

Planungshandbuch

GAHP-WS

Wasser Gas- Absorptionswärmepumpe
Plattform PRO

mit Erdgas und erneuerbaren Energien betrieben



Revision: A

Code: D-MNL047

Die vorliegende Anleitung wurde von der Robur S.p.A. erstellt und gedruckt. Die Vervielfältigung, auch auszugsweise, dieser Anleitung ist verboten.

Das Original wird bei der Robur S.p.A. aufbewahrt.

Jeder Gebrauch dieser Anleitung, der über persönliches Nachschlagen hinausgeht, muss vorher von der Robur S.p.A. genehmigt werden.

Vorbehalten sind die Rechte der Inhaber der registrierten Markenzeichen-Inhaber der Marken, die in dieser Veröffentlichung wiedergegeben werden.

Robur S.p.A behält sich das Recht vor, die in dieser Anleitung enthaltenen Daten und Inhalte für eine Verbesserung der Produktqualität ohne Vorankündigung zu ändern.

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINE ANGABEN UND TECHNISCHE DATEN	5
1.1	TECHNISCHE DATEN.....	6
1.2	ABMESSUNGEN.....	9
2	BEMESSUNG UND ÜBERPRÜFUNG DER ANLAGEN	11
2.1	PLANUNGSPARAMETER.....	11
2.2	TABELLE DER PLANUNGSPARAMETER.....	11
2.3	THEORETISCHE GRUNDLAGEN FÜR DIE BERECHNUNG DER ANLAGEN GAHP-WS	13
3	PLANUNG GEOTHERMISCHER ANLAGEN MIT OFFENEM KREISLAUF.....	17
3.1	GEOTHERMISCHE ANLAGETYPEN MIT OFFENEM KREISLAUF	17
3.2	GRUNDWASSERBRUNNEN	17
3.3	OBERFLÄCHENGEWÄSSER	22
4	ANLAGEPLANUNG	27
4.1	ALLGEMEINE PLANUNGSKRITERIEN	27
4.2	INSTALLATIONSANWEISUNGEN.....	29
4.3	GERÄTEAUFSTELLUNG	31
4.4	KOMPONENTEN DER HYDRAULIKANLAGE	32
5	PLANUNG DER ELEKTRISCHEN ANLAGE	35
5.1	ELEKTRISCHER ANSCHLUSS	35
5.2	ANSCHLUSS AN DAS STEUERSYSTEM DES GERÄTEBETRIEBS.....	35
6	REGEL- UND STEUERSYSTEM	37
6.1	DIGITALE STEUERTAFEL (DDC)	37
6.2	STEUERUNG UND REGELUNG DER ANLAGE.....	38
6.3	REGELUNG DER FUNKTION GLEITTEMPERATUR.....	39
6.4	STEUERUNG UND REGELUNG DER BRAUCHWARMWASSERPRODUKTION	40
6.5	FERNSTEUERSYSTEM WISE (Web Invisible Service Employee)	41
6.6	MOD BUS.....	41
7	ANLAGESCHALTPLÄNE.....	43
7.1	TECHNOLOGISCHE ANLAGE MIT EINER EINHEIT GAHP-WS.....	43
7.2	TECHNOLOGISCHE ANLAGE MIT MEHREREN GAHP-WS (unabhängige Umwälzpumpen).....	45
7.3	HEIZANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER EINZELGERÄT GAHP-WS.....	47
7.4	HEIZANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-WS (Unabhängige Umwälzpumpen)	49
7.5	HEIZANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-WS (Gemeinsame Umwälzpumpe).....	51
7.6	KLIMAAANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER EINZELGERÄT GAHP-WS	53
7.7	KLIMAAANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-WS (unabhängige Umwälzpumpen)	55
7.8	KLIMAAANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-WS (gemeinsame Umwälzpumpe).....	57
7.9	ZUSATZ-HEIZ-/KLIMAAANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-WS (unabhängige Umwälzpumpen).....	59
7.10	KLIMAAANLAGE MIT ZWISCHENSAISONALER SPEICHERUNG IM GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-WS (unabhängige Umwälzpumpen).....	61
7.11	HEIZANLAGE UND BWW-ERZEUGUNG DURCH WÄRMEENTZUG AUS DEM GRUNDWASSER EINZELGERÄT GAHP-WS (mit elektronischem Regelsystem der Anlage).....	63

1 ALLGEMEINE ANGABEN UND TECHNISCHE DATEN

GAHP-WS ist eine Hochleistungs-Wasser-Wasser-Absorptionswärmepumpe mit einem thermodynamischen Wasser-Ammoniak-Kreislauf ($\text{NH}_3 - \text{H}_2\text{O}$), mit Wärmerückgewinnung aus der Rauchgaskondensation, geeignet für die gleichzeitige Kalt- und Warmwasserproduktion in Prozessanlagen oder für Anlagen mit gleichzeitigem Wärme- und Kältebedarf oder für solche, in denen neben der Wärmeleistung für Hilfsdienste (Nachheizung von Luftbehandlungseinheiten, Erwärmung des Wassers von Schwimmbädern, Vor-/Nacherhitzung von Brauchwasser usw.) auch Kälteleistung für eine eventuelle Klimaanlage gefordert wird.

Die elektromechanischen Bauteile aller Geräte mit Absorptionswärmepumpe GAHP-WS beschränken sich auf den Brenner, das Gebläse und die Lösungspumpe. Diese Besonderheit der Absorptionsanlagen ermöglicht eine Senkung des Energieverbrauchs und reduziert drastisch den Wartungsaufwand.

Der thermodynamische Wasser-Ammoniak-Zyklus der Einheit GAHP-WS läuft in einem geschweißten, hermetisch geschlossenen Kreislauf ab, der kein Nachfüllen von Kühlmitteln erfordert.

Die maximale Vorlauftemperatur der Anlage beträgt für diese Einheit (im Heizbetrieb) 65°C , während die Höchststrücklauftemperatur bei 55°C liegt. Die zulässigen Mindest- und Höchsttemperaturen der Außenluft betragen -30°C und $+45^\circ\text{C}$.

Die Mindesttemperatur am Verdampferaustritt (Vorlauf zum Grundwasser) beträgt für die Einheit GAHP-WS 3°C , während die maximale Rücklauftemperatur 45°C beträgt.

Die Wärmepumpe GAHP-WS ist sowohl für Innen- wie Außenaufstellung geeignet.

Die Einheit GAHP-WS verwendet Rauchabzüge aus Polypropylen; die verfügbare hohe Abgaspressung (bis 80 Pa) erlaubt eine große Installationsflexibilität.

Hauptvorteile

Wirkungsgrad: Die Einheit GAHP-WS kann unter Nennbedingungen Wirkungsgrade von 230% bei gleichzeitiger Nutzung der verfügbaren Wärme- und Kälteleistungen erzielen oder von 165% bei Verwendung erneuerbarer Energiequellen für die ausschließliche Produktion von Wärmeleistung (Testdaten VDE und DVGW-Forschungsstelle).

Externe Quellen sind nicht erforderlich: Bei gleichzeitiger Nutzung der gesamten von der Maschine abgegebenen Wärme- und Kälteleistungen kann auf den Bau der Anlagen für die Nutzung regenerativer Energiequellen wie Grundwasserbrunnen und Wärmetauscher vermieden werden.

Reduzierter Stromverbrauch: Nur 0,47 kW Stromaufnahme für 41,6 kW Heizleistung oder 16,6 kW Kälteleistung, dank der Verwendung von Gas oder Flüssiggas.

Keine Bereitstellung zusätzlicher Stromkapazitäten: Da die Stromaufnahme der einzelnen Einheit beschränkt ist (470 W), können Anlagen mit Wärmepumpen ohne nennenswerte Belastung der elektrischen Gesamtanlage realisiert werden. Dadurch können einfachere elektrische Anlagen installiert werden und es müssen die Stromlieferverträge des Elektrizitätswerks nicht geändert zu werden. Dieser Vorteil ermöglicht außerdem bei Bedarf mit einer sehr geringen Notstromkapazität einen unterbrechungsfreien Betrieb zu gewährleisten.

Gleichmäßiger Betrieb selbst bei extremen Außentemperaturen: Selbst bei Außentemperaturen von -30°C garantieren die Geräte GAHP-WS Wirkungsgrade, die ausschließlich von den Betriebsbedingungen der Anlage abhängen; die Einheiten können daher vorteilhaft in besonders kalten Klimazonen eingesetzt werden, ohne Zusatzanlagen wie Heizkessel oder elektrische Heizstäbe installieren zu müssen.

Liefervorschriften

WASSER-WASSER-ABSORPTIONSWÄRMEPUMPEN GAHP-WS

Wasser-Ammoniak geführte Gas-Absorptionsgeräte als Brennwert-Wasser-Wasser-Wärmepumpe zur gleichzeitigen Produktion von Warmwasser bis zu einer Vorlauftemperatur von 65°C und Kaltwasser, für geothermische Anwendungen, geeignet für Innen- oder Außenaufstellung, mit wassergekühlter Kondensation und Verdampfung, Betrieb mit Erd- oder Flüssiggas, bestehend aus einem hermetisch dichten Wärme-/Kühlkreislauf aus Kohlenstoffstahl, einem Rohrbündelwärmetauscher aus Titanstahl mit Verdampferfunktion, einem Rohrbündelwärmetauscher aus Titanstahl mit Kondensator-/Absorberfunktion, Wärmerückgewinnung aus Abgaskondensation, mit Grenzwertthermostat - Sicherheitsüberdruckventil - Pressostat und Rauchgasthermostat - Multigas-Vormischbrenner aus Edelstahl - Mikroprozessorplatine zur Steuerung aller Gerätefunktionen - Mengemesser – Wasserdurchflussregler - Flammenwächter - Gasventil – Verkleidung aus lackiertem Zinkblech - Abgas- und Kondensatablaufleitungen aus Polypropylen.

Nenn-Wärmebelastung (am Brenner) 25,70 kW.

Nennheizleistung (W10/W50) 41,60 kW.

Nennkälteleistung (W10/W50) 16,60 kW.

Anschlussspannung 230 V 1N - 50 Hz.

Stromaufnahme 0,47 kW.

Betriebsgewicht 300 kg.

Durchmesser Wasseranschlüsse (Aus- und Eingang) 1 ¼" F.

Dimension Gasanschluss ¾" F.

Abmessungen: Breite/Tiefe (848 mm x 690 mm), Höhe 1278 mm.

1.1 TECHNISCHE DATEN

Tabelle 1.1 – TECHNISCHE DATEN

			GAHP WS
BETRIEBSBEDINGUNGEN ERNEUERBARE ENERGIEQUELLE			
Wasserdurchsatz erneuerbare Energiequelle	Nenn. (W10W50)	l/h	2850
	max.	l/h	4700
	min.	l/h	2300
Druckverlust erneuerbare Energiequelle	bei Nenndurchsatz	bar	0,33
Wasserrücklauftemperatur erneuerbare Energiequelle	max.	°C	45
Wasservorlauftemperatur erneuerbare Energiequelle	min.	°C	3
Nenn-Temperatursprung		°C	5
HEIZBETRIEB			
BETRIEBSPUNKT W10W50	G.U.E. auf Gasverbrauch bezogener Wirkungsgrad	%	166 (1)
	Abgegebene Heizleistung	kW	41,6 (1)
	Rückgewonnene Leistung erneuerbare Energiequelle	kW	16,6
BETRIEBSPUNKT W10W65	G.U.E. auf Gasverbrauch bezogener Wirkungsgrad	kW	143 (1)
	Abgegebene Heizleistung	kW	35,8 (1)
	Rückgewonnene Leistung erneuerbare Energiequelle	kW	11,5
Wärmeleistung	Nennwert (1013 mbar - 15 °C)	kW	25,7
	max. Istwert	kW	25,2
NOx-Emissionsklasse			5
NOx-Emission		ppm	25
CO-Emission		ppm	36
Heizwasservorlauftemperatur	max. für Heizen	°C	65
	max. für BWB	°C	70
Heizwasserrücklauftemperatur	max. Heizen	°C	55
	min.	°C	2
Heizwasserdurchsatz	Nenn.	l/h	3570
	max.	l/h	4000
	min.	l/h	1000
Heizwasser-Druckverlust	bei Nennwasserdurchsatz (W10W50)	bar	0,54

			GAHP WS
Raumlufttemperatur (Trockenkugel)	max.	°C	45
	min.	°C	0
Temperatursprung	Nenn.	°C	10
	Erdgas G20 (Nennwert)	m3/h	2,72
Gasverbrauch	Erdgas (MIN)	m3/h	1,34
	G30 (Nenn.)	kg/h	2,03
	G30 (MIN)	kg/h	0,99
	G31 (Nenn.)	kg/h	2,00
	G31 (MIN)	kg/h	0,98
ELEKTRISCHE DATEN			
Versorgung	Spannung	V	230
	Typ		EINPHASIG
	Frequenz	Hz	50
Leistungsaufnahme	Nenn.	kW	0,47
Schutzart	IP		X5D
INSTALLATIONS DATEN			
Schalleistungspegel		dB(A)	67
Minimale Lagertemperatur		°C	-15
Maximaler Betriebsdruck		bar	4
Wassergehalt im Gerät	Heizseite	l	4
	Kühlseite	l	3
Wasseranschlüsse	Typ		F
	Gewinde	" G	1 1/4
Gasanschluss	Typ		F
	Gewinde	" G	3/4
Anschluss Ablassleitung Sicherh.ventil		" G	1 1/4
Abgasauslass	Größe	mm	80
	Restförderhöhe	Pa	80
	Produktkonfiguration		C63
Max. Kondenswasserdurchsatz		l/h	4,0
Abmessungen	Breite	mm	848
	Höhe	mm	1278
	Tiefe	mm	691
Gewicht	In Betrieb	Kg	300
ALLGEMEINE DATEN			
INSTALLATIONSTYP			C13, C33, C43, C53, C63, C83
KÄLTEMITTEL	AMMONIAK R717	Kg	7,7
	WASSER H2O	Kg	10
HÖCHSTDRUCK KÜHLKREISLAUF		bar	35
VERSORGUNGSDRUCK ERDGAS (G20)		mbar	17-25
PED Daten			
DRUCKKOMPONENTEN	Generator	l	18,6
	Ausgleichskammer	l	11,5
	Verdampfer	l	3,7
	Regler Kühlmittelmenge	l	4,5
	Absorber/Verflüssiger	l	3,7
	Solution cooling absorber	l	6,3
	Lösungspumpe	l	3,3
PRÜFDRUCK (IN LUFT)		bar g	55
EINSTELLDRUCK SICHERHEITSENTIL		bar g	35
FÜLLVERHÄLTNIS		kg NH3/l	0,159
TARA "SEALED SYSTEM"		Kg	165
KÄLTEMITTELGRUPPE			GRUPPE 1

Anmerkungen

(1) Bewertung laut Norm EN12309-2 auf der Grundlage der Ist-Wärmebelastung. Für von den Nennbedingungen abweichende Betriebsbedingungen siehe Abschnitt 2 BEMESSUNG UND ÜBERPRÜFUNG DER ANLAGEN → 11.

(2) Für vom Nenndurchsatz abweichende Fördermengen siehe die Werte in Tabelle 1.2 Druckverluste der einzelnen Einheit GAHP-WS - Kondensatorseite → 8 (Heizbetrieb) oder die Werte in Tabelle 1.3 Druckverluste der einzelnen Einheit GAHP-WS - Verdampferseite → 8 (Kühlbetrieb).

Tabelle 1.2 – Druckverluste der einzelnen Einheit GAHP-WS - Kondensatorseite

Druckverluste der einzelnen Einheit GAHP-WS - Kondensatorseite								
Wasser-Durchsatz	Temperaturen der wärmeträgerflüssigkeit am ausgang (T_{hm}) GAHP-WS							
	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
l/h	Druckverlust (bar)							
1000	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06
1100	0.09	0.08	0.08	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07
1200	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08
1300	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09
1400	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.10
1500	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.11
1600	0.16	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.13	0.13
1700	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16	0.15	0.15	0.14
1800	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17	0.17	0.16	0.16
1900	0.21	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.18	0.17
2000	0.23	0.23	0.22	0.21	0.21	0.20	0.19	0.19
2100	0.25	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.20
2200	0.28	0.27	0.26	0.25	0.25	0.24	0.23	0.22
2300	0.30	0.29	0.28	0.27	0.27	0.26	0.25	0.24
2400	0.32	0.31	0.30	0.29	0.29	0.28	0.27	0.26
2500	0.35	0.33	0.32	0.32	0.31	0.30	0.29	0.27
2600	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.29
2700	0.40	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.31
2800	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34
2900	0.45	0.44	0.42	0.41	0.40	0.39	0.37	0.36
3000	0.48	0.46	0.45	0.44	0.43	0.41	0.40	0.38
3100	0.51	0.49	0.48	0.46	0.45	0.44	0.42	0.40
3200	0.54	0.52	0.50	0.49	0.48	0.46	0.45	0.43
3300	0.57	0.55	0.53	0.52	0.51	0.49	0.47	0.45
3400	0.60	0.58	0.56	0.55	0.54	0.52	0.50	0.48
3500	0.63	0.61	0.59	0.58	0.57	0.54	0.52	0.50
3600	0.67	0.65	0.62	0.61	0.60	0.57	0.55	0.53
3700	0.70	0.68	0.66	0.64	0.63	0.60	0.58	0.56
3800	0.74	0.71	0.69	0.67	0.66	0.63	0.61	0.58
3900	0.77	0.75	0.72	0.71	0.69	0.66	0.64	0.61
4000	0.81	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70	0.67	0.64

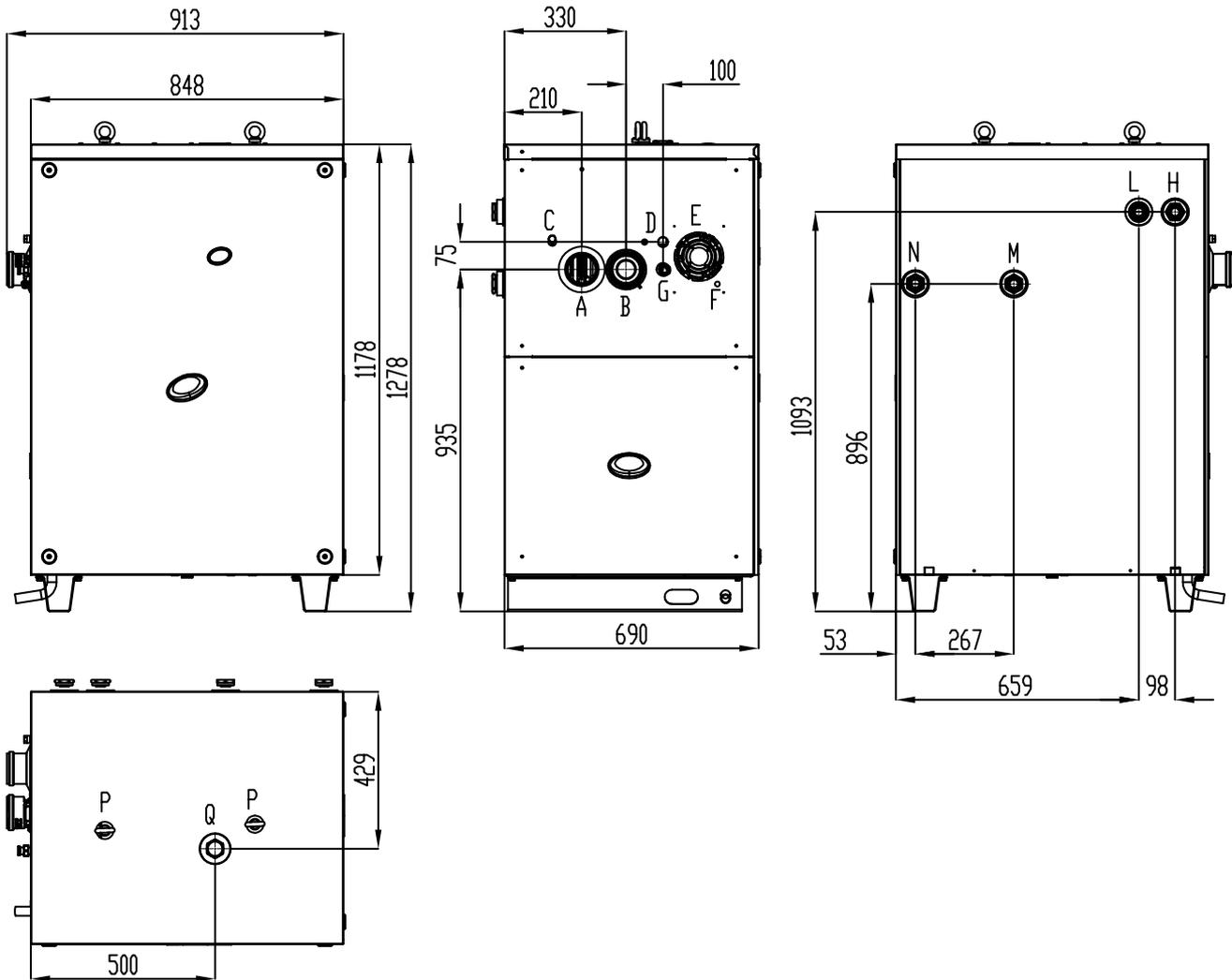
Tabelle 1.3 – Druckverluste der einzelnen Einheit GAHP-WS - Verdampferseite

Druckverluste der einzelnen Einheit GAHP-WS - Verdampferseite														
Wasser-Durchsatz	Temperaturen der wärmeträgerflüssigkeit am Ausgang (T_{cm}) GAHP-WS													
	2°C	3°C	4°C	5°C	6°C	7°C	8°C	9°C	10°C	11°C	12°C	13°C	14°C	15°C
l/h	Druckverlust (bar)													
1000	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
1100	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.10	0.10
1200	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11
1300	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
1400	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
1500	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.15	0.15
1600	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17
1700	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18
1800	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20
1900	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24	0.24	0.23	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22
2000	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.24	0.24
2100	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26
2200	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28
2300	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30
2400	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32
2500	0.39	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.34
2600	0.42	0.42	0.41	0.41	0.41	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	0.38	0.38	0.37	0.37
2700	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.40	0.40	0.39
2800	0.48	0.48	0.47	0.47	0.46	0.46	0.45	0.45	0.44	0.44	0.43	0.43	0.42	0.42
2900	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47	0.46	0.46	0.45	0.45	0.44
3000	0.53	0.53	0.52	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49	0.49	0.48	0.48	0.47	0.47
3100	0.56	0.56	0.55	0.55	0.54	0.54	0.53	0.53	0.52	0.51	0.51	0.50	0.50	0.49
3200	0.59	0.59	0.58	0.58	0.57	0.57	0.56	0.55	0.55	0.54	0.54	0.53	0.52	0.52
3300	0.63	0.62	0.61	0.61	0.60	0.59	0.59	0.58	0.58	0.57	0.56	0.56	0.55	0.55

3400	0.66	0.65	0.64	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61	0.61	0.60	0.59	0.59	0.58	0.57
3500	0.69	0.68	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65	0.64	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61	0.60
3600	0.72	0.72	0.71	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67	0.67	0.66	0.65	0.64	0.64	0.63
3700	0.76	0.75	0.74	0.73	0.73	0.72	0.71	0.70	0.70	0.69	0.68	0.68	0.67	0.66
3800	0.79	0.78	0.78	0.77	0.76	0.75	0.74	0.74	0.73	0.72	0.71	0.71	0.70	0.69
3900	0.83	0.82	0.81	0.80	0.79	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74	0.73	0.72
4000	0.86	0.85	0.85	0.84	0.83	0.82	0.81	0.80	0.80	0.79	0.78	0.77	0.76	0.75

1.2 ABMESSUNGEN

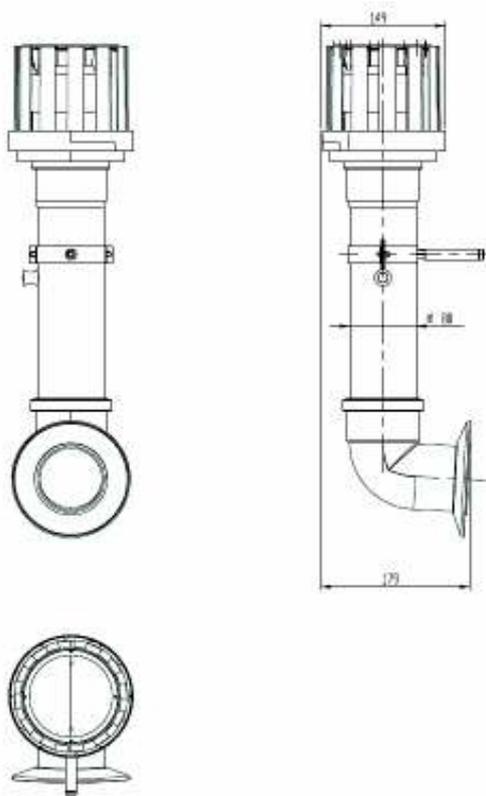
Abbildung 1.1 – Abmessungen



ZEICHENERKLÄRUNG

- A Rauchgasauslass \varnothing 80
- B Verbrennungslufteinlass \varnothing 80
- C Manuelle Rückstellung Rauchgas-Thermostat
- D Eingang Netzkabel
- E Kühlgebläse
- F Warnleuchte Gerätebetrieb
- G Gasanschluss \varnothing $\frac{3}{4}$ "
- H Rückfluss Warmwasser \varnothing 1" $\frac{1}{4}$
- L Rückfluss erneuerbares Quellwasser \varnothing 1" $\frac{1}{4}$
- M Druckleitung erneuerbares Quellwasser \varnothing 1" $\frac{1}{4}$
- N Förderseite Warmwasser \varnothing 1" $\frac{1}{4}$
- P Anschlaghaken zum Heben des Geräts
- Q Sicherheitsventil-Auslassleitung \varnothing 1" $\frac{1}{4}$

Abbildung 1.2 – Abzugendstück



Ausschnitt des Abzugendstücks (Teil des Lieferumfangs)

2 BEMESSUNG UND ÜBERPRÜFUNG DER ANLAGEN

2.1 PLANUNGSPARAMETER

Die Hauptplanungsparameter sind die Heizleistung, die Kälteleistung und der energetische Gas-Wirkungsgrad G.U.E. (Gas Utilization Efficiency), die auf der Grundlage der Projektanforderungen bewertet werden.

Unter G.U.E. wird das Verhältnis zwischen der abgegebenen Wärme- oder Kälteleistung und der Ist-Wärmebelastung verstanden.

Der energetische Gas-Wirkungsgrad G.U.E. und die Heiz- und Kälteleistungen sind direkte Funktionen der Wassertemperatur am Eingang des Kondensators T_{hr} und der Wassertemperatur am Eingang des Verdampfers T_{cr} .

Bei der Wahl der beiden genannten Temperaturen müssen die Austauschorgane außerhalb der Wärmepumpe wie zum Beispiel die Heizkörper / Heizflächen der Heizanlage, die Wärmetauscher im Erdreich und die Wärmetauscher für technologische Prozessabläufe berücksichtigt werden.

Diese Parameter sind als Planungsparameter zusammen mit der Spreizung ΔT der Wärmeträgerflüssigkeit zu verwenden.

Für den letzteren Wert wird gewöhnlich beim Heizbetrieb 10°C und beim Kühlbetrieb 5°C eingesetzt; die Mindest- und Höchstwerte betragen beim Heizbetrieb $7,5^{\circ}\text{C}$ (was einem maximalen Durchsatz von 4000 l/h bei Nennheizleistung entspricht) und 30°C (was einem Mindestdurchsatz von 1000 l/h bei Nennheizleistung entspricht). Beim Kühlbetrieb betragen die Mindest- und Höchstwerte 3°C (was einem maximalen Durchsatz von 4700 l/h bei Nennheizleistung entspricht) und 6°C (was einem Mindestdurchsatz von 2300 l/h bei Nennheizleistung entspricht).

