



WEGRACAL®

Technische Beschreibung für Absorptionskälteanlage WEGRACAL® SE 250



Für den Betrieb mit Heizwasser





Inhaltsverzeichnis		Seite
1.	Das Prinzip der Absorptionskälteanlage WEGRACAL®	3
1.1	Schema der Anlage	3
1.2	Funktionsweise	4
1.3	Temperaturbereiche	5
2.	Technische Daten	6
2.1	Hydraulische Daten WEGRACAL® SE 250	6
2.2	Abmessungen SE 250	7
3.	Aufstellort	8
3.1	Einbringung, Transportweg	8
3.2	Platzbedarf, Gewichte	9
4.	Aufbau und Lieferumfang	10
4.1	Anlagenbestandteile	10
4.2	Montage auf der Baustelle	11
4.3	Lieferumfang	11
4.4	Liefergrenzen	11
4.5	Bauseitige Leistungen	12
4.6	Wartung	12
5.	Steuerung Absorptionskälteanlage	13
5.1	Beschreibung der Steuerungselemente	13
5.2	Schaltschema für Absorptionskälteanlage und Rückkühlwerk	14
6.	Hydraulische Einbindung	15
7.	Kennlinien	16
7.1	Kennlinien WEGRACAL® SE 250	16

Abkürzungen/Bezeichnungen:

AKM bzw. AKA	Absorptionskältemaschine/Absorptionskälteanlage
BHKW	Blockheizkraftwerk
COP	Coefficient Of Performance, Wirkungsgrad bzw. Wärmeverhältnis
LiBr	Lithiumbromid
Kälte Träger	Das in der Kälteanlage verwendete Medium – i.d.R. Kaltwasser

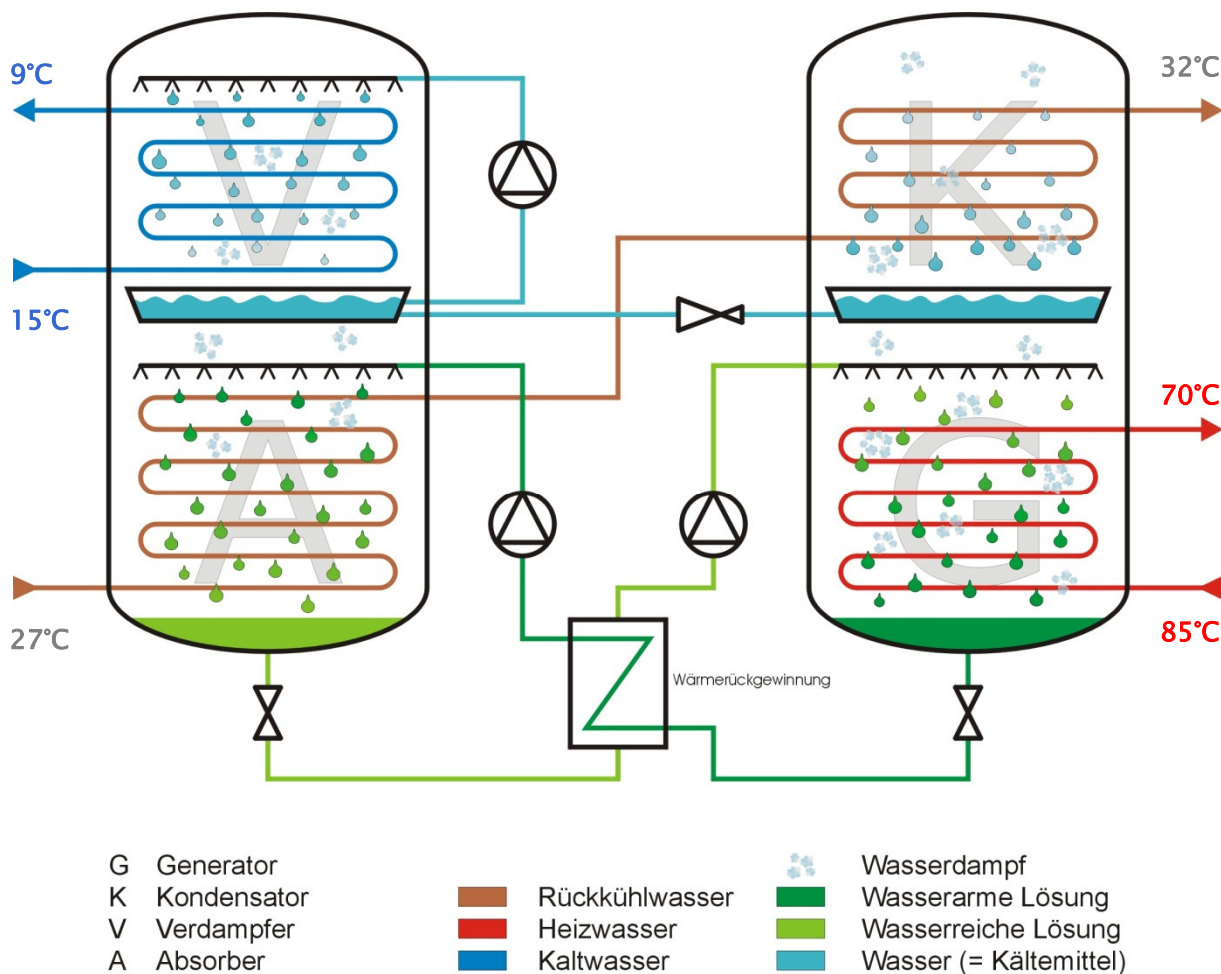
1. Das Prinzip der Absorptionskälteanlage WEGRACAL®



1.1 Schema der Anlage

Die nachfolgend beschriebene Absorptionskälteanlage vom Typ WEGRACAL® SE wird mit Heizwasser im Temperaturbereich von 75 °C – 90 °C betrieben.

