wärmepumpenkennlinie (Heizleistung) und der Lastkennlinie (Wärmeleistungsbedarf) ist der Bivalenzpunkt. Darunter ist eine Zusatzheizung notwendig (z. B. ein Elektroheizeinsatz im Speicher oder ein elektrischer Durchlauferhitzer). STASCH empfiehlt, eine Zusatzheizung vorzusehen, wenn der Bivalenzpunkt über der Norm-Aussentemperatur gemäss SIA 384/2 liegt. Diese Empfehlung geht davon aus, dass tiefere Aussentemperaturen durch anderweitige Leistungsreserven überbrückt werden können (z. B. kein Abzug für nutzbare Wärmegegewinne beim Wärmeleistungsbedarf gemäss SIA 384/2).

FAQ 10: Wie gross soll ich den Speicher auslegen?

STASCH empfiehlt, den Speicher in Abhängigkeit der Heizleistung an der Heizgrenze auszulegen. Damit wird berücksichtigt, dass der Speicher einer Luft/Wasser-Wärmepumpe (entsprechend der höheren möglichen Heizleistung) grösser sein sollte als derjenige einer Sole/Wasser-Wärmepumpe.

Fall	Grund für einen Speicher	Seriespeicher	Parallelspeicher
A	Nass verlegte Fussbodenheizung mit Thermostatventilanteil > 40%	Empfehlung: 15...20 Liter/kW	Möglich: 35 Liter/kW
B	Über 50% Heizkörper (Thermostatventilanteil spielt keine Rolle)	Empfehlung: 20...25 Liter/kW	Möglich: 35 Liter/kW
C	Heizgruppe(n) mit Mischventil(en)	Verboten	Empfehlung: 35 Liter/kW
D	Heizkörperheizung und Abtauung mittels Prozessumkehr	Empfehlung: immer mit Speicher (entspricht Fall B)	

→ Simulationen für Fall A: [1] Parametervariationen 7 und 9

→ Simulationen für Fall B: [1] Parametervariationen 13 und 14

FAQ 11: Wie soll ich den Wärmetauscher zur Wassererwärmung auslegen?

STASCH empfiehlt, die Wärmetauscherfläche und die Temperaturdifferenz über dem Wärmetauscher in Abhängigkeit der Heizleistung an der Heizgrenze auszulegen. Damit wird berücksichtigt, dass die Wärmetauscherfläche und der Durchfluss bei einer Luft/Wasser-Wärmepumpe (entsprechend der höheren möglichen Heizleistung) grösser sein sollten als bei einer Sole/Wasser-Wärmepumpe.

Fall	Wärmetauscherbauart	Wärmedurchgangskoeff.	Wärmetauscherfläche	Temperaturdiff. VL-RL
A	Glattrohr-Wärmetauscher im Speicher	400...600 W/(m²K)	0,30 m²/kW	6 K
B	Externer Platten-Wärmetauscher	800...1200 W/(m²K)	0,15 m²/kW	Primärseite: 6 K Sekundärseite: 6 K

→ Simulationen für Fall A: [1] Parametervariation 3

Wenn im Fall B von einem doppelt so hohen Wärmedurchgangskoeffizienten ausgegangen wird, ergibt sich die halbe Tauscherfläche.

FAQ 12: Wie lege ich die Erdwärmesonden aus?

VDI 4640 gibt spezifische Entzugsleistungen für Wärmepumpenanlagen bis 30 kW an, die nur im Heizbetrieb (gegebenenfalls einschliesslich Warmwasser) eingesetzt werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Werte für Doppel-U-Sonden mit 2400 Vollbetriebsstunden. Falls keine geologischen Daten vorliegen, empfiehlt STASCH, mit 50 W/m und der Entzugsleistung bei B0/W35 zu rechnen.

Untergrund	Wärmeleitfähigkeit	Spez. Entzugsleistung
Schlechter Untergrund (trockenes Sediment)	< 1,5 W/(mK)	20 W/m
Normaler Festgesteins-Untergrund und wassergesättigtes Sediment	1,5...3,0 W/(mK)	50 W/m
Festgestein mit hoher Wärmeleitfähigkeit	> 3,0 W/(mK)	70 W/m

→ Eine fundiertere Erdwärmesondenauslegung ist mit dem im Auftrag des BFE entwickelten PC-Programm «EWS» [4] möglich (Grundlagen in [5] und [6]). Dieses Programm benötigt die geothermischen Stoffwerte des Erdbodens am Sondenstandort. Soweit keine geologischen Untersuchungen aus der Umgebung des Sondenstandorts bekannt sind, können diese Stoffwerte für das schweizerische Mittelland mit dem ebenfalls im Auftrag des BFE entwickelten PC-Programm «SwEWS» [7] ermittelt werden (Benutzerhandbuch in [8]).