Nach Festlegung des Wertes ΔT werden die Werte T_{hr} und T_{cr} automatisch aus der gewünschten Vorlaufwassertemperatur der Anlage T_{hm} und T_{cm} abgeleitet. Nach Bestimmung dieser Werte sind die Wärme- und Kälteleistungen aus den Tabellen im Abschnitt 2.2 TABELLE DER PLANUNGSPARAMETER → 11 ersichtlich.

Die Tabellen geben für jede Rücklauftemperatur T_{hr} und " T_{cr} " den Wert der Wärme- q_h und der Kälteleistung q_c der Einheiten GAHP-WS an.

Ein weiterer nützlicher Parameter, der bei der Planung von Absorptionsanlagen $\text{H}_2\text{O} - \text{NH}_3$ zu berücksichtigen ist, ist die maximale Rücklauftemperatur zum Kondensator T_{hr} , die auf den Wert 55°C festgelegt ist.

2.2 TABELLE DER PLANUNGSPARAMETER

Tabelle 2.1 – Heizleistung GAHP-WS

HEIZLEISTUNG GAHP-WS							
RÜCKLAUF- TEMPERATUR ZUM VERDAMPFER (T_{cr})	WASSERVORLAUFTEMPERATUR (T_{hm})						
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	WASSERRÜCKLAUFTEMPERATUR (T_{hr})						
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
	q_h [kW]	q_h [kW]	q_h [kW]	q_h [kW]	q_h [kW]	q_h [kW]	q_h [kW]
6°C	43,7	42,8	41,1	39,4	37,2	35,2	33,4
7°C	43,8	42,9	41,4	39,9	37,8	35,9	34,0
8°C	43,8	43,0	41,8	40,5	38,4	36,5	34,6
9°C	43,9	43,1	42,1	41,0	39,0	37,1	35,2
10°C	43,9	43,2	42,4	41,6	39,6	37,7	35,8
11°C	43,9	43,3	42,6	41,8	39,8	37,9	36,0
12°C	43,9	43,4	42,7	42,0	40,0	38,1	36,2
13°C	43,9	43,5	42,8	42,2	40,2	38,3	36,5
14°C	43,9	43,5	43,0	42,4	40,4	38,6	36,7
15°C	43,9	43,6	43,1	42,6	40,6	38,8	36,9
16°C	43,9	43,6	43,2	42,8	40,8	39,0	37,1
17°C	43,9	43,6	43,3	43,0	41,1	39,2	37,4

18°C	43,9	43,6	43,4	43,2	41,3	39,4	37,6
19°C	43,9	43,6	43,5	43,4	41,5	39,7	37,8
20°C	43,9	43,6	43,6	43,6	41,7	39,9	38,1
21°C	43,9	43,6	43,6	43,6	41,9	40,1	38,3
22°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,1	40,3	38,5
23°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,4	40,6	38,8
24°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,6	40,8	39,0
25°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,0	39,2
26°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,1	39,4
27°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,2	39,7
28°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,3	39,9
29°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,5	40,1
30°C	43,9	43,6	43,6	43,6	42,8	41,6	40,4

Tabelle 2.2 – Energetischer Gas-Wirkungsgrad G.U.E. GAHP-WS beim Heizbetrieb

ENERGETISCHER GAS-WIRKUNGSGRAD G.U.E. GAHP-WS BEIM HEIZBETRIEB							
RÜCKLAUF- TEMPERATUR ZUM VERDAMPFER (T_{cr})	WASSERVORLAUFTEMPERATUR (T_{hm})						
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	WASSERRÜCKLAUFTEMPERATUR (T_{hr})						
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
6°C	1,734	1,697	1,630	1,563	1,478	1,401	1,324
7°C	1,736	1,702	1,644	1,585	1,501	1,424	1,348
8°C	1,738	1,707	1,657	1,607	1,524	1,448	1,372
9°C	1,740	1,711	1,670	1,629	1,547	1,471	1,396
10°C	1,743	1,716	1,683	1,651	1,570	1,495	1,419
11°C	1,743	1,719	1,689	1,659	1,578	1,503	1,428
12°C	1,743	1,722	1,694	1,667	1,587	1,512	1,438
13°C	1,743	1,724	1,699	1,675	1,595	1,521	1,447
14°C	1,743	1,727	1,705	1,683	1,604	1,530	1,456
15°C	1,743	1,728	1,709	1,690	1,612	1,539	1,465
16°C	1,743	1,728	1,713	1,698	1,621	1,548	1,474
17°C	1,743	1,728	1,717	1,706	1,630	1,556	1,483
18°C	1,743	1,728	1,721	1,714	1,638	1,565	1,492
19°C	1,743	1,728	1,725	1,722	1,647	1,574	1,502
20°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,655	1,583	1,511
21°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,664	1,592	1,520
22°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,672	1,601	1,529
23°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,681	1,609	1,538
24°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,689	1,618	1,547
25°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,627	1,556
26°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,632	1,565
27°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,636	1,575
28°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,641	1,584
29°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,645	1,593
30°C	1,743	1,728	1,729	1,730	1,698	1,650	1,602

Tabelle 2.3 – Kälteleistung GAHP-WS

KÄLTELEISTUNG GAHP-WS							
RÜCKLAUF- TEMPERATUR ZUM VERDAMPFER (T_{cr})	WASSERVORLAUFTEMPERATUR (T_{hm})						
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	WASSERRÜCKLAUFTEMPERATUR (T_{hr})						
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
	q_c [kW]	q_c [kW]	q_c [kW]	q_c [kW]	q_c [kW]	q_c [kW]	q_c [kW]
6°C	17,6	17,6	15,9	14,2	12,0	10,1	8,2
7°C	17,6	17,7	16,2	14,7	12,6	10,7	8,8
8°C	17,6	17,8	16,6	15,3	13,2	11,3	9,4
9°C	17,6	17,9	16,7	15,8	13,8	11,9	10,0
10°C	17,6	18,0	16,8	16,6	14,5	12,7	10,8
11°C	18,7	18,1	17,4	16,6	14,6	12,7	10,8
12°C	18,7	18,2	17,5	16,8	14,8	12,9	11,0
13°C	18,7	18,3	17,6	17,0	15,0	13,1	11,3
14°C	18,7	18,3	17,8	17,2	15,2	13,4	11,5
15°C	18,7	18,4	17,9	17,4	15,4	13,6	11,7
16°C	18,7	18,4	18,0	17,6	15,6	13,8	11,9
17°C	18,7	18,4	18,1	17,8	15,9	14,0	12,2

18°C	18,7	18,4	18,2	18,0	16,1	14,2	12,4
19°C	18,7	18,4	18,3	18,2	16,3	14,5	12,6
20°C	18,7	18,4	18,4	18,4	16,5	14,7	12,9
21°C	18,7	18,4	18,4	18,4	16,7	14,9	13,1
22°C	18,7	18,4	18,4	18,4	16,9	15,1	13,3
23°C	18,7	18,4	18,4	18,4	17,2	15,4	13,6
24°C	18,7	18,4	18,4	18,4	17,4	15,6	13,8
25°C	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	15,8	14,0
26°C	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	15,9	14,2
27°C	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	16,0	14,5
28°C	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	16,1	14,7
29°C	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	16,3	14,9
30°C	18,7	18,4	18,4	18,4	17,6	16,4	15,2

Tabelle 2.4 – Energetischer Gas-Wirkungsgrad G.U.E. der Einheiten GAHP-WS beim Kühlbetrieb

ENERGETISCHER GAS-WIRKUNGSGRAD G.U.E. GAHP-WS BEIM KÜHLBETRIEB							
RÜCKLAUF- TEMPERATUR ZUM VERDAMPFER (T_{cr})	WASSERVORLAUFTEMPERATUR (T_{hm})						
	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C	60°C	65°C
	WASSERRÜCKLAUFTEMPERATUR (T_{hr})						
	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	50°C	55°C
6°C	0,700	0,697	0,630	0,563	0,478	0,401	0,324
7°C	0,700	0,702	0,644	0,585	0,501	0,424	0,348
8°C	0,700	0,707	0,657	0,607	0,524	0,448	0,372
9°C	0,700	0,711	0,663	0,629	0,547	0,471	0,396
10°C	0,700	0,714	0,667	0,657	0,575	0,502	0,427
11°C	0,743	0,719	0,689	0,659	0,578	0,503	0,428
12°C	0,743	0,722	0,694	0,667	0,587	0,512	0,438
13°C	0,743	0,724	0,699	0,675	0,595	0,521	0,447
14°C	0,743	0,727	0,705	0,683	0,604	0,530	0,456
15°C	0,743	0,728	0,709	0,690	0,612	0,539	0,465
16°C	0,743	0,728	0,713	0,698	0,621	0,548	0,474
17°C	0,743	0,728	0,717	0,706	0,630	0,556	0,483
18°C	0,743	0,728	0,721	0,714	0,638	0,565	0,492
19°C	0,743	0,728	0,725	0,722	0,647	0,574	0,502
20°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,655	0,583	0,511
21°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,664	0,592	0,520
22°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,672	0,601	0,529
23°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,681	0,609	0,538
24°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,689	0,618	0,547
25°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,627	0,556
26°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,632	0,565
27°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,636	0,575
28°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,641	0,584
29°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,645	0,593
30°C	0,743	0,728	0,729	0,730	0,698	0,650	0,602

2.3 THEORETISCHE GRUNDLAGEN FÜR DIE BERECHNUNG DER ANLAGEN GAHP-WS

Für die Berechnung der Wärmeleistungen q_h für den Heizbetrieb im Winter werden zunächst die Temperaturen am Eintritt des Kondensators T_{hr} und des Verdampfers T_{cr} festgelegt.

Die Zulufttemperatur zum Kondensator ist unmittelbar durch die Betriebsbedingungen der Anlage gegeben, während die Rücklauftemperatur zum Verdampfer aus den Austauschbedingungen zwischen dem von der Einheit GAHP-WS gekühltem Kaltwasser und dem Grundwasser, den Oberflächengewässern (See, Fluss, Meer usw.) oder der Abwärme des zu kühlenden Industrieprozesses abgeleitet wird.

Nach Festlegung dieser Temperaturen mithilfe der Tabellen der Wirkungsgrade wird die Heizleistung q_{hi} für den Winterbetrieb berechnet. Gleichzeitig muss auch die Kälteleistung q_{ci} des Winterbetriebs bestimmt werden, die zusammen mit der Heizleistung erzeugt wird.

Die Betriebsbedingungen für den Sommer werden auf analoge Weise durch Bestimmung der Betriebstemperaturen der Maschine ermittelt, auf deren Grundlage die sommerliche Kälte- q_{ce} und Heizleistung q_{he} berechnet werden.

Nach Bestimmung der Heiz- und Kälteleistungen der einzelnen Einheiten GAHP-WS für die beiden Jahreszeiten kann auf eine der folgenden Weisen die Planung fortgesetzt werden:

- A. Auswahl der maximalen Anzahl der Einheiten GAHP-WS, die notwendig sind, um mit den Wärmepumpen jede Art des Anlagenbetriebs abzudecken.
- B. Auswahl der Anzahl von GAHP-WS, die bei maximaler gleichzeitiger Nutzung der von der Wärmepumpe abgegebenen Heiz- und Kälteleistungen erforderlich sind.

Der erste Fall stellt eine einfache und unmittelbare Rechenmethode dar, mit der die Auslegung der Anlage auf der Grundlage der schwersten Betriebsbedingungen berechnet wird, wobei eine gewisse Überdimensionierung der Anlage für eine der beiden Jahreszeiten der Nutzung akzeptiert wird.

Falls für den Winter nur Heizung und für den Sommer nur Kühlung gefordert wird, wird die für den Winterbetrieb erforderliche Anzahl von Wärmepumpen N_{wi} direkt mit der folgenden Gleichung berechnet:

$$N_{wi} = \frac{\dot{Q}_h}{q_{hi}}$$

wobei Q_h den Bedarf an Heizleistung bedeutet, der für die Anlage beim Winterbetrieb gedeckt werden muss.

Auf die gleiche Weise wird die Anzahl N_{we} der Einheiten GAHP-WS berechnet, die für die Klimatisierung im Sommer notwendig sind.

$$N_{we} = \frac{\dot{Q}_c}{q_{ce}}$$

In der vorangehenden Formel bedeutet Q_c die für die Klimatisierung notwendige Kälteleistung.

Die Anzahl N_w der für die infrage kommende Anlage erforderlichen Einheiten GAHP-WS ist in diesem Fall die größere der beiden Bemessungen.

In dem vorliegenden Fall nutzt die Anlage eine regenerative Energiequelle (Grund- oder Oberflächenwasser) oder eine beliebige im Sommer und Winter verfügbare Abwärme. Bei der Planung der Anlage zur Nutzung dieser Energiequellen müssen die Kälte- und Wärmeleistungen bestimmt werden, die im Winter und im Sommer ausgetauscht werden müssen. Die Kälteleistung Q_{ci} , die im Winter mit der erneuerbaren Energiequelle ausgetauscht werden muss, wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$\dot{Q}_{ci} = q_{ci} \cdot N_{wi}$$

Die im Sommer mit der erneuerbaren Energiequelle auszutauschende Wärmeleistung Q_{he} wird mit der folgenden Formel berechnet:

$$\dot{Q}_{he} = q_{he} \cdot N_{we}$$

Die Wassertemperaturen sind an diesem Punkt der Berechnung bekannt, ebenso wie die Temperaturunterschiede, die für den Erhalt der Werte T_{hr} und T_{cr} bereits geschätzt worden sind; die der Energiequelle zu entnehmende Wassermenge und die der Wärmepumpe GAHP-WS zuzuführende Wassermenge (der Primär- und Sekundärkreis des externen

Wärmetauschers der Einheit GAHP-WS, der nicht zum Lieferumfang des Gerätes gehört) werden automatisch bestimmt, sobald die o. a. Leistungen bekannt sind.

Es wird an dieser Stelle daran erinnert, dass bei Ableitung des der regenerativen Quelle entnommenen Wassers in die Kanalisation oder einen Graben oder bei Rückführung in das Grundwasser die Wärmeunterschiede des Wassers eingehalten werden müssen, die von den einschlägigen lokalen Bestimmungen hinsichtlich der Boden- und Wassernutzung bestehen.

Die Wahl auf der Grundlage der vorgenannten Kriterien bietet den Vorteil der Schnelligkeit und Einfachheit, bringt aber auch das Risiko der Überdimensionierung der Anlage für eine der Jahreszeiten der Benutzung mit sich. Ein Mehr an Modulen GAHP-WS im Winter, d. h. $N_W = N_{Ww}$, kann zu unnötigen Zusatzkosten für die Anlage führen.

Im Falle technologischer Anlagen für industrielle Fertigungsabläufe, in denen immer die gleichzeitige Kälte- und Wärmekapazität der Einheiten GAHP-WS verfügbar sein muss, ist es unerlässlich, im Laufe der verschiedenen jahreszeitlichen Nutzungen der Anlage den Verlauf des Energiebedarfs und die Spitzen des gleichzeitigen Warm- und Kaltwasserverbrauchs zu ermitteln, um die optimale Systemeffizienz zu erzielen. Für diese Bewertung werden die Heiz- Q_h^* und die Kälteleistung Q_c^* als gleichzeitiger Bedarf der technologischen Anlage angesehen und die Berechnung der Anzahl Einheiten GAHP-WS auf der Grundlage einer dieser beiden ausgeführt.

Die Anzahl der Wärmepumpen wird folglich auf der Grundlage der gleichzeitigen Wärme- und Kälteleistung berechnet.

$$N_{Wh}^* = \frac{\dot{Q}_h^*}{q_h}$$

$$N_{Wc}^* = \frac{\dot{Q}_c^*}{q_c}$$

Zur Maximierung der Effizienz der Anlage muss die maximale Gleichzeitigkeit des Betriebs der Wärmepumpen gewählt werden.

$$N_{Wh}^* \leq N_{Wc}^* \Rightarrow N_W = N_{Wh}^*$$

Wenn die vorgenannte Bedingung erfüllt ist, werden die gesamte Teilwärmeleistung Q_h^* und ein Teil der Teilkälteleistung Q_c^* von den Einheiten GAHP-WS geliefert, während die Höchstheiz- Q_h und die Höchstkälteleistung Q_c für die fehlenden Teillasten mit Heizkesseln und Kühlern integriert werden muss.

Wenn dagegen die folgende Bedingung erfüllt ist, werden die gesamte Teilkälteleistung Q_c^* und ein Teil der Teilwärmeleistung Q_h^* von den Einheiten GAHP-WS geliefert, während die Höchstheiz- Q_h und die Höchstkälteleistung Q_c für die fehlenden Teillasten von zusätzlichen Heizkesseln und Kühlern zur Verfügung gestellt werden muss, deren Anzahl einzelner Einheiten mit der Heizleistung q_{CA} (kW) und der Kälteleistung q_{GA} (kW) mithilfe der vorgenannten Formeln bestimmt wird.

$$N_{Wc}^* \leq N_{Wh}^* \Rightarrow N_W = N_{Wc}^*$$

Wenn die Anzahl der mit dem erläuterten Verfahren berechneten Wärmepumpen N_W ausreicht, um den gesamten Bedarf an gleichzeitiger Heiz- Q_h^* und Kälteleistung Q_c^* zu liefern, besteht keine Notwendigkeit zur Planung der Anlage zur Nutzung erneuerbarer Energie (Grundwasserbrunnen). Falls neben der vorangehenden Bedingung auch die Möglichkeit besteht, dass die maximale Heiz- Q_h und Kälteleistung Q_c mit den

gleichzeitigen Leistungen Q_h^* und Q_c^* zusammenfallen, besteht keine Notwendigkeit, die Anlage mit Heizkesseln und Kühlern zu integrieren.

Für den Fall, dass es nicht möglich ist, die beiden vom System GAHP-WS geplanten Leistungen voll und gleichzeitig zu nutzen, muss die Wärme- und/oder Kälteleistung bestimmt werden, die mit der regenerativen Energiequelle ausgetauscht werden soll, und müssen die Daten für die Auslegung der betreffenden Anlage mit der geschilderten Methode berechnet werden.

3 PLANUNG GEOTHERMISCHER ANLAGEN MIT OFFENEM KREISLAUF

3.1 GEOTHERMISCHE ANLAGETYPEN MIT OFFENEM KREISLAUF

Unter geothermischen Anlagen mit offenem Kreislauf werden Systeme verstanden, die Grundwasser und Oberflächengewässer als erneuerbare Energiequellen nutzen. Unter Grundwasser sind alle Wasserressourcen im Untergrund zu verstehen, die im Folgenden kurz erläutert werden:

Freies Grundwasser

Freies Grundwasser findet sich in wassergesättigten Sand- und Kiesböden in Form von Wasserleitern im wasserdurchlässigen Untergrund, die durch eine bestimmte Fließrichtung und Geschwindigkeit des Wassers gekennzeichnet sind. Freies Grundwasser weist höhere Drücke in Bezug auf den Luftdruck auf; das Wasser muss daher zur Nutzung aus den Förderbrunnen gepumpt werden. Diese Grundwasserart besitzt in einigen Fällen eine sehr geringe oder überhaupt keine Strömung und eignet sich daher vorzüglich für Anlagen mit zwischensaisonalen Energiespeichern.

Gespanntes Grundwasser

Unter gespanntem Grundwasser sind wassergesättigte Bodenschichten aus Sand, Kies und zerklüftetem Gestein zu verstehen, die durch einen Wasserfluss im durchlässigen Untergrund gekennzeichnet sind. Diese Bodenschichten weisen einen Überdruck in Bezug auf den Luftdruck auf und werden oft durch eine darüber liegende undurchlässige Erd- oder Gesteinsschicht wie Ton und Tonschiefer begrenzt. In den artesischen Brunnen steigt das Wasser durch den Druck, dem es ausgesetzt ist, immer über den Grundwasserspiegel. Diese Erscheinung ist jedoch fast nie zur Entnahme des Brunnenwassers nutzbar.

Karsthöhlen und -ströme

Unter Karsthöhlen und -strömen werden echte unterirdische Seen und Wasserströme verstanden, die durch die (chemische und mechanische) Erosion des Wassers an Dolomiten, Kalkstein und Carbonaten entstehen. Diese Art von Wasseradern ist meist sehr schwer nutzbar.

Oberflächengewässer

Mit Oberflächengewässer werden alle Gewässer wie Meere, Seen, Flüsse, Bäche und Kanäle bezeichnet.



Im vorliegenden Handbuch wird ausschließlich die Planung von Anlagen behandelt, die Wasser aus einem Grundwasserbrunnen (meist gespanntes Grundwasser) entnehmen; dabei wird auch kurz auf Systeme eingegangen, die den Wärmeaustausch mit Oberflächengewässern (jeder Art) nutzen.

3.2 GRUNDWASSERBRUNNEN

Das Ausheben eines Brunnens, soweit dieser nicht bereits aufgrund einer früheren Heiz-/Klimaanlage besteht, erfordert die Untersuchung hinsichtlich der vorteilhaftesten Position der Bohrung, bei der die lokalen wasserrechtlichen Bestimmungen zum Schutz der unterirdischen Wasserressourcen (WHG) strikt einzuhalten sind.

Für die Grundwassernutzung ist es wichtig, die genaue Höhe des "Grundwasserspiegels" und in einigen Fällen auch die Fließrichtung und die Strömungslinien zu kennen.

Der "Grundwasserspiegel" ist die Grenzfläche zwischen dem wassergesättigten Erdboden und dem nicht vom Grundwasser betroffenen Untergrund. Da die Oberfläche des freien Grundwassers seine Position in Bezug auf die Oberfläche des Bodens darstellt, bestimmt sie auch die Entnahmetiefe des Grundwassers und ganz allgemein die Bohrtiefe des Brunnens.

Die Strömungslinien geben durch ihre Richtung die Fließrichtung der unterirdischen Wasserströmung an (sehr wichtige Daten), wenn die Anlage Grundwasser entnehmen und das Wasser nach Nutzung der enthaltenen Energie wieder in den Untergrund einleiten soll.

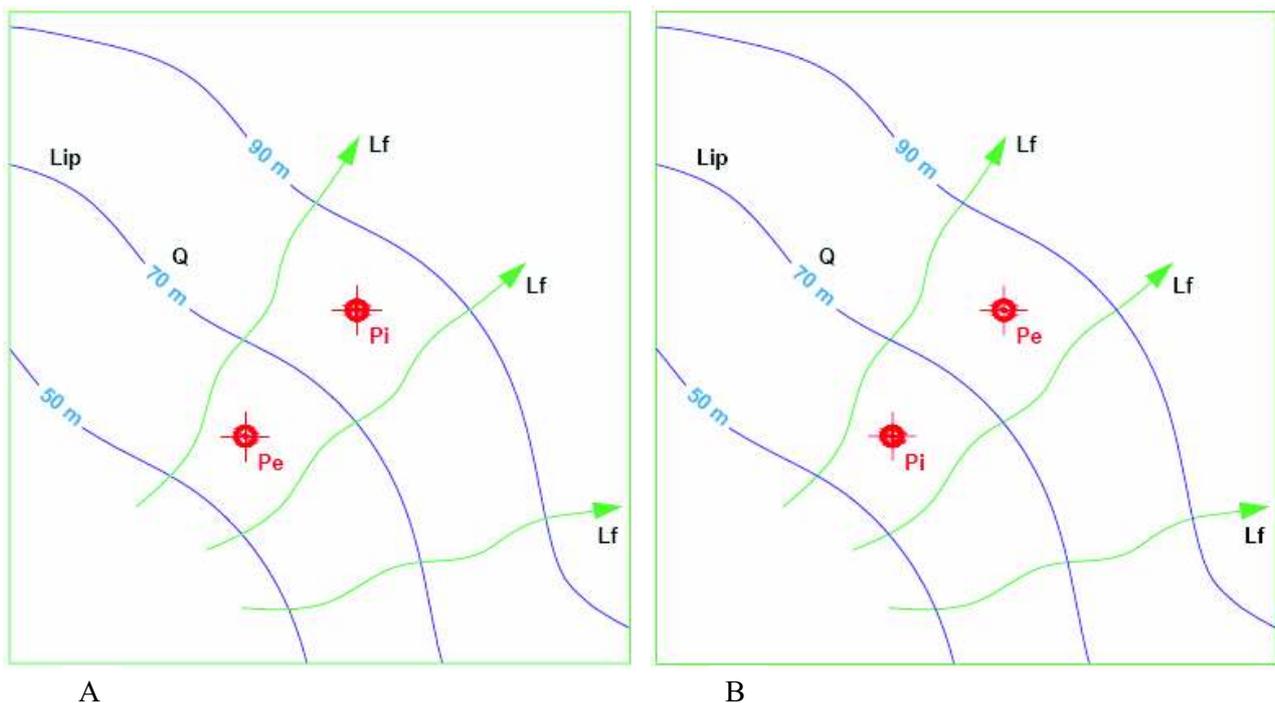
Die beiden Parameter sind durch die Erfahrungen der Geologen, der Bohrunternehmen und der hydrologischen Untersuchungen bekannt, die bei der Planung der Ausführung berücksichtigt werden sollten.

Diese Daten sind mit ausreichender Genauigkeit aus den "Grundwasserkarten" ersichtlich.

Die "Grundwasserlinien" auf den Geländekarten sind die konventionellen Kennlinien, die die Punkte gleicher Grundwassertiefe verbinden.

Die Strömungslinien, die die Fließrichtung des Grundwassers aufzeigen, liegen immer rechtwinklig zu den Grundwasserlinien und sind in Richtung des Gefälles des Grundwasserspiegels ausgerichtet (sie sind immer auf die Grundwasserlinien mit der größten Tiefe im Erdboden ausgerichtet).

Abbildung 3.1 – Anordnung der Förderbrunnen



ZEICHENERKLÄRUNG

- A KORREKTE BRUNNENPOSITION
- B FALSCHER BRUNNENPOSITION

Richtige und falsche Anordnung (im Maßstab) der Förder- und Schluckbrunnen auf den Grundwasserkarten

Das Schema der Abbildung 3.1 Anordnung der Förderbrunnen → 18 zeigt (vereinfacht) zwei identische Ausschnitte der Grundwasserkarte, auf denen die beiden Arten der Anordnung eines Entnahmebrunnens Pe (Förderbrunnens) und eines Schluckbrunnens Pi des genutzten Grundwassers eingetragen sind.

Die Wiedereinleitung des genutzten Grundwassers ist nützlich (aber nicht erforderlich), um die hydrologischen Umweltauswirkungen der Energieanlage zu verringern.

Das Lesen der Grundwasserlinien "Lip" ermöglicht, die Strömungslinien des Grundwassers "Lf" zu ziehen und somit grafisch die Fließrichtung des Wassers im Untergrund darzustellen. Das Kürzel "Q" gibt den Flurabstand der Grundwasseroberfläche an, "Pe" ist der Förderbrunnen und "Pi" der Schluckbrunnen.

Der linke Kartenausschnitt zeigt die richtige Brunnenanordnung, da der Entnahmebrunnen bergwärts zum Schluckbrunnen in Bezug auf die Fließrichtung des Grundwassers liegt.

Die falsche Positionierung der Brunnen laut rechtem Kartenausschnitt führt dazu, dass Wasser mit veränderten Wärmeeigenschaften den Entnahmebrunnen erreicht (Kurzschluss).

Eine weitere zu berücksichtigende Erscheinung ist die Bildung eines Unterdruckkegels, der aufgrund der erzwungenen Wasserentnahme immer um den Brunnen im Boden entsteht. Sobald das Grundwasser aus dem Brunnen gepumpt wird, erhöht sich im Erdreich um den Brunnen der Wasserfluss, da das entzogene Wasser Hohlräume in den Poren des Bodens hinterlässt, die durch das Pumpen schnell durch neues Wasser gefüllt werden. Diese hydrodynamische Erscheinung führt zu einer lokalen Senkung und Neigung des Grundwasserspiegels.