Die Funktionsweise beruht auf einem kontinuierlichen Absorptionsprozess mit dem Arbeitsstoffpaar Lithiumbromid & Wasser.



Die angegebenen Temperaturen der einzelnen Kreisläufe sind für den Standard-Betriebspunkt angegeben. Diese Temperaturen können in den technischen Grenzen der Anlage an die jeweils benötigten Projektbedingungen angepasst werden. Mehr dazu finden Sie unter Abschnitt 1.3 auf Seite 5 dieser Beschreibung.



1.2 Funktionsweise

Die Absorptionskälteanlage arbeitet mit dem Stoffpaar *Lithiumbromid* und *Wasser*. In dieser Paarung ist Wasser das Kältemittel und Lithiumbromid das Sorptionsmittel.

Statt einem mechanischen Verdichter wie in Kompressionskälteanlagen, arbeitet der Prozess mit einem so genannten thermischen Verdichter.

Bei dem im WEGRACAL®-Absorber ablaufenden Kreisprozess handelt es sich um einen kontinuierlichen Vorgang, der zur vereinfachten Darstellung in folgende Einzelschritte unterteilt werden kann:

Generator: Die kältemittelreiche Lösung wird gleichmäßig über dem Generator verteilt. Durch die Zufuhr von Warmwasser wird aus der Lösung Kältemittel (H₂O) ausgedampft. Die nun wieder konzentrierte Lithiumbromid-Lösung wird mit einer Pumpe zurück zum Absorber gefördert.

Kondensator: Der im Generator ausgetriebene Kältemitteldampf strömt zum Kondensator und wird dort verflüssigt. Die dabei frei werdende Wärme wird an das Kühlwasser abgegeben. Das verflüssigte Kältemittel (H₂O) wird über eine Drossel entspannt und dem Verdampfer zugeführt.

Verdampfer: Das vom Kondensator kommende Kältemittel fließt zur Verdampferwanne. Dort wird es von einer Kältemittelpumpe angesaugt, nach oben in ein Berieselungssystem gepumpt und über den Verdampferrohren verteilt. Auf Grund des hohen Vakuums verdampft ein Teil des Kältemittels bereits bei sehr niedrigen Temperaturen. Die für die Verdampfung notwendige Wärme entzieht das Kältemittel dem in den Verdampferrohren fließendem Kälteträger, welcher sich dabei um bis zu 6 K abkühlt.

Absorber: Im Absorber wird der aus dem Verdampfer kommende Kältemitteldampf mit konzentrierter Lösung in Verbindung gebracht, wobei die Lösung ebenfalls mit einem Berieselungssystem fein verteilt wird. Bei diesem Vorgang wird der Kältemitteldampf von der Lösung absorbiert. Die dabei frei werdende Wärme wird durch das Kühlwasser aufgenommen und über ein Rückkühlwerk an die Umgebung abgegeben. Die entstehende kältemittelreiche Lösung sammelt sich im Sumpf des Absorbers und wird dort von der Lösungsmittelpumpe angesaugt.

Lösungspumpe: Die den Absorber verlassende kältemittelreiche Lösung wird durch eine Pumpe abgesaugt. Diese Lösungsmenge wird durch einen Wärmetauscher zum Generator gefördert.

Vakuumpumpe: Das Vakuum in den Modulen ist besonders wichtig für den effizienten Betrieb und die hohe Lebensdauer einer Absorptionskälteanlage. Darum werden WEGRACAL®-Absorber serienmäßig mit einer Vakuumpumpe ausgestattet. Diese sorgt routinemäßig dafür, dass im Inneren der Anlage ein Druck von nur ca. 10 mbar herrscht.

Wärmetauscher: Der Wärmetauscher im Lösungskreislauf wirkt als Wärmerückgewinnung und damit als Leistungsoptimierung.



1.3 Temperaturbereiche

Heizwasser:

Grenzen Vorlauftemperatur: **minimal ca. 75 °C – maximal 95 °C**

Die AKM arbeitet am effizientesten mit Heizwasservorlauftemperaturen zwischen 80 °C und 90 °C. Die Temperaturspreizung zum Rücklauf beträgt hierbei 15 K. Somit ist eine Kopplung mit Blockheizkraftwerken ohne „Energievernichtung“ im Rücklauf möglich. Minimale Rücklauftemperaturen zwischen 69 °C und 72 °C sind für die meisten BHKW kein Problem. Diese Temperaturspreizungen sind bei der Auslegung mit dem BHKW-Hersteller abzustimmen. Evtl. muss der interne Kühlkreislauf des BHKW angepasst werden.

Wie sich die Kälteleistung bei sinkenden Heizwassertemperaturen verändert, sehen Sie in den Kennlinien im Abschnitt 7.

Kälteträger (Kaltwasser):

Grenzen Vorlauftemperatur: **minimal 6 °C**

Der beste Wirkungsgrad wird bei Kälteträger-Temperaturspreizung 9/15 °C erreicht. Bei Absorptionskälteanlagen wird dies auch durch das so genannte Wärmeverhältnis bzw. COP gekennzeichnet.

Bei Standard-Auslegungsbedingungen gemäß Abschnitt 2 erreichen die WEGRACAL®-Absorber einen COP (bzw. Wärmeverhältnis) von 0,75. Dies bedeutet, dass man mit 1,0 kW Heizleistung 750 W Kälteleistung erzeugen kann bzw. für die Erzeugung von 1 kW Kälteleistung etwa 1,33 kW Heizleistung benötigt werden.