Ein Zuschlag für die Wassererwärmung ist nicht erforderlich, wenn die Wassererwärmung vollumfänglich in der Auslegung der Wärmepumpenleistung berücksichtigt wurde. Falls dies nicht der Fall ist, muss ein Zuschlag gemacht werden; STASCH empfiehlt einen Zuschlag von 10 m Sondenlänge pro Person. Dies entspricht etwa einem Spitzen-Wärmebedarf für die Wassererwärmung von 4 kWh/d pro Person.

FAQ 13: Auf welche Temperaturdifferenz lege ich den Verflüssiger aus?

STASCH empfiehlt, den Durchfluss über dem Verflüssiger in Abhängigkeit der Heizleistung im Auslegepunkt auszulegen (Norm-Aussentemperatur nach SIA 384/2 oder, falls kein monovalenter Betrieb bis zu diesem Punkt möglich ist, die Aussentemperatur im Bivalenzpunkt). Die nachfolgende Tabelle zeigt, dass sich mit einer Temperaturdifferenz im Auslegepunkt von 5...6 K über den ganzen Leistungsbereich ein vernünftiger Kompromiss ergibt. Eine kleine Temperaturdifferenz bedeutet zwar höheren Hilfsenergieverbrauch, aber auch

- bessere Regelbarkeit
- tiefere Vorlauftemperatur und damit besseren COP für eine vorgegebene Übertemperatur → **FAQ 8**
- möglichst hohe Übertemperatur für eine vorgegebene maximale Vorlauftemperatur (Einsatzgrenze der Wärmepumpe)
- nicht allzu starkes Ansteigen der Temperaturdifferenz an der Heizgrenze bei einer Luft/Wasser-Wärmepumpen

Fall	Anlagentyp mit typischer prozentualer Leistungsverteilung	Resultierende Temperaturdifferenzen		
		Auslegepunkt -8...-12°C	Normpunkt 0...2°C	Heizgrenze 15...17°C
A	Luft/Wasser-Wärmepumpe, niedrigere VL-Temperaturen 100–140–200%	5...6 K	7...8,5 K	10...12 K
B	Luft/Wasser-Wärmepumpe, höhere VL-Temperaturen 100–150–220%	5...6 K	7,5...9 K	11...13 K
C	Sole/Wasser-Wärmepumpe, niedrigere VL-Temperaturen 100–110–125%	5...6 K	5,5...6,5 K	6...7,5 K
D	Sole/Wasser-Wärmepumpe, höhere VL-Temperaturen 100–115–135%	5...6 K	6...7 K	7...8 K
E	Retrofit-Wärmepumpe, höhere VL-Temperaturen 100–120–150%	5...6 K	6...7 K	7,5...9 K
F	Zweistufige Luft/Wasser-Wärmepumpe, höhere VL-Temperaturen 100–150–110%	5...6 K	7,5...9 K	5,5...6,5 K

FAQ 14: Wie lege ich die die Wärmequellenpumpe aus?

STASCH empfiehlt, den Förderstrom der Wärmequellenpumpe mit der Entzugsleistung bei B0/W35 und einer Temperaturdifferenz von 3...4 K auszulegen (bis 4 K im Übergangsbereich der Erdwärmesonden von DN 32 auf DN 40).

→ Sinnvoll ist hier die Verwendung des EXCEL-Programms «EWSDRUCK» [9]

Da die vorliegenden STASCH-Planungshilfen ohne Computerhilfe auskommen sollen, ist hier eine vereinfachte Handrechenmethode angegeben (die spezifischen Druckabfälle über den Erdwärmesonden wurden mit «EWSDRUCK» [9] berechnet).

FAQ 15: Wie rechne ich mit dem kv-Wert?