Der Unterdruckkegel kann auch einen sehr weiten Einflussradius haben. Wenn mehrere Kegel in Wechselwirkung stehen, tendieren sie dazu, den lokalen Grundwasserspiegel zu senken und führen zu negativen hydrologischen Umweltauswirkungen.

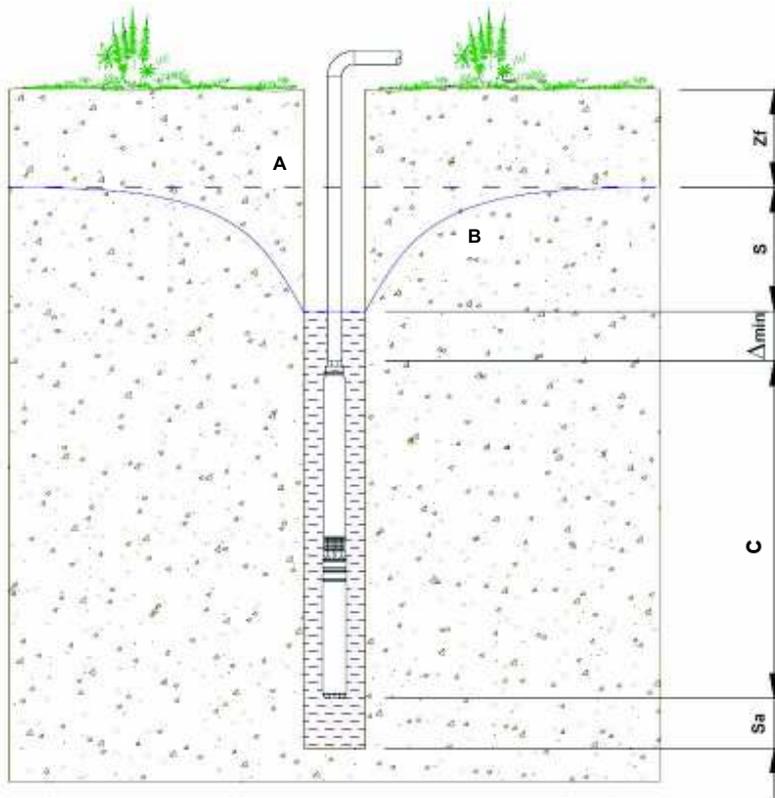
Unter praktischen Gesichtspunkten ist bei der Planung der Grundwasserentnahme die lokale Auswirkung des Unterdruckkegels von größter Wichtigkeit, da sie die Senkung des Wasserspiegels des Förderbrunnens betrifft, sobald die Pumpanlage in Betrieb gesetzt wird. Die Senkung ist nicht unmittelbar, ebenso wenig, wie sie bei Abstellung der Pumpe wieder sofort reduziert wird.

Die Senkung des Wasserspiegels ist progressiv, bis sich im Brunnen ein neues hydrologisches Gleichgewicht bildet.

Der Entnahmepunkt des Brunnenwassers ist eindeutig mit dem Umfang "S" der Senkung des Brunnenwasserspiegels verbunden.

In der Abbildung 3.2 Grundwasserförderbrunnen → 20 wird im Querschnitt das Schema eines Grundwasserbrunnens dargestellt, aus dem die Position des Grundwasserspiegels, des Unterdruckkegels und die verschiedenen Maße ersichtlich sind, die bei der Planung der Förderanlage zu berücksichtigen sind.

Abbildung 3.2 – Grundwasserförderbrunnen



ZEICHENERKLÄRUNG

- A Wasserspiegel
- B Niederdruckkegel
- C Filterrohr und Pumpbereich

Querschnitt

Aus der Abbildung 3.2 Grundwasserförderbrunnen → 20 sind die Mindestabstände im Entnahmebrunnen ersichtlich. Das im technischen Jargon "Sack" genannte Maß "S_a" ist gewöhnlich auf ca. einen Meter festgelegt; "Δ_{min}" ist der einzuhaltende Freiraum zwischen der Wasseroberfläche im Brunnen (unter dynamischen Pumpbedingungen) und der Spitze der eingetauchten Pumpanlage, der im Allgemeinen auf einen Meter festgesetzt ist; das Maß „Z_f“ gibt die Tiefe an, in der sich das Grundwasser befindet; der Wert "S" bezeichnet die Senkung des Grundwasserspiegels im Brunnen aufgrund des durch das Pumpen entstehenden Unterdruckkegels.

Der Wert der Variablen "S", der die Senkung des Brunnenwasserspiegels bestimmt, ist mit der geförderten Wassermenge (m³/s), dem Wassertransportvermögen K des Bodens im Brunnenbereich (m/s) und der Bodendurchlässigkeit T (m²/s) laut folgender Gleichung verbunden:

$$S = \frac{G}{2 \cdot \pi \cdot T} \cdot \ln \frac{R}{r}$$

Die Bodendurchlässigkeit kann auf der Grundlage der Kenntnis des Wassertransportvermögens und der Stärke des Grundwasserleiters "b" (Stärke der Bodenschicht des Grundwasserleiters) berechnet werden.

$$T = K \cdot b$$

Die Variable "R" bezeichnet den Wirkungsbereich des Unterdruckkegels, während "r" den Brunnenradius angibt.

Der Wirkungsbereich des Unterdruckkegels kann nicht im Voraus berechnet werden und kann annähernd auf ca. 50 Meter geschätzt werden. Die Stärke des Wasserleiters kann nur mit einer "Bohrlochmessung" und Schichtenuntersuchungen ermittelt werden.

Die Geologen und die Bohrunternehmen sind aufgrund ihrer beruflichen Erfahrungen im Besitz aller Daten für die Durchführung dieser Berechnungen in ihrem geographischen Kompetenzbereich.

Die Wasserfördermenge des Brunnens wird mithilfe des von den lokalen Bestimmungen vorgeschriebenen Temperaturunterschieds ΔT berechnet. Die Anlagenüberprüfung muss für den Winterbetrieb und, falls die Anlage auch zur Klimatisierung eingesetzt wird, ebenfalls für den Sommerbetrieb ausgeführt werden.

$$\dot{m}_{ws-inverno} = \frac{\dot{q}_{ci} \cdot N_{wt}}{\rho \cdot \Delta T \cdot C_p} \quad [\text{kg/s}] \quad ; \quad \dot{m}_{ws-estate} = \frac{\dot{q}_{ce} \cdot N_{we}}{\rho \cdot \Delta T \cdot C_p} \quad [\text{kg/s}]$$

Dabei muss natürlich die höhere der beiden berechneten Wasserfördermengen gewählt werden, um den Brunnen dem vorgegebenen Höchstbedarf anzupassen.

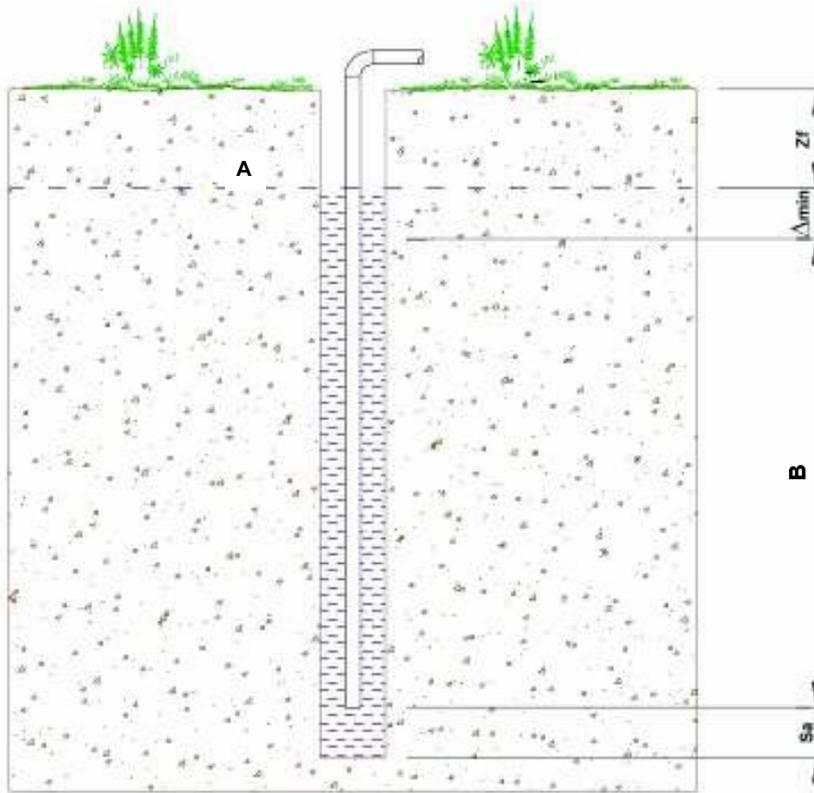
Tabelle 3.1 – Tabelle des Wassertransportvermögens für verschiedene Gesteins- und Bodenarten

WASSERTRANSPORTVERMÖGEN „K“ FÜR UNTERSCHIEDLICHE GESTEINSARTEN		
GESTEIN / ERDREICH	MINDESTTRANSPORTVERMÖGEN Kmin	HÖCHSTTRANSPORTVERMÖGEN Kmax
	[m/Tag]	[m/Tag]
Kies	10 ²	10 ⁴
Sauberer Feinsand	10 ⁻¹	10
Sauberer Grobsand	10	10 ²
Kieselsand	10 ⁻¹	10
Glaziale Sedimente	10 ⁻⁷	10 ⁻¹
Ton	10 ⁻⁸	10 ⁻⁴
Ungespaltener Tonschiefer	10 ⁻⁸	10 ⁻⁶
Gespaltener Tonschiefer	10 ⁻⁶	10 ⁻⁴
Zerklüftetes Karbongestein	10 ⁻⁴	1
Karstisches Karbongestein	1	10 ³
Gespaltener Sandstein	10 ⁻⁵	10 ⁻³
Verfestigter Sandstein	10 ⁻³	1

In Anlagen mit Schluckbrunnen wird gewöhnlich ein "Dränrohr" genanntes teilweise perforiertes Rohr in das mit Dränkies gefüllte Bohrloch eingeführt. Ein Beispiel dieser Anlagenart ist in der Abbildung 3.3 Schluckbrunnen im freien Grundwasser → 22 dargestellt. Das im technischen Jargon "Sack" genannte Maß "S_a" ist gewöhnlich auf ca. einen Meter festgelegt; "Δ_{min}" ist der einzuhaltende Abstand zwischen der Wasseroberfläche (Wasserspiegel) im Brunnen und dem Anfang des perforierten Teils des Dränrohrs, der meist eine Länge von einem Meter aufweist; das Maß "Z_f" gibt die Tiefe an, in der sich das Grundwasser befindet.

Bei Grundwasserleitern, in denen der Wasserfluss vernachlässigbar oder gleich Null ist, ist es äußerst interessant, Anlagen mit zwischensaisonalen Energiespeicherung zu bauen. Für diese Art von Anlagen müssen zwei verschiedene Brunnen angelegt werden, die sowohl als Förder- wie auch als Schluckbrunnen arbeiten. Der Förderbrunnen des Winterbetriebs wird im Sommer zum Schluckbrunnen und umgekehrt.

Abbildung 3.3 – Schluckbrunnen im freien Grundwasser



ZEICHENERKLÄRUNG
A Wasserspiegel
B Dränrohr

Querschnitt

3.3 OBERFLÄCHENGEWÄSSER

Die Nutzung von Oberflächengewässern setzt den Einsatz eines geeigneten Wärmetauschers voraus, der sowohl in das Gewässer eingebracht wie auch außerhalb desselben aufgestellt werden kann. Der Wärmetauscher kann folglich direkt im See, Meer oder Flusslauf installiert werden und wird in diesem Fall von dem von den Einheiten GAHP-WS kommenden Wärmeträgermedium durchströmt; oder er wird in der Heizzentrale aufgestellt und empfängt sowohl Wasser von dem Oberflächengewässer wie auch von der Wärmepumpenanlage.

In beiden Fällen beschränkt sich die Auslegung des Systems der Nutzung eines Oberflächengewässers als erneuerbare Energiequelle auf die Planung eines Wärmetauschers.

Da in diesem Zusammenhang die Behandlung typischer Wärmetauscher technologischer Heizanlage übergangen werden kann, beschränken wir uns an dieser Stelle auf einige Hinweise für die Entwurfsplanung der Wärmetauscher, die in Oberflächenwasser eingetaucht werden.

Bei Verwendung von Fluss- oder Kanalwasser als regenerative Energiequelle werden die Wärmetauscher vorwiegend außerhalb des Wassers aufgestellt. Das Wasser wird nur an einer Stelle entnommen und zum Wärmetauscher in der Heizzentrale geleitet.

Die Förderstelle im Fluss muss so gewählt werden, dass bei der wahrscheinlichen Senkung des Wasserspiegels die hydraulische Anlage nicht sichtbar wird. Außerdem sind die erforderlichen Schutzmaßnahmen an der Ansaugstelle gegen Verschmutzung und Verstopfung der Rohre und Komponenten der Anlage zu ergreifen.

Im Falle von Seen werden sowohl eingetauchte wie auch außerhalb der Energiequelle aufgestellte Wärmetauscher verwendet. Der in den See getauchte Wärmetauscher besteht gewöhnlich aus einem zu einer Spirale gerollten Kunststoffrohr oder ähnlichem. Bei dem System des Energieentzugs aus dem See werden einer oder mehrere Wärmetau-

scher in einer geeigneten Tiefe installiert, die parallel in einem Mindestabstand von 6 m verlegt und hydraulisch miteinander verbunden werden.

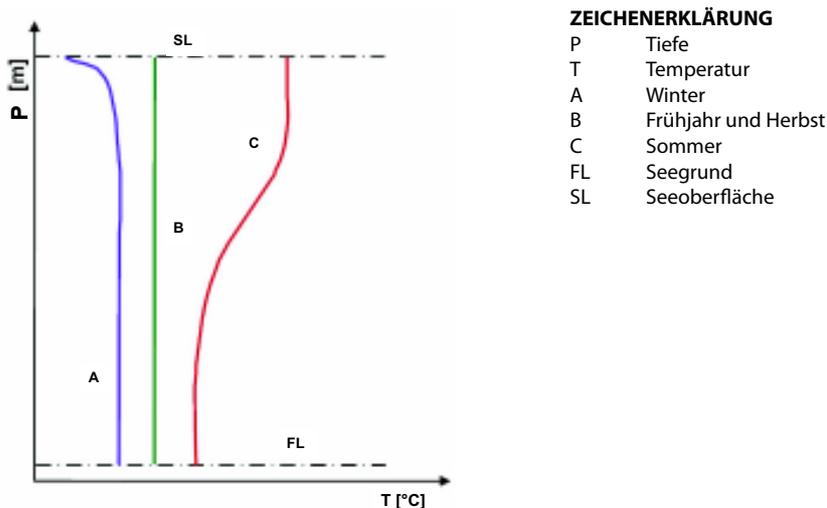
Der Einsatz der kurz beschriebenen spiralförmigen Wärmetauscher hat gegenüber den im Freien aufgestellten Wärmetauschern den Vorteil, dass Umwälzpumpen mit geringerer Leistung verwendet werden können und dass die Sauberkeit der Anlage weitaus größer ist als bei Anlagen, die das Wasser direkt aus Staubecken oder Wasserläufen ansaugen. In jedem Fall muss jedoch berücksichtigt werden, dass sich auf den Außenseiten der Rohre Algen bilden können, die zu einer gewissen Verschmutzung des Wärmetauschers mit der daraus folgenden Effizienzabnahme führen können.

Der erste Parameter, der bei der Planung der (eingetauchten und der außerhalb der Energiequelle aufgestellten) Wärmetauscher in Betracht zu ziehen ist, ist offensichtlich die Temperatur " T_i " des gewählten Oberflächengewässers. Im Folgenden wird synthetisch der Wärmeverlauf in einem hypothetischen See untersucht. Die folgende Beschreibung hat nur den Zweck, die grundlegenden Parameter für die Wahl der richtigen Fluidtemperaturen der Anlage und die korrekte Bemessung der Wärmetauscher aufzuzeigen.

Die Wassertemperatur eines Sees hängt in jedem beliebigen Moment der verschiedenen Jahreszeiten von seiner Wärmebilanz ab, d.h. von der Differenz zwischen Wärmeaufnahme und Wärmeverlust. Beim Messen der Temperatur eines Sees von der Oberfläche bis zum Grund erhält man im Laufe des Jahres sehr unterschiedliche Temperaturprofile (Abbildung 3.4 Temperaturprofile in einem See → 23). In einigen Jahreszeiten hat die Wassersäule dieselbe Temperatur vom Grund bis zur Seeoberfläche, in anderen Fällen findet man einen beträchtlichen Temperaturgradienten. Vor der Untersuchung der Ursachen dieser Erscheinung muss kurz auf eine physikalische Besonderheit des Wassers eingegangen werden. Das Wasser weist bei 4°C die größte Dichte auf: Wasser, das kälter als 4°C ist, hat eine geringere Dichte und ist folglich leichter. Über 4°C nimmt die Dichte des Wassers mit steigender Temperatur ständig ab (es wird leichter).

Das Wasser eines Sees der gemäßigten Klimazone besitzt am Ende des Winters die gleiche Temperatur in allen Tiefen. Wenn der See nicht tiefer als 20 m ist, liegt diese Temperatur bei 4°C. Im Frühjahr führt die Wärmezufuhr durch Sonneneinstrahlung zu einer Temperaturerhöhung des Oberflächenwassers.

Abbildung 3.4 – Temperaturprofile in einem See



Die mechanische Einwirkung des Windes trägt dazu bei, das (wärmere und weniger dichte) Oberflächenwasser mit dem unmittelbar darunter liegenden (kälteren und damit dichteren) Wasser zu vermischen und verteilt damit die Wärme von den oberen in die tieferen Schichten.

Im Laufe der warmen Jahreszeit entstehen jedoch zwischen dem Oberflächen- und dem Tiefenwasser eine zunehmende Temperaturdifferenz und dadurch ein Unterschied der Dichte, die das Durchmischen des Wassers durch Wind verhindert oder unwirksam macht.

In der warmen Jahreszeit hat der See eine warme obere Wasserschicht (Epilimnion), eine kalte tiefe Wasserschicht (in der Hypolimnion genannten Schicht) am Seeboden, die durch eine Zwischenschicht (Metalimnion) getrennt werden; mit zunehmender Tiefe nimmt die Temperatur rasch ab.

Im Epilimnion liegen die Wassertemperaturen von Seen der gemäßigten Klimazone mit einer Tiefe von ca. 20 m in einem Bereich von 10°C bis ca. 20°C. Im Hypolimnion liegen die Temperaturen zwischen ca. 7°C und 10°C. Im Herbst kühlt sich das Oberflächenwasser ab, wird dichter und sinkt nach unten auf den Boden. Gleichzeitig wird die Sprungschicht (Metalimnion), in der der Temperatursprung erfolgt, dünner und sinkt ab.

Durch Einwirkung des Windes verstärkt sich die Wasservermischung bis zu einer kompletten Wasserzirkulation, die Herbstzirkulation genannt wird und dem Umlauf des Frühjahrs ähnelt.

Im Winter verringert sich die Wasserdichte durch weitere Abkühlung. Bei einem See mit einer Tiefe um 20 m entsteht eine unbeständige umgekehrte Wärmeschichtung mit einer kälteren Schicht Oberflächenwasser über einer tieferen Wasserschicht mit 4°C. Es bildet sich Eis, das die Seeoberfläche bedeckt, da seine Dichte bei 0°C geringer als die des Wassers ist.

In Seen mit geringer Tiefe (ca. 20 m) sollte die Position der Wärmetauscher in einer Tiefe gewählt werden, in der sie nicht dem plötzlichen Temperaturabfall im Winter ausgesetzt sind oder in der die sommerlichen Temperaturen zu stark ansteigen. Gewöhnlich liegt diese Tiefe in einer Zwischenlage innerhalb des sommerlichen Epilimnions.

Die Wärmetauscher sollten in keinem Fall auf dem Seegrund verlegt werden, da sie im Laufe der Zeit stark von Seeablagerungen bedeckt werden können und dadurch ihr erforderliches Wärmetauschvermögen einbüßen würden.

Die Wärmeleistung des spiralförmigen Wärmetauschers kann überschlägig mit der bekannten Formel des Wärmeaustausches durch die Wände einer kreisförmigen Rohrleitung berechnet werden.

$$\alpha_i = \frac{Nu \cdot \lambda_f}{d}$$

In der vorangehenden Formel wird die mit den spiralförmigen Wärmetauschern ausgetauschte Wärmeleistung Q_{se} anhand der bekannten folgenden Parameter berechnet: Lineare Ausdehnung "l" der Rohrleitung, die den Wärmetauscher bildet; Durchschnittstemperatur "T_{se}" des Wärmeträgers im Wärmetauscher; Wassertemperatur "T_l" des Staubeckens oder Wasserlaufs; Innenradius der Rohrleitung "r_i"; Außenradius der Rohrleitung "r_e"; Wärmeübergangszahl "α_i" des Wärmeträgermediums, das durch den Wärmetauscher fließt (Zwangskonvektion); Wärmeübergangszahl "α_e" des Seewassers (natürliche Konvektion); Leitfähigkeitsfaktor "λ_{se}" des Materials, aus dem das Wärmetauscherrohr besteht; angenommener Verschmutzungsfaktor "F_{sp}" für den Wärmetauscher. Als Wärmeübergangszahl des Seewassers kann der Wert des Wassers bei natürlicher Konvektion 250 ÷ 750 W/m²K eingesetzt werden. Für die Wärmeübergangszahl des Wärmeträgermediums, das durch den Wärmetauscher fließt, kann, wenn es sich um Wasser (ohne chemische Zusätze) handelt, ein Wert aus dem folgenden Bereich: 1000 ÷ 12000 W/m²K angenommen werden. Anderenfalls kann der Wert "α_i" mit der folgenden analytischen Methode berechnet werden.

$$\alpha_i = \frac{Nu \cdot \lambda_f}{d}$$

Wobei " λ_f " den Leitfähigkeitsfaktor des Fluids, "d" den Rohrdurchmesser und "Nu" die nusseltsche Zahl bedeutet, die mit folgender Gleichung berechnet werden kann:

$$Nu = 0,023 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,4}$$

In der vorangehenden Gleichung ist "Re" die Reynoldszahl und Pr die Prandtlzahl, die beide mithilfe der Merkmale des eingesetzten Trägermediums und der Leitungsgeometrie berechenbar sind.

$$Re = \frac{w \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad Pr = \frac{c_p \cdot \mu}{\lambda_f}$$

In den beiden vorangehenden Formeln fußt die Berechnung der Reynolds- und Prandtlzahlen auf der Kenntnis der folgenden Variablen: Geschwindigkeit "w" des Wärmeträgermediums; Innendurchmesser "d" des Rohrs; Fluiddichte " ρ "; Viskosität " μ " des Trägermediums; spezifische Wärme des Fluids " c_p ", Leitfähigkeitsfaktor " λ_f ".

4 ANLAGEPLANUNG

4.1 ALLGEMEINE PLANUNGSKRITERIEN

Anpassungsfähige Anlagearten

Die Absorptionswärmepumpe GAHP-WS kann wirkungsvoll in allen Anlagen mit Wasser führenden Heiz- und ggf. auch Kühlsystemen eingesetzt werden. Hierzu ist anzumerken, dass es bei diesen hoch effiziente Anlagen angebracht ist, die Möglichkeit der Verwendung im Winter mittlerer - niedriger Vorlauftemperaturen des Wärmeträgermittels T_{hm} zu prüfen, unter denen Temperaturen im Bereich zwischen 30°C und 50°C zu verstehen sind. Die Verwendung des mittel-hohen Temperaturbereichs zwischen 50°C und 60°C oder Spitzenwerte von 65°C sollten auf Anlagen beschränkt werden, die mit wenig effizienten Wärmeüberträgern (zum Beispiel Radiatoren) ausgestattet sind, bei denen die Vorlauftemperatur nicht unter 50°C abfallen darf. Hierzu wird auf die Möglichkeit hingewiesen, die Vorlauftemperatur für eventuelle Heizkörper in drei Fällen zu senken: a) Bei Erhöhung der Betriebsstunden der Heizanlage; b) bei Reduzierung des Energiebedarfs des Gebäudes (Verbesserung der Wärmedämmung des Gebäudes); c) durch Änderung der Heizkörper (Vergrößerung der Austauschfläche).

Pufferspeicher

Der Einbau eines Pufferspeichers ist nicht ausdrücklich erforderlich. Er kann jedoch, wenn die Vorlauftemperatur des Wassers niedriger oder gleich 50°C ist, wirkungsvoll in den Kreislauf als Wärmespeicher integriert werden und verringert dadurch die Ein- und Abschaltphasen der Einheiten, aus denen sich die Anlage zusammensetzt.

Der Inhalt in Litern des Trägheitsspeichers kann mit der folgenden Formel ermittelt werden, in der "t" die Zeit der Speicherung in Sekunden, " \dot{Q}_s " die Wärmeleistung in kW, die an den Speichertank in der Zeit "t" übertragen wird, ρ die Dichte der eingesetzten Wärmeträgerflüssigkeit, C_p die spezifische Wärme des Wassers (4,187 kJ/kg K) und ΔT den Wärmeunterschied des Wärmeträgermittels in Grad Kelvin (K) bedeuten.

$$V = \frac{\dot{Q}_s}{\rho \cdot C_p \cdot \Delta T} \cdot t \quad (I)$$

Die Leistung " \dot{Q}_s ", die in der zuvor festgelegten Zeit t übertragen werden muss, entspricht der von der Anlage nicht genutzten Leistung, wenn diese unter mittleren Klimabedingungen arbeiten, die von der Planungsvorgabe abweichen. In diesem Fall wird " \dot{Q}_s " anhand des monatlichen Unterschieds zwischen der bei mittleren Klimabedingungen erforderlichen Leistung " \dot{Q}_{hm} " und der von der Anlage GAHP-WS abgegebenen Leistung berechnet.

Die Leistung \dot{Q}_s kann auf einfache Weise ermittelt werden, indem man den jahreszeitlichen Mindestlastfaktor F_c auswählt und in der folgenden Formel verwendet:

$$\dot{Q}_s = \dot{Q}_h - \left(\dot{Q}_h \cdot F_c \right) \quad (\text{kW})$$

Wobei \dot{Q}_h die von dem installierten Aggregat gelieferte Wärmeleistung darstellt F_c auswählt und in der folgenden Formel verwendet:

$$F_c = \frac{\dot{Q}_{hm}}{\dot{Q}_h} = \frac{T_i - T_{au}}{T_i - T_a}$$

wobei:

T_i ist die Lufttemperatur im Inneren der beheizten Räume

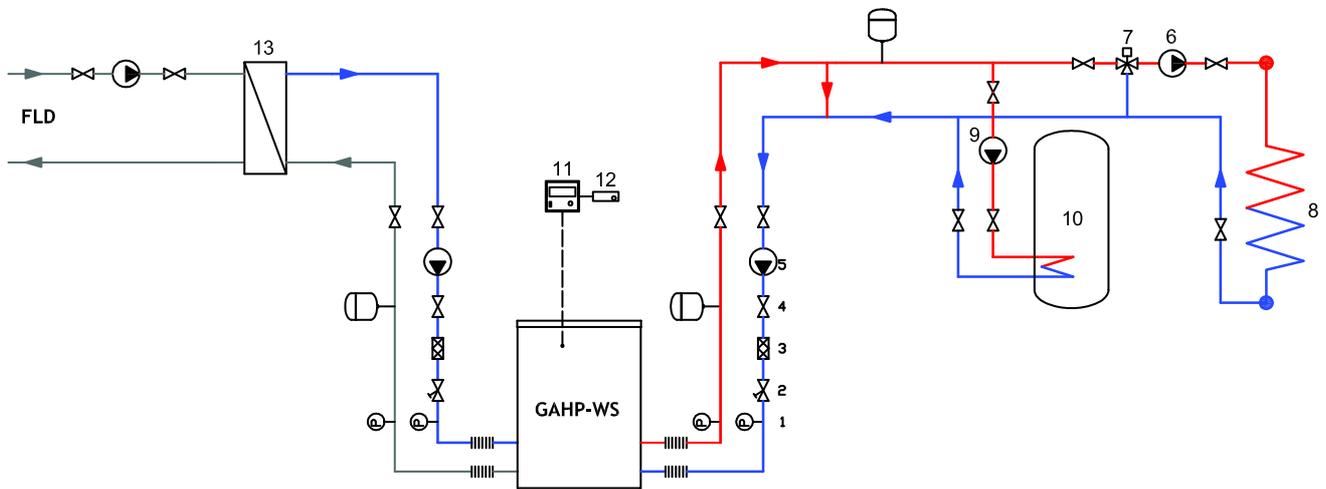
T_a ist die Außenlufttemperatur nach Projektvorgabe

Brauchwarmwasserproduktion

In Anlagen mit Wärmepumpen GAHP-WS ist auch die Produktion von Brauchwarmwasser möglich, wobei jedoch die maximale Rücklauftemperatur zum Kondensator (55°C) zu berücksichtigen ist. Es ist in diesem Fall angebracht, ein Speichersystem mit Temperaturen zu installieren, die in der Nähe der Nutzungstemperatur liegen (z. B. 45°C), oder ein System mit direktem Wärmetauscher mit derselben Betriebstemperatur. Für die "Legionellenbehandlung" sind geeignete Systeme in Entsprechung der lokalen Bestimmungen zu installieren.