Niedrigere Temperaturen sind je nach verwendeten Heizwassertemperaturen bzw. Rückkühltemperaturen möglich. Die untere Grenze liegt dabei bei 6/12 °C. Tiefere Temperaturen sind mit dem Arbeitsstoffpaar Lithiumbromid und Wasser nicht möglich, da die Physik der inneren Kreisläufe dies nicht zulässt.

Bei Kälteträgertemperaturen unter 9 °C sinkt die erzeugte Kälteleistung.

Im Kälteträgerkreis sollte kein Glykol eingesetzt werden, da sich sonst der Wirkungsgrad der Anlage verringert!

Rückkühlwasser:

Einzuhaltende Temperaturspreizung: **27 °C / 32 °C**

Die dem Kaltwasser entzogene Energie und die von der Wärmequelle zugeführte Heizenergie müssen nach getaner Arbeit wieder aus der Anlage herausgeführt und an die Umgebung abgegeben werden. Dies geschieht durch den Rückkühlkreislauf. Dieser kühlt das Wasser von 32 °C auf 27 °C zurück. Die Einhaltung der 27 °C ist insbesondere bei Kopplung an ein BHKW wichtig, da bei höherer Rückkühltemperatur die Warmwassertemperaturspreizung geringer wird.

Der Rückkühlkreis kann mit 30 % Glykol befüllt werden.

Die Rückkühlung ist auch durch andere Mittel möglich (z.B. Prozess-, Brunnen- oder Flusswasser).

2. Technische Daten



2.1 Hydraulische Daten WEGRACAL SE 250

Wärmeverhältnis	COP	0,75
-----------------	-----	------

Kälte­träger	Kälteleistung	250	kW
	Eintrittstemperatur	15,0	°C
	Austrittstemperatur	9,0	°C
	Anschluss	DN 100	
	Nenn­druck	PN 6	
	Volumenstrom	35,8	m³/h
	Druckverlust	200	mbar
	Internes Wärmetauschervolumen	178	Liter

Heizwasser	Heizleistung	333	kW
	Eintrittstemperatur	85,0	°C
	Austrittstemperatur	70,0	°C
	Anschluss	DN 80	
	Nenn­druck	PN 6	
	Volumenstrom	19,1	m³/h
	Druckverlust	75	mbar
	Internes Wärmetauschervolumen	204	Liter

Rückkühlwasser	Rückkühlleistung	583	kW
	Eintrittstemperatur	27,0	°C
	Austrittstemperatur	32,0	°C
	Anschluss	DN 150	
	Nenn­druck	PN 6	
	Volumenstrom	100,0	m³/h
	Druckverlust	450	mbar
	Internes Wärmetauschervolumen	765	Liter

Füllmengen	LiBr-Lösung (54 %ig)	450	Liter
	Destilliertes Wasser	100	Liter

Elektrische Daten	Spannung / Frequenz	400/230V	50 Hz
	Leistungsaufnahme	3,4	kW

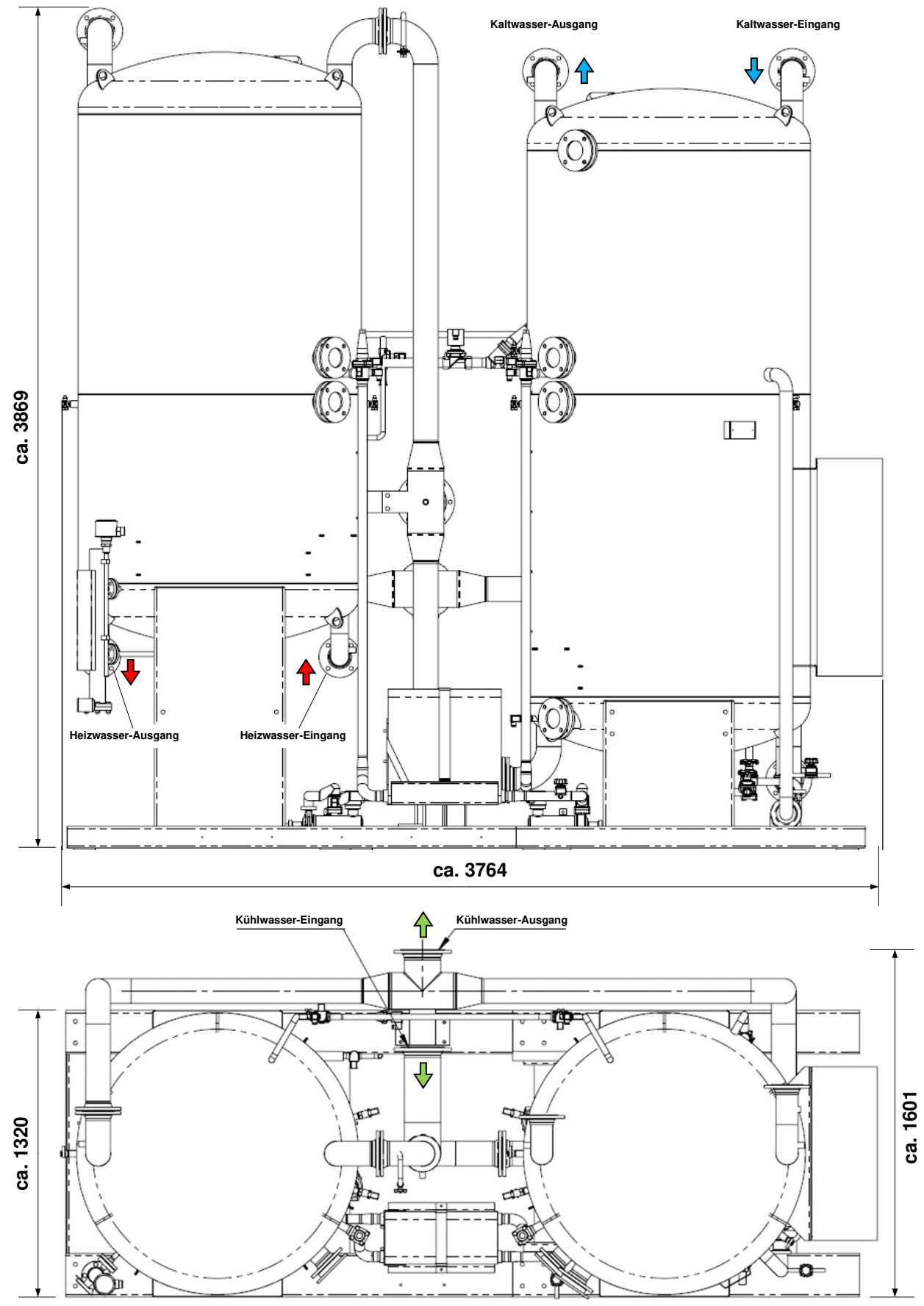
Für Leistungsangaben gilt eine Toleranz von $\pm 5\%$.