Der kv-Wert ist definiert als der Durchfluss (Volumenstrom) einer Armatur oder eines Rohrnetzes bei eine Druckdifferenz von 1 bar (= 100 kPa). Wenn der Durchfluss und die Druckdifferenz in einem Punkt «0» bekannt sind (z. B. der Nenndurchfluss und die Nenndruckdifferenz des Verflüssigers einer Wärmepumpe), kann daraus mit Gleichung (1) der kv-Wert berechnet werden. Mit Hilfe dieses kv-Wertes kann dann, unter Annahme einer vollturbulenten Strömung, mit Gleichung (2) die Druckdifferenz für jeden anderen Durchfluss berechnet werden:

$$k_v \text{ [m}^3/\text{h]} = \frac{10 \cdot \dot{V}_0 \text{ [m}^3/\text{h]}}{\sqrt{\Delta p_0 \text{ [kPa]}}} \quad (1) \quad \Delta p \text{ [kPa]} = 100 \cdot \left(\frac{\dot{V} \text{ [m}^3/\text{h]}}{k_v \text{ [m}^3/\text{h]}} \right)^2 \quad (2)$$

k_v = k_v -Wert [m³/h]; \dot{V} = Durchfluss [m³/h]; Δp = Druckdifferenz [kPa]

FAQ 16: Welche Rohrdimensionen soll ich wählen?

Grundsätzlich sollte der Druckabfall in den Rohrleitungen niedrig gehalten werden. Speziell wichtig ist dies, wenn hydraulisch entkoppelt werden muss. Aber auch der Hilfsenergieverbrauch wird niedriger, wenn die Rohrleitungen grosszügig dimensioniert werden. Empfehlung STASCH: Druckabfall im geraden Rohr maximal 70 Pa/m; dies ergibt folgende Maximaldurchflüsse:

Nennweite Gas- und Wasserleitungsrohre	[Zoll]	1/2	3/4	1	5/4	1 1/2	2
Innendurchmesser	[mm]	16,0	21,6	27,2	35,9	41,8	53,0
Maximaldurchfluss für Wasser 60°C	[kg/h]	180	420	780	1650	2500	4750
Maximaldurchfluss für Ethylenglykol 38%/-10°C	[kg/h]	40	135	340	1050	1900	3750

Eine detaillierte Rohrnetzberechnung kann mit dem EXCEL-Programm «IDEA» [10] erstellt werden (auch die obigen Maximaldurchflüsse wurden mit diesem Programm bestimmt).

FAQ 17: Wie bestimme ich die Druckabfälle in bestehenden Wärmeabgabesystem?

Bestehende Wärmeabgabesysteme sind so gut wie immer stark überdimensioniert, entsprechend werden die Druckabfälle oft stark überschätzt. Mit Auslegung nach STASCH-Empfehlung ergibt sich bei STASCH 1–4 eine Temperaturdifferenz im Auslegepunkt um 5...6 K (eine einzige Pumpe) und bei STASCH 5–7 eine solche von 7...10 K (separate Pumpe für das Wärmeabgabesystem). Eine grobe Schätzung der real vorkommenden Druckabfälle kann mit folgenden Anhaltswerten erfolgen:

Anlageteil	STASCH 5–7 (wie bestehende Anlage)	STASCH 1–4 (Durchfluss 1,4mal grösser)
Anschlussleitungen inklusive Einzelwiderstände (Bogen, Schieber usw.)	50 Pa/m	100 Pa/m
Mischventil, Wärmezähler	2...3 kPa	4...6 kPa
Heizgruppe Heizkörperheizung ohne Mischventil/Wärmezähler	7,5...10 kPa	15...20 kPa
Heizgruppe Fussbodenheizung ohne Mischventil/Wärmezähler	15...20 kPa	30...40 kPa

→ Hinweise zur energiesparenden Pumpendimensionierung im Allgemeinen siehe [11]

FAQ 18: Wo dürfen drehzahlgesteuerte Umwälzpumpen eingesetzt werden?

In folgenden Fällen dürfen drehzahlgesteuerte Umwälzpumpen aus hydraulischen und regelungstechnischen Gründen nicht eingesetzt werden:

- Heizungspumpen in Wärmeabgabesystemen ohne Speicher mit Thermostatventilanteil bis 40% (STASCH 1 und 2)
- Heizungspumpen mit Überströmventil im Pumpenkreis (STASCH 3 und 4)

Nicht sinnvoll ist der Einsatz drehzahlgesteuerter Pumpen in Kreisen mit konstantem Durchfluss:

- Wassererwärmerspumpen
- Ladepumpen auf Parallelspeicher
- Wärmequellenpumpen

Einzig in Heizgruppen mit hohem Thermostatventilanteil, die an einen Parallelspeicher angeschlossen werden, kann der Einsatz drehzahlgesteuerter Pumpen sinnvoll sein, wenn die Mehrinvestition aus Stromspargründen oder zur Geräuschminderung gerechtfertigt ist.