Die Abbildung 4.1 Nutzung einer einzigen Einheit → 28 zeigt das Beispiel eines Einzelgerätes GAHP-WS, das mit einer Heizanlage mit Fußbodenheizung und mit Speicher-Brauchwarmwasser (BWW) kombiniert ist. Solange kein Brauchwarmwasser angefordert wird, liefert die Wärmepumpe der Anlage das Wärmeträgermittel zu den von der Fußbodenheizung geforderten Nutzungsbedingungen (Niedertemperatur). Sobald der Boiler Leistung für die Warmwassererzeugung anfordert, ändert die Schnittstelle der Anlage RB100 (siehe Abschn. 6) die Sollwerttemperatur der Einheit. Ein Drei-Wege-Mischventil regelt die Vorlauftemperatur zu den Heizschlangen.

Abbildung 4.1 – Nutzung einer einzigen Einheit



ZEICHENERKLÄRUNG

FLD Grundwasseranlage

Schema für die Nutzung einer einzigen Einheit für die Produktion TWW Max 45°C

In dem Schaltplan der Abbildung 4.1 Nutzung einer einzigen Einheit → 28 haben die dargestellten Komponenten folgende Funktionen: "1" Manometer; "2" Durchflussregler; "3" Wasserfilter; "4" Absperrventile; "5" Konstantpumpe des Hauptkreislaufs; "6" Konstantpumpe des sekundären Verbraucherkreislaufs; "7" Drei-Wege-Regelventil; "8" Verbraucher der Heizungsanlage; "9" Konstantpumpe des sekundären Warmwasserkreislaufs; "10" Boiler zur Brauchwarmwassererzeugung; "11" Digitale Steuertafel (DDC); "12" Anlagenschnittstelle RB100; "13" Grundwasserwärmetauscher.

Neben den im vorliegenden Abschnitt beschriebenen sind weitere Anlagentypen möglich, für die auf die Schaltpläne der Anlagen am Ende des Handbuchs verwiesen wird.

Merkmale des Speisewassers der Anlage

Die Robur-Geräte benötigen aufgrund ihrer Bauweise für den Betrieb keine Kühltürme. Demnach erfordern die Einheiten kein Nachfüllen von Wasser. Ebenso wenig bestehen besondere oder einschränkende Vorschriften hinsichtlich der Wasserqualität der Anlage; es genügt, die gewöhnlich in traditionellen Heizungsanlagen verwendeten chemischen und physikalischen Parameterwerte für Wärmeträgerflüssigkeiten einzuhalten.

Es ist nur die Einhaltung der einschlägigen Bestimmung hinsichtlich der Wasserbehandlung von Heizanlagen erforderlich.

Die optimalen chemischen und physikalischen Parameter des Wassers sind aus der Tabelle 4.1 Chemische und physikalische Wasserparameter → 29 ersichtlich.

Tabelle 4.1 – Chemische und physikalische Wasserparameter

CHEMISCHE UND PHYSIKALISCHE WASSERPARAMETER WÄRMETECHNISCHER ANLAGEN		
PARAMETER	OPTIMALER WERT	MESSEINHEIT
pH	6,5 - 8,0	\
Chloride	< 125	mg/L
Chlor insgesamt	< 5	mg/L
Gesamthärte (CaCO ₃)	10 - 15	°F
Eisen	< 50	mg/L
Kupfer	< 3	mg/L
Aluminium	< 3	mg/L
Index Langelier	0	\
CHEMISCHE UND PHYSIKALISCHE WASSERPARAMETER WÄRMETECHNISCHER ANLAGEN		
Freies Chlor	NICHT VORHANDEN	
Fluoride	NICHT VORHANDEN	
Sulfide	NICHT VORHANDEN	

Für die Geräte erforderliche chemische und physikalische Wasserparameter der Anlagen.

4.2 INSTALLATIONSANWEISUNGEN

- Die Einheit GAHP-WS kann sowohl im Inneren wie auch außerhalb der Gebäude aufgestellt werden.
- Der Rauchgasabzug der Einheiten GAHP-WS darf sich nicht in unmittelbarer Nähe von Lufteinlässen eines Gebäudes befinden. Für den Rauchgasabzug müssen die geltenden Gesetzesvorschriften beachtet werden.
- Das Modell GAHP-WS ist für den Anschluss der Abgasleitung der Verbrennungsprodukte an einen Rauchkanal zur direkten Ableitung ins Freie des Typs C₁₃, C₃₃, C₄₃, C₅₃, C₆₃ und C₈₃ zugelassen. Das Gerät verfügt dazu auf der linken Seite über einen Anschluss mit Durchmesser Ø 80 mm (mit passender Abdichtung) (siehe Abbildung 1.1 Abmessungen → 9). Sofern die Installationsart bzw. die geltenden Gesetzesvorschriften die Kanalisierung der Verbrennungsprodukte vorsehen, müssen hinsichtlich der Maße des kanalisierten Abzugsrohrs für Verbrennungsprodukte die Angaben der Tabelle 4.2 Tabelle der Verbrennungsprodukte → 29 berücksichtigt werden.

Tabelle 4.2 – Tabelle der Verbrennungsprodukte

TABELLE DER VERBRENNUNGSPRODUKTE FÜR EINZELGERÄTE				
-	MESSEINHEIT	ERDGAS G20	FLÜSSIGGAS G30	FLÜSSIGGAS G31
RAUCHGAS-DURCHSATZ	kg/h	42	43	48
RAUCHGAS-TEMPERATUR	°C	65	65	65
KOHLENDIOXID CO ₂	%	9,1	10,4	9,1

Rauchgas Durchsatz und Temperatur.

- Der Schornstein und der eventuelle Rauchkanal können aus Polypropylen hergestellt werden; die verfügbare hohe Abgaspressung (80 Pa) erlaubt eine große Installationsflexibilität.

- Jede einzelne Einheit verfügt über einen Kondensatablauf, der vom Installateur an die Ablaufanlage anzuschließen ist. Soweit es die Bestimmungen zulassen, kann das Kondensat direkt in die Kanalisation abgeführt werden; anderenfalls muss das Kondensat vor der Einleitung in die Kanalisation neutralisiert werden. Je nach Art der Installation kann auch eine Kondensatpumpe erforderlich sein, die als Zubehör bei Robur bestellt werden kann.

Hydraulik- und Gasanlage

- Die Abmessungen der Rohrleitungen und der Pumpe müssen den zum Betrieb der Geräte GAHP-WS erforderlichen Nenn-Wasserdurchsatz garantieren (hinsichtlich der Berechnung des internen Druckverlusts der Einheit GAHP-WS siehe die Tabelle 1.1 TECHNISCHE DATEN → 6).
- Die Hydraulikanlage kann aus Edelstahl-, Schwarzeisen-, Kupferrohren oder aus für Heiz-/Kälteanlagen geeigneten Rohren aus vernetztem Polyethylen hergestellt werden. Alle Wasserrohre und Anschlüsse müssen zur Vermeidung von Wärmeverlust und Kondenswasserbildung entsprechend den geltenden Vorschriften isoliert werden.
- Falls starre Rohrleitungen verwendet werden, sollten zur Vermeidung von Vibrationsübertragungen der Wasserein- und der Wasserauslass der Einheit mit Schwingungsentkopplungen ausgestattet werden.
- Bei der Befüllung darauf achten, dass der Mindestwasserstand der Anlage gewährleistet ist; (bei Außenaufstellung) dem (von Verunreinigungen freien) Wasser der Anlage ggf. proportional zu der im Installationsbereich vorherrschenden winterlichen Tiefsttemperatur gehemmtes Monoethylenglykol hinzugeben (siehe Tabelle 4.3 % Monoethylenglykol → 30). Glykol kann in jedem Fall notwendig sein, wenn die Vorlauftemperatur des Kaltwassers der zulässigen Mindesttemperatur der Einheit (3°C) entspricht.
- Bei Verwendung von Glykol-Frostschutzmitteln KEINE verzinkten Rohre und Anschlüsse EINSETZEN, da diese der Korrosion durch Glykol ausgesetzt sind.

Nella Tabella 4.3 % Monoethylenglykol → 30 è riportata a titolo indicativo la temperatura di congelamento dell'acqua ed il conseguente incremento di perdita di carico dell'unità GAHP-WS e del circuito impianto in funzione della percentuale di glicole monoetilenico. Questa tabella è da tenere in considerazione per il dimensionamento delle tubazioni e del circolatore.

- Dennoch sollten die technischen Angaben zu dem verwendeten Monoethylenglykol beachtet werden.

Tabelle 4.3 – % Monoethylenglykol

% MONOETHYLENGLYKOL	10	15	20	25	30	35	40
GEFRIERTEMPERATUR WASSER	-3 °C	-5 °C	-8 °C	-12 °C	-15 °C	-20 °C	-25 °C
DRUCKVERLUSTANSTIEG IN PROZENT	--	6%	8%	10%	12%	14%	16%
WIRKUNGSGRADVERLUST DES GERÄTES	--	0,5%	1%	2%	2,5%	3%	4%

Technische Angaben zum Füllen des Wasserkreislaufs

- Der Druck des Gasversorgungsnetzes muss für Erdgas (G20) zwischen 17 und 25 mbar und für Flüssiggas (sowohl G30 wie auch G31) zwischen 25 und 35 mbar liegen.
- Die Gasversorgungsanlage muss für den für die Einheit GAHP-WS erforderlichen Durchsatz bemessen sein und über alle von den gültigen Bestimmungen vorgeschriebenen Sicherheits- und Kontrolleinrichtungen verfügen.

- Vor der Inbetriebnahme der Einheiten die Anlage von Schlacke und Bearbeitungsrückständen zur Vorbeugung gegen Filterverstopfungen und eventuelle Behinderungen des Wasserumlaufs reinigen.

4.3 GERÄTEAUFSTELLUNG

Anheben des Gerätes und Aufstellung

Die Einheit GAHP-WS kann je nach Abmessungen und Gewicht auf dem Boden, einer Terrasse oder dem Dach aufgestellt werden (siehe technische Daten in Tabelle 1.1 TECHNISCHE DATEN → 6).

Der Kran, das Hubzeug und alle zusätzlich verwendeten Vorrichtungen (Abspannseile, Seile, Balken) müssen für die anzuhebende Last bemessen sein.

Aufstellsockel

Das Gerät GAHP-WS immer auf einer ebenen Fläche aus feuerfestem Material aufstellen, die für das Maschinengewicht ausgelegt ist.

Aufstellung auf dem Boden

Sollte keine ebene Aufstellfläche zur Verfügung stehen (siehe auch Lagerung und Nivellierung), muss ein nivellierter ebener Betonsockel angefertigt werden, der auf allen Seiten größer als die Abmessungen des Gerätes GAHP-WS ist: mindestens 100-150 mm pro Seite.

Für die Abmessungen der Einheit GAHP-WS siehe Tabelle 1.1 TECHNISCHE DATEN → 6.

Installation auf Terrassen oder Dächern

Das Gerät GAHP-WS immer auf einer ebenen Fläche aus feuerfestem Material aufstellen (siehe auch "Lagerung und Nivellierung" weiter unten im vorliegenden Abschnitt).

Die Tragfähigkeit der Gebäudestruktur muss für das Gesamtgewicht des Gerätes GAHP-WS und des Sockelunterbaus ausgelegt sein.

Das Gewicht der Einheit GAHP-WS kann der Tabelle 1.1 TECHNISCHE DATEN → 6 entnommen werden.

Auch wenn das Gerät GAHP-WS nur sehr geringe und vernachlässigbare Schwingungen verursacht, sollten Schwingungsentkopplungen verwendet werden (als Zubehör erhältlich). Dies gilt besonders bei Installationen auf Terrassen und Dächern, bei denen Resonanzerscheinungen auftreten können.

Es ist außerdem angebracht, elastische Kupplungen (Schwingungsdämpfer) zwischen der Einheit GAHP-WS und den Wasser- und Gasrohren zu installieren.

Halter und Nivellierung

Die Einheit GAHP-WS muss genau ausgerichtet werden; dazu eine Wasserwaage auf der Oberseite des Gerätes anlegen.

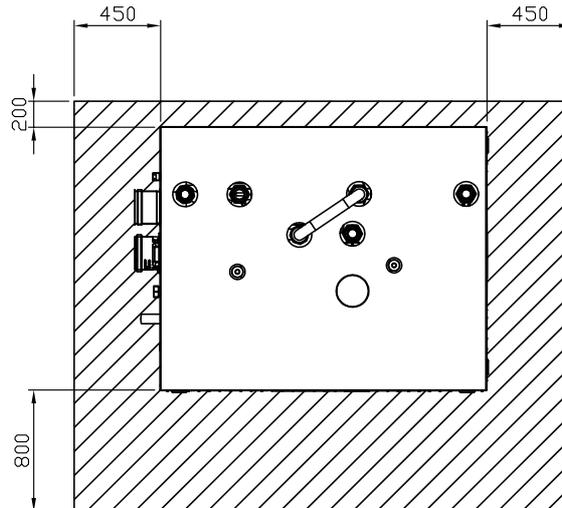
Gegebenenfalls kann das Gerät GAHP-WS durch Zwischenlegen von Metall-Unterlegscheiben unter die Auflagen nivelliert werden. Keine Holzstücke verwenden, da diese rasch verwittern.

Mindestabstände

Das Gerät GAHP-WS so aufstellen, dass stets die Mindestabstände zu brennbaren Oberflächen, Mauern oder anderen Geräten eingehalten werden. Siehe Abbildung 4.2 Mindestabstände → 32.

Die Mindestabstände sind auch für die Ausführung der normalen Wartungsarbeiten erforderlich.

Abbildung 4.2 – Mindestabstände



Bestimmungen hinsichtlich technischer Räume

Beim Bau der Technikraumes für die Aufstellung der Einheiten GAHP-WS und von zentralen (elektrischen und hydronischen) Heizanlagen sind die lokalen Vorschriften und die Bestimmungen der Norm EN 378-3 strikt einzuhalten.

4.4 KOMPONENTEN DER HYDRAULIKANLAGE

Die nachstehend beschriebenen Bauteile, die in der Nähe von der Geräte GAHP-WS zu installieren sind, werden in den Muster-Hydraulikplänen im Abschnitt "7 ANLAGESCHALTPLÄNE → 43" aufgeführt:

- SCHWINGUNGSENTKOPPLUNGEN an den Wasser- und Gasanschlüssen des Geräts
- MANOMETER an den Vor- und Rücklaufwasserrohren
- DURCHFLUSSREGLER (Absperr- oder Ausgleichschieber) in der Wasserzufuhrleitung
- WASSERFILTER im Wasserrohr am Eingang zum Gerät mit Maschen von MIN. 0,7 mm und MAX. 1 mm
- KUGELABSPERRVENTIL der Wasser- und Gas-Rohrleitungen der Anlage
- SICHERHEITSVENTIL 3 bar im Wasserrohr am Ausgang vom Gerät
- AUSDEHNUNGSGEFÄSS im Wasserrohr am Ausgang
- WASSERUMWÄLZPUMPE der Anlage in der Wasserleitung am Eintritt, die entsprechend den Merkmalen der Anlage auszuwählen ist
- Systeme zur ENTLÜFTUNG der Rohrleitungen
- ABLASSHAHN der Wasserleitungen
- ANLAGEFÜLLSYSTEM: Bei Verwendung von automatischen Füllsystemen sollte einmal pro Saison der in der Anlage enthaltene Monoethylenglykolgehalt geprüft werden
- KONDENSATAUFFANG- UND ABLAUFSYSTEM, das an den Kondensatablauf der Einheit angeschlossen wird, komplett mit eventueller Entsäuerungseinrichtung entsprechend den bestehenden gesetzlichen Auflagen und Kondensatpumpe

Falls mehrere Einheiten GAHP-WS an denselben Wasserkreislauf angeschlossen werden, sind zusätzlich folgende Bauteile vorzusehen:

- WASSERUMWÄLZPUMPE der einzelnen Einheiten in der Wasserleitung am Eintritt, die das Wasser zur Einheit GAHP-WS pumpen und die entsprechend den Merkmalen der Anlage auszuwählen ist
- HYDRAULISCHE WEICHE komplett mit Entlüftungsventil und Ablasshahn

- WASSERUMWÄLZPUMPE DER ANLAGE in der Vorlaufleitung, die das Wasser zur Anlage pumpt

5 PLANUNG DER ELEKTRISCHEN ANLAGE

Bei der Ausführung der elektrischen Versorgungsanlage sind folgende Anweisungen einzuhalten:

- Die Anschlussspannung muss 230 V 1N - 50 Hz betragen.
- Die für den elektrischen Anschluss erforderlichen Komponenten (Lasttrennschalter, Relais, Sicherungen usw.) sind in einer externen Schalttafel anzuordnen, die vom Installateur in der Nähe der Einheit GAHP-WS zu installieren ist.

Die elektrischen Schaltpläne finden sich im Abschnitt "7 ANLAGESCHALTPLÄNE → 43".

5.1 ELEKTRISCHER ANSCHLUSS

Für den elektrischen Anschluss einer oder mehrerer Geräte GAHP-WS sind erforderlich:

- Ein Anschlusskabel des Typs FG7(O)R 3Gx1,5.
- Ein zweipoliger externer Lasttrennschalter mit 2 Sicherungen 5 A des Typs T und Mindestkontaktöffnung von 3 mm oder ein 10-A-Schutzschalter.

5.2 ANSCHLUSS AN DAS STEUERSYSTEM DES GERÄTEBETRIEBS

Zur Steuerung und Regelung des Gerätes GAHP-WS ist eine digitale Steuertafel (DDC) als Zubehör lieferbar.

Für einen abzudeckenden Gesamtabstand von ≤ 200 m mit maximal 5 angeschlossenen Einheiten kann ein einfaches abgeschirmtes Kabel 3x0,75 mm² verwendet werden; in allen anderen Fällen ist ein CAN-BUS-Kabel nach Standard Honeywell SDS erforderlich, wie im Folgenden gezeigt wird:

- Robur Netbus (Robur, für Höchstlängen bis 450 m).
- Belden 3086A (Honeywell SDS 1620, für Höchstlängen bis 450 m).
- Turck Typ 530 (Honeywell SDS 1620, für Höchstlängen bis 450 m).
- Turck Typ 5711 (DeviceNet Mid Cable, für Höchstlängen bis 450 m).
- Turck Typ 531 (Honeywell SDS 2022, für Höchstlängen bis 200 m).

6 REGEL- UND STEUERSYSTEM

6.1 DIGITALE STEUERTAFEL (DDC)

Die Hauptkomponente des Steuer- und Regelsystems der Anlagen GAHP ist die Digitale Steuertafel.

Die digitale Steuertafel mit der Bezeichnung DDC (Direct Digital Controller) ist eine Vorrichtung, die auf einem grafischen hinterleuchteten LCD-Display (128x64 Pixel) alle Zustandsbedingungen, Betriebsdaten und Fehler jeder angeschlossenen Einheit anzeigt. Das DDC regelt die Wassertemperatur durch Ein- und Ausschaltender angeschlossenen Einheiten.

Jede digitale Steuertafel kann bis zu sechzehn Module GAHP-WS überwachen; bei einer höheren Gerätezahl ist eine zusätzliche Steuertafel DDC notwendig, die gemeinsam mit der ersten Tafel den Gesamtkomplex der Geräte verwaltet.

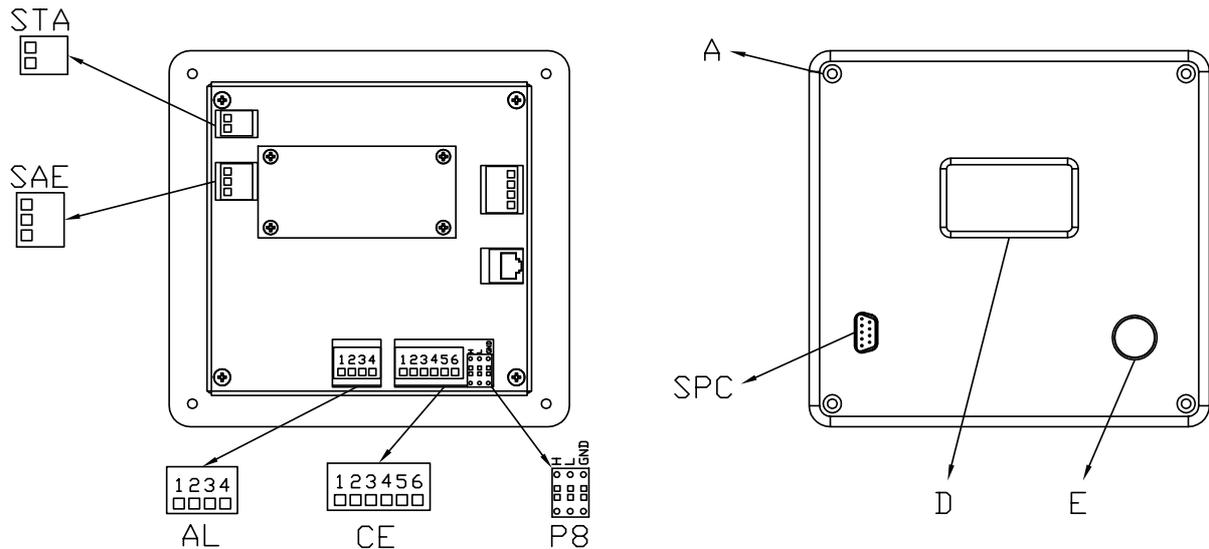
Für die vormontierten Geräte gehört die digitale Steuertafel zum serienmäßigen Lieferumfang. Für die nicht von Robur vormontierte Einheit GAHP-WS ist die Steuertafel DDC als Zubehör lieferbar.

Die Digitale Steuertafel wird im Inneren (Raumlufttemperatur im Bereich zwischen 0°C und 50°C) auf einer Schalttafel installiert, auf der eine rechteckige Öffnung mit den Maßen 155 x 151 mm anzubringen ist.

Auf der Vorderseite des DDC sind ein grafisches Display angeordnet, auf dem alle für die Maschinensteuerung erforderlichen Parameter angezeigt werden (Teil D, Abbildung 6.1 Digitale Steuertafel (DDC) → 38); ein Drehknopf (Encoder), mit dem alle verfügbaren Optionen ausgewählt, die Parameter eingestellt werden können usw. (Teil E, Abbildung 6.1 Digitale Steuertafel (DDC) → 38); eine serielle Schnittstelle RS 232 für den Anschluss des DDC an einen PC (Teil SPC, Abbildung 6.1 Digitale Steuertafel (DDC) → 38), der für Eingriffe des Kundendienstes verwendet wird.

Auf der Rückseite des DDC befinden sich alle elektrischen Anschlüsse und die CAN-BUS-Buchse, die für den Betrieb notwendig sind. Außerdem sind dort verschiedene Kontakte angeordnet, die bei Bedarf für Einund Ausschaltoptionen des DDC durch Freigaben über externe Regelsysteme, für eventuelle Fernleuchtanzeigen oder akustische Fernfehlermeldungen oder für den Anschluss eines Raumfühlers (Optional) genutzt werden können.

Abbildung 6.1 – Digitale Steuertafel (DDC)



ZEICHENERKLÄRUNG

- STA 2-polige Klemmen für den eventuellen Anschluss eines Raumluftfühlers
- SAE 3-polige Klemmen für einen eventuellen Anschluss externer Fehlermeldesysteme
- AL 4-polige Klemmen für 24 vac Versorgung
- CE 6-polige Steckverbindung für eventuelle externe Freigaben
- P8 Anschluss CAN- BUS-Kabel (Orange)
- SPC 9-polige Klemmen serielle Schnittstelle 232
- A Befestigungsschrauben DDC
- E Wahldrehknopf
- D Display

Front-/Rückansicht mit Angabe der elektrischen Anschlüsse.

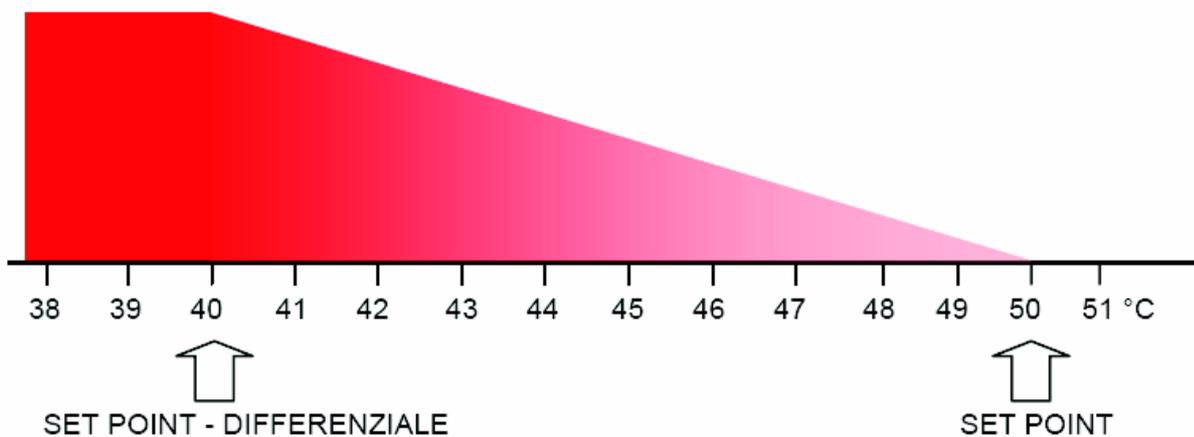
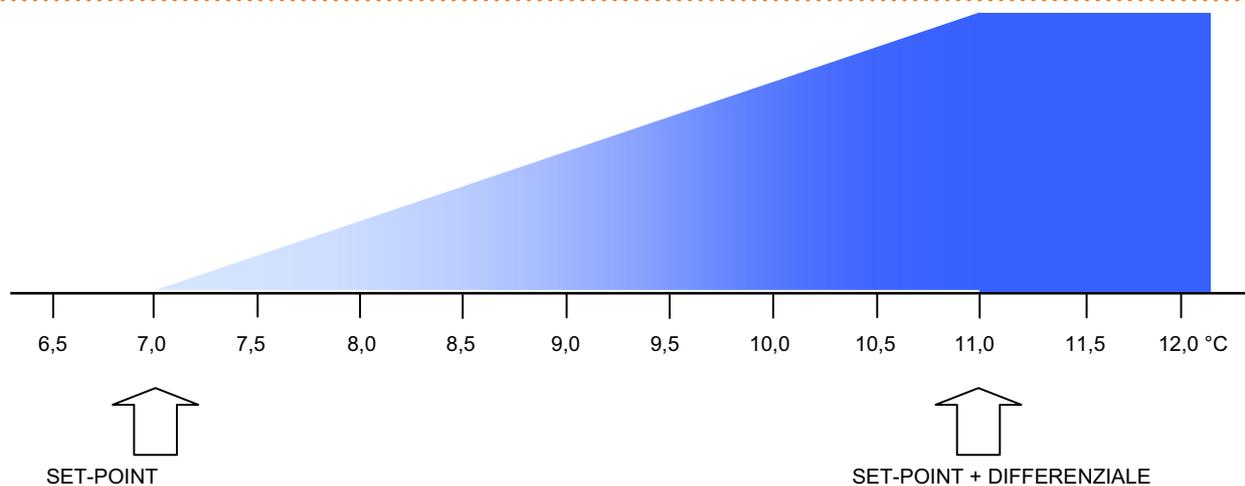
6.2 STEUERUNG UND REGELUNG DER ANLAGE

Für die Steuerung und Regelung des Systems GAHP-A ist es angebracht, eine oder mehrere digitale Steuertafeln (DDC) einzusetzen, mit denen neben der Steuerung und Regelung eine vollständige Systemdiagnose möglich ist.