Die bauseits auszulegenden Pumpen müssen konstante Volumenströme liefern!

Für den Rückkühlkreis muss zusätzlich der Druckverlust des Rückkühlwerkes beachtet werden.

Empfohlenes Volumen für Kälte­träger­pufferspeicher: mindestens 4.000 –7.000 Liter.

2.2 Abmessungen WEGRACAL SE 250

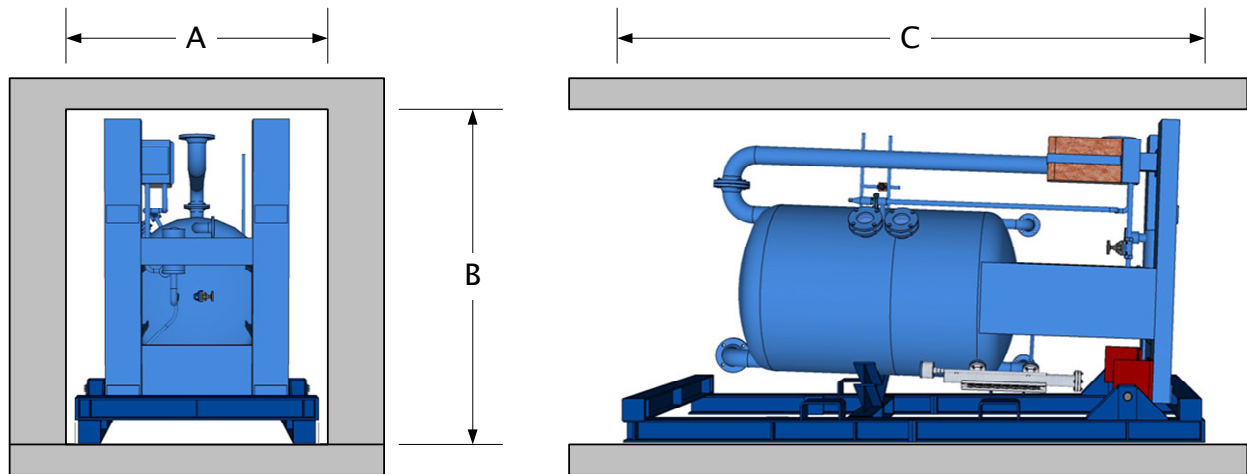


3. Aufstellort

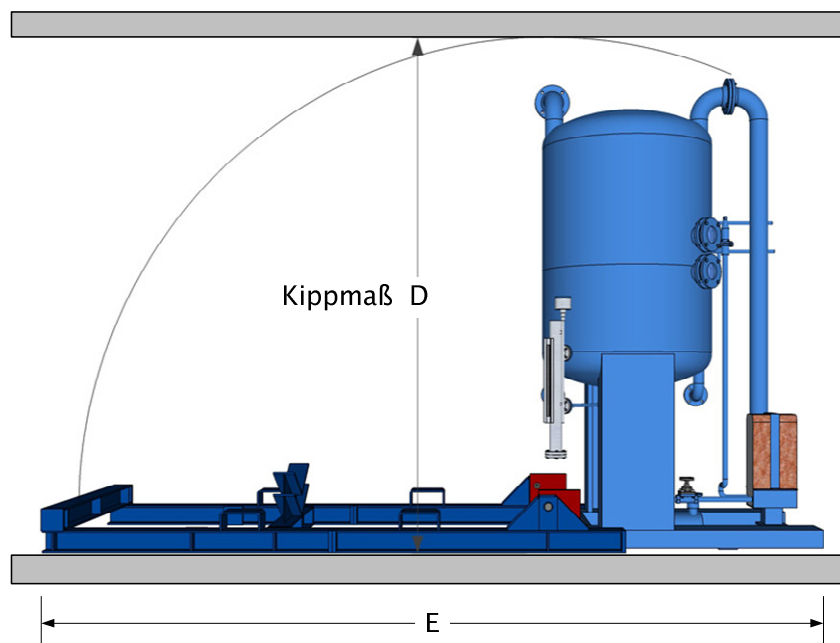


3.1 Einbringung, Transportweg

Platzbedarf für **liegenden** Transport und Aufrichtung im Gebäude



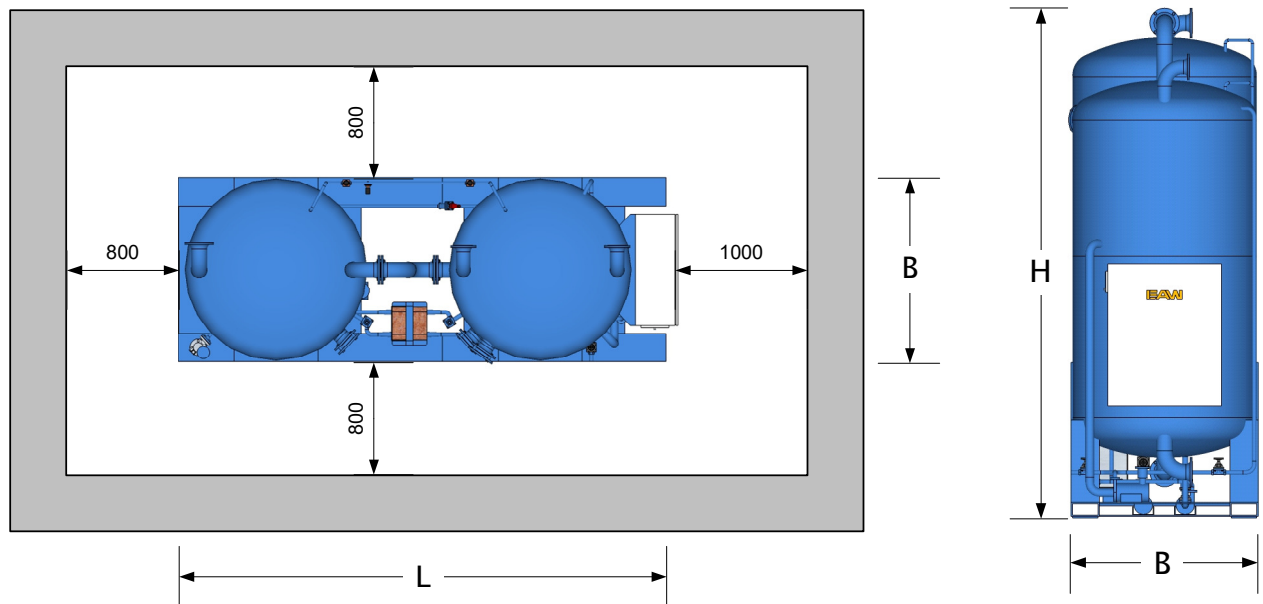
Gerätelänge bei Biegungen und Ecken des Transportweges beachten!



			SE250	
Tür-/Durchgangsmaße	A	Breite	1.600	mm
	B	Höhe	2.000	mm
Längstes Geräteteil	C	Länge	3.900	mm
Erforderliche Raumhöhe	D	Raumhöhe/Kippmaß	4.200	mm
Erforderliche Raumlänge	E	Raumlänge	5.700	mm



3.2 Platzbedarf, Gewichte



		SE250	
Abmessungen ca.	Länge	3.764	mm
	Breite	1.601	mm
	Höhe	3.869	mm

Gewicht ca.	Transportgewicht	4.800	kg
	Schwerstes Bauteil	2.500	kg
	Betriebsgewicht	6.740	kg

3.3 Aufstellort, Emissionen

Die Absorptionskälteanlagen müssen witterungsgeschützt und frostfrei (min. +10°C) aufgestellt werden. Nassräume dürfen nicht als Aufstellort verwendet werden.

Die Aufstellung und der Betrieb dürfen nicht in Räumen erfolgen, die mit Gasen, Dämpfen oder Staub belastet sind.

Der Fußboden am Aufstellort muss zur Sicherstellung der Funktionstüchtigkeit der Anlage gefällefrei und plan sein. Die Tragfähigkeit des Aufstellortes ist entsprechend den Maximalbelastungen sicherzustellen.

An den Modulen entstehen bis auf Pumpengeräusche keine nennenswerten Schallemissionen. Auch Körperschall/Vibrationen sind in normalen Aufstellsituationen nicht von Bedeutung.

Bei Projekten mit besonders hohen Anforderungen an Körperschallentkopplung können die Module auf Sylomerstreifen gestellt werden (bauseits).

Werden **zwei** WEGRACAL® nebeneinander aufgestellt, so ist zwischen beiden ein Abstand von 1.200 – 1.400 mm für Wartungsarbeiten einzuhalten, da sonst durch Rohrleitungsmontagen der Zugang zu den Schaugläsern eingeschränkt wird.