→ Hinweise zur energiesparenden Pumpendimensionierung im Allgemeinen siehe [11]

FAQ 19: Wie lege ich eine Wärmepumpe mit integrierter Wassererwärmung aus (z. B. «Swiss Retrofit Heat Pump SRHP»)?

Grundsätzlich können die STASCH-Planungshilfen auch für Wärmepumpen mit integrierter Wassererwärmung verwendet werden. Abhängig von der Art der Wassererwärmung ergeben sich jedoch folgende Konsequenzen:

Art der Wassererwärmung	Konsequenzen auf		
	Schaltung	Auslegung Wärmepumpe	Auslegung Erdwärmesonden
Eigener Verdichter zur Wassererwärmung (z. B. SRHP)	Wassererwärmerpumpe entfällt	Wärmebedarf WW muss nicht berücksichtigt werden	Zuschlag für die Wassererwärmung notwendig
Eigener Verflüssiger zur Wassererwärmung	Heizregister im Wassererwärmer entfällt	Keine	Keine

Literatur- und Softwarehinweise

- [1] Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen. Teil 2: Grundlagen und Computersimulationen. Schlussbericht. Bern: Bundesamt für Energie, 2002.
- [2] R. Weiersmüller: SSIV-Bemessungsscheibe zur Nachkontrolle bestehender Heizanlagen. Zürich: Schweizerischer Spenglermeister- und Installateur-Verband (SSIV), o. J. [ca. 1985].
- [3] Franco Kummer: KRW-Kesselwahlschieber. Zürich: Vereinigung der Kessel- und Radiatoren-Werke (KRW), o. J. [ca. 1990].
- [4] PC-Programm «EWS». Grundlagen dazu in [5] und [6].
(Bezugsquelle: huber@igjzh.ch)
- [5] A. Huber: Berechnungsmodul für Erdwärmesonden. Schlussbericht. Bern: Bundesamt für Energie, 1997.
(ENET-Nr. 9658807)
- [6] A. Huber, D. Pahud: Erweiterung des Programms EWS für Erdwärmesondenfelder. Schlussbericht. Bern: Bundesamt für Energie, 1999.
(ENET-Nr. 9658807-2; gratis herunterladbar ab www.waermepumpe.ch/fe, Rubrik «Berichte»)
- [7] PC-Programm «SwEWS». Benutzerhandbuch dazu in [8].
(Bezugsquelle: werner.leu@geoform.ch)
- [8] W. Leu, B. Keller, Th. Mégel, U. Schärli, L. Rybach: PC-Programm für geothermische Eigenschaften des Schweizer Molassebeckens. Benutzerhandbuch zum Programm SwEWS-99. Schlussbericht. Bern: Bundesamt für Energie, 1999.
(ENET 9723763; gratis herunterladbar ab www.waermepumpe.ch/fe, Rubrik «Berichte»)
- [9] M. Wetter, A. Huber, F. Kaufmann: EXCEL-Programm «EWSDRUCK».
(Gratis herunterladbar ab www.waermepumpe.ch/fe, Rubrik «Berichte»)
- [10] HTA Luzern: EXCEL-Programm «IDEA» zur Kanal- und Rohrnetzberechnung.
(Gratis herunterladbar ab www.hta.fhz.ch/institute/zip/deutsch/dienstleistungen/software.htm)
- [11] Jürg Nipkow: Umwälzpumpen – Leitfaden für Dimensionierung und Auswahl. Bern: Bundesamt für Energiewirtschaft, 1997.
(Bezugsquelle: EDMZ, Bern, Bestell-Nr. 805.164d)

Standardschaltungen für Kleinwärmepumpenanlagen

Teil 1: STASCH-Planungshilfen, Schlussbericht, Bundesamt für Energie, 2002

Download aus www.waermepumpe.ch/fe Rubrik «Berichte» (franz. Version Rubrik «Français»)

Bestellung der schriftlichen Fassung unter der Projektnummer 78949 bei

ENET, Egnacherstrasse 69, 9320 Arbon, 071 440 02 55, enet@temas.ch