Insbesondere ist es möglich, die Temperaturdifferenz und den gewünschten Sollwert des Winterbetriebs für die Temperatur der Wärmeträgerflüssigkeit einzustellen und im Voraus festzulegen, ob die Vor- oder die Rücklauftemperatur geregelt werden sollen. Die vorgenannte Einstellung kann für vier Zeitbereiche vorgenommen werden, ggf. auch mit unterschiedlichen Sollwerten.

Das von Robur angebotene Anlagenkonzept, das auch mehrere Einheiten einschließt, hat den großen Vorteil, dass die einzelnen Module der Anlage von einander vollständig unabhängig sind und somit nur die von der Ist-Lastbedingung geforderte Wärmeleistung abgeben und häufige Betriebsschwankungen mit den daraus folgenden Kraftstoffverschwendungen vermeiden.

Das DDC steuert mit Kaskadenregelung die Einschaltung der Einheiten mit maximal fünf Teillaststufen.

Abbildung 6.2 – Beispiel des Teillastbetriebs der Einheiten**Abbildung 6.3** – Beispiel des Teillastbetriebs der Einheiten im Sommer

Das Regelsystem schaltet beim ersten Anfahren des Tages alle Module ein, die nacheinander ausgehend von dem um die auf dem DDC eingestellte Temperaturdifferenz verringerten Temperatursollwert abgeschaltet werden.

Das System erfordert keinen Einsatz von Sonden in den Vor- und Rücklaufleitungen der Anlage, da die Einheiten GAHP-WS mit besonderen Sensoren ausgerüstet sind, die die Temperaturen der Wärmeträgerflüssigkeit direkt auf den Geräten messen.

6.3 REGELUNG DER FUNKTION GLEITTEMPERATUR

Es ist möglich, die Vor- oder Rücklauftemperatur der Anlage ??? stufenlos in Funktion eines externen Parameters zu regeln, der von einem zweiten elektronischen System gesteuert wird. Insbesondere kann es vorteilhaft sein, die Vorlauftemperatur der Wärmeträgerflüssigkeit zu den Verbrauchern in Abhängigkeit von der Temperatur der Außenluft oder eines anderen wichtigen Anlageparameters zu variieren.

Diese Möglichkeit besteht bei Verwendung der optionalen Schnittstelle "Robur Box RB100", die über ein CAN-BUS-Kabel mit der digitalen Steuertafel verbunden wird. Die Schnittstelle RB100 kann von einem elektronischen Regler ein digitales Signal 0 ÷ 10 V empfangen und stufenlos die gewünschte Vor- oder Rücklauftemperatur modulieren.

Die Schnittstelle RB100 hat die Aufgabe, die von einem oder mehreren externen Steuerungssystemen kommenden Anforderungen über die digitale Steuertafel (DDC) abzuwickeln.

Die Schnittstelle hat folgende Funktionen: Steuerung der Robur-Einheiten mit einem stufenlos veränderlichen Sollwert der Wassertemperatur (Gleittemperatur) und Regelung der Funktion Brauchwarmwasser, die auch die Steuerung des Dreiwege-Umleitventils einschließt (siehe auch 6.4 STEUERUNG UND REGELUNG DER BRAUCHWARMWASSERPRODUKTION → 40).

Abmessungen der Schnittstelle RB100: Breite 158 mm, Tiefe 74,6 mm und Höhe 106,5 mm. Das Gewicht der Box beträgt 0,320 kg, die auf der elektrischen Schalttafel mit Schienen DIN 35 mm (EN 60715) montiert wird.

6.4 STEUERUNG UND REGELUNG DER BRAUCHWARMWASSERPRODUKTION

Die Brauchwarmwassererzeugung nur mit GAHP-WS-Geräten ist möglich, wenn die Anlage mit Speicherboilern mit mittlerer bis niedriger Temperatur ($45^{\circ}\text{C} \div 48^{\circ}\text{C}$) ausgestattet ist oder wenn die Produktion auf direkte Weise über entsprechend dimensionierte Wärmetauscher erfolgt (Vorlauftemperatur des Sekundärkreislaufs um $45^{\circ}\text{C} \div 48^{\circ}\text{C}$).

Falls die Anlage über eine oder mehrere Wärmepumpen und zusätzlich über einen oder mehrere Robur- Brennwert-Heizkessel AY verfügt, kann die Brauchwarmwasserlieferung mit jedem Temperaturniveau der BWB-Boilerspeicher (Speichertemperatur über 50°C) durch Verwendung der vorhandenen Heizkessel AY erfolgen.

Um zusätzlich Brauchwarmwasser mit Absorptionswärmepumpen produzieren zu können, muss das Regelsystem der Anlage mit einer digitalen Steuertafel und einer Schnittstelle "RB100" ausgerüstet sein.

Werden die Wärmepumpen GAHP-WS für die Erzeugung von Brauchwarmwasser zu den vorgenannten Bedingungen eingesetzt (Speichertemperatur in Nähe der Verbrauchstemperatur des Wassers, max. 48°C), ist die Schnittstelle RB100 erforderlich, um die Vorlauftemperatur der Einheit zu erhöhen, falls diese nicht bereits auf die maximale Betriebstemperatur eingestellt ist.

Falls zusätzlich auch die Verwendung von Robur-Brennwert-Heizkesseln AY vorgesehen ist, ermöglicht die über ein CAN-BUS-Kabel an die digitale Steuertafel angeschlossene Schnittstelle RB100, durch die Regelung von (nicht mitgelieferten) Umleitventilen den Volumenstrom der Wärmeträgerflüssigkeit zu einem Wärmetauscher für die Direktproduktion oder die Speicherung von Brauchwarmwasser (BWW) umzuleiten.

Nach der Umleitung vom Heizkreislauf zum Kreislauf der Warmwassererzeugung BWW ändert die Schnittstelle RB100 nur den Sollwert der Robur-Brennwert-Heizkessel AY, die an dem Vorgang beteiligt sind. Die Regelung des Sollwertes BWW der Heizkessel AY kann über ein von einem Thermostat kommendes Analogsignal EIN-AUS oder über ein digitales Signal $0 \div 10\text{ V}$ von einem elektronischen Regler erfolgen.

Die Schnittstelle RB100 bietet die Möglichkeit, für die Erzeugung von Brauchwarmwasser auf die Zuschaltung weiterer Heizkessel verzichten zu können und die bereits vorhandenen Robur-Brennwert-Heizkessel AY voll zu nutzen, die sonst für den größten Teil der Betriebsstunden im Winter abgeschaltet wären.

Die Brauchwarmwasserproduktion hat eindeutig den Vorrang: falls die Anlage unter den maximalen Betriebsbedingungen nach Projektvorgabe arbeitet, werden die für die doppelte Heiz- und Warmwasserfunktion vorgesehenen Heizkessel von der Heizanlage getrennt und nur für die Brauchwarmwasserproduktion eingesetzt, solange dies vom Bedarf gefordert wird.

Für bestehende Anlagen, die mit diesem Regelsystem ausgerüstet werden sollen, ist es angebracht, die Kompatibilität der Firmware der einzelnen Anlagekomponenten mit dem technischen Beratungsdienst Robur zu besprechen.

6.5 FERNSTEUERSYSTEM WISE (WEB INVISIBLE SERVICE EMPLOYEE)

WISE erlaubt die Fernbedienung der Hauptfunktionen der Digitalen Steuertafel (DDC) und somit die Fernsteuerung und/oder Fernbetreuung der Anlagen und Geräte Robur über ein gewöhnliches Mobiltelefon mit Browser oder mit einem PC über eine Punkt-zu-Punkt Verbindung mit PSTN-Modem oder GSM. Die Systemsteuerung erfolgt über einen WEB-Browser, während die Fehlermeldungen mit SMS übermittelt werden.

Das Zubehör WISE besteht aus: 1 Vorrichtung WISE; 1 Antenne; 1 seriellern Kabel Null-Modem RS232 zur Konfiguration der Vorrichtung; 1 Verbindungskabel WISE - DDC mit Telefonstecker, der auf der Rückseite des DDC eingesteckt wird; 1 CD-ROM.

Für bestehende Anlagen, die mit diesem Regelsystem aufgerüstet werden sollen, ist es angebracht, die Kompatibilität der Firmware der einzelnen Anlagekomponenten mit dem technischen Beratungsdienst Robur zu besprechen.

6.6 MOD BUS

Die Digitale Steuertafel (DDC) unterstützt die Zusammenschaltung mit externen Geräten (BMS, PLC, SCADA usw.) mit dem Protokoll Modbus RTU.

Das Protokoll Modbus erlaubt den Erwerb der Betriebsdaten der Einheiten und Anlagen, die vom DDC gesteuert werden (Temperaturen, Zustände, Zähler usw.).

Außerdem können die Daten der auftretenden Störungen, sowohl der aktuell anstehenden Fehler wie auch des Fehlerarchivs, erfasst werden.

Weiterhin können die verschiedenen Betriebsparameter der Anlage eingestellt werden, wie zum Beispiel: Ein/Aus der Einheiten, Umschaltung Heizen/Kühlen, Sollwert, Differenztemperatur, Teillasten und Zeitbereiche des Betriebs.

Die Digitale Steuertafel (DDC) führt das Protokoll Modbus RTU als untergeordnetes Slave-Gerät in den folgenden Modi aus: 19.200 8N1; 19200 8E1; 19200 8N2; 9600 8N1; 9600 8E1; 9600 8N2.

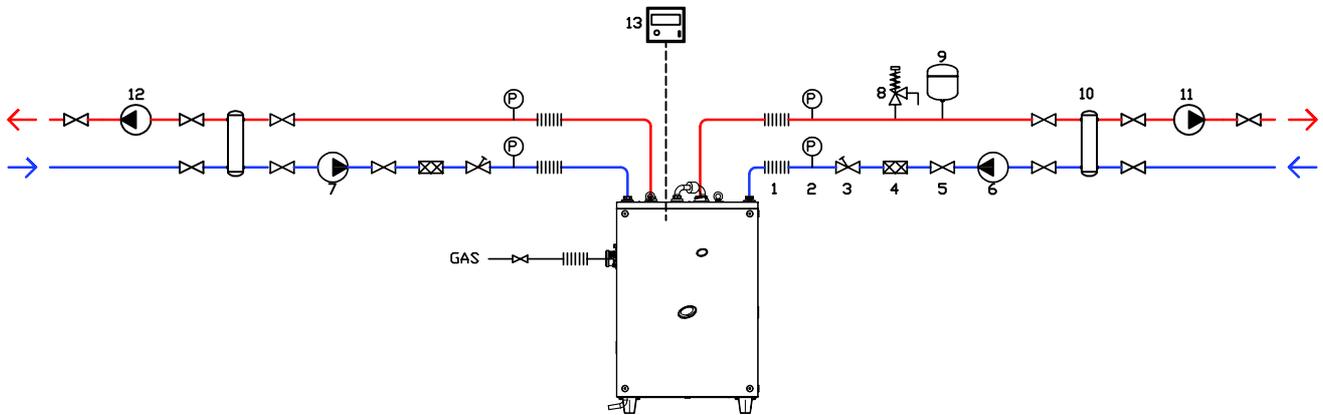
Die vorgegebene Modbus-Anschrift ist 1 und kann über das DDC-Display konfiguriert werden, das die folgenden Codes der Modbus-Funktionen unterstützt: (01) Read Coil Status; (02) Read Discrete Input; (03) Read Holding Register; (04) Read Input Register; (05) Write Single Coil; (06) Write Single Register; (15) Write Multiple Coil; (16) Write Multiple Register; (23) Read/Write Multiple Register.

Die digitale Steuertafel ist außerdem für den Empfang von Funkmeldungen vorgerüstet.

7 ANLAGESCHALTPLÄNE

7.1 TECHNOLOGISCHE ANLAGE MIT EINER EINHEIT GAHP-WS

Abbildung 7.1 – Hydraulikschaltplan

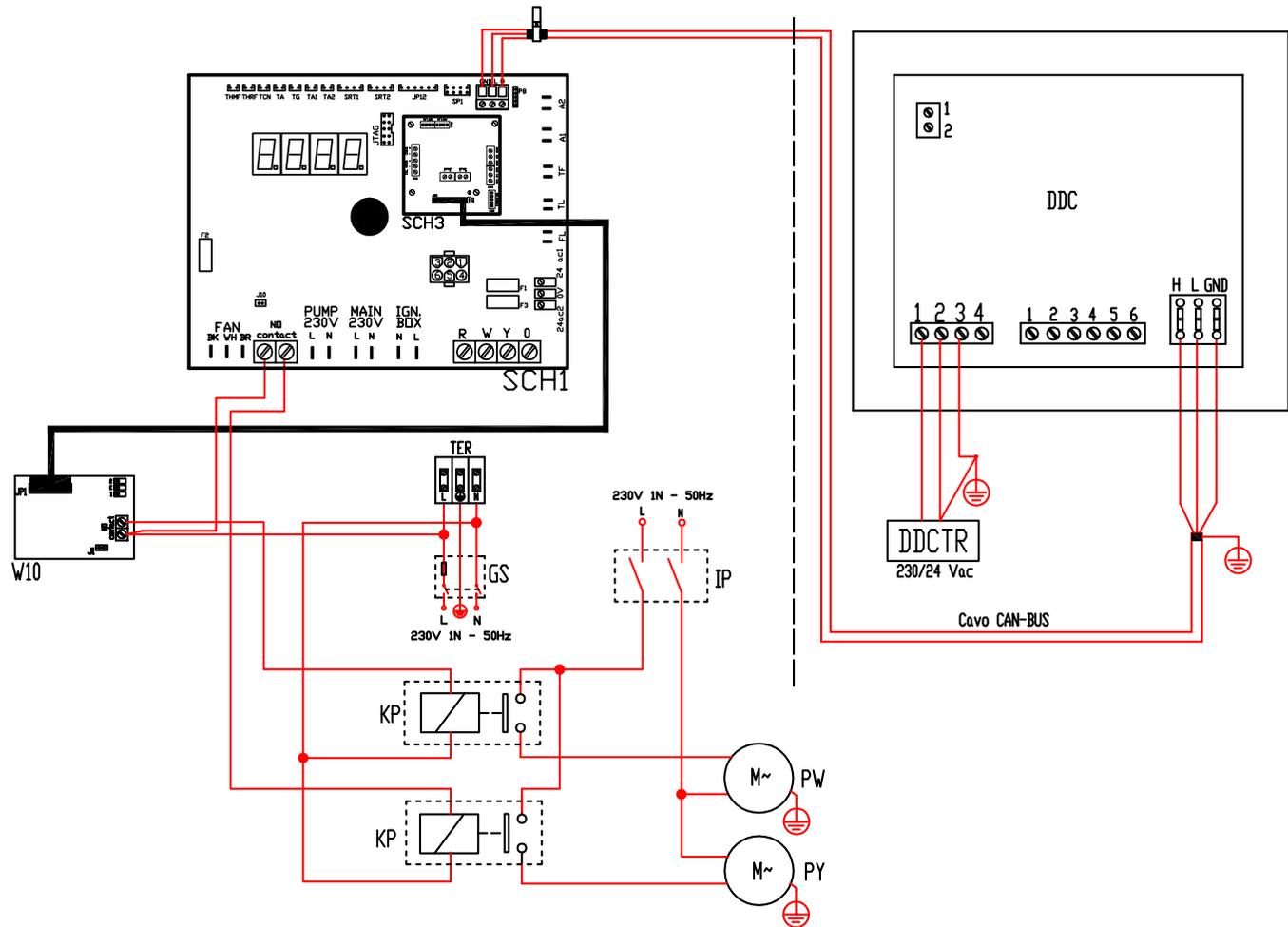


ZEICHENERKLÄRUNG

- 1 Schwingungsentkopplung
- 2 Manometer
- 3 Durchflussregler
- 4 Wasserfilter
- 5 Absperrventil
- 6 Warmwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 7 Kaltwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 8 Sicherheitsventil 3 bar
- 9 Ausdehnungsgefäß
- 10 Hydraulische Weiche
- 11 Warmwasserpumpe (Sekundärkreislauf)
- 12 Kaltwasserpumpe (Sekundärkreislauf)
- 13 Digitale Steuertafel

Beispiel des Wasseranschlusses eines einzelnen Gerätes.

Abbildung 7.2 – Elektrische Anlage



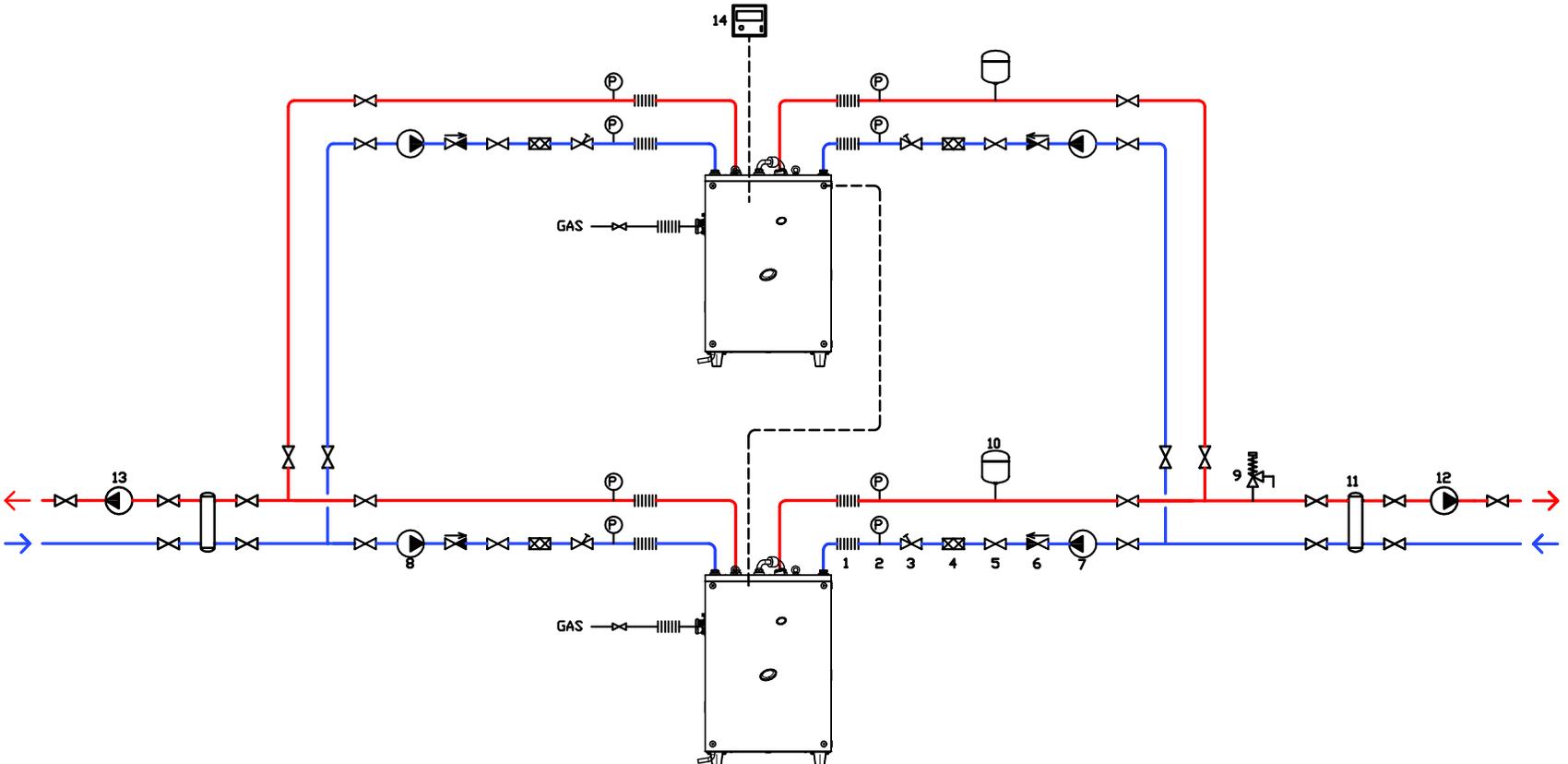
Beispiel des elektrischen Anschlusses eines einzelnen Gerätes:

ZEICHENERKLÄRUNG

- DDCTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 VAC, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- IP Zweipoliger Lasttrennschalter Pumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- GS Zweipoliger externer Lasttrennschalter mit Sicherung (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PY Kaltwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PW Warmwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- KP Schließrelais der Wasserpumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- TER 9-polige Klemmenleiste auf der Einheit
- DDC Digitale Steuertafel (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- SCH1 Schaltplatine an Bord der Einheit
- W10 Hilfsplatine auf der Einheit
- L Anschlussklemme (Einphasenleitung)
- N Nullleiterklemme

7.2 TECHNOLOGISCHE ANLAGE MIT MEHREREN GAHP-W/S (UNABHÄNGIGE UMWÄLZPUMPEN)

Abbildung 7.3 – Hydraulischplan

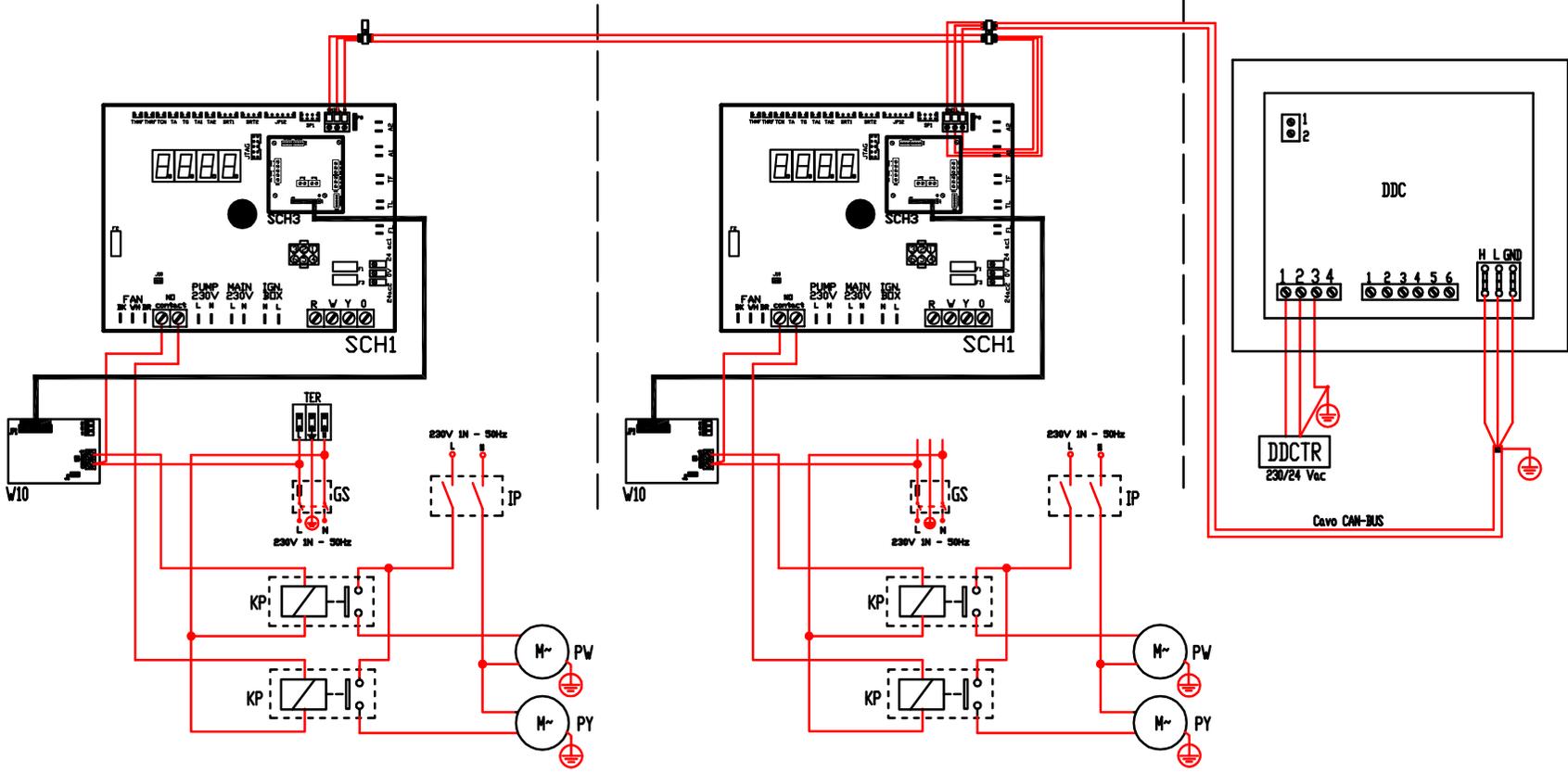


ZEICHENERKLÄRUNG

- 1 Schwingungskopplung
- 2 Manometer
- 3 Durchflussregler
- 4 Wasserfilter
- 5 Absperrventil
- 6 Rückschlagventil
- 7 Warmwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 8 Kaltwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 9 Sicherheitsventil 3 bar
- 10 Ausdehnungsgefäß Einzelgerät
- 11 Hydraulische Weiche
- 12 Warmwasserpumpe (Sekundärkreis)
- 13 Kaltwasserpumpe (Sekundärkreis)
- 14 Digitale Steuertafel

Beispiel des Wasseranschlusses mehrerer Einheiten mit unabhängigen Umwälzpumpen.

Beispiel des elektrischen Anschlusses mehrerer Einheiten GAHP-GS mit unabhängigen Umwälzpumpen.