4. Aufbau und Lieferumfang



4.1 Anlagenbestandteile

Hauptbaugruppen:	Verdampfer–Absorber–Einheit und Generator–Kondensator–Einheit komplett geschweißt; Farbe RAL 5005 (Signalblau)
Rohre:	Verdampfer, Absorber, Generator und Kondensator aus nahtlosem Kupferrohr; Lösungs- und Kältemittelleitungen aus nahtlosem Stahlrohr
Pumpen:	Lösungs- und Kältemittelpumpen, Kühlung und Schmierung der Pumpen erfolgt über das zu fördernde Fluid
Wärmeübertrager:	Zwischen kalter und warmer Lösung ausgeführt als Plattenwärmetauscher
Entlüftungseinheit:	Zum periodischen Absaugen nicht kondensierbarer Gase; Im Werk montierte und verdrahtete elektrische Vakuumpumpe; Steuerung erfolgt über veränderliches Zeitregime
Schaltschrank:	In Bedienhöhe an der Verdampfer–Absorber–Einheit montiert; VDE–gerecht verdrahtet, Display mit Bedienelementen, benutzerfreundliche Menüführung über zentralen Drehknopf, Strömungsüberwachung Kälte­träger, Ansteuerung Kühlturm, Ansteuerung Heizwasser-, Kälte­träger- und Rückkühlpumpe, Ansteuerung und Versorgungsspannung für Rückkühlwasser-Mischventil (0–10V, 24V DC), Ansteuerung Strömungsunterbrechung Heizwasserseite, Betriebsarten: Hand, Automatik und Standby; Im Standby-Modus: Pumpen- und Ventilkickfunktion, Vakuumüberwachung, Passwortgeschützte Bedienebenen, Eingang- und Versorgungsspannung für Leitfähigkeitssensor (4..20 mA, 24V DC), Ansteuerung Abschlämmventil (24V DC), Aufschaltung der internen sicherheitstechnischen Komponenten, Ansteuerung der internen Komponenten, Aufschaltung der Temperaturfühler im Heizwasser- und Kälte­trägerspeicher, potentialfreier Eingang für Fernstart, Anzeige Status, Temperaturen, Störungen auf dem LCD-Display mit Datum und Uhrzeit, potentialfreie Ausgänge für die Meldungen: Betriebsbereit, Betrieb, Störung, Fehlerquittierung
Druckprüfungen:	Wärmetauscherrohre bei 2-fachem Betriebsdruck, Mantelseitige Druckprüfung mit Luft, Dichtheitsprüfung als Massenspektrometerprüfung mit Helium
Zubehör:	Erforderliche Menge Lithiumbromid-Lösung zur Erstbefüllung