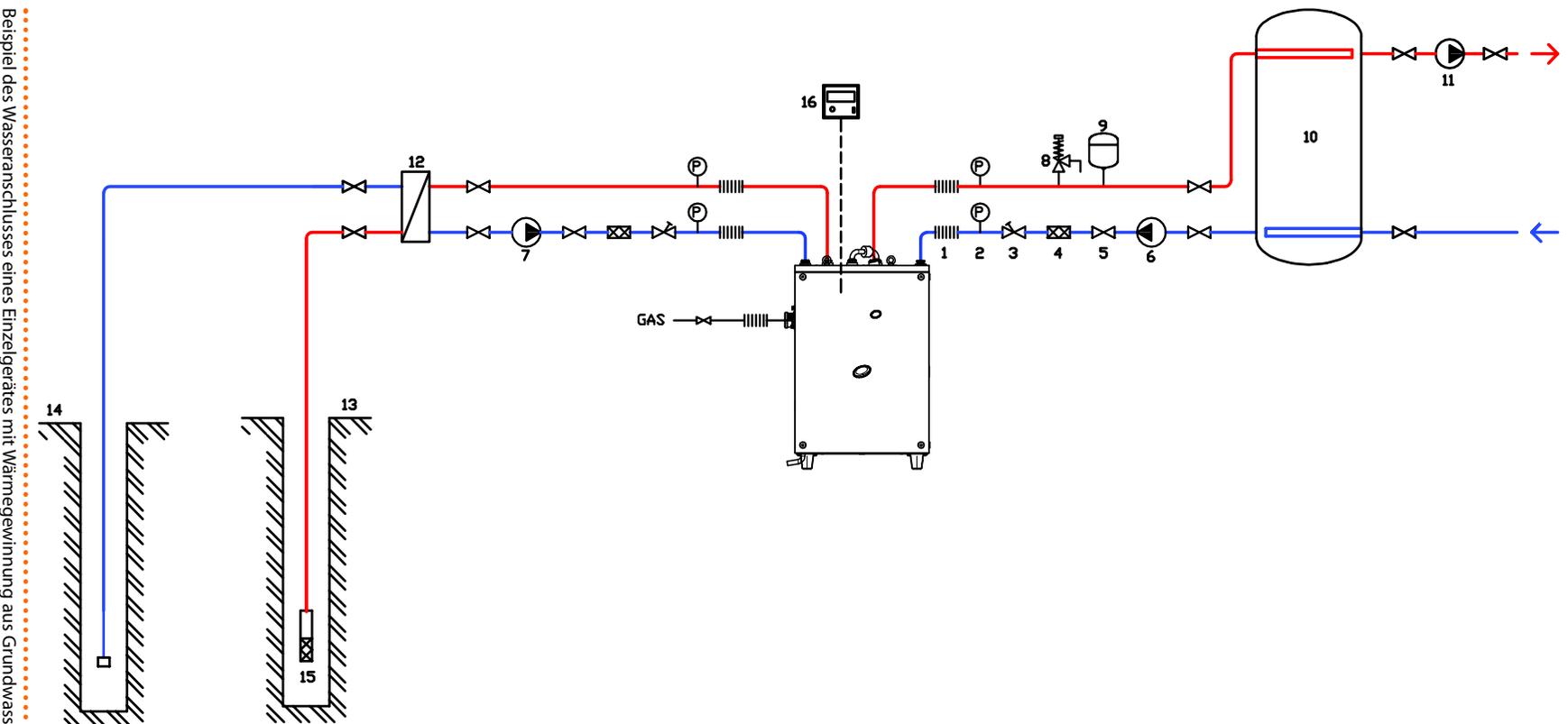
ZEICHENERKLÄRUNG

- DDCTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 VAC, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- IP Zweipoliger Lasttrennschalter Pumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- GS Zweipoliger externer Lasttrennschalter mit Sicherung (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PY Kaltwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PW Warmwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- KP Schließrelais der Wasserpumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- TER 9-polige Klemmenleiste auf der Einheit
- DDC Digitale Steuertafel (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- SCH1 Schaltplatine an Bord der Einheit
- W10 Hilfsplatine auf der Einheit
- L Anschlussklemme (Einphasenleitung)
- N Nullleiterklemme

Abbildung 7.4 – Elektrische Anlage

7.3 HEIZANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER EINZELGERÄT GAHP-WS

Abbildung 7.5 – Hydraulischplan



Beispiel des Wasseranschlusses eines Einzelgerätes mit Wärmegewinnung aus Grundwasser.

ZEICHENERKLÄRUNG

- 1 Schwingungsentkopplung
- 2 Manometer
- 3 Durchflussregler
- 4 Wasserfilter
- 5 Absperrventil
- 6 Warmwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 7 Kaltwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 8 Sicherheitsventil 3 bar
- 9 Ausdehnungsgefäß Einzelgerät
- 10 Trägheitsspeicher 4 Anschlüsse mit Vermischungsschutz
- 11 Warmwasserpumpe (Sekundärkreis)
- 12 Plattenwärmetauscher
- 13 Grundwasserförderbrunnen
- 14 Grundwasserschluckbrunnen
- 15 Grundwasserpumpe mit Filter
- 16 Digitale Steuertafel

Beispiel des elektrischen Anschlusses eines einzelnen Gerätes:

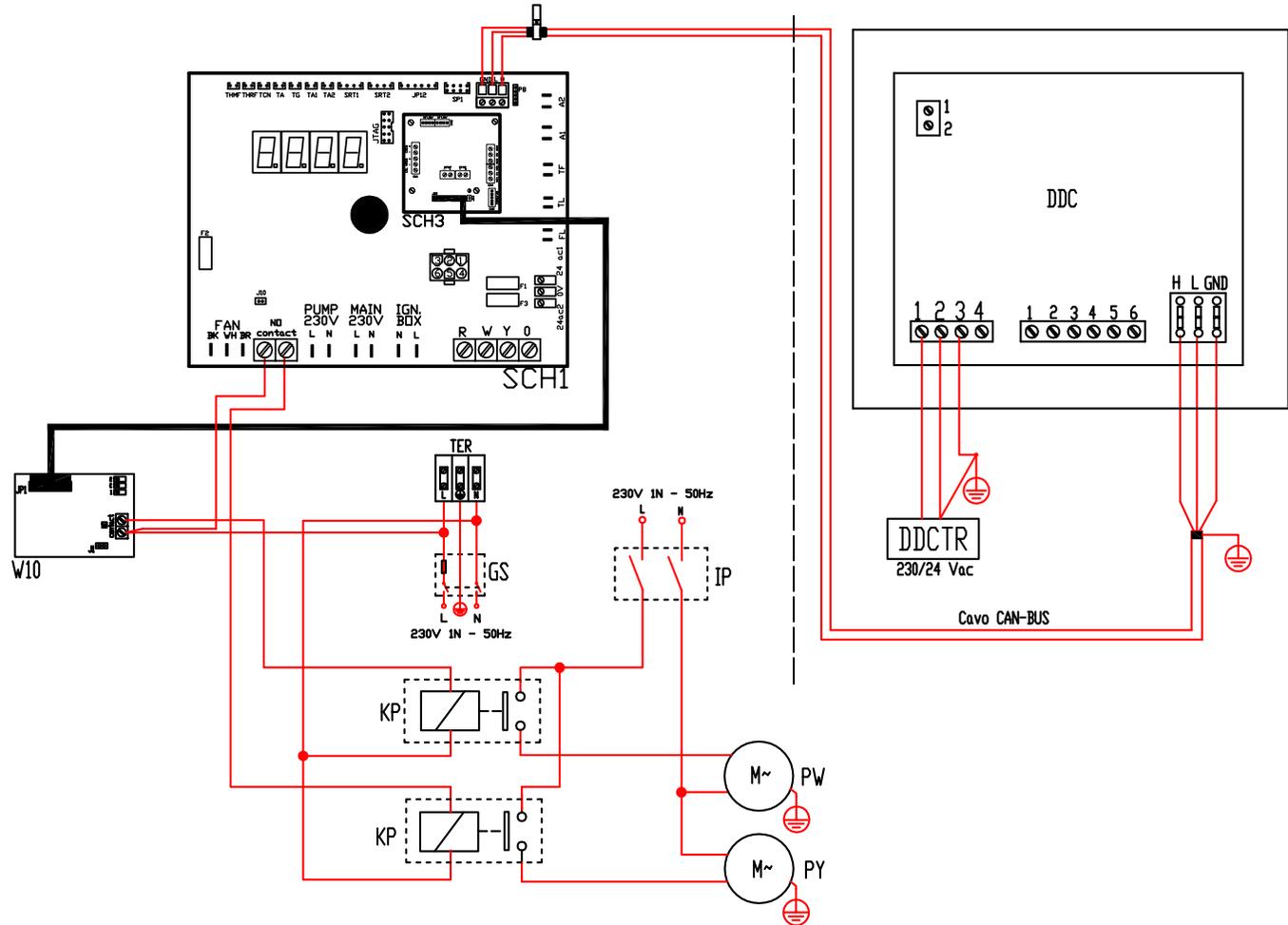


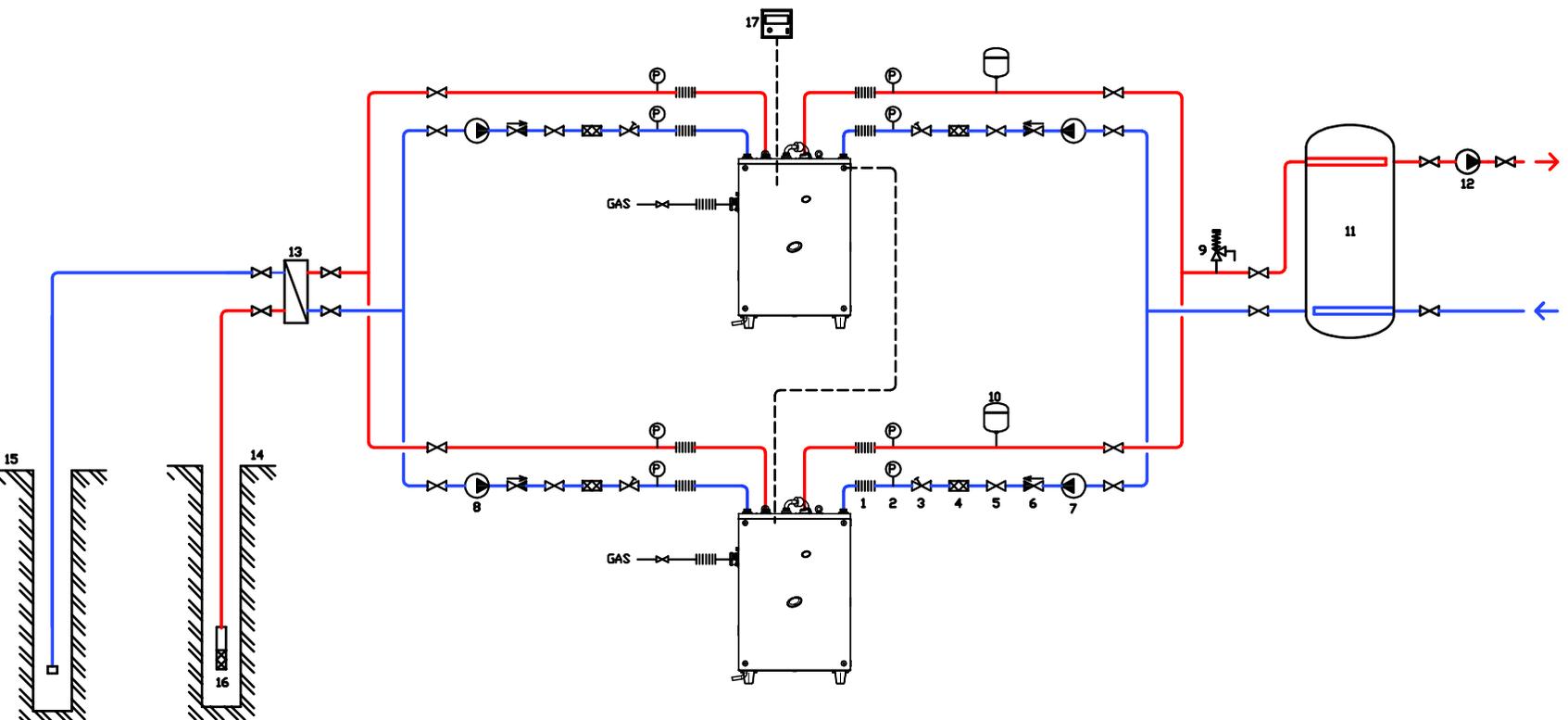
Abbildung 7.6 – Elektrische Anlage

ZEICHENERKLÄRUNG

- DDCTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 VAC, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- IP Zweipoliger Lasttrennschalter Pumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- GS Zweipoliger externer Lasttrennschalter mit Sicherung (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PY Kaltwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PW Warmwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- KP Schließrelais der Wasserpumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- TER 9-polige Klemmenleiste auf der Einheit
- DDC Digitale Steuertafel (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- SCH1 Schaltplatine an Bord der Einheit
- W10 Hilfsplatine auf der Einheit
- L Anschlussklemme (Einphasenleitung)
- N Nullleiterklemme

7.4 HEIZANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-W/S (UNABHÄNGIGE UMWÄLPUMPEN)

Abbildung 7-7 – Hydraulischschaltplan

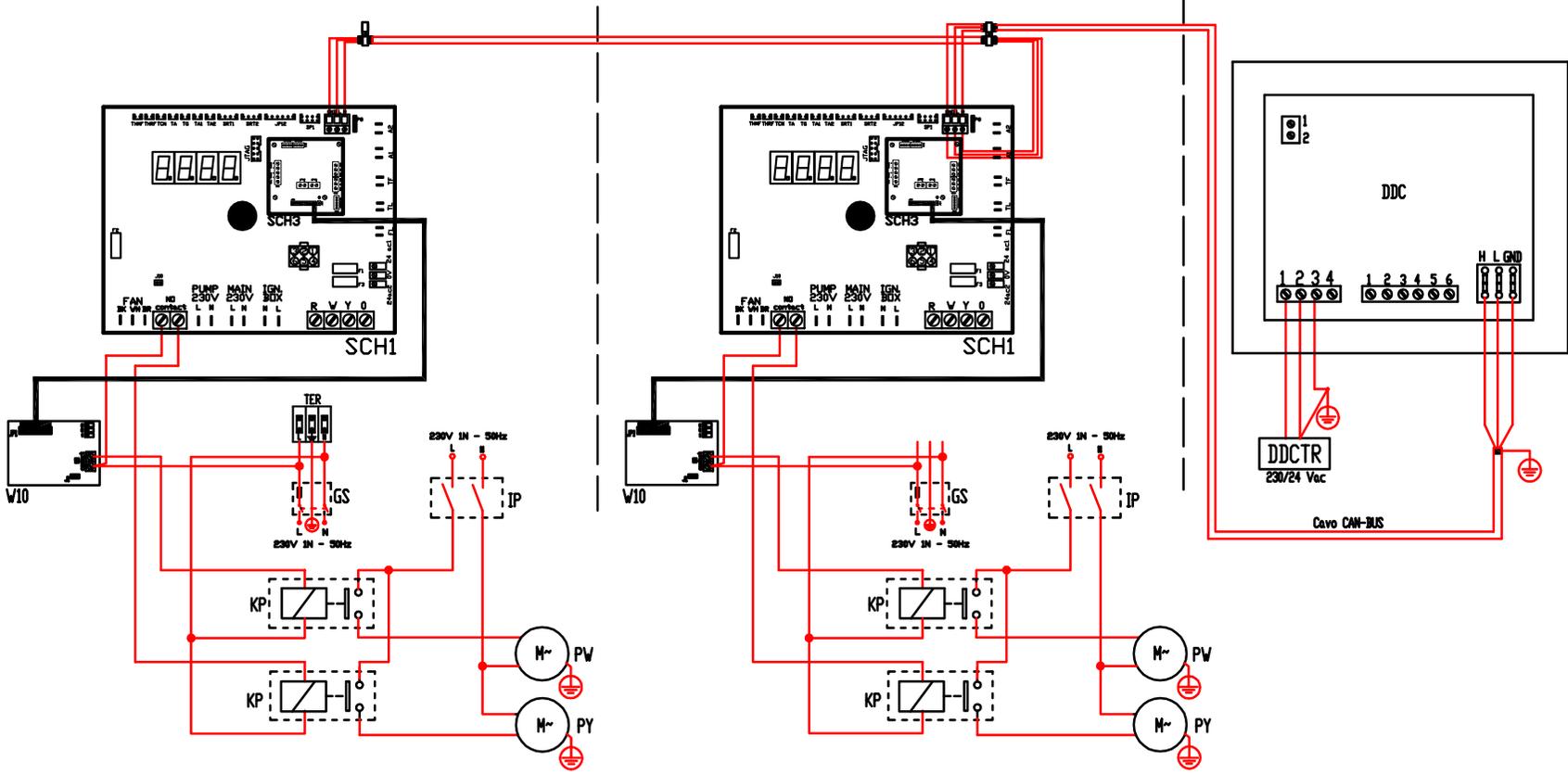


ZEICHENERKLÄRUNG

- 1 Schwingungskopplung
- 2 Manometer
- 3 Durchflussregler
- 4 Wasserfilter
- 5 Absperrventil
- 6 Rückschlagventil
- 7 Warmwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 8 Kaltwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 9 Sicherheitsventil 3 bar
- 10 Ausdehnungsgefäß Einzelgerät
- 11 Trägheitsspeicher 4 Anschlüsse mit Vermischungsschutz
- 12 Warmwasserpumpe (Sekundärkreis)
- 13 Plattenwärmetauscher
- 14 Grundwasserförderbrunnen
- 15 Grundwasserschluckbrunnen
- 16 Grundwasserpumpe mit Filter
- 17 Digitale Steuertafel

Beispiel des Wasseranschlusses mehrerer Einheiten mit Wärmegewinnung aus Grundwasser und unabhängigen Umwälzpumpen.

Beispiel des elektrischen Anschlusses mehrerer Einheiten GAHP-GS mit unabhängigen Umwälzpumpen.



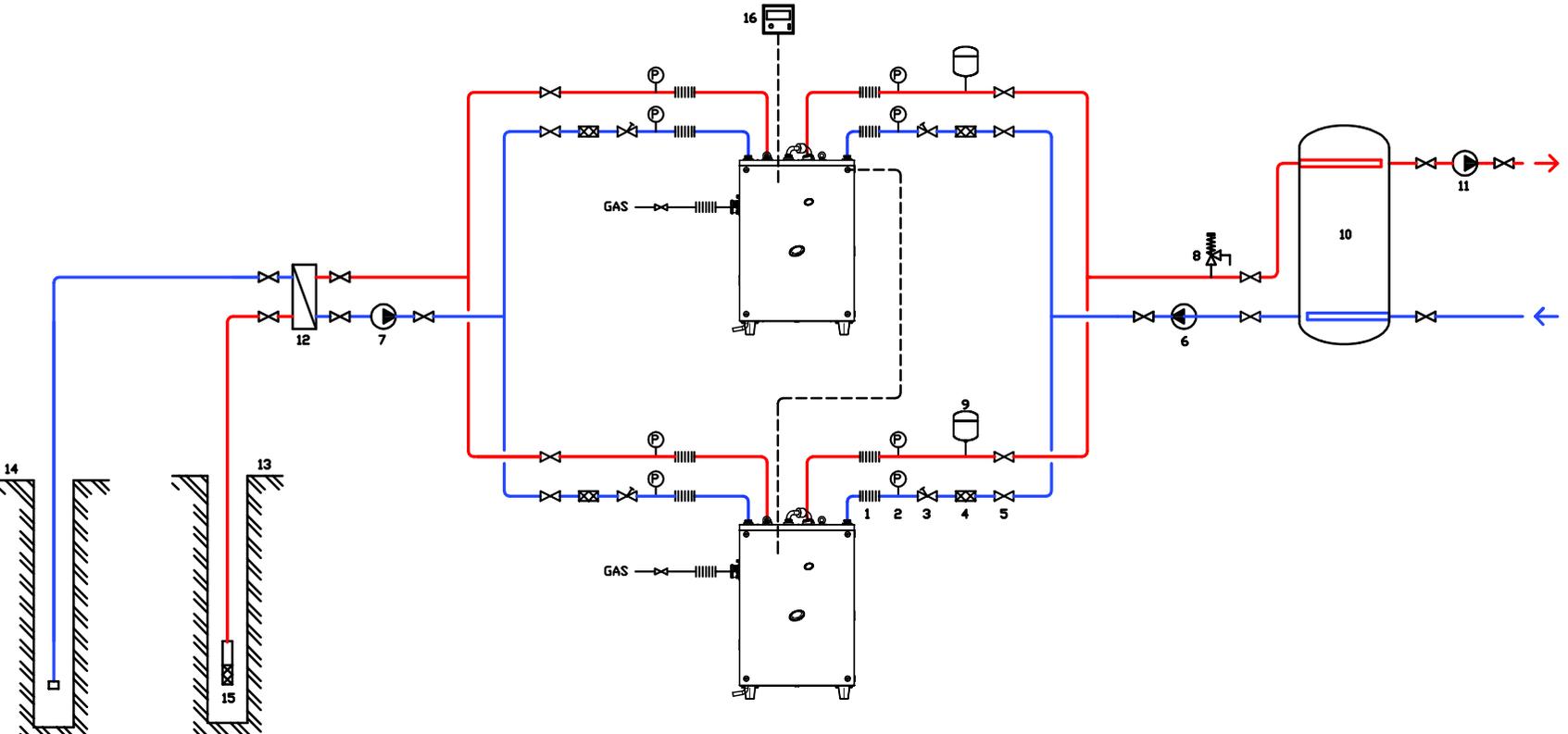
ZEICHENERKLÄRUNG

- DDCTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 VAC, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- IP Zweipoliger Lasttrennschalter Pumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- GS Zweipoliger externer Lasttrennschalter mit Sicherung (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PY Kaltwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PW Warmwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- KP Schließrelais der Wasserpumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- TER 9-polige Klemmenleiste auf der Einheit
- DDC Digitale Steuertafel (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- SCH1 Schaltplatine an Bord der Einheit
- W10 Hilfsplatine auf der Einheit
- L Anschlussklemme (Einphasenleitung)
- N Nullleiterklemme

Abbildung 7.8 – Elektrische Anlage

7.5 HEIZANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-WS (GEMEINSAME UMWÄLZPUMPE)

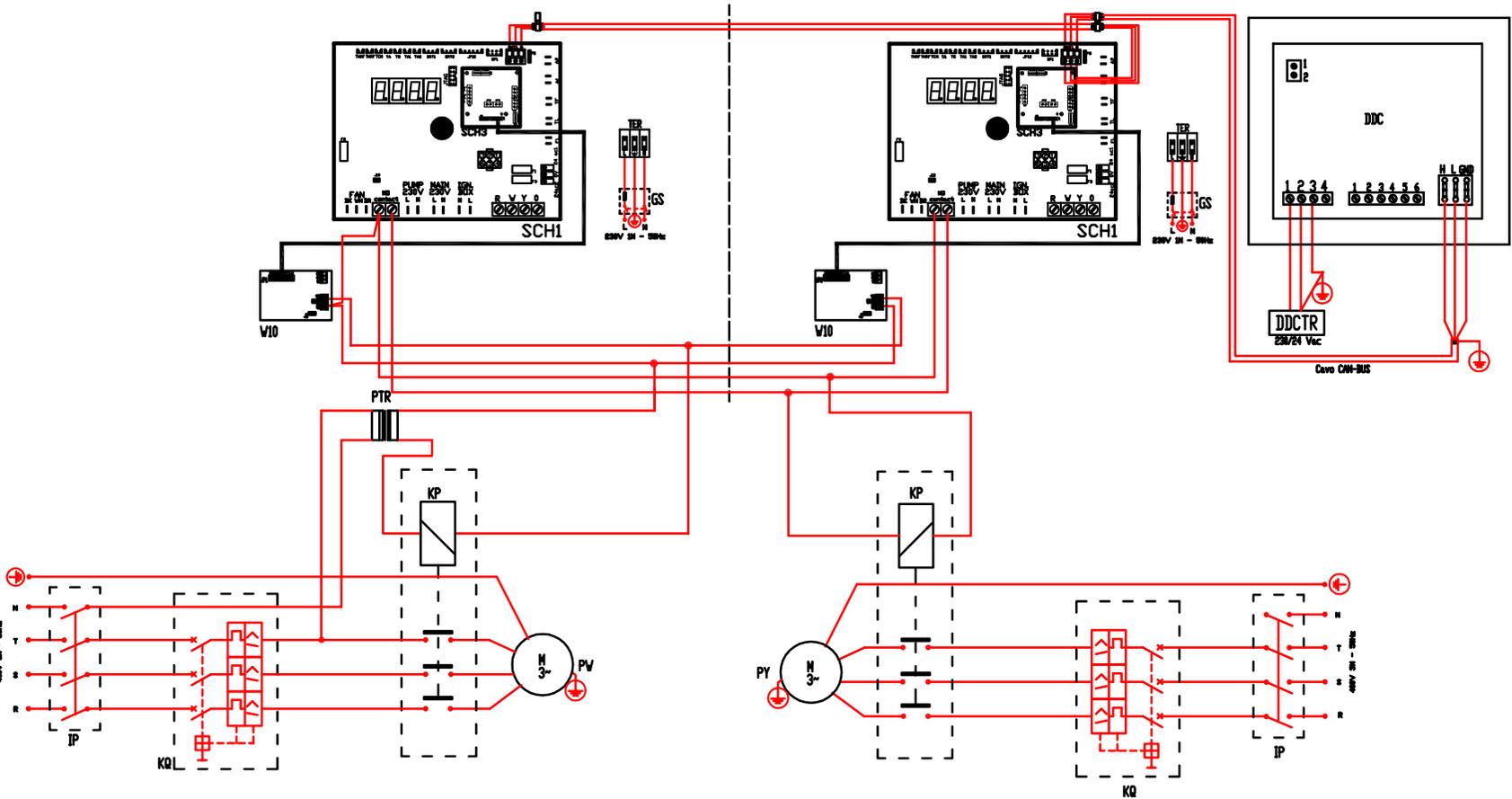
Abbildung 7.9 – Hydraulischplan



ZEICHENERKLÄRUNG

- 1 Schwingungsentkopplung
- 2 Manometer
- 3 Durchflussregler
- 4 Wasserfilter
- 5 Absperrventil
- 6 Warmwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 7 Kaltwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 8 Sicherheitsventil 3 bar
- 9 Ausdehnungsgefäß Einzelgerät
- 10 Trägheitsspeicher 4 Anschlüsse mit Vermischungsschutz
- 11 Warmwasserpumpe (Sekundärkreis)
- 12 Plattenwärmetauscher
- 13 Grundwasserförderbrunnen
- 14 Grundwasserschluckbrunnen
- 15 Grundwasserpumpe mit Filter
- 16 Digitale Steuertafel

Beispiel des Wasseranschlusses mehrerer Einheiten mit Wärmegewinnung aus Grundwasser und gemeinsamer Umwälzpumpe.

Abbildung 7.10 – Elektrische Anlage


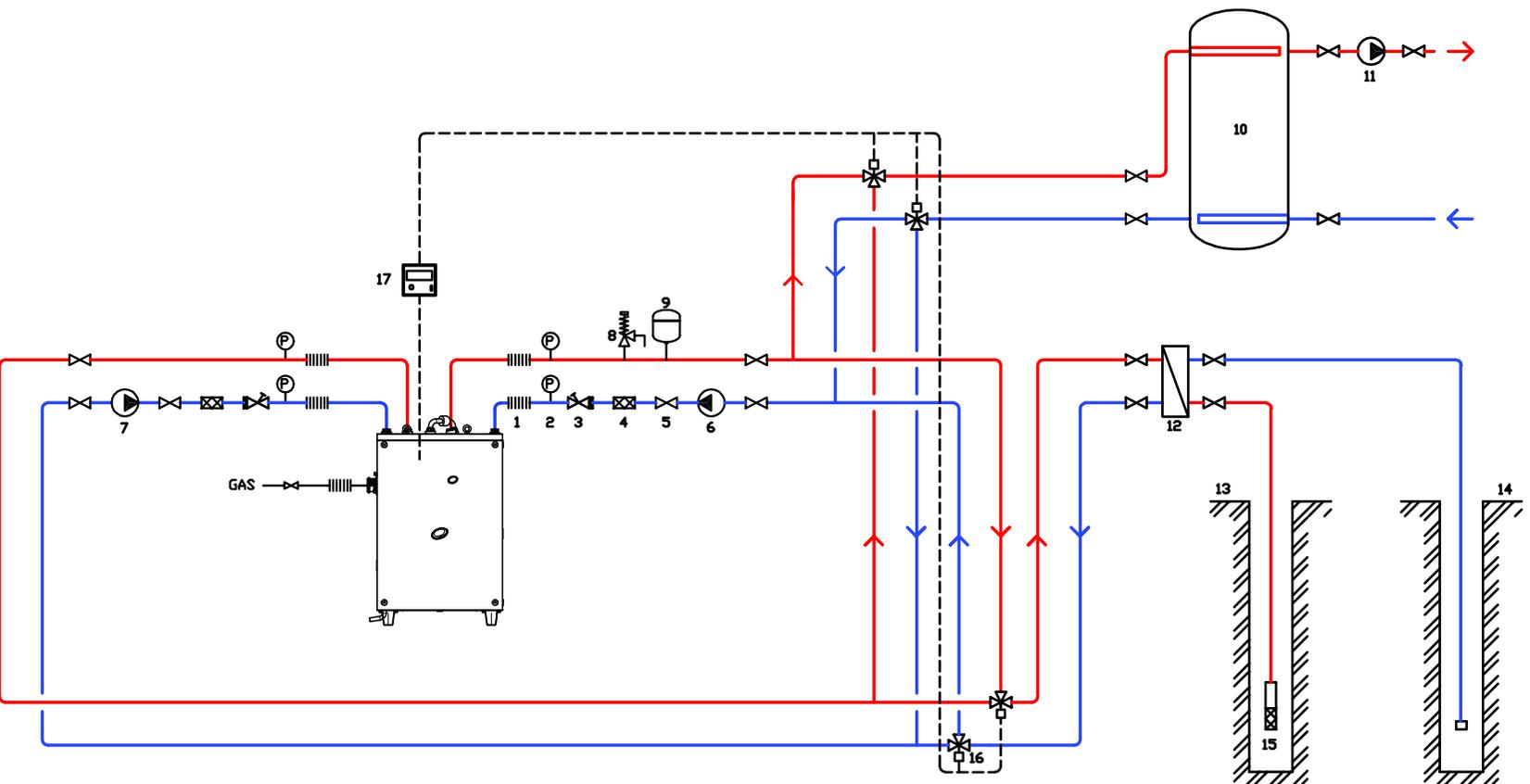
Beispiel des elektrischen Anschlusses mehrerer Einheiten mit gemeinsamer Umwälzpumpe.

ZEICHENERKLÄRUNG

- DDCTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 Vac, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- IP Vierpoliger Lasttrennschalter Pumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- GS Zweipoliger externer Lasttrennschalter mit Sicherung (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PY Kaltwasserpumpe [400 VAC] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PW Warmwasserpumpe [400 VAC] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- KP Schließrelais der Wasserpumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- TER 9-polige Klemmenleiste auf der Einheit
- KQ Pumpenmotorschutz 400 VAC (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- DDC Digitale Steuertafel (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- SCH1 S60 = Schaltplatine an Bord der Einheit
- W10 Hilfsplatine auf der Einheit
- R,S,T Leitungsklemmen (Drehstrom)
- L Anschlussklemme (Einphasenleitung)
- N Nullleiterklemme

7.6 KLIMAANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER EINZELGERÄT GAHP-Ws

Abbildung 7.11 – Hydraulischschaltplan

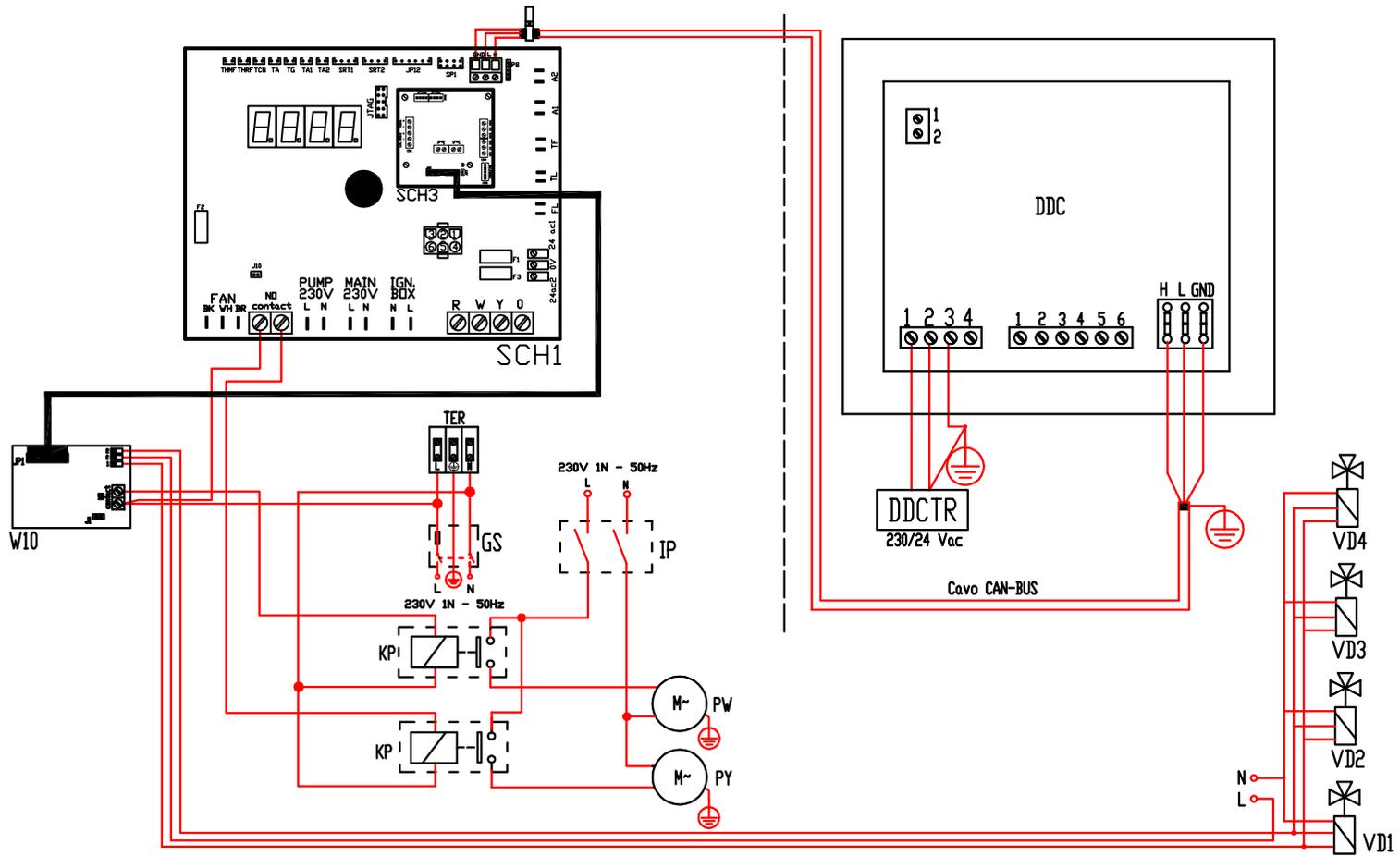


ZEICHENERKLÄRUNG

- 1 Schwingungskopplung
- 2 Manometer
- 3 Autoflow-Ventil
- 4 Wasserfilter
- 5 Absperrventil
- 6 Warmwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 7 Kaltwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 8 Sicherheitsventil 3 bar
- 9 Ausdehnungsgefäß Einzelgerät
- 10 Trägheitsspeicher 4 Anschlüsse mit Vermischungsschutz
- 11 Warmwasserpumpe (Sekundärkreis)
- 12 Plattenwärmetauscher
- 13 Grundwasserförderbrunnen
- 14 Grundwasserschluckbrunnen
- 15 Grundwasserpumpe mit Filter
- 16 3-Wege-Umleitventil
- 17 Digitale Steuertafel

Beispiel des Wasseranschlusses eines Einzelgerätes mit Wärmegewinnung aus Grundwasser.

Beispiel des elektrischen Anschlusses eines einzelnen Gerätes:



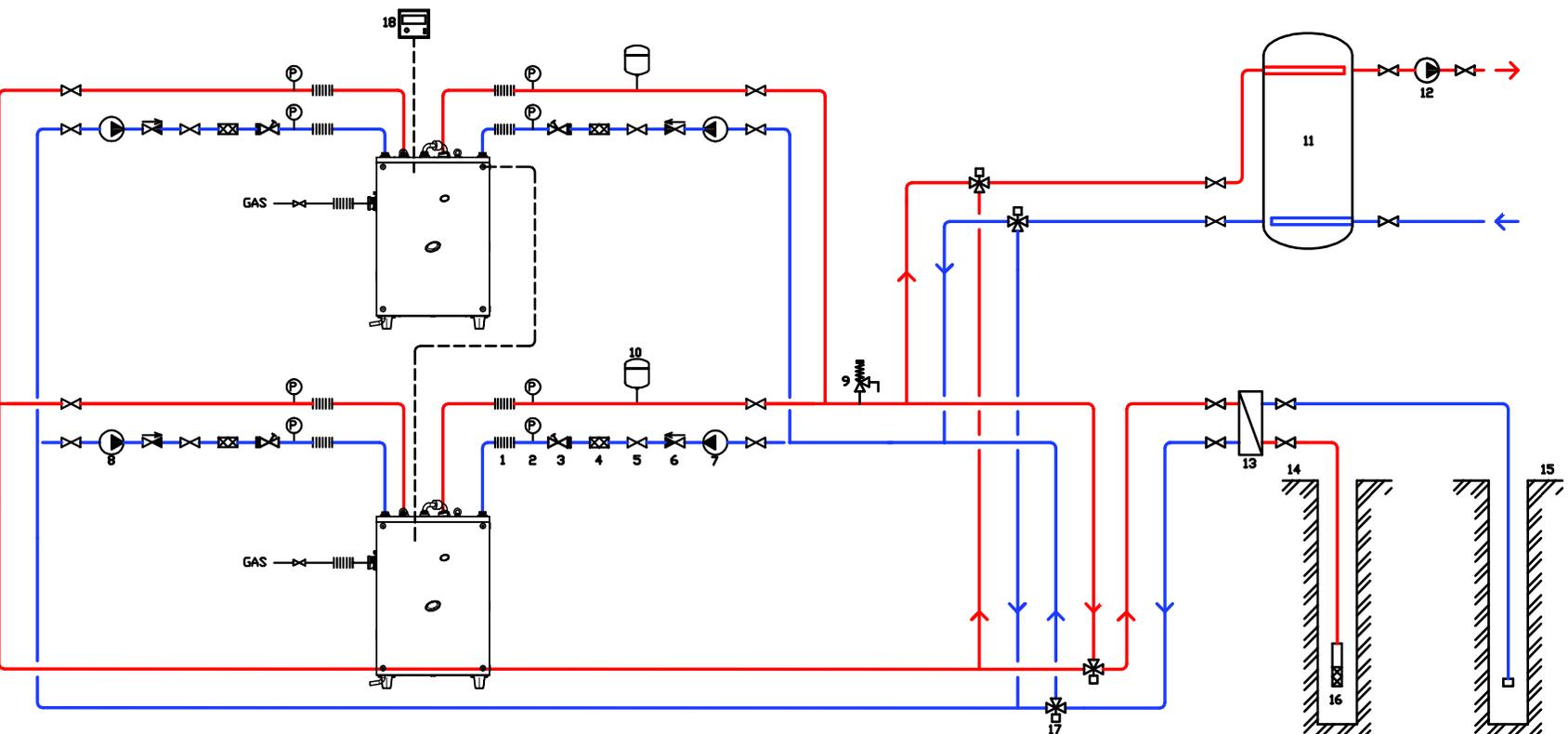
ZEICHENERKLÄRUNG

- DDCTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 Vac, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- IP Zweipoliger Lasttrennschalter Pumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- GS Zweipoliger externer Lasttrennschalter mit Sicherung (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PY Kaltwasserpumpe [230 VAC; <700W] (nicht inbegriffen)
- PW Warmwasserpumpe [230 VAC; <700W] (nicht inbegriffen)
- KP Schließrelais der Wasserpumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- TER 9-polige Klemmenleiste auf der Einheit
- DDC Digitale Steuertafel (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- SCH1 Schaltplatine an Bord der Einheit
- W10 Hilfsplatine auf der Einheit
- L Anschlussklemme (Einphasenleitung)
- N Nullleiterklemme
- VD1,2 3-Wege-Umleitventil
- VD3,4 3-Wege-Umleitventil

Abbildung 7.12 – Elektrische Anlage

7.7 KLIMAANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-WS (UNABHÄNGIGE UMWÄLZPUMPEN)

Abbildung 7.13 – Hydraulikschahtplan

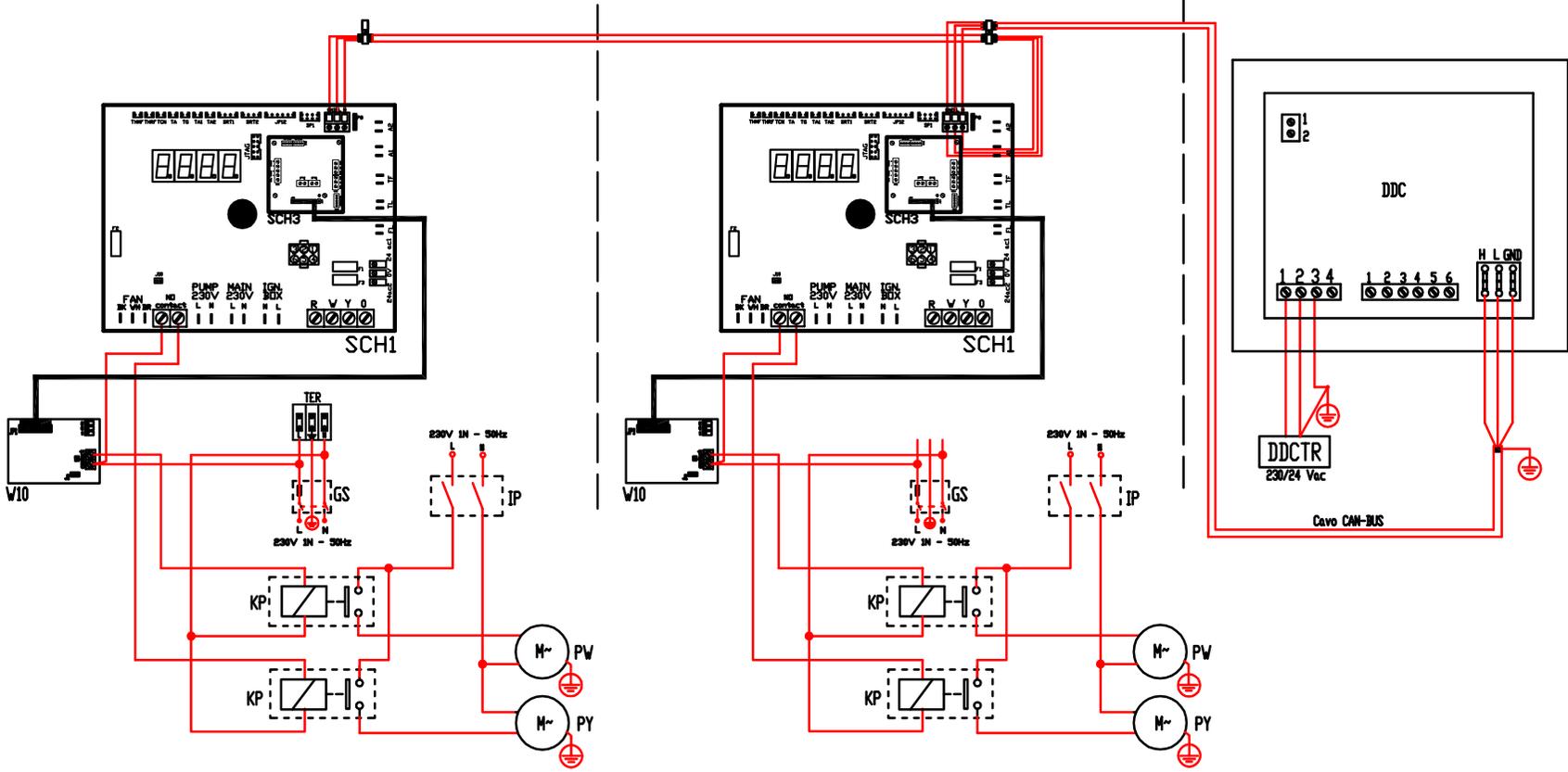


Beispiel des Wasseranschlusses mehrerer Einheiten mit Wärmegewinnung aus Grundwasser und unabhängigen Umwälzpumpen.

ZEICHENERKLÄRUNG

- 1 Schwingungsentkopplung
- 2 Manometer
- 3 Durchflussregler
- 4 Wasserfilter
- 5 Absperrventil
- 6 Rückschlagventil
- 7 Warmwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 8 Kaltwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 9 Sicherheitsventil 3 bar
- 10 Ausdehnungsgefäß Einzelgerät
- 11 Trägheitsspeicher 4 Anschlüsse mit Vermischungsschutz
- 12 Wasserpumpe (Sekundärkreis)
- 13 Plattenwärmetauscher
- 14 Grundwasserförderbrunnen
- 15 Grundwasserschluckbrunnen
- 16 Grundwasserpumpe mit Filter
- 17 3-Wege-Umleitventil
- 18 Digitale Steuertafel

Beispiel des elektrischen Anschlusses mehrerer Einheiten GAHP-GS mit unabhängigen Umwälzpumpen.



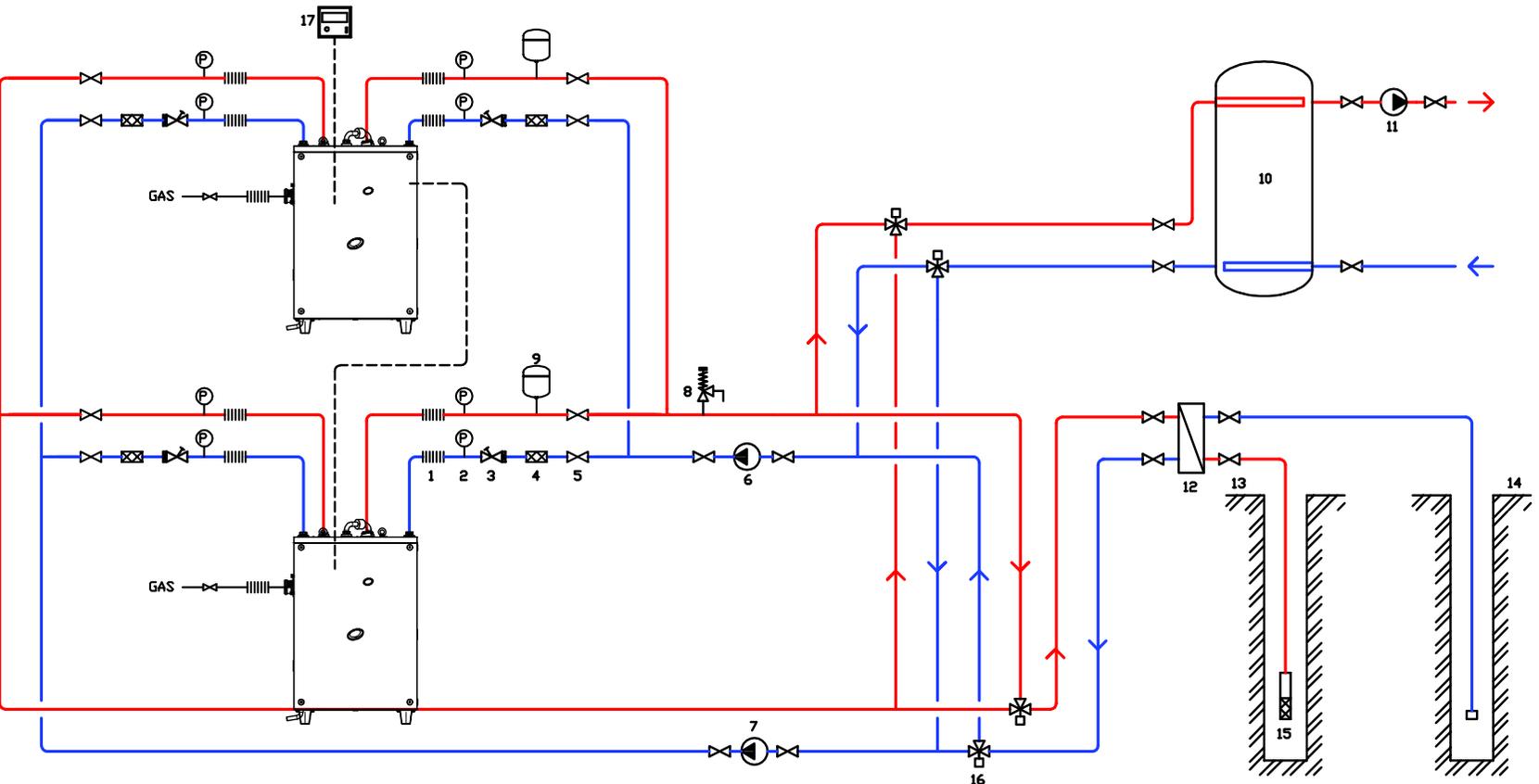
ZEICHENERKLÄRUNG

- DDCTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 VAC, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- IP Zweipoliger Lasttrennschalter Pumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- GS Zweipoliger externer Lasttrennschalter mit Sicherung (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PY Kaltwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PW Warmwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- KP Schließrelais der Wasserpumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- TER 9-polige Klemmenleiste auf der Einheit
- DDC Digitale Steuertafel (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- SCH1 Schaltplatine an Bord der Einheit
- W10 Hilfsplatine auf der Einheit
- L Anschlussklemme (Einphasenleitung)
- N Nullleiterklemme

Abbildung 7.14 – Elektrische Anlage

7.8 KLIMAANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-W/S (GEMEINSAME UMWÄLZPUMPE)

Abbildung 7.15 – Hydraulischschaltplan

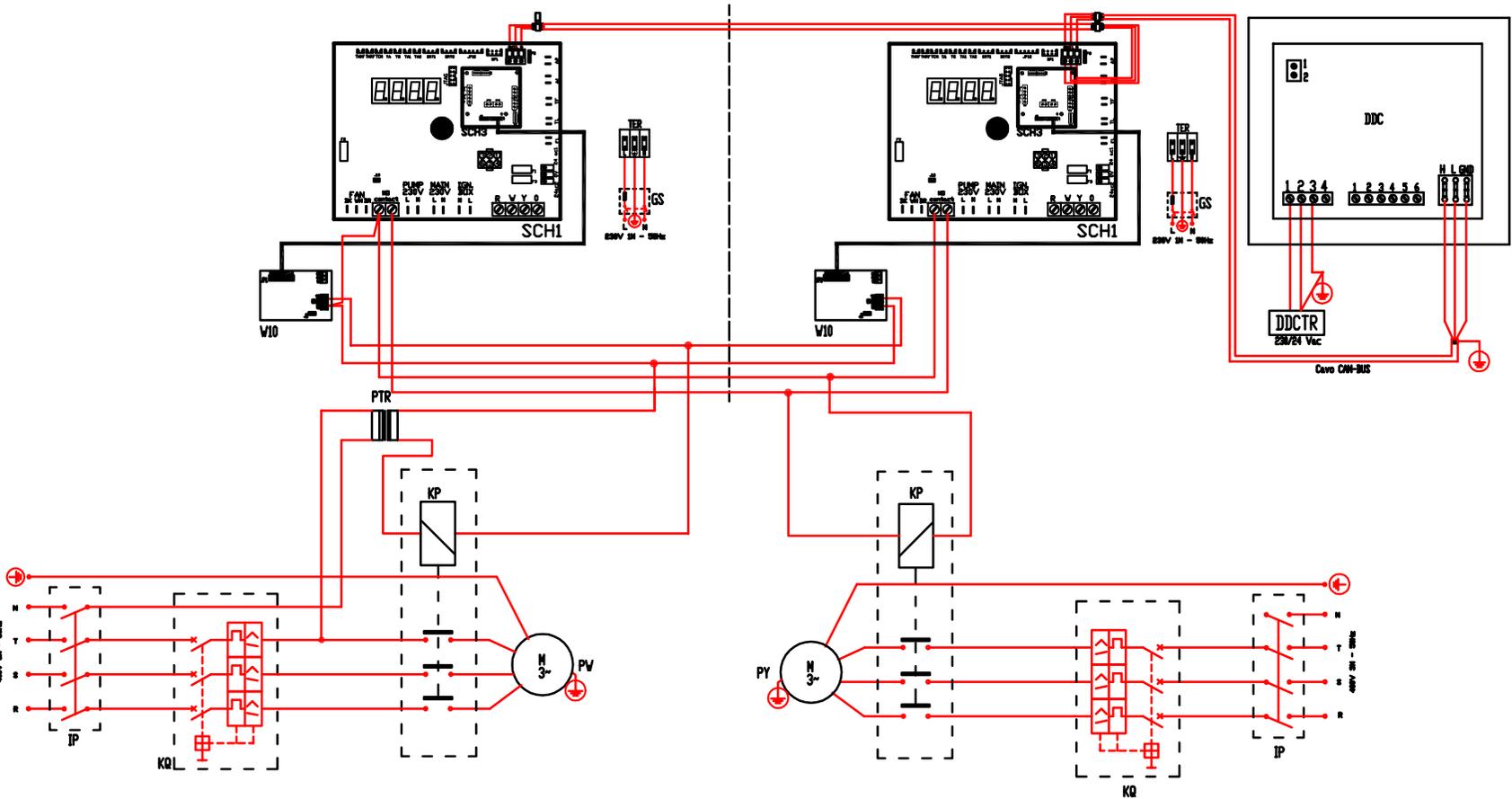


ZEICHENERKLÄRUNG

- 1 Schwingungskopplung
- 2 Manometer
- 3 Autoflow-Ventil
- 4 Wasserfilter
- 5 Absperrventil
- 6 Warmwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 7 Kaltwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 8 Sicherheitsventil 3 bar
- 9 Ausdehnungsgefäß Einzelgerät
- 10 Trägheitsspeicher 4 Anschlüsse mit Vermischungsschutz
- 11 Warmwasserpumpe (Sekundärkreis)
- 12 Plattenwärmetauscher
- 13 Grundwasserförderbrunnen
- 14 Grundwasserschluckbrunnen
- 15 Grundwasserpumpe mit Filter
- 16 3-Wege-Umleitventil
- 17 Digitale Steuertafel

Beispiel des Wasseranschlusses mehrerer Einheiten mit Wärmegewinnung aus Grundwasser und gemeinsamer Umwälzpumpe.