4.2 Montage auf der Baustelle

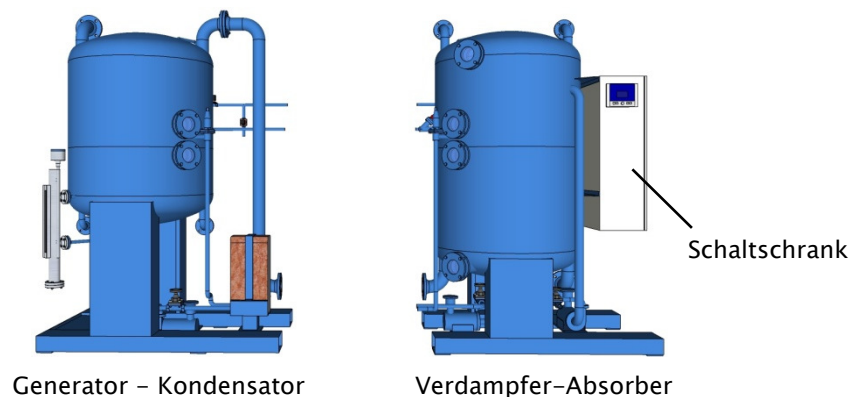
Die Kälteanlage besteht aus zwei Hauptbaugruppen: der **Verdampfer-Absorber-Einheit** und der **Generator-Kondensator-Einheit**.

Die Moduleinheiten werden getrennt transportiert. Auf Wunsch können der Transport und die Einbringung in liegender Weise erfolgen (siehe Abschnitt 3.1).

Montage, Befüllung und Evakuierung erfolgen auf der Baustelle.

Beide Einheiten sind im Werk fertig montiert, verrohrt und verdrahtet und werden am Aufstellort miteinander verbunden, so dass aufwendige Montagearbeiten beim Kunden entfallen.

Die für den vollautomatischen Betrieb notwendige Steuer- und Regeltechnik ist in einem Schaltschrank eingebaut und werkseitig komplett verdrahtet. Die Rohrleitungsanschlüsse an der Anlage sind als Flansche nach DIN 2631 (PN 6) ausgeführt.



4.3 Lieferumfang

- Absorptionskälteanlage inkl. Vakuumpumpe
- Farbton: RAL 5005 (Signalblau)
- Absorberschaltschrank mit Display im Modul integriert
- Diffusionsdichte Isolierung der kalten Absorber-Anlagenteile im Bereich des Verdampfers
- 3 Stück Temperaturfühler PT1000 mit Tauchhülse (1x für Heizwasserpuffer, 2x für Kälteträgerpuffer)
- Strömungswächter im Kälteträgerrücklauf
- Lithiumbromid-Wasser-Lösung
- Inbetriebnahme, Probelauf, Einregulierung
- Dokumentation (1x Papierform, 1x CD/DVD)

Optional:

- Rückkühlwerk
- Schaltschrank für Rückkühlwerk
- Fernzugriff für Schaltschrank
- Funktion Freie Kühlung

4.4 Liefergrenzen

Folgende Liefergrenzen sind an der Absorptionskälteanlage festgelegt:

Wasserseite: Die Anschlussflansche für Kälteträger, Heiz- und Rückkühlwasser
 Elektro/Steuerung: Die Anschlussklemmleisten im Absorberschaltschrank



4.5 Bauseitige Leistungen (durch Installateur oder Anlagenbetreiber)

- hydraulische Einbindung der AKM in Heizwasserkreis (inkl. Befüllung)
- hydraulische Einbindung der AKM in Kälte­trägerkreis (inkl. Befüllung)
- hydraulische Einbindung der AKM und des Rückkühlwerks in Rückkühlkreis (inkl. Befüllung)
- Pufferspeicher
- Externe Pumpen und Mischer
- Rückkühlwerk (wenn nicht von EAW geliefert)
- Frischwasserleitung zum Rückkühlwerk, Abwasseranschluss für Rückkühlwerk
- Unterkonstruktion für das Rückkühlwerk
- Bei Innenaufstellung Rückkühlwerk, eingedichtete Stellfläche mit Ablauf vorsehen
- Verkabelung aller Pumpen, Mischer, Temperaturfühler
- elektrischer Anschluss Rückkühlwerk und Pumpen
- übergeordnete Steuerung
- Isolierung der Kälte­trägeranschlüsse mit diffusionsdichter Isolierung

Es ist sicherzustellen, dass:

- die Kreislaufmedien sauerstofffrei gehalten werden,
- Schmutzpartikel und Fremdstoffe nicht in die Kreisläufe gelangen können,
- eine abgelagerungsfreie Fahrweise (Kalkablagerungen) gewährleistet ist,
- beim Betrieb von Verdunstungs-Rückkühlwerken die **VDI 2047-2** eingehalten wird

4.6. Wartung

Die Absorptionskälteanlage WEGRACAL® hat gegenüber Kompressionskälteanlagen fast keine drehenden Teile und unterliegen daher keinem wesentlichen Verschleiß. Im Normalfall ist nur eine Wartung pro Jahr nötig.