Abbildung 7.16 – Elektrische Anlage



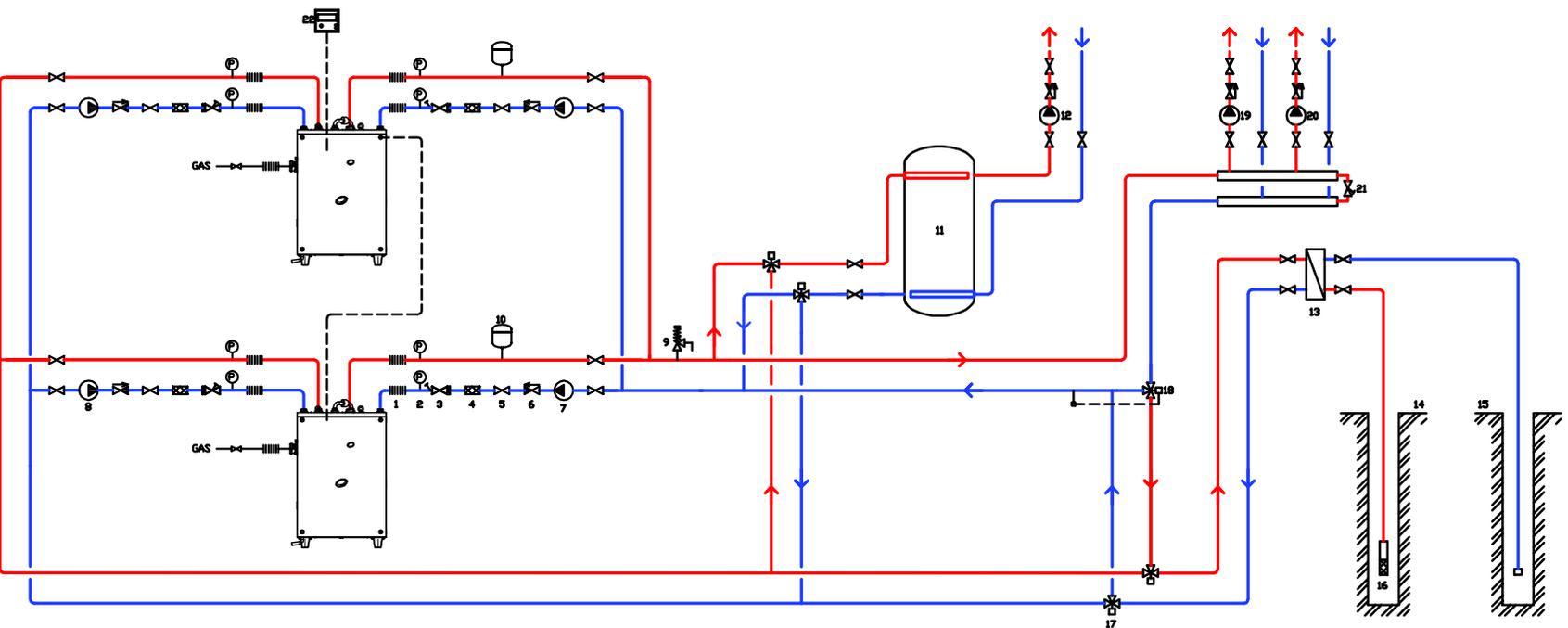
Beispiel des elektrischen Anschlusses mehrerer Einheiten mit gemeinsamer Umwälzpumpe.

ZEICHENERKLÄRUNG

- DDCTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 Vac, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- IP Vierpoliger Lasttrennschalter Pumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- GS Zweipoliger externer Lasttrennschalter mit Sicherung (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PY Kaltwasserpumpe [400 VAC] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PW Warmwasserpumpe [400 VAC] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- KP Schließrelais der Wasserpumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- TER 9-polige Klemmenleiste auf der Einheit
- KQ Pumpenmotorschutz 400 VAC (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- DDC Digitale Steuertafel (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- SCH1 S60 = Schaltplatine an Bord der Einheit
- W10 Hilfsplatine auf der Einheit
- R,S,T Leitungsklemmen (Drehstrom)
- L Anschlussklemme (Einphasenleitung)
- N Nullleiterklemme

7.9 ZUSATZ-HEIZ-/KLIMAAANLAGE MIT WÄRMEGEWINNUNG AUS GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-WS (UNABHÄNGIGE UMWÄLZPUMPEN)

Abbildung 7.17 – Hydraulischschaltplan

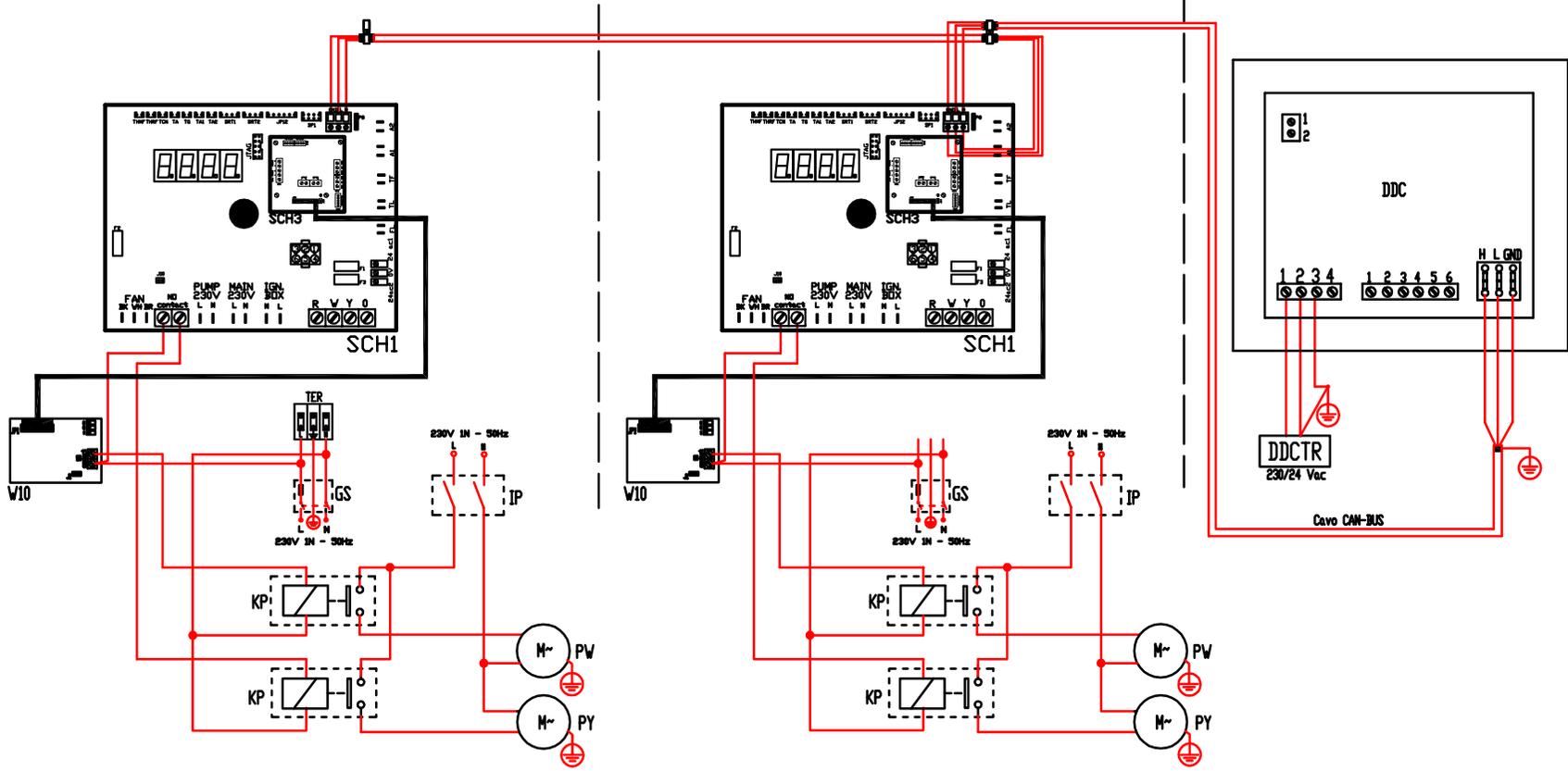


Beispiel des Wasseranschlusses mehrerer Einheiten mit Zusatzheizung, Wärmegewinnung aus Grundwasser und unabhängigen Umwälzpumpen.

ZEICHENERKLÄRUNG

- 1 Schwingungskopplung
- 2 Manometer
- 3 Autoflow-Ventil
- 4 Wasserfilter
- 5 Absperrventil
- 6 Rückschlagventil
- 7 Warmwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 8 Kaltwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 9 Sicherheitsventil 3 bar
- 10 Ausdehnungsgefäß Einzelgerät
- 11 Trägheitsspeicher 4 Anschlüsse mit Vermischungsschutz
- 12 Wasserpumpe (Sekundärkreis)
- 13 Plattenwärmetauscher
- 14 Grundwasserförderbrunnen
- 15 Grundwasserschluckbrunnen
- 16 Grundwasserpumpe mit Filter
- 17 3-Wege-Umleitventil
- 18 Mischventil mit Temperaturfühler
- 19 Hilfspumpe Nr.1 (z.B.: BWW)
- 20 Hilfspumpe Nr.2 (z.B.: Heizung Schwimmbad oder Nachheizung LBE)
- 21 By-Pass mit Ausgleichventil
- 22 Digitale Steuertafel

Beispiel des elektrischen Anschlusses mehrerer Einheiten GAHP-GS mit unabhängigen Umwälzpumpen.



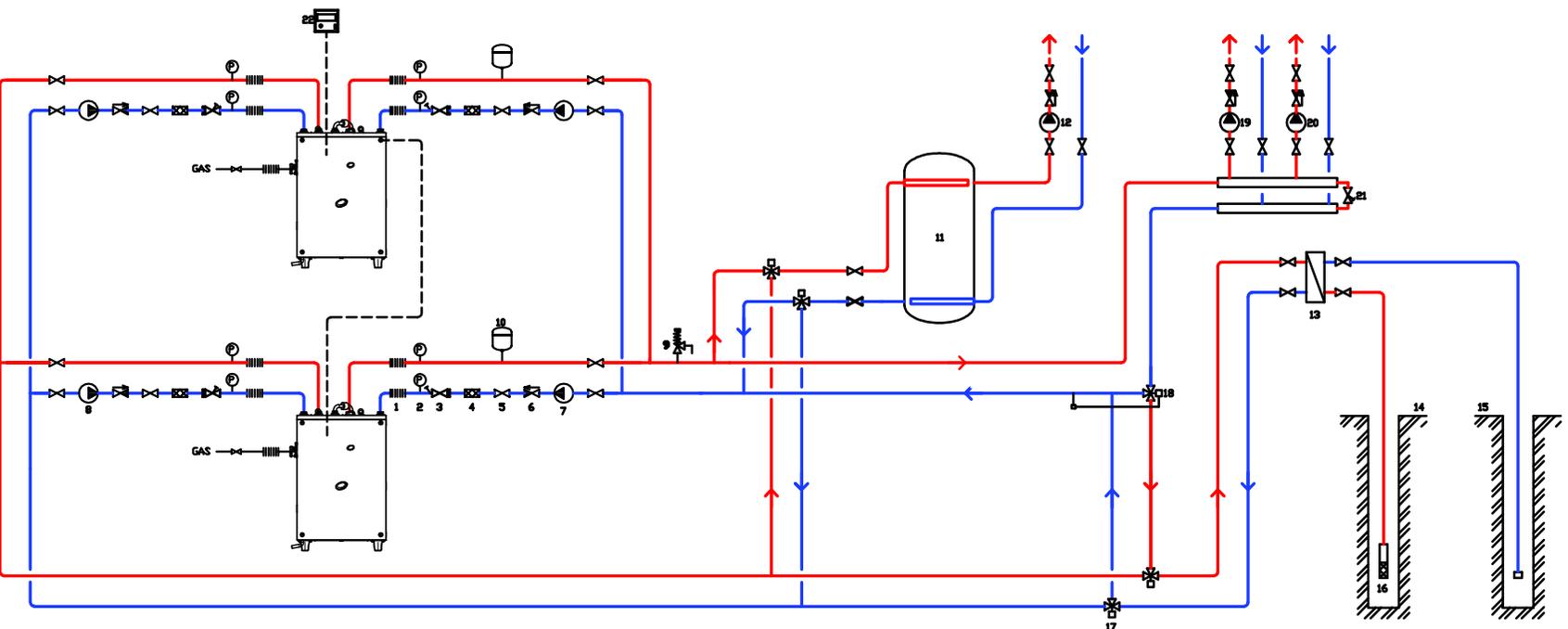
ZEICHENERKLÄRUNG

- DDCTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 VAC, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- IP Zweipoliger Lasttrennschalter Pumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- GS Zweipoliger externer Lasttrennschalter mit Sicherung (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PY Kaltwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PW Warmwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- KP Schließrelais der Wasserpumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- TER 9-polige Klemmenleiste auf der Einheit
- DDC Digitale Steuertafel (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- SCH1 Schaltplatine an Bord der Einheit
- W10 Hilfsplatine auf der Einheit
- L Anschlussklemme (Einphasenleitung)
- N Nullleiterklemme

Abbildung 7.18 – Elektrische Anlage

7.10 KLIMAANLAGE MIT ZWISCHENSÄISONALER SPEICHERUNG IM GRUNDWASSER MIT MEHREREN GAHP-W/S (UNABHÄNGIGE UMWÄLZPUMPEN)

Abbildung 7.19 – Hydraulikschaltplan

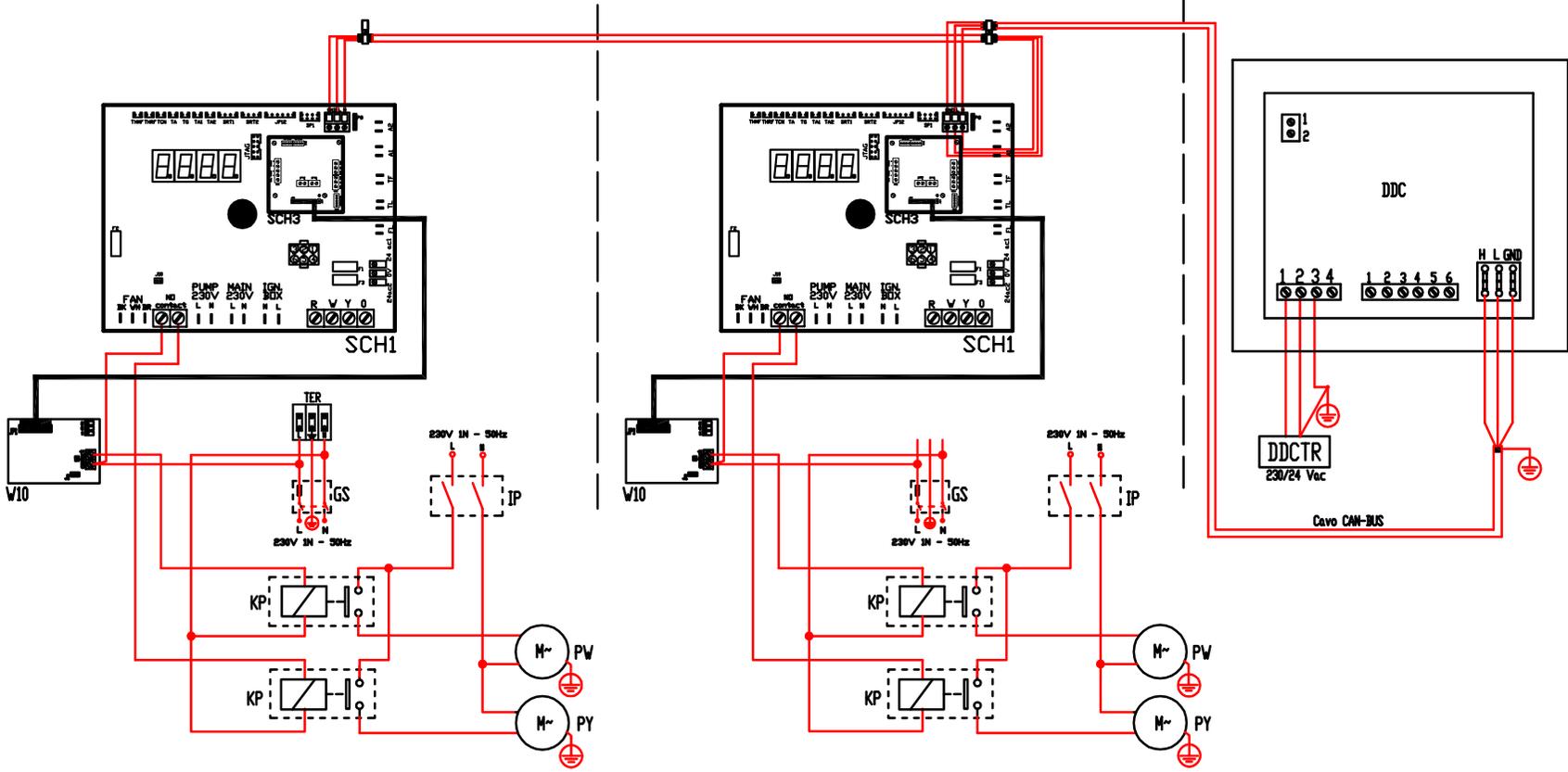


Beispiel des Wasseranschlusses mehrerer Einheiten mit zwischenseasonaler Speicherung und unabhängigen Umwälzpumpen.

ZEICHENERKLÄRUNG

- 1 Schwingungsentkopplung
- 2 Manometer
- 3 Autoflow-Ventil
- 4 Wasserfilter
- 5 Absperrventil
- 6 Rückschlagventil
- 7 Warmwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 8 Kaltwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 9 Sicherheitsventil 3 bar
- 10 Ausdehnungsgefäß Einzelgerät
- 11 Trägheitsspeicher 4 Anschlüsse mit Vermischungsschutz
- 12 Wasserpumpe (Sekundärkreis)
- 13 Plattenwärmetauscher
- 14 Grundwasserpumpe
- 15 Förderbrunnen Winterbetrieb (Rückführung im Sommer) Grundwasser
- 16 Schluckbrunnen Winterbetrieb (Entnahme im Sommer) Grundwasser
- 17 Filtersektion Grundwasser
- 18 3-Wege-Umleitventil
- 19 Digitale Steuertafel

Beispiel des elektrischen Anschlusses mehrerer Einheiten GAHP-GS mit unabhängigen Umwälzpumpen.



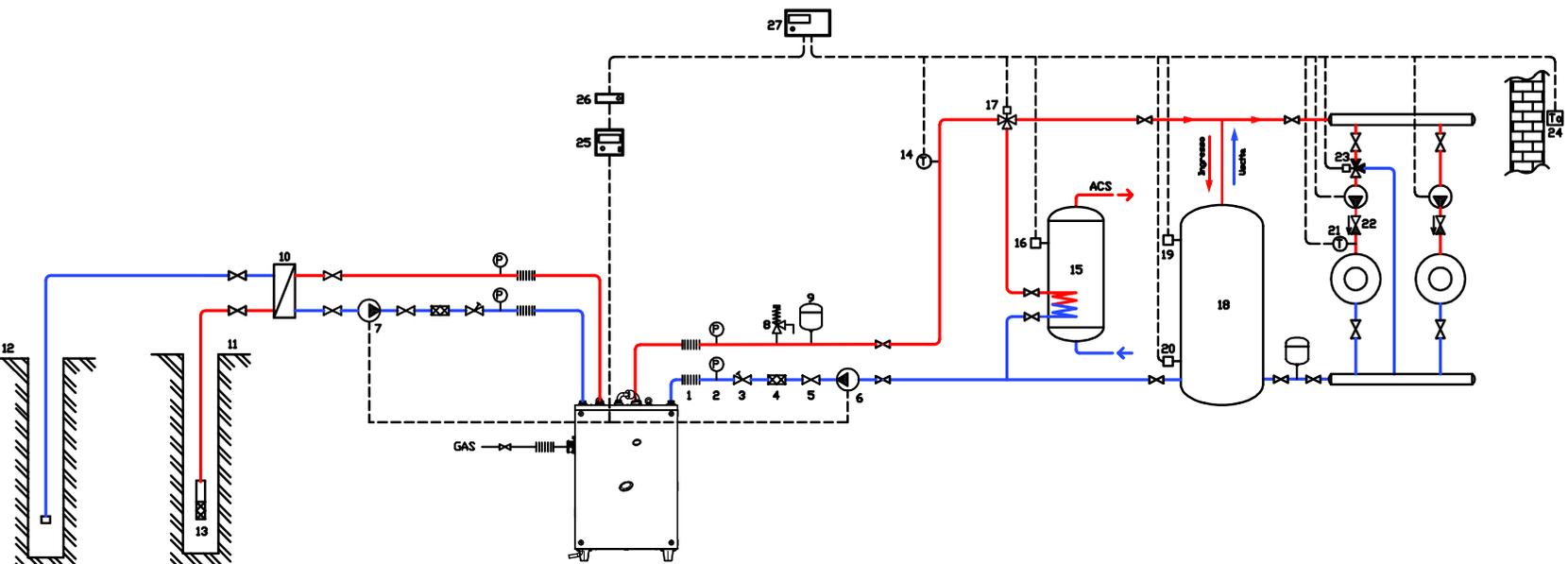
ZEICHENERKLÄRUNG

- DDCTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 VAC, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- IP Zweipoliger Lasttrennschalter Pumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- GS Zweipoliger externer Lasttrennschalter mit Sicherung (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PY Kaltwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- PW Warmwasserpumpe [230 Vac; <700W] (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- KP Schließrelais der Wasserpumpe (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- TER 9-polige Klemmenleiste auf der Einheit
- DDC Digitale Steuertafel (nicht im Lieferumfang inbegriffen)
- SCH1 Schaltplatine an Bord der Einheit
- W10 Hilfsplatine auf der Einheit
- L Anschlussklemme (Einphasenleitung)
- N Nullleiterklemme

Abbildung 7.20 – Elektrische Anlage

7.11 HEIZANLAGE UND BWW-ERZEUGUNG DURCH WÄRMEENTZUG AUS DEM GRUNDWASSER EINZELGERÄT GAHP-Ws (MIT ELEKTRONISCHEM REGELSYSTEM DER ANLAGE)

Abbildung 7.21 – Hydraulikschaltplan



ZEICHENERKLÄRUNG

- 1 Schwingungskopplung
- 2 Manometer
- 3 Autoflow-Ventil
- 4 Wasserfilter
- 5 Absperrventil
- 6 Warmwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 7 Kaltwasserpumpe (Hauptkreislauf)
- 8 Sicherheitsventil 3 bar
- 9 Ausdehnungsgefäß Einzelgerät
- 10 Plattenwärmetauscher
- 11 Grundwasserförderbrunnen
- 12 Grundwasserschluckbrunnen
- 13 Grundwasserpumpe mit Filter
- 14 Vorlauftemperaturfühler (Hauptkreislauf)
- 15 Trägheitsspeicher BWW mit Thermostat
- 16 Temperaturfühler Trägheitsspeicher BWW
- 17 3-Wege-Umleitventil
- 18 Trägheitsspeicher 3 Anschlüsse
- 19,20 Temperaturfühler Trägheitsspeicher
- 21 Temperaturfühler Vorlaufwasser der Anlage
- 22 Rückschlagventil
- 23 3-Wege-Mischventil zum Entlüften der Anlage
- 24 Aussenluft-Temperaturfühler
- 25 Digitale Steuertafel (DDC)
- 26 Schaltplatine RB100
- 27 Elektronisches Regelsystem der Anlage

Beispiel des Wasseranschlusses eines Einzelgerätes mit Brauchwarmwassererzeugung durch Wärmegewinnung aus Grundwasser mit elektronischem Regelsystem der Anlage.

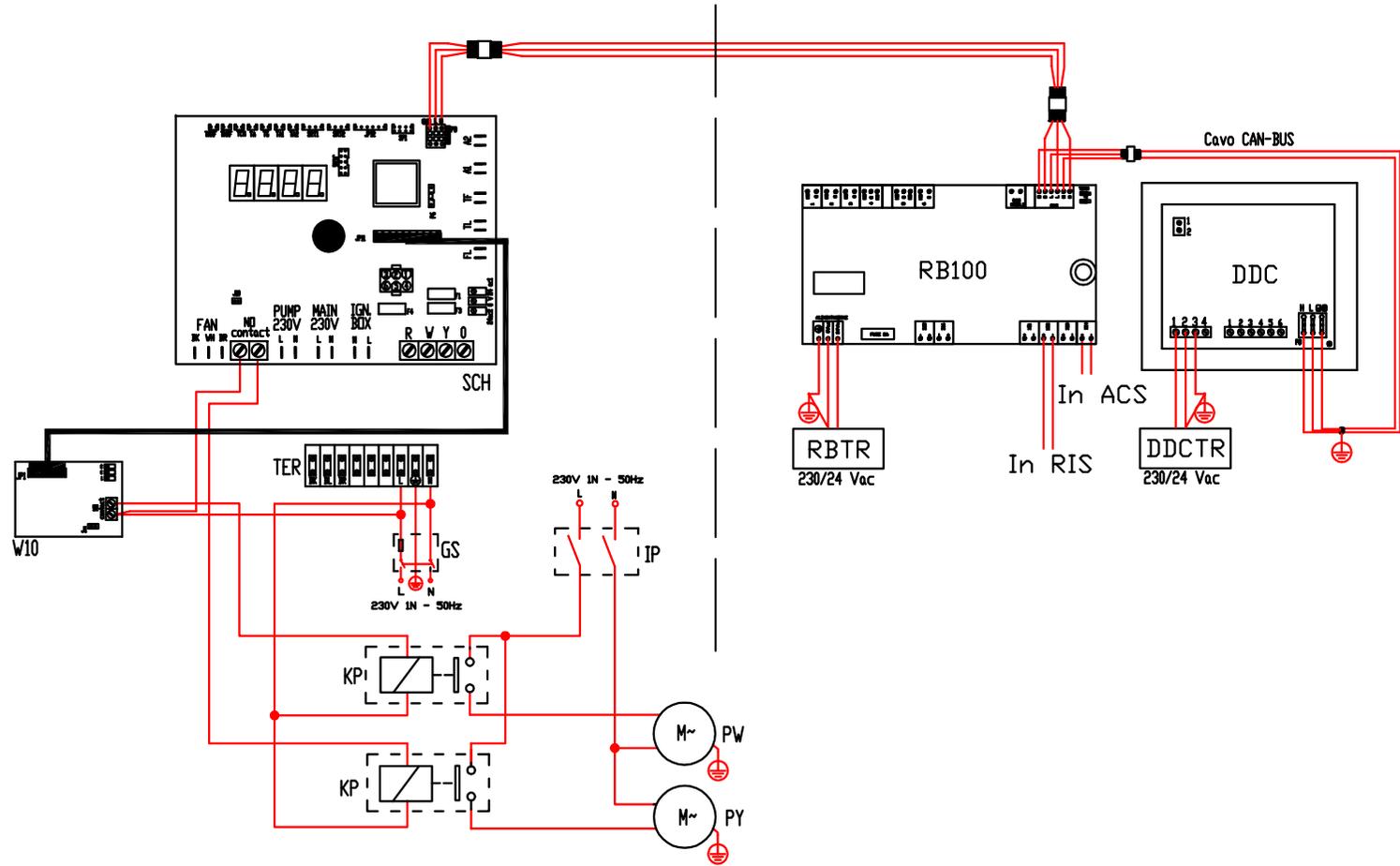


Abbildung 7.22 – Elektrische Anlage

Beispiel des elektrischen Anschlusses eines Einzelgerätes mit Brauchwarmwasserzeugung und elektronischem Regelsystem der Anlage.

ZEICHENERKLÄRUNG

- DDCTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 VAC, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang begriffen)
- RBTR Sekundärer Sicherheitstransformator SELV 230/24 VAC, 50/60 Hz (nicht im Lieferumfang begriffen)
- IP Zweipoliger Lasttrennschalter Pumpe (nicht im Lieferumfang begriffen)
- GS Zweipoliger externer Lasttrennschalter mit Sicherung (nicht im Lieferumfang begriffen)
- PY Kaltwasserpumpe [230 VAC; <700W] (nicht inbegriffen)
- PW Warmwasserpumpe [230 VAC; <700W] (nicht im Lieferumfang begriffen)
- KP Schließrelais der Wasserpumpe (nicht im Lieferumfang begriffen)
- TER 9-polige Klemmenleiste auf der Einheit
- DDC Digitale Steuertafel (nicht im Lieferumfang begriffen)
- SCH1 Schaltplatine an Bord der Einheit
- W10 Schaltplatine an Bord der Einheit
- RB100 Anlagen-Schnittstelle Robur Box (Optional)
- L Anschlussklemme (Einphasenleitung)
- N Nullleiterklemme

Robur widmet sich der Forschung,
Entwicklung und Verbreitung zuverlässiger,
umweltfreundlicher und energiesparender Produkte
durch verantwortungsbewusstes Handeln
aller Mitarbeiter und Partner.

La Mission Robur



konsequent umweltbewusst

Robur Spa
tecnologie avanzate
per la climatizzazione
Via Parigi 4/6
24040 Verdellino/Zingonia (Bg) Italy
T +39 035 888111 F +39 035 884165
www.robur.it robur@robur.it