Folgende Arbeiten werden bei der Wartung durchgeführt:

- Allgemeine Prüfung auf Verschmutzung, Beschädigung und Korrosion
- Kontrolle aller Pumpen
- Prüfung der Anschlussklemmen auf festen Sitz
- Prüfung des Klemmkastens auf Dichtheit
- Funktionskontrolle aller Ventile
- Funktionskontrolle aller Sicherheitseinrichtungen
- Funktionskontrolle der Maschinenregelung
- Prüfung der Berieselungseinrichtungen
- Sichtkontrolle und Ölwechsel der integrierten Vakuumpumpe
- Säubern der Schmutzfänger
- Prüfen der einzelnen Füllstände
- Probenentnahme Kältemittel
- Wartung und Inspektion Rückkühlwerk (wenn von EAW geliefert)

Alle drei Jahre sollte der in der Lithiumbromidlösung enthaltene Rostschutz-Inhibitor in einem Labor überprüft werden.

5. Steuerung der Absorptionskälteanlage



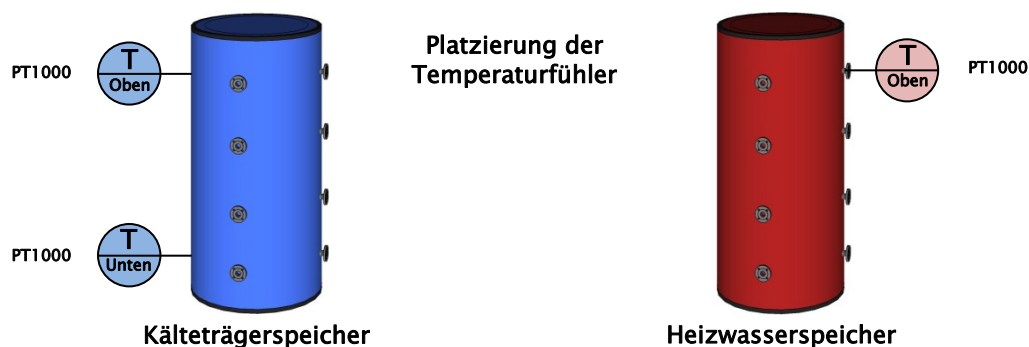
5.1 Beschreibung der Steuerungselemente

Externe Freigabe

Die Steuerung der AKM kann über einen potentialfreien Kontakt eine Freigabe von der übergeordneten Steuerung erhalten.

Temperaturfühler

Ist der Absorber freigegeben, so wird überprüft, ob Heizwasser mit ausreichender Temperatur vorhanden ist (z.B. Temperaturfühler Heizwasserspeicher). Danach werden die beiden Temperaturfühler im Kälteträgerspeicher ausgewertet. Ist der Kälteträgerspeicher ungeladen („warm“), so startet die AKM. Sobald die Temperatur im oberen Bereich des Speichers und damit im Rücklauf zum Absorber kalt genug ist, schaltet sich die Anlage wieder ab.



Sicherheitseinrichtungen

Zur Steigerung der Sicherheit wird beim Abschalten der Anlage im Heizwasservorlauf eine Strömungsunterbrechung in Form eines 2-Wege-Ventils angesteuert.

Bei den Modulen SE 50 bis SE 250 muss diese im Heizwasserkreis vorgesehen werden (**24 V DC AUF/ZU**).

Im Kälteträgerkreis (Rücklauf zur AKM) wird ein integrierter Strömungswächter überwacht.

Mischer Rückkühlkreislauf

Im Rückkühlkreislauf wird der Mischer zur Anhebung des Kühlturmwassers geregelt (**24 V DC/ 0-10 V**).

Externe Pumpen für WEGRACAL® SE 250:

Die Pumpen für Heizwasserkreislauf, Kälteträgerkreislauf und Rückkühlkreislauf werden vom Schaltschrank der AKM angesteuert und mit **400 V** Spannung versorgt.

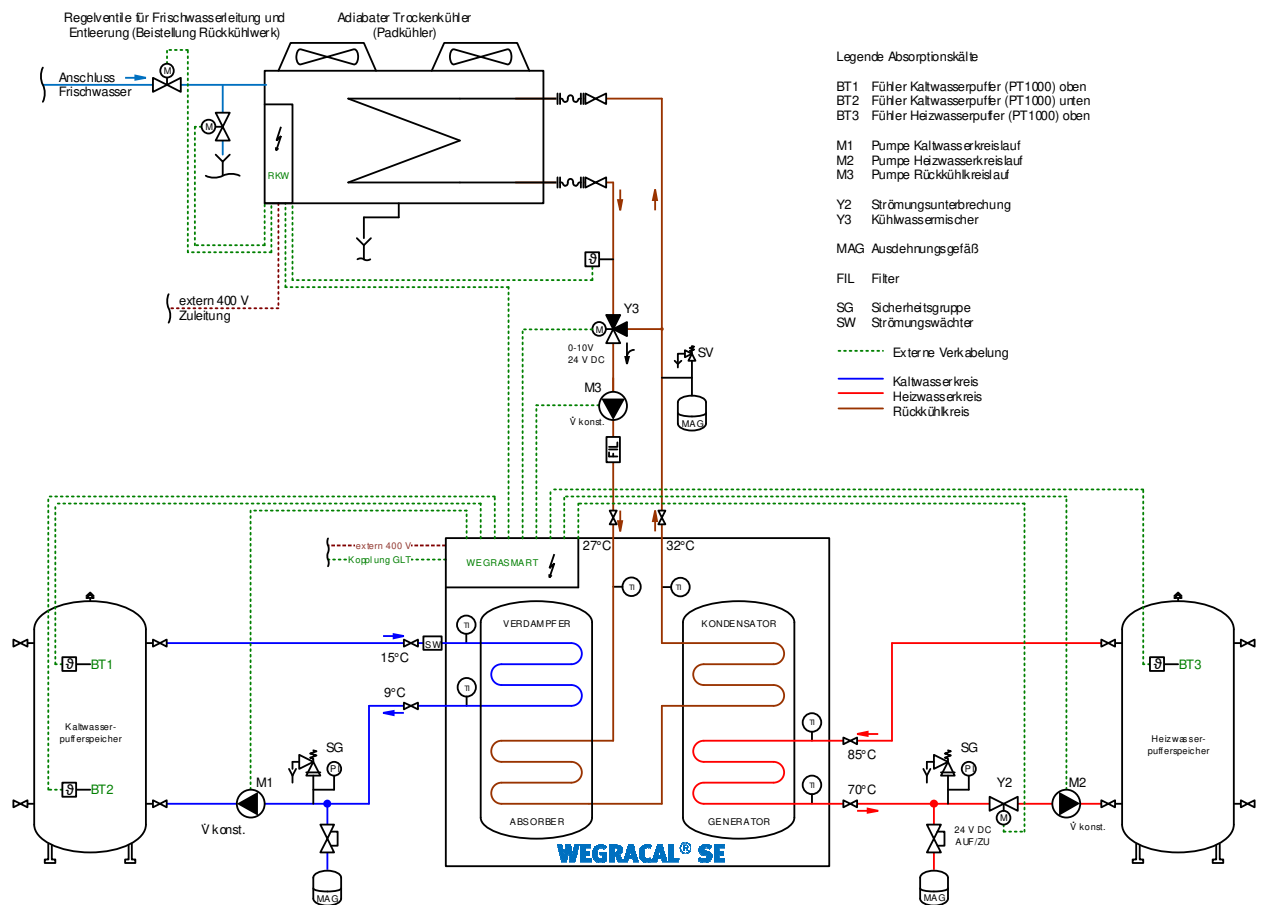
Ausgänge für Meldungen

An die übergeordnete Steuerung können folgende Meldungen über potentialfreie Kontakte gesendet werden: **Betriebsbereitschaft | Betriebsmeldung | Sammelstörung**

Für **WEGRACAL® SE 250** sind folgende Datenschnittstellen optional erhältlich:

Modbus RTU-RS232 und **Modbus TCP**

5.2 Schaltschema für Absorptionskälteanlage und Rückkühlwerk

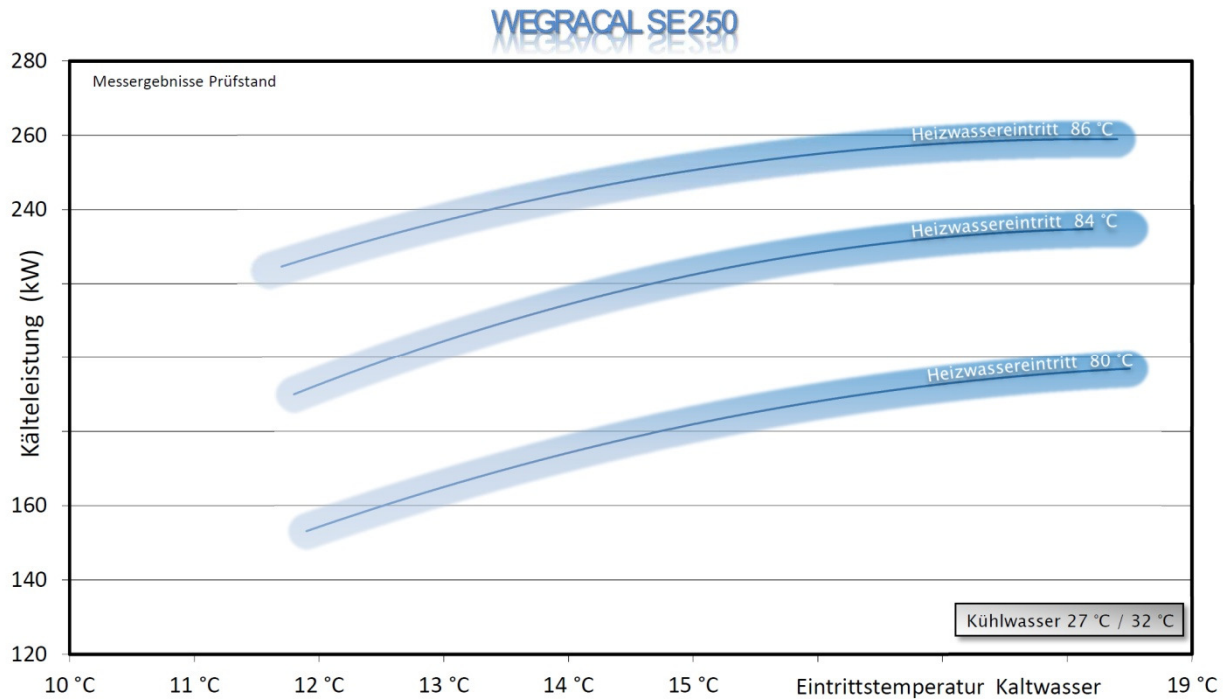


7. Kennlinien



7.1 Kennlinien WEGRACAL® SE 250

Kennlinienverlauf bei unterschiedlichen Heizwassertemperaturen und Rückkühlwasser 27 / 32 °C. Kälteleistung in Abhängigkeit der Kälte-trägereintrittstemperatur in die Absorptionskälteanlage.



eaw-energieanlagenbau.de